

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Universität Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. Maximilian Rudert

Über das funktionelle Outcome nach Schulterendoprothesenwechsel



Inaugural – Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Henning Brandebusemeyer

aus Georgsmarienhütte

Würzburg, Januar 2018

Referent: Priv. Doz. Dr. med. O. Rolf

Koreferent: Priv. Doz. Dr. med. H. Jansen

Dekan: Prof. Dr. med. M. Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 16.10.2018

Der Promovend ist Arzt.

Meiner Familie und Freundin gewidmet.

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AES	Altersentsprechender Score
Al.	Alter
CS	Constant Score
DASH	Disability of Arm and Shoulder Score
TEP	Totalendoprothese
STEP	Schultertotalendoprothese

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Ziel der Arbeit	1
1.2 Vorstellung der verwendeten Prothesentypen	2
1.2.1 Anatomische Schulterendoprothesen	2
1.2.1.1 Hemiendoprothesen	2
1.2.1.2 Anatomische Schultertotalendoprothesen	3
1.2.2 Inverse Schulterendoprothesen	5
1.3 Indikationen für den TEP-Wechsel	6
1.3.1 Periprothetische Infektion	6
1.3.2 Periprothetische Fraktur	7
1.3.3 Fehlgeschlagene Frakturhemiprothese	7
1.3.4 Fehlgeschlagene Hemiendoprothese	7
1.3.5 Fehlgeschlagene Totalendoprothese	8
1.3.6 Aseptische und septische Prothesenlockerungen	10
2. Material und Methoden	12
2.1 Datenerhebung	12
2.1.1 Präoperativ	12
2.1.2 Postoperative Nachuntersuchung	13
2.1.2.1 Klinische Untersuchung	13
2.1.2.2 Radiologische Kontrolle	13
2.2 Patientenselektionskriterien	14
2.3 Patientendaten	16
2.4 Constant-Murley-Score	17
2.5 Disability of Arm and Shoulder- Score (DASH Score)	22
2.6 Patientenkollektiv	23
2.7 Operationstechnik Schulterendoprothesenwechsel: von anatomisch auf invers	24
2.8 Standardnachbehandlung	26
2.9 Statistik	27
2.10 Ethik-Votum	27
3. Ergebnisse	28
3.1 Gesamtkollektiv	28
3.1.1 Constant-Score und altersentsprechender Score	28
3.1.2 Faktoren des Constant-Scores	30
3.1.2.1 Schmerz	30
3.1.2.2 Aktivität	33
3.1.2.3 Mobilität	34
3.1.2.4 Kraft	37
3.1.3 Vergleich der Ergebnisse nach operierter Seite: dominante vs. nicht-dominante Seite	38
3.1.4 Auswertung des Disability of Arm and Shoulder Scores (DASH Score, Gesamtkollektiv)	39
3.1.5 Ergebnisse der radiologischen Kontrolle bei der postoperativen Nachuntersuchung	42

3.2 Ergebnisse nach einzelnen Indikationen für den Schulterendoprothesenwechsel	43
3.2.1 Constant Score und altersentsprechender Score	43
3.2.2 Faktoren des Constant-Score	48
3.2.3 Periprothetische Infektionen	50
3.2.3.1 Beweglichkeit im Schultergelenk im Detail	50
3.2.3.2 Keimspektrum	51
3.2.4 Fehlgeschlagene Frakturhemiprothese	53
3.2.4.1 Beweglichkeit im Schultergelenk im Detail	53
3.2.5 Auswertung des DASH Scores hinsichtlich einzelner Diagnosen	54
3.3 Wechsel einer Hemiendoprothese auf eine inverse Totalendoprothese	55
3.3.1 Constant Score und altersentsprechender Score	55
3.3.2 Faktoren des Constant Scores	56
3.3.2.1 Schmerz	56
3.3.2.2 Aktivität	56
3.3.2.3 Mobilität	56
3.3.2.4 Kraft	57
3.3.3 Beweglichkeit im Schultergelenk im Detail (aktiv und passiv)	59
3.3.4 Auswertung des DASH Scores nach Wechsel einer Hemiendoprothese auf eine inverse Totalendoprothese	62
4. Diskussion	63
4.1 Funktionelles Outcome und Komplikationen nach Schulterendoprothesenwechsel mittels inverser Totalendoprothese	63
4.2 Funktionelle Ergebnisse der zweizeitigen Revision nach periprothetischer Infektion	67
4.2.1 Keimspektrum und Profil der periprothetischen Infektionen	68
4.3 Fehlgeschlagene Frakturhemiendoprothesen	72
4.4 Funktionelle Ergebnisse des Wechsels einer Hemiendoprothese auf eine inverse Totalendoprothese	77
4.5 Heterotope Ossifikation der inferioren glenoidalen Kapsel	79
5. Zusammenfassung	81
6. Literaturverzeichnis	83
7. Abbildungsverzeichnis	87
8. Anhang	
1. Disability of Arm and Shoulder Score (DASH Score)	
2. Vollständige Ergebnisse der Befragung gemäß DASH Score	
3. Constant Score	
4. Tabelle zur Umrechnung des Constant Score in den altersadaptierten Score	

1. Einleitung

1.1 Ziel der Arbeit

Im Rahmen dieser Arbeit sollen die Ergebnisse nach einem Schulterendoprothesenwechsel abhängig von der zugrundeliegenden Indikation verglichen werden. Die klinischen und radiologischen Ergebnisse werden dargestellt und Lockerungszeichen und andere Komplikationen erfasst.

Alle Patienten wurden mit einem Mindest-Follow up von 13 Monaten nachuntersucht. Es wurden folgende Parameter erhoben: Schmerzen, Aktivität, aktive und passive Beweglichkeit und Kraft (Constant Score).

Bei der Begutachtung der postoperativen radiologischen Bildgebungen wurde ein besonderes Augenmerk auf Hinweise der Prothesenlockerung wie inferiorem Notching und Lysesäumen sowie einen Verlust der Tubercula und der heterotopen Ossifikation der inferioren Gelenkkapsel gelegt.

Die Fähigkeit der Alltagsbewältigung postoperativ wurde durch Befragung der Patienten mit Hilfe des DASH Scores ermittelt und soll klären, inwiefern die Patienten nach dem Schulterendoprothesenwechsel bei alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt werden.

1.2 Vorstellung der verwendeten Prothesentypen

Die Schulterendoprothetik ist, verglichen mit der Hüft- und Knieendoprothetik, eine noch relativ junge Fachdisziplin, die erst im Jahre 1951 mit der Entwicklung der Neer-1-Prothese ihren Anfang nahm. Die von Neer im Jahre 1971 weiterentwickelte Neer-2-Prothese sowie die von Paul Grammont entwickelte inverse Schulterprothese sollten wenig später bedeutende Weiterentwicklungen des von Neer 1951 entwickelten Meilensteins der Schulterendoprothetik darstellen. Die Entwicklung der Schulterprothesen ging unter immer besserer Anpassung an die native Topographie des Schultergelenks stetig weiter, sodass Schulterendoprothesen der sogenannten „fünften Generation“ momentan den status quo darstellen. Diese zum Teil bereits schaftlosen Implantate zeichnen sich durch eine hohe Modularität und der Möglichkeit aus, die individuellen Verhältnisse des Patienten möglichst exakt zu rekonstruieren [20, 24, 48].

Im Folgenden werden die angesprochenen anatomischen und inversen Schulterendoprothesen kurz vorgestellt.

1.2.1 Anatomische Schulterendoprothesen

Bei den anatomischen Schulterendoprothesen werden Hemiendoprothesen von Totalendoprothesen unterschieden. Anatomische Implantate werden insbesondere bei schwerer, funktionseinschränkender Omarthrose verwendet [49].

1.2.1.1 Hemiendoprothesen

Eine Hemiendoprothese bedeutet den endoprothetischen Ersatz des Humeruskopfes mittels Kappen- oder Schaftprothese (siehe Abbildung 1). Letztere wird im Gegensatz zur Kappenprothese mit Hilfe eines Prothesenstils im Humerusschaft verankert. Je nach Indikation wird die entsprechende Art von Hemiprothese gewählt [24, 48].

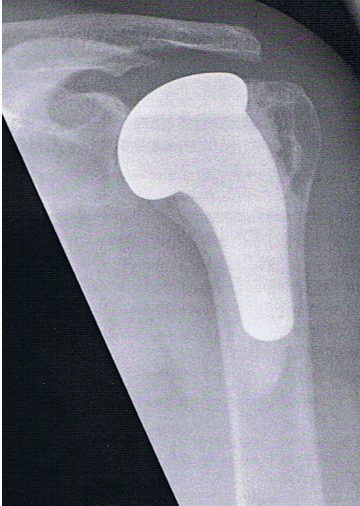


Abb. 1: Exemplarische, radiologische Darstellung einer Schulterhemiendoprothese.

1.2.1.2 Anatomische Schultertotalendoprothesen

Unter einer anatomischen Schultertotalendoprothese versteht man eine Endoprothese, die beide physiologischen Strukturen des Schultergelenks, nämlich Humeruskopf und Glenoid, in ihrer Beschaffenheit nachahmt (siehe Abbildung 2). Unter stetiger Weiterentwicklung der Schulterprothese von Neer (1951) entstanden in den 90ern moderne modulare Systeme, die nicht nur aus Humerus- und Glenoidkomponente, sondern einigen weiteren Teilen, wie einem Winkeladapter, bestehen, um eine noch feinere Justierung der Prothese und somit bessere Ergebnisse zu erzielen. Die modernen anatomischen Schulterprothesen bieten stufenfreie Modularität in drei Ebenen. Somit sind Verstellungen der Kalotte „um die Schaftachse (Ante-, Retroversion), in der Koronarebene (Inklinationswinkel) und in der Sagittalebene (posteromedialer Offset) möglich“ [24 (S.659), 48].

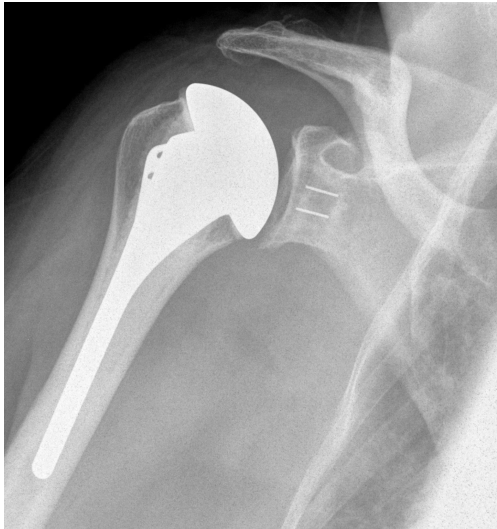


Abb. 2: Exemplarische, radiologische Darstellung einer anatomischen Schultertotalendoprothese.

Die genannten Komponenten können in zementierter oder zementfreier Form, je nach Alter und Knochenstatus des Patienten, implantiert werden. Ferner wird bei der Auswahl der Größe von Humeruskopf- und Glenoidkomponente der Prothese die physiologisch bestehende Inkongruenz beider Strukturen beibehalten, denn diese Inkongruenz führt zu einem höheren Anpressdruck der Humeruskopfkomponente auf die Glenoidkomponente und somit zu einem geringeren Lockerungsrisiko der beteiligten Komponenten. Daher werden heutzutage überwiegend Schulterprothesensysteme, die ein solches mismatch aufweisen, verbaut [24].

Des Weiteren muss bei der Prothesenplanung und Implantation berücksichtigt werden, dass das Zentrum des Humeruskopfes gegenüber dem metaphysären Zentrum nach dorsomedial (dorsomediales Offset) „verschoben“ ist. Dies ist wichtig für die funktionellen Ergebnisse der endoprothetischen Versorgung. Durch die vielseitigen Einstellungsmöglichkeiten der anatomischen Schulter-TEP hat sich auch deren Indikationsspektrum erweitert. Sie werden insbesondere bei Omarthrose, avaskulärer Nekrose, rheumatoider Arthritis und chronischer Instabilität verbaut [20].

1.2.2 Inverse Schulterendoprothesen

Das Prinzip anatomischer Schulterprothesen gilt als weithin anerkannt, wohingegen Aufbau und Funktionsprinzip der inversen Prothese, aufgrund vieler unzufrieden stellender Ergebnisse in der Vergangenheit, zunächst weniger etabliert in der Schulterendoprothetik waren [24].

Bis in die 80er des 20. Jahrhunderts wurden unter anderem Patienten mit schwerer Rotatorenmanschetteninsuffizienz oder Defektarthropathie mit anatomischen Schulterendoprothesen versorgt. Durch die postoperativ bleibende massive Instabilität der Schulter und den damit verbundenen Translationsbewegungen der Humeruskopfkomponente auf der Glenoidkomponente kam es zu einem „Schaukeln“ des Glenoidimplantats, was heute als Rocking-horse-Phänomen bezeichnet wird und eine vorzeitige Lockerung der Komponenten zur Folge hat. Aus dieser Problematik entwickelte Paul Grammont 1987 die inverse Schulterprothese, die in ihrem Aufbau zwei Neuerungen hatte: Zum einen wurde eine Glenoidkomponente mit Glenosphäre verbaut, die das Drehzentrum des Gelenks so verlagert, dass der Hebelarm des Deltamuskels verbessert wird und somit an Kraft gewonnen werden kann. Zum anderen wurde humeralseitig eine Gelenkpfanne mit zur Glenosphäre verhältnismäßig kleinem Durchmesser, um die oben beschriebenen Vorteile des mismatches zu nutzen, verbaut. Der sehr flache Inklinationswinkel von 155° sowie die Architektur von Glenoid- und Humeruskomponente erhöhen die Vorspannung und somit die potenzielle Kraft des Deltamuskels [24].

Eine moderne inverse Schulter-TEP besteht in aller Regel aus einer glenoidalseitigen Basisplatte, einer Glenosphäre, einem humeralseitigen Polyethylen-Inlay, einem humeralen Schaft sowie einem humeralen Halsteil (siehe Abbildung 3).

Das Indikationsspektrum der inversen Schulterprothese umfasst heutzutage insbesondere Funktionseinschränkungen im Schultergelenk bei Rotatorenmanschetteninsuffizienz, darüber hinaus aber auch die rheumatoide Arthritis, Revisionen nach fehlgeschlagener Frakturversorgung sowie Wechseloperationen [20, 24, 35, 49].



Abb. 3: Exemplarische, radiologische Darstellung einer inversen totalen Schulterendoprothese.

1.3 Indikationen für den TEP-Wechsel

1.3.1 Periprothetische Infektion

Bei periprothetischen Infektionen ist zunächst auf die „Ursache des Infektes, Infektionsstadium, Ausdehnung des Infektes und auf das Erregerspektrum“ [24 (S. 766)] zu achten. Besonderes Augenmerk sollte auf Patienten mit Vorerkrankungen, wie der rheumatoiden Arthritis und damit verbundener immunsupprimierender Therapie, gelegt werden. Die besten Ergebnisse bei der Therapie periprothetischer Infektionen liefern zweizeitige Vorgehensweisen, bei denen in einer ersten Operation antibiotikahaltige Spacer-Prothesen und erst in einer zweiten OP die endgültige revidierte Schulterprothese verbaut wird [24, 41, 48, 49].

1.3.2 Periprothetische Fraktur

Im Rahmen einer periprothetischen Fraktur ist das Vorgehen stark von der Lokalisation der Fraktur abhängig. Therapeutisch kommen eine konservative Behandlung bei wenig dislozierten Frakturen, eine Operation unter Erhalt der Prothese mittels Osteosynthese sowie ein Wechsel der Prothese bei Lockerung in Betracht. Bei schlechter Knochenqualität, schlechtem Allgemeinzustand des Patienten und starker Dislokation der Fragmente ist in aller Regel eine Revision der Primärprothese indiziert. In diesem Fall werden überlange Revisionschäfte gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Cerclagen verbaut. Wenn die Fraktur über die Prothesenspitze hinausragt, kann eine Plattenosteosynthese erforderlich sein [24].

1.3.3 Fehlgeschlagene Frakturhemiprothese

Als Gründe für den Misserfolg einer primären Frakturhemiprothese sind insbesondere eine Dislokation der Tuberkula mit Rotatorenmanschetteninsuffizienz sowie ein „sekundärer Pfannenverbrauch und ein Rotatorenmanschettendefekt mit Prothesenhochstand“ [24 (S.646)] zu nennen. Da die Biomechanik des Glenohumeralgelenkes anderweitig kaum wiederherzustellen ist und häufig eine schmerzhafte Schulter mit Pseudoparalyse resultiert, ist meistens eine Revision des Primärimplantates in Form eines Wechsels auf eine inverse Prothese notwendig [24].

1.3.4 Fehlgeschlagene Hemiendoprothese

Eine primär implantierte Hemiendoprothese kann aus verschiedenen Gründen insuffizient werden und einer Revision bedürfen. Im Folgenden wird das Hauptaugenmerk auf die Indikationen, die bei den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Patienten zum Endoprothesenwechsel geführt haben, gelegt:

- Glenoidarrosion:

Bei einer unzureichenden Wiederherstellung der Biomechanik im Schultergelenk bei der Primärimplantation der Hemiendoprothese kann es in Folge eines zu hohen Anpressdruckes der Humerusprothese durch den Deltamuskel auf das native Glenoid zu einer verstärkten Abreibung des glenoidalen Gelenkknorpels mit konsekutiver Glenoidarthrose kommen. In diesem Fall ist der Wechsel auf eine Totalendoprothese mit endoprothetischer Versorgung des Glenoids ratsam [20].

- sekundäre Rotatorenmanschetteninsuffizienz:

Durch eine zu hohe Implantation der Humeruskomponente oder einem Overstuffing der Humeruskomponente gegenüber dem Glenoid kann es zu einer zu großen Spannung der Rotatorenmanschette mit sekundärer Rotatorenmanschetteninsuffizienz kommen. Die Folge ist eine Kranialisierung der Humerusprothese. Aufgrund dieser Dezentralisierung des Humeruskopfes gegenüber dem Glenoid kann der Wechsel auf eine inverse Schulterendoprothese indiziert sein [20, 48].

1.3.5 Fehlgeschlagene Totalendoprothese

Die Gründe für die Insuffizienz der Totalendoprothesen belaufen sich im Rahmen dieser Arbeit auf sekundäre Rotatorenmanschetteninsuffizienzen und Metallosen:

-Metallose bei anatomischer Schulter-TEP:

Eine weitere Ursache für eine Lockerung des Glenoids ist das Rocking-Horse-Phänomen, bei dem es durch Translationsbewegungen der Humeruskopfkomponente auf der Glenoidkomponente, infolge mangelnder Zentrierung durch die aktiven Stabilisatoren, insbesondere dem M.deltoides,

zu einem „Schaukeln“ des Implantats auf dem knöchernen Glenoid und konsekutiver Lockerung kommt (siehe Abbildung 4).

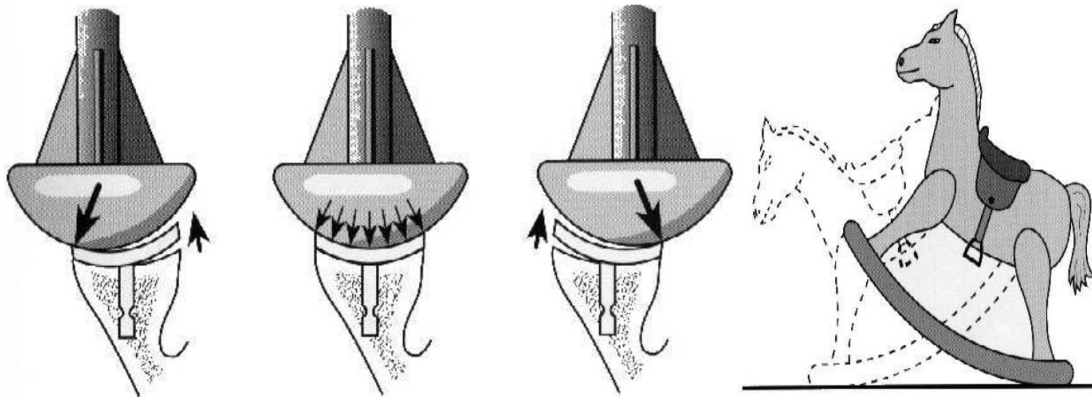


Abb. 4: Schematische Darstellung des Rocking-Horse-Phänomens nach Implantation einer anatomischen Schultertotalendoprothese

Bei einer Lockerung der humeralen oder glenoidalen Komponente bspw. in Folge vermehrter Osteoporose muss in aller Regel ein Revisionschaft bzw, glenoidales Revisionsimplantat verbaut werden [24, 48, 49].

- Metallose bei inverser Schulter-TEP:

Die Lockerung bzw. die Ermüdung der verbauten Prothesenkomponenten, insbesondere Glenoid- und Humerusimplantat, stellt eine wichtige Indikation für eine Revision dar. Eine späte Lockerung der glenoidalen Komponente ist häufig bedingt durch ein inferiores Notching, das nach Sirveaux in vier Schweregrade eingeteilt wird. Je höher der Schweregrad nach Sirveaux, desto größer der ossäre Substanzverlust am inferioren Glenoidpol. Als Folge ist eine Lockerung der Verankerungsschrauben mit konsekutiver Instabilität des Glenoidimplantates möglich [35] (siehe Abbildung 5).

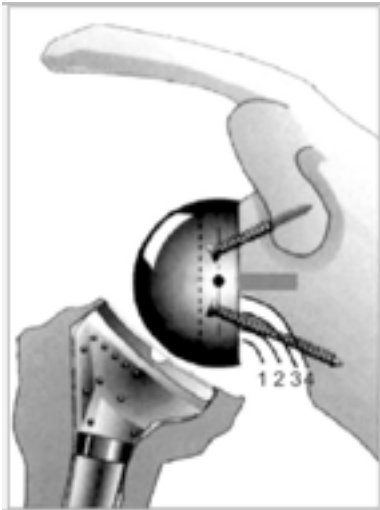


Abb. 5: Schematische Darstellung der Stadien 1-4 des inferioren notchings nach Implantation einer inversen Schultertotalendoprothese

1.3.6 Aseptische und septische Prothesenlockerungen

Prothesenlockerungen stellen mit knapp 40% aller Komplikationen nach endoprothetischer Versorgung der Schulter die häufigste postoperative Langzeitkomplikation dar. Sie kommen mit einer Prävalenz von 6,3% vor [30].

Hierbei werden aseptische von septisch bedingten Prothesenlockerungen unterschieden. Bei aseptischen Lockerungen ist fast ausschließlich die Glenoidkomponente der Schulterendoprothese betroffen. Ursächlich für diese Lockerung ist insbesondere eine „thermisch-toxische Schädigung bei Verwendung von Knochenzement“ [27 (S.78)] sowie eine „Schrumpfung der Zementmasse im Laufe der Jahre im Sinne einer Alterung“ [27 (S.78)].

Des Weiteren kann eine durch den Abrieb kleinster Partikel des Polyethyleninlays induzierte Aktivierung von Makrophagen und deren Mediatoren zu einem Umbau der Knochensubstanz und somit zu einer aseptischen Prothesenlockerung führen [38].

Bei einer septischen Prothesenlockerung stehen die Kardinalzeichen einer Entzündung: dolor, tumor, calor, rubor und functio laesa im Vordergrund. Diese Lockerung wird durch die Aktivität bakterieller Proteasen sowie von Makrophagen und deren Mediatoren verursacht. In Folge dessen kann es zu

einer „girlandenförmigen Knochenresorption mit Periostreaktion und Zerbröckeln des Knochenzementes“ [38 (S.85), 40] kommen.

Die Unterscheidung aseptischer und septischer Prothesenlockerungen kann erhebliche Schwierigkeiten in der Diagnostik bereiten, weil beide klinisch, radiologisch (Lysesaum, Inferiores notching, Weichteilreaktion etc.) und laborchemisch ähnlich imponieren können. „Auch ein negativer Keimnachweis [...] schließt ein bakterielles Geschehen nicht immer aus.“ [38 (S.85)]

Insbesondere eine septische Prothesenlockerung bei Infektion durch Biofilmbildner wie Staphylokokken ergibt bei einem rein konservativen Vorgehen mittels Antibiotika unter Belassung der Prothesenkomponenten wenig Hoffnung auf Erfolg, weshalb häufig ein revidierendes, operatives Verfahren nötig ist. Die Verfahrensart, ob einzeitig oder zweizeitig, wird kontrovers diskutiert [44].

2. Material und Methoden

2.1 Datenerhebung

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine rein retrospektive Studie, in der die über einen Zeitraum von sechs Jahren (2010- 2015) bereits erhobenen Daten von Patienten, die stationär im Franziskus Hospital Harderberg mit einem Schulter-TEP Wechsel versorgt wurden, ausgewertet werden. Die zu analysierenden Daten enthalten die bereits vor und nach dem Schulterendoprothesenwechsel in der Abteilung Orthopädie des Franziskus Hospitals Harderberg erfolgten radiologischen Untersuchungen der Patienten, sowie Daten über die Erfassung von Funktionalität und Schmerz der betroffenen Schulter auch in alltäglichen Belastungssituationen. Zur Protokollierung der erhobenen Patientendaten dienten der Constant-Score und der DASH Score, welche in einem späteren Abschnitt detaillierter erläutert werden.

2.1.1 Präoperativ

Die benötigten und verwendeten präoperativen Patientendaten wurden während der präoperativen Voruntersuchungen erhoben und im Constant-Score zusammengefasst. Präoperativ aufgenommene Röntgenbilder dienten der Diagnosefindung und Indikationsstellung zur Schulterrevision.

2.1.2 Postoperative Nachuntersuchung

2.1.2.1 Klinische Untersuchung

Nach dem operativen Wechsel der Schulterendoprothese wurden die Patienten 13 bis 50 Monate (im Mittel 30,1 Monate) später im Rahmen einer routinemäßigen postoperativen Kontrolluntersuchung nachuntersucht. Hierbei wurde besonderes Augenmerk auf den Constant-Score und seine Komponenten, insbesondere den Bewegungsumfängen der operierten Schulter, sowie dem DASH Score gelegt. Der DASH Score erlaubt eine Aussage, ob die Patienten alltägliche Aufgaben, trotz der erneuten Operation mit Prothesenwechsel, meistern konnten. Die postoperativen Informationen, die hinsichtlich Constant- Score und DASH Score notwendig waren, wurden im Rahmen einer routinemäßigen Nachuntersuchung im Gespräch mit den Patienten erhoben.

2.1.2.2 Radiologische Kontrolle

Neben der klinischen Untersuchung erfolgte eine radiologische Kontrolle der Prothese. Besonderheiten und Komplikationen wie Lockerungen der Prothese, Lysesäume oder das Ausmaß des sogenannten inferioren Notching wurden erfasst. Auch periprothetische Ossifikationen oder durch periprothetische Infektionen bedingte Osteolysen wurden erfasst.

2.2 Patientenselektionskriterien

Alle Patienten, die in der Zeit von 2010 bis 2015 einen Schulterendoprothesenwechsel erhalten haben und sich zu den routinemäßigen Kontrollen vorstellten, ein Mindest-Follow-up von 13 Monaten aufwiesen und der Teilnahme an der Studie zustimmten, wurden in die Studie einbezogen.

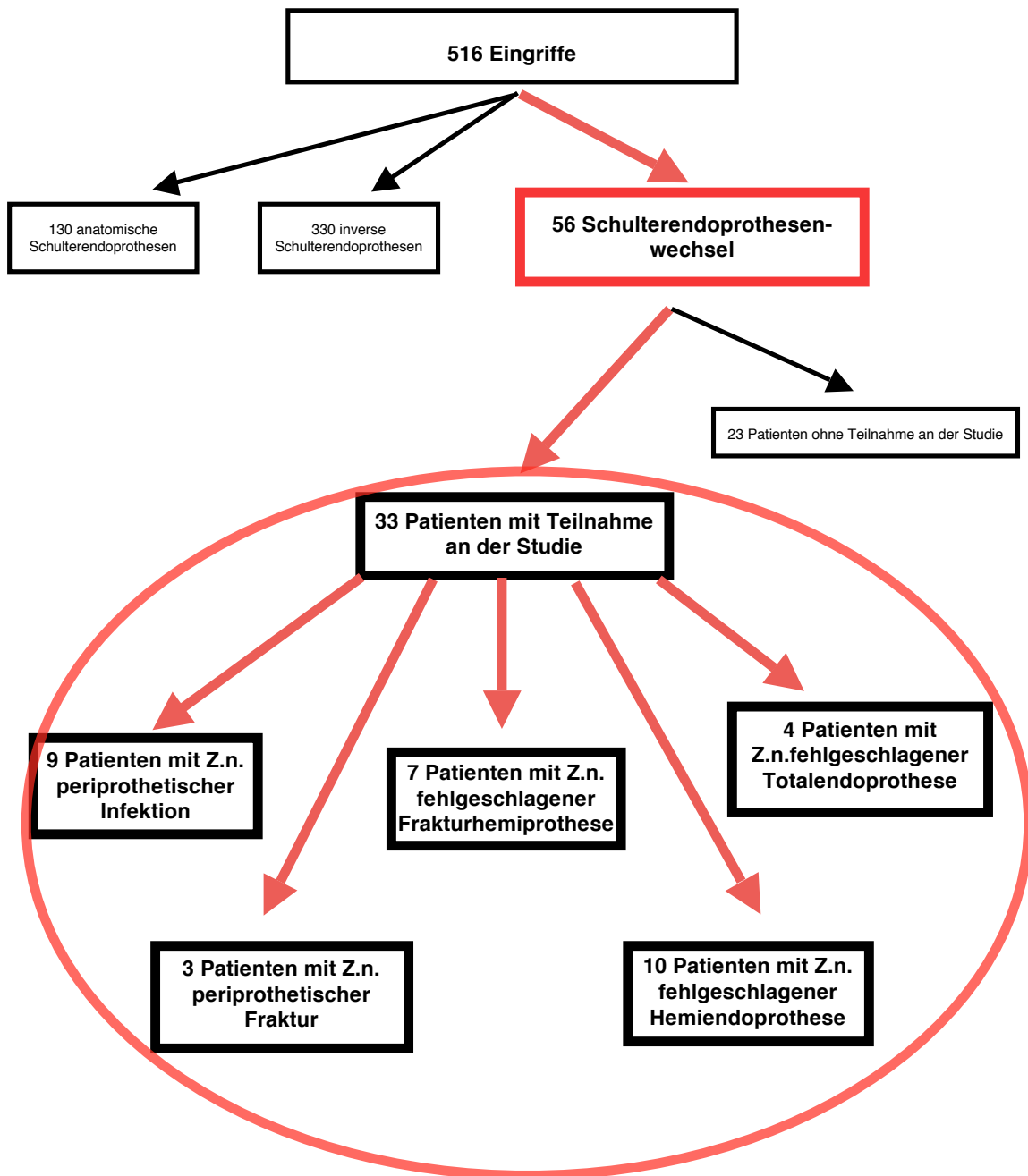


Diagramm 1: Übersicht über die schulterendoprothetische Versorgung von Patienten in der Abteilung Orthopädie im Franziskus Hospital Harderberg in den Jahren 2010 bis 2014

Das Diagramm 1 zeigt übersichtlich die Anzahl von endoprothetischen Schulteroperationen, die im Franziskus Hospital Harderberg zwischen 2010 und 2014 durchgeführt wurden. Von insgesamt 516 Eingriffen entfielen 130 Eingriffe (ungefähr 25%) auf anatomische Schulterendoprothesen, 330 Eingriffe

(ca. 64%) auf inverse Prothesen und ungefähr 10% aller endoprothetischen Eingriffe an der Schulter implizierten einen Schulterendoprothesenwechsel, der im Zuge dieser Arbeit besonders thematisiert wird. Von den 56 Patienten mit durchgeführtem Prothesenwechsel kamen 23 Patienten für diese Studie nicht in Betracht, weil sie die Teilnahme verweigerten oder bereits der Todesfall eingetreten war. Die 33 Patienten, die an dieser Studie teilnehmen, lassen sich aufgrund der Indikation des Endoprothesenwechsels in fünf Gruppen einteilen: 9 Patienten mit Zustand nach periprothetischer Infektion, 3 Patienten mit vorausgegangener periprothetischer Fraktur, 7 Patienten mit Zustand nach fehlgeschlagener Frakturhemiprothese, 10 Patienten nach fehlgeschlagener Hemiendoprothese und 4 Patienten mit vorausgegangener fehlgeschlagener Totalendoprothese.

2.3 Patientendaten

Die erforderlichen Patientendaten wurden aus Krankenblättern, Patientenakten, Operationsberichten, Aufnahmeprotokollen und Entlassungsberichten sowie aus Gesprächen mit den Patienten während der Untersuchungen unter Einhaltung der Datenschutzvorschriften erhoben. Hierbei war das Krankenhausinformationssystem ORBIS® (Agfa HealthCare) hilfreich.

Neben den demographischen Daten wurden auch folgende Informationen erfasst: Dominante Seite, Indikation für den TEP-Wechsel, Art des Prothesenwechsels, OP-Datum, Datum der Kontrolluntersuchung, Follow-up, Alter zur Zeit der OP und Alter zur Zeit der Nachuntersuchung, sowie Informationen, die zur Erstellung von Constant- und DASH Score notwendig waren.

2.4 Constant-Murley-Score

Die Protokollierung der erfassten Daten erfolgte mit Hilfe des „Constant-Murley-Score (1987)“ (kurz: Constant-Score), welcher laut der Europäischen Gesellschaft für Schulter und Ellenbogenchirurgie (SECEC/ESSSE) geeignet ist [20], um standardisiert und vergleichbar Schmerz und Funktionalität von endoprothetisch versorgten Schultergelenken zu erfassen [5, 12, 13, 17, 19, 20, 23, 42].

Maximal können im Score 100 Punkte erreicht werden, die einer sehr guten Schulterfunktion entsprechen und sich aus Schmerz (maximal 15 Punkte), Aktivität (maximal 20 Punkte), Beweglichkeit (maximal 40 Punkte) und Kraft (maximal 25 Punkte) zusammensetzen [13, 33].

Der von den Patienten subjektiv empfundene Schmerz wird zum einen mit Hilfe einer 10 cm langen numerischen Ratingskala quantifiziert, bei welcher „0“ Schmerzlosigkeit und „10“ der „stärkste vorstellbare Schmerz“ bedeutet. Die entsprechenden Ergebnisse werden auf die dafür im Constant-Score möglichen 15 Punkte umgerechnet. Zum anderen werden die Patienten nach „Schmerzen bei normalen täglichen Aktivitäten“ befragt (0 bis 15 Punkte), wobei 0 Punkte stärkste Schmerzen und 15 Punkte keine Schmerzen bedeuten. Die Punktzahlen aus beiden Schmerzfragen werden anschließend gemittelt und ergeben so die Gesamtpunktzahl in der Kategorie Schmerz des Constant Scores [13].

Schmerzen bei normalen täglichen Aktivitäten		Stärkste erlebte Schmerzen auf einer Skala von 0 bis 15	
keine	15 Punkte	keine Schmerzen	15 Punkte
leichte	10 Punkte	stärkste Schmerzen	0 Punkte
mittel starke	5 Punkte		
starke	0 Punkte		
Punkte beider Antworten werden addiert und durch 2 geteilt (max. 15 Pkt.)			

Tabelle 1: Zusammensetzung der Punktzahl der Kategorie „Schmerz“ im Constant Score

In der Kategorie „Aktivität“ werden die Patienten zu Einschränkungen aufgrund der operierten Schulter während der Arbeit oder im Beruf (maximal 4 Punkte), in der Freizeitaktivität (maximal 4 Punkte) und beim Schlaf (max. 2 Punkte) befragt sowie auf welcher Höhe sie den operierten Arm noch sinnvoll benutzen können (Gürtel 2 Punkte, Xiphoid 4 Punkte, Hals 6 Punkte, Kopf 8 Punkte und über den Kopf hinaus 10 Punkte). Wenn nicht einmal der Gürtel als Arbeitshöhe des Armes realisiert werden kann, werden in dieser Kategorie 0 Punkte vergeben [13].

Aktivität (max. 20 Pkt.)			
Einschränkung im Alltag		Einschränkung beim Sport	
keine	4 Pkt.	keine	4 Pkt.
teilweise	2 Pkt.	teilweise	2 Pkt.
stark	0 Pkt.	stark	0 Pkt.
Beeinträchtigung beim Schlaf		mögliche Arbeitshöhe der Hand	
keine	2 Pkt.	Gürtel	2 Pkt.
teilweise	1 Pkt.	Xiphoid	4 Pkt.
stark	0 Pkt.	Hals	6 Pkt.
		Scheitel	8 Pkt.
		über Kopf	10 Pkt.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Punktzahl der Kategorie „Aktivität“ im Constant Score

In der Kategorie „Beweglichkeit“ wird lediglich die aktive Mobilität des operierten Armes berücksichtigt. Die Messungen erfolgen mit Hilfe eines Winkelmessers. Untersucht und protokolliert werden die aktive anteriore Flexion (max. 10 Punkte), die Abduktion (max. 10 Punkte), die Außenrotation (max. 10 Punkte) und die Innenrotation (max. 10 Punkte). Bei der Außen- und Innenrotation sind auch 0 Punkte möglich, wenn die geforderte Bewegung nicht ausgeführt werden kann [13].

Mobilität (max. 40 Pkt.)				
Flexion			Abduktion	
0 - 30°	0 Pkt.		0 - 30°	0 Pkt.
31 - 60°	2 Pkt.		31 - 60°	2 Pkt.
61 - 90°	4 Pkt.		61 - 90°	4 Pkt.
91- 120°	6 Pkt.		91- 120°	6 Pkt.
121 - 150°	8 Pkt.		121 - 150°	8 Pkt.
> 150°	10 Pkt.		> 150°	10 Pkt.
Außenrotation			Innenrotation	
Hand hinter den Kopf, Ellbogen vorne			Handrücken auf:	
	2 Pkt.		Gesäß	2 Pkt.
Hand hinter den Kopf, Ellbogen nach hinten			Os Sacrum	4 Pkt.
	4 Pkt.		L3	6 Pkt.
Hand auf dem Kopf, Ellbogen nach vorne			TH12	8 Pkt.
	6 Pkt.		TH7 - TH8	10 Pkt.
Hand auf dem Kopf, Ellbogen nach hinten				
	8 Pkt.			
Volle Elevation vom Kopf aus				
	10 Pkt.			

Tabelle 3: Zusammensetzung der Punktzahl der Kategorie „Mobilität“ im Constant Score

Zuletzt wird die Kraft der operierten Schulter gemessen. Hierzu wird der sitzende Patient aufgefordert die Schulter in 90° Abduktion und 30° Anteversion (Skapularebene) zu bringen, was für einige Patienten aufgrund einer schlechten Funktionalität der Schulter (Abduktion < 90°) nicht möglich ist und somit auch die Kraftmessung nicht erfolgen kann (0 Punkte in der Kategorie „Kraft“) [13].

Anschließend wird die Manschette des Kraftmessgerätes, gemäß der Methode nach Moseley, um das Handgelenk [11, 17, 36] des Patienten gelegt und dieser aufgefordert, für circa fünf Sekunden [2] eine maximale Abduktion im Schultergelenk durchzuführen. Die isometrische Muskelkraft wird gemessen und mit Hilfe des Kraftmessgerätes quantifiziert. Für jedes erreichte Pfund wird ein Punkt vergeben, sodass der Patient für 12,5 Kilogramm maximal 25 Punkte erreichen kann.

Die Kraftmessung wird im Allgemeinen aufgrund mangelnder Standardisierung und somit Vergleichbarkeit als Schwachpunkt des Constant-Scores gesehen [2].

Für unsere Untersuchungen hinsichtlich der Kraftmessung haben wir das Modell „IsoForceControl EVO2“ der Firma Herkules Kunststoff Oberburg AG verwendet.

Nach dem Aufsummieren aller in den jeweiligen Kategorien erreichten Punkte, erhält man eine absolute Punktzahl die maximal 100 Punkte betragen kann. Da altersentsprechend eine natürliche Abnahme der Kraft zu erwarten ist, wird die erreichte absolute Punktzahl in Relation zu der Punktzahl, die die Gesamtbevölkerung unter Berücksichtigung von Geschlecht und Alter im Durchschnitt erreicht, gesetzt. Dies resultiert in einem prozentualen altersadaptierten Wert, der unabhängig von Alter und Geschlecht vergleichbare Werte liefert [23, 45] (siehe Anhang: „4. Tabelle zur Umrechnung des Constant Score in den altersadaptierten Score“).

2.5 Disability of Arm and Shoulder- Score (DASH Score)

Zur Erfassung der, seitens der Patienten, subjektiv empfundenen Fähigkeit der Alltagsbewältigung postoperativ wurde der „Disability of Arm and Shoulder“-Score (kurz DASH Score) verwendet. Dieser beinhaltet verschiedene Fragen zu unterschiedlichen Aktivitäten im Alltag, wie beispielsweise „Mahlzeiten zubereiten“, „Betten machen“ oder „eine Glühbirne über dem Kopf auswechseln“ (für den vollständigen Fragebogen siehe Anhang: „2. Vollständige Ergebnisse der Befragung gemäß DASH Score“). Der Score konzentriert sich nicht nur auf den operierten Arm, sondern fragt, ob es dem Patienten allgemein möglich ist, bestimmte Tätigkeiten, gegebenenfalls auch mit beiden Armen, auszuführen. Des Weiteren werden empfundene Schmerzen allgemein und insbesondere bei bestimmten Tätigkeiten thematisiert. Diese Fragen können die Patienten von „keine Schwierigkeiten“ bis „nicht möglich“ beantworten. Darüber hinaus soll festgestellt werden, ob durch die Operation des betroffenen Armes das Selbstbewusstsein des Patienten in den operierten Arm abgenommen hat. Diese Frage kann der Patient von „stimme überhaupt nicht zu“ bis „stimme sehr zu“ beantworten. Je nach Antwort gibt es für die Frage 1 Punkt („keine Schwierigkeiten“ bzw. „stimme überhaupt nicht zu“) bis 5 Punkte („nicht möglich“ bzw. „stimme sehr zu“). Die Punkte der einzelnen Fragen werden summiert, sodass bei 30 Fragen insgesamt mindestens 30 und maximal 150 Punkte erreicht werden können. Anschließend wird die Gesamtpunktzahl mit eins subtrahiert, dann durch die Gesamtzahl der Fragen dividiert und zuletzt mit 25 multipliziert. Diese Umrechnung soll den Vergleich mit anderen Scores, die auf eine Maximalpunktzahl von 100 Punkten ausgelegt sind, erleichtern. Ferner wird durch die Umrechnung der Einfluss der Anzahl der gestellten Fragen auf das Ergebnis egalisiert. Dennoch muss für ein valides Ergebnis berücksichtigt werden, dass mindestens 27 Fragen des DASH Scores beantwortet werden müssen. Je höher der DASH Score, desto größer ist die Behinderung des Patienten im Alltag [23, 50].

2.6 Patientenkollektiv

Im Rahmen dieser Arbeit wurden insgesamt 33 Patienten untersucht, wobei der Anteil an Frauen bei ca. 61 Prozent (20 weibliche Patienten) und der Anteil an Männern bei ca. 39 Prozent (13 männliche Patienten) lag. Das Alter der untersuchten Patienten zum Zeitpunkt der Operation erstreckte sich von 54 bis 84 Jahren und lag durchschnittlich bei 71,2 Jahren (Standardabweichung 7,7 Jahre).

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren die Patienten zwischen 57 und 86 Jahren alt und das Durchschnittsalter lag bei 71,4 Jahren (Standardabweichung 7,9 Jahre).

Die klinische Nachuntersuchung fand im Rahmen einer Kontrolluntersuchung der gewechselten Endoprothesen statt. Die untersuchten Patienten wurden über die Datenerfassung unterrichtet und gaben schriftlich ihr Einverständnis. Somit wurden insgesamt 33 Endoprothesen gewechselt, wovon 63,6 Prozent (21 Prothesenwechsel) auf den Wechsel von einer anatomischen auf eine inverse TEP und 24,2 Prozent (8 Prothesenwechsel) von einer inversen auf eine inverse Schulterprothese fielen. Lediglich 12,1 Prozent (4 Prothesenwechsel) der TEP-Wechsel implizierten einen Wechsel von einer anatomischen auf eine anatomische Schulterendoprothese.

2.7 Operationstechnik Schulterendoprothesenwechsel: von anatomisch auf invers

Nach sorgfältigem Lagern des Patienten in „Beach Chair“-Position, sterilem Abdecken und Abwaschen des zu versorgenden Armes, erfolgt die Eröffnung der Schulter, sofern möglich, über den alten Hautschnitt. Die Implantation einer inversen Schulterprothese ist sowohl über einen anterosuperioren als auch über einen deltoideopektoralen Zugang möglich. Der anterosuperiore Zugang, zwischen pars akromialis und pars clavicularis des Musculus deltoideus, bietet den Vorteil der guten Beurteilung von Akromion, Glenoid und dorsalem Anteil der Rotatorenmanschette. Die notwendige Ablösung des Deltamuskels hingegen ist als großer Nachteil zu bewerten. Über den deltoideopektoralen Zugang, zwischen den gleichnamigen Muskeln, ist eine gute Exposition des Humerus möglich. Ferner muss der Deltamuskel nicht abgelöst werden, was insbesondere für das Outcome einer inversen Prothese von großer Bedeutung ist [24].

Im Folgenden wird der Prothesenwechsel von anatomisch auf invers über den deltoideopektoralen Zugang erläutert:

Nach erfolgtem Hautschnitt über dem Sulcus deltoideopectoralis wird die Vena cephalica präpariert und mit einem Roux-Haken geschützt. Die weitere Präparation in die Tiefe erlaubt eine Inspektion des conjoint tendons, bestehend aus den Ursprungssehnen von Musculus coracobrachialis, Musculus pectoralis minor und kurzem Bizepskopf. Der Musculus subscapularis wird, sofern vorhanden, angeschlungen und abgelöst. Nach der Eröffnung des Gelenks erfolgt die Präparation der zu wechselnden anatomischen Schulterprothese. Zunächst muss beurteilt werden, ob eine Konversion der primären anatomischen Schulter-TEP auf eine inverse Schulter-TEP möglich ist. In diesem Fall wäre die Revision des Schaftes nicht notwendig und der Schaft der anatomischen Prothese könnte auch als Schaft der inversen Prothese dienen. Wenn eine Konversion nicht möglich ist, wird der Schaft luxiert und aus dem Situs, bei vorheriger Zementierung gegebenenfalls unter Fenestrierung des

Humerus nach distal zur Entfernung des Zementköchers, beseitigt. Hierbei ist insbesondere auf die Schonung des Nervus radialis zu achten. Anschließend erfolgt das Aufraspeln des Humerusschaftes auf die gewünschte Größe des Revisionschaftes und das Einlegen eines Probeimplantats. Nach der Entfernung der Glenoidkomponenten wird das Glenoid für das Revisionsimplantat präpariert. Die Basisplatte wird verankert und mit Pfahlschrauben besetzt. Im Anschluss wird die Glenosphäre aufgesetzt. Nach Implantation des Originalschaftes und des Originalinlays erfolgt die endgültige Reposition. Die entsprechenden Schichten werden miteinander vernäht und die operierte Schulter steril verbunden [24].

2.8 Standardnachbehandlung

Die Implantate gelten postoperativ als stabil, dennoch sollten je nach operativem Zugang bestimmte temporäre Beschränkungen in der Beweglichkeit respektiert werden. Beim deltoideopectoralen Zugang sollten in Folge der Ablösung und Refixierung des Musculus subscapularis in den ersten 2-3 Wochen postoperativ nur passive Beübungen des Schultergelenkes durchgeführt werden. Die in dieser Zeit maximalen Bewegungsumfänge werden vom Operateur festgelegt. In der Regel sollten die passive Flexion und die passive skapulare Abduktion 60° bis 90° nicht überschreiten. Von der seitens des Operateurs zum Ende der Operation vorgegebenen maximalen Außenrotation werden $20-30^\circ$, als maximales Bewegungsausmaß in diesen ersten 3 Wochen, abgezogen. Ab der dritten Woche postoperativ kann der operierte Arm assistiert gehoben und ab der fünften Woche assistiert innenrotiert werden. Ab der 6. Woche nach der Operation kann eine uneingeschränkte aktive Bewegung des operierten Arms mit langsamer Steigerung der Kraft mittels Krankengymnastik empfohlen werden. Die physiotherapeutische Nachbehandlung beläuft sich auf einen Zeitraum von 4 bis 6 Monaten. Die hier angegebenen Richtwerte dienen lediglich als Anhalt für eine Nachbehandlung und müssen individuell an die Bedürfnisse des Patienten angepasst werden [4, 20, 25].

2.9 Statistik

Die statistische Auswertung sämtlicher Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSSStatistics (Version 21) von IBM. Bei der Signifikanzprüfung wurde ein Signifikanzniveau von 5% ($p= 0,05$) zugrunde gelegt.

2.10 Ethik-Votum

Laut „Anmeldebogen/ Betreuungsvereinbarung für Doktoranden“ der Julius-Maximilians-Universität Würzburg ist ein Ethikvotum „[...] nicht erforderlich, wenn Sie retrospektiv klinische Daten (Aktenstudium) auswerten und diese in anonymisierter Form darstellen“ (vgl. Meldebogen S.4, https://www.uni-wuerzburg.de/fileadmin/medizin/user_upload/dateien_studiendekanat/Mewis/Projektarbeit_2015-11-04.pdf, zuletzt aufgerufen am 17.02.2017).

3. Ergebnisse

3.1 Gesamtkollektiv

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse bezüglich des Gesamtkollektivs dargestellt. Dabei wird das Hauptaugenmerk auf Constant-Score und altersentsprechendem Score sowie auf die einzelnen Komponenten des Constant-Score gelegt.

3.1.1 Constant-Score und altersentsprechender Score

Die Erhebungen von Constant Score und altersentsprechendem Score ergaben für das Gesamtkollektiv folgende Ergebnisse:

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Constant Score prä-OP	33	10	57	27,8	11,2
Constant Score post-OP	33	18	88	57,1	18,0
Altersentsprechender Score prä-OP	33	14	76	38,2	15,3
Altersentsprechender Score post-OP	33	26	126	77,6	23,6

N= Anzahl der Patienten
Werte des altersentsprechenden Scores sind in Prozent angegeben

Tabelle 4: Constant Score und altersentsprechender Score (Gesamtkollektiv)

In der obigen Tabelle sind CS und AES prä- und postoperativ bezüglich des Gesamtkollektivs dargestellt. Das Minimum des CS liegt prä- bzw. postoperativ bei 10 bzw. 18 Punkten. Die im CS vor und nach der Operation maximal erreichten Scorepunkte divergieren mit 57 bzw. 88 Punkten relativ stark. Durch die Operation konnte durchschnittlich eine Verbesserung von 29,3 Punkten erreicht werden. Die postoperativ stark abweichenden Werte im CS mit 18 zu 88 Punkten bzw. 26% zu 126% im AES (SD: 18,0 bzw. 23,6) zeigen, dass das Outcome des Patienten nach der Operation nicht nur von der OP selbst,

sondern auch von anderen Faktoren, wie bspw. der präoperativen Situation, dem (neuromuskulären) Zustand von Muskulatur und Nerven und der postoperativen Nachbehandlung abhängt.

Die untersuchten Patienten erreichen, verglichen mit der altersentsprechenden Gesamtbevölkerung, im Mittel präoperativ 38,2%, wohingegen der AES postoperativ durchschnittlich bei 77,6% liegt. Der AES konnte somit durch die Operation signifikant ($p < 0,0001$) um fast 40% gehoben werden und dem altersentsprechenden Durchschnittswert der Gesamtbevölkerung deutlich angenähert werden. Dies wird auch in folgendem Diagramm verdeutlicht:

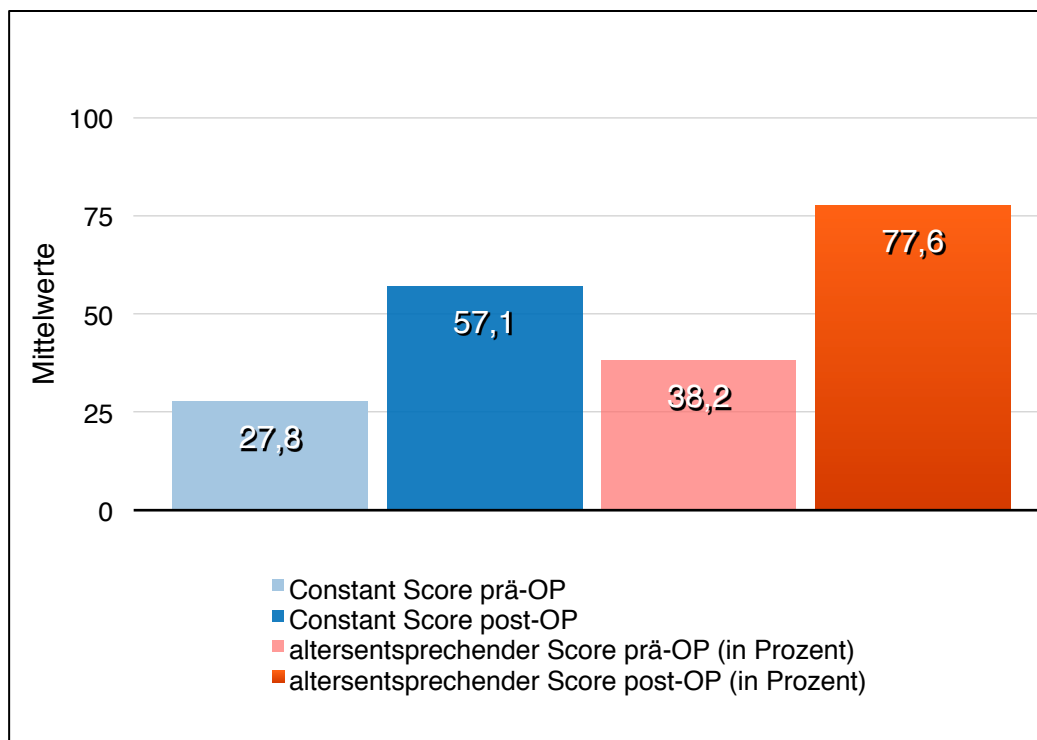
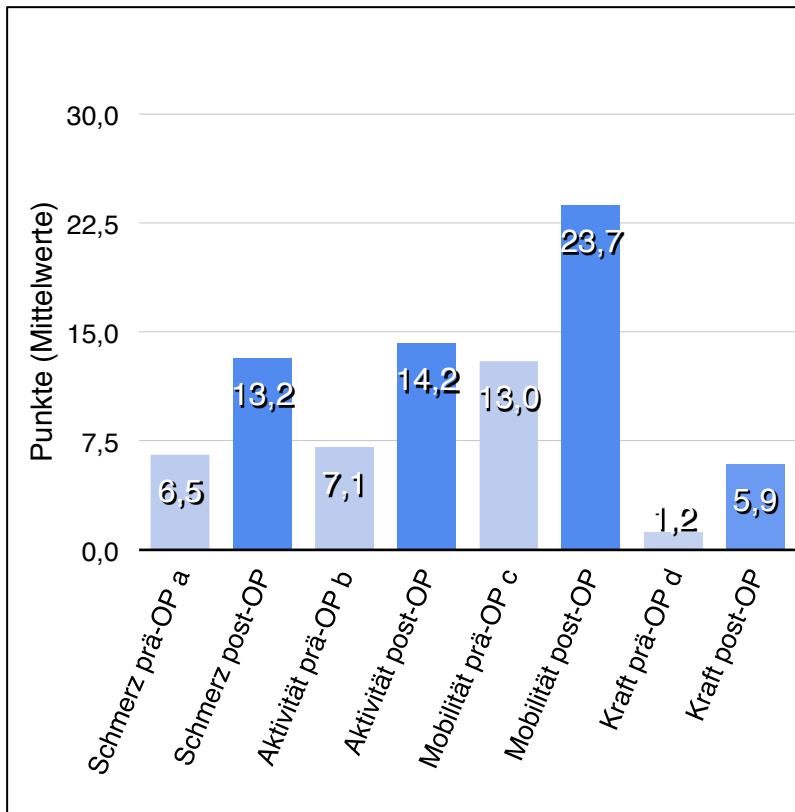


Diagramm 2: Constant Score und altersentsprechender Score (Gesamtkollektiv)

3.1.2 Faktoren des Constant-Scores

3.1.2.1 Schmerz

Wenn man die einzelnen Kategorien des Constant-Scores genauer betrachtet, fällt auf, dass präoperativ hinsichtlich Schmerz die Minimalpunktzahl 0 (=maximaler Schmerz) und postoperativ die Maximalpunktzahl 15 (=Schmerzlosigkeit) erreicht wurden, was zugleich die größtmögliche Verbesserung darstellt. Im Durchschnitt konnte der Schmerz der Patienten, quantifiziert durch die Werte 6,5 präoperativ bzw. 13,2 postoperativ im CS, durch die Revision signifikant ($p < 0,0001$) gelindert werden.



a: maximal 15 Pkt.
b: maximal 20 Pkt.
c: maximal 40 Pkt.
d: maximal 25 Pkt.

Diagramm 3: Vergleich der Kategorien des CS prä- und postoperativ

Die obige graphische Darstellung der prä- und postoperativen Mittelwerte der jeweiligen Kategorien des CS zeigt, dass in jeder Kategorie Verbesserungen der Punktzahlen, jedoch unterschiedlichen Ausmaßes, zu verzeichnen sind.

Bei der Bewertung der Veränderungen der einzelnen Punktwerte muss die maximal zu erreichende Punktzahl in der jeweiligen Kategorie berücksichtigt werden.

Die größte Verbesserung der Punktzahl, unter Berücksichtigung der Maximalpunktzahl, ist in der Kategorie „Schmerz“ mit einer Steigerung von durchschnittlich 6,5 auf 13,2 Punkten und somit um 44,7% der maximal zu erreichenden Punktzahl (15 Punkte) zu verzeichnen. Somit konnten hinsichtlich der einzelnen Komponenten des Constant-Scores, insbesondere in der Kategorie „Schmerzen“, durch den Schulterendoprothesenwechsel die größten Verbesserungen erzielt werden. Eine postoperativ verbesserte Mobilität der

Patienten zeigt der signifikant ($p < 0,0001$) gestiegene Mittelwert von 13,0 auf 23,7 Punkte im CS. Postoperativ konnte auch in dieser Kategorie das Maximum von 40 Punkten erreicht werden, wenn auch die Streuung mit einer Standardabweichung von 9,4 hier recht groß ist. An Kraft konnte durch die Operation, verglichen mit den anderen Kategorien des Constant-Scores, mit 18,8% des möglichen Maximalwertes am wenigsten gewonnen werden.

3.1.2.2 Aktivität

In der Kategorie „Aktivität“ werden die Einschränkungen, bedingt durch die operierte Schulter, im Alltag oder Beruf, bei sportlicher Betätigung, beim Schlafen sowie die mögliche Arbeitshöhe des Arms zusammengefasst. Die Aktivität der untersuchten Patienten konnte von einem präoperativen minimalen Wert von 2 auf ein postoperatives Maximum von 20, was auch zugleich der höchstmögliche Wert in der Kategorie ist, gesteigert werden. Im Mittel konnte die Aktivität durch die Operation von 7,1 auf 14,2 Punkte signifikant ($p < 0,0001$) erhöht werden. Auffällig ist, dass die Einschränkungen im Alltag oder Beruf sowie beim Ausführen sportlicher Aktivitäten postoperativ signifikant ($p < 0,0001$) weniger geworden sind (0,7 zu 2,7 Punkte bzw. 0,4 zu 2,1 Punkte). Auch die durch die Schulter bedingten Schlafstörungen konnten, beziffert durch die durchschnittlichen Punktzahlen 0,9 präoperativ und 1,5 postoperativ, signifikant ($p = 0,001$) gelindert werden. Die mögliche Arbeitshöhe des Arms steigt durchschnittlich signifikant ($p < 0,0001$) von präoperativ Xiphoidhöhe (quantifiziert mit 5,0 Punkten) auf Kopfhöhe (quantifiziert mit 7,9 Punkten) nach dem Prothesenwechsel. Insgesamt konnte in allen vier Teilbereichen postoperativ eine signifikante Verbesserung in Form einer Punktzahlerhöhung verbucht werden.

Unter Berücksichtigung des maximal zu erreichenden Wertes in der jeweiligen Kategorie konnte die größte Verbesserung der Punktzahl mit einer Steigerung um 50,0% des möglichen Maximalwertes in der Kategorie „Einschränkung im täglichen Leben oder im Beruf“ erzielt werden.

3.1.2.3 Mobilität

Die Mobilität stellt einen wesentlichen Faktor für die Bewertung des postoperativen Outcomes der Patienten dar. Daher wird diese Komponente des Constant-Score hier noch einmal im Detail betrachtet. Es wird insbesondere die anteriore Flexion, die Abduktion, die Außenrotation und die Innenrotation sowohl aktiv als auch passiv mit der Neutral-Null-Methode gemessen (vgl. Tabelle 5: „Mobilität (Gesamtkollektiv)“).

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
aktive anteriore Elevation prä-OP	33	35	130	73,8	29,4
aktive anteriore Elevation post-OP	33	50	170	116,7	33,8
passive anteriore Elevation prä-OP	33	45	160	103,9	30,5
passive anteriore Elevation post-OP	33	85	170	136,7	26,4
aktive Abduktion prä-OP	33	30	120	65,6	25,3
aktive Abduktion post-OP	33	35	170	105,8	33,1
passive Abduktion prä-OP	33	45	150	92,0	30,5
passive Abduktion post-OP	33	70	170	121,1	28,9
aktive Außenrotation prä-OP	33	0	60	18,2	11,9
aktive Außenrotation post-OP	33	5	60	33,3	16,9
passive Außenrotation prä-OP	33	5,0	60,0	30,6	15,7
passive Außenrotation post-OP	33	10,0	60,0	40,9	16,3
aktive Innenrotation prä-OP	33	0	90	37,6	19,6
aktive Innenrotation post-OP	33	0	90	64,1	20,9
passive Innenrotation prä-OP	33	15,0	90,0	49,5	17,9
passive Innenrotation post-OP	33	15,0	90,0	70,2	18,5

N als absolute Zahl der Patienten, alle anderen Angaben in Winkelgraden

Tabelle 5: Mobilität (Gesamtkollektiv)

Durch die Operation konnte in allen drei Bewegungsachsen des Schultergelenks eine signifikante Vergrößerung der Bewegungsausmaße, jedoch unterschiedlichen Ausmaßes, erreicht werden. Dies wird belegt durch

die kontinuierliche Erhöhung der jeweiligen postoperativen Durchschnittswerte, verglichen mit den präoperativen Mittelwerten. So konnte beispielsweise die aktive anteriore Elevation von präoperativ durchschnittlich $73,8^\circ$ um ca. 43° auf postoperativ $116,7^\circ$ signifikant ($p < 0,0001$) vergrößert werden. In Einzelfällen konnte nach der Operation sogar eine maximale aktive anteriore Elevation von 170° erreicht werden, jedoch ist die Standardabweichung mit $33,8^\circ$ bei dieser Bewegung am größten. Die aktive Außenrotation ist mit 5° postoperativ bei einigen Patienten kaum möglich, wohingegen andere eine Bewegungsfreiheit bis 60° haben. Im Mittel bleibt die aktive Außenrotation, trotz einer signifikanten ($p < 0,0001$) Zunahme des Bewegungsausmaßes, mit $33,3^\circ$ eingeschränkt. Darüber hinaus konnten bei passiver Bewegung der Schultergelenke bei allen untersuchten Bewegungen durchschnittlich größere Bewegungsumfänge gemessen werden als bei aktiver Bewegung.

Insgesamt divergieren die einzelnen Ergebnisse der Mobilität, gemessen an den Standardabweichungen, relativ stark, was Rückschlüsse erlaubt, dass manche Patienten durch die Operation stark profitieren und nahezu völlige Bewegungsfreiheit in der Schulter haben und bei anderen hingegen sich die Funktionalität der Schultergelenke postoperativ in geringerem Maße verbessert hat.

Bei allen Bewegungen konnte im Mittel sowohl aktiv als auch passiv durch den Schulterendoprothesenwechsel eine Vergrößerung und damit Verbesserung der Bewegungsumfänge erreicht werden.

Um die Bewegung feststellen zu können, die durch die Operation durchschnittlich am meisten an Beweglichkeit gewonnen hat, müssen die Veränderungen von prä- zu postoperativ zu den maximal möglichen Bewegungsausmaßen in der jeweiligen Kategorie in Relation gesetzt werden.

Somit konnte durch den Schulterendoprothesenwechsel insbesondere die aktive Innenrotation (im Mittel $37,6^\circ$ präoperativ auf $64,1^\circ$ postoperativ), mit einer Steigerung des Bewegungsausmaßes um 29,4% des maximal möglichen Bewegungsumfang von 90° , am meisten verbessert werden. Die geringste Verbesserung hingegen konnte bei der passiven Abduktion (durchschnittlich

92,0° präoperativ auf 121,1° postoperativ) mit 29,1°, was 17,1% des möglichen Maximums von 170° entspricht, erzielt werden.

3.1.2.4 Kraft

Die Kraftmessung erfolgt bei 90° Abduktion und 30° Anteversion in der Skapulaebene. Diese Voraussetzung stellt zugleich ein Problem für einige Patienten, die den Arm aufgrund funktioneller Unzulänglichkeit, sowohl prä- als auch postoperativ, nicht in diese Ausgangsposition bringen können, dar. In diesem Fall kann die Kraftmessung nicht erfolgen und wird mit 0 Punkten dokumentiert [13].

Das Minimum lag sowohl prä- als auch postoperativ bei 0 Punkten.

Präoperativ war die Kraftmessung lediglich bei 6 Patienten (18,2%) möglich und bei 27 Patienten (81,8%) nicht möglich. Postoperativ hingegen konnte die Kraftmessung bei 24 Patienten (72,7%) erfolgen. 9 Patienten (27,3%) war es auch nach erfolgtem Schulterendoprothesenwechsel nicht möglich, den Arm in die für die Kraftmessung vorausgesetzten 90° Abduktion zu bringen.

Das präoperative Maximum lag bei 9,0 Punkten und der Durchschnittswert bei 1,2 Punkten. Nach der Schulterrevision wurde die Kraft mit maximal 13,8 Punkten, was 55,2% des möglichen Maximalwertes entspricht, und 5,9 Punkten im Mittel quantifiziert. Dieser durch den Endoprothesenwechsel bedingte Kraftzuwachs in der Schulter ist signifikant ($p < 0,0001$).

3.1.3 Vergleich der Ergebnisse nach operierter Seite: dominante vs. nicht-dominante Seite

Die jeweiligen durchschnittlichen Ergebnisse der erhobenen Scores hinsichtlich der operierten Seite, ob dominanter oder nicht-dominanter Arm, ergeben, dass die Ergebnisse aller Scores bei Operation des nicht-dominanten Arms besser ausfallen. Der postoperative Constant Score liegt bei Operation der dominanten Seite durchschnittlich bei 53,4 Punkten, wohingegen der der nicht-dominanten Seite 60,5 Punkte beträgt. Dies bedeutet einen durch die operierte Seite bedingten Unterschied der postoperativen Punktzahl im CS von durchschnittlich 7,1 Punkten, der jedoch nicht signifikant ($p= 0,264$) ist. Die Ergebnisse des altersentsprechenden Scores verhalten sich analog zu denen des Constant Scores. Bei der Auswertung des umgerechneten DASH Scores erzielen Patienten mit operiertem dominanten Arm im Mittel 54,5 Punkte und Patienten mit operiertem nicht-dominanten Arm 40,6 Punkte, was ein bezüglich des DASH Scores signifikant ($p= 0,008$) besseres Ergebnis bei Operation des nicht-dominanten Armes bedeutet. Denn je geringer die Punktzahl im DASH Score, desto geringer die Behinderung im Alltag. Bemerkenswert ist auch, dass die präoperativen Punktzahlen, sowohl im CS als auch im DASH Score, bei Operation der nicht-dominanten Seite kontinuierlich besser sind als bei Operation der dominanten Seite.

3.1.4 Auswertung des Disability of Arm and Shoulder Scores (DASH Score, Gesamtkollektiv)

Mit Hilfe des DASH Scores soll postoperativ die Fähigkeit des Patienten zur Bewerkstelligung des Alltags an Hand von Fragen hinsichtlich konkreter Alltagssituationen erfasst werden. Eine detaillierte Auflistung aller Fragen und deren Beantwortung durch die Patienten ist im Anhang dargestellt (siehe Anhang „2. Vollständige Ergebnisse der Befragung gemäß DASH Score“). Als Anmerkung ist zu sagen, dass den Patienten im Zusammenhang mit dieser Arbeit 29 von den insgesamt 30 Fragen des DASH Scores gestellt wurden. Auf die Frage nach der Sexualität wurde in Anbetracht des Durchschnittsalters aus Pietät verzichtet. Daher sind in diesem Fall als Minimum 29 Punkte und als Maximum 145 Punkte möglich. Im umgerechneten DASH Score betragen das theoretisch zu erreichende Minimum und Maximum entsprechend 24,17 beziehungsweise 124,17 Punkte. Im Folgenden werden, aufgrund der Fülle an Informationen, lediglich die Antworten in den Kategorien „keine Schwierigkeiten“ und „erhebliche Schwierigkeiten“ sowie der DASH Score ausgewertet.

Aus den Fragen zu alltäglichen Lebenssituationen, die die untersuchten Patienten mit der Antwortmöglichkeit „keine Schwierigkeiten“ beantwortet haben, lässt sich erschließen, dass das „Umdrehen eines Schlüssels“ den Patienten postoperativ am wenigsten Probleme bereitet hat (31 Angaben) gefolgt von dem „Zubereiten einer Mahlzeit“ (26 Angaben), dem „Schneiden mit einem Messer“ (24 Angaben) und „Schreiben“ (23 Angaben). Im Gegensatz dazu äußerte nur jeweils ein Patient, dass das „Waschen des Rückens“ und das Verwenden des endoprothetisch versorgten Arms bei „Freizeitaktivitäten mit starker Belastung“ keine Schwierigkeiten bereitet.

Andererseits wurden den Patienten Fragen zu alltäglichen Aktivitäten gestellt, die ihnen nach eigenen Angaben erhebliche Schwierigkeiten bereiten. Unter diesen Situationen aus dem Alltag wurden „Garten- und Hofarbeit“ am

häufigsten (9 Angaben) als problematisch angegeben, gefolgt von „Rücken waschen“ (7 Angaben), „Freizeitaktivitäten mit starker Belastung des Arms“ (7 Angaben) und „schwere Hausarbeit“ (6 Angaben). Lediglich zwei Patienten äußerten erhebliche Schwierigkeiten hinsichtlich schmerzbedingter Schlafstörungen. Keinem der untersuchten Patienten hingegen bereiten die Aktivitäten „Schreiben“, „Schlüssel umdrehen“, „Mahlzeit zubereiten“, „Einkaufstasche tragen“, „Pullover anziehen“, „Messer benutzen zum Schneiden“, „Freizeitaktivitäten mit geringer Belastung des Arms“ und „mit Fortbewegungsmittel zurecht kommen“ erhebliche Schwierigkeiten.

Schmerzen	keine		leichte		mäßige		starke		sehr starke	
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent
Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	20	61	9	27	4	12	0	0	0	0
Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	14	42	7	21	11	33	1	3	0	0
Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	19	58	10	30	3	9	1	3	0	0
Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	15	46	13	39	3	9	2	6	0	0
Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	26	79	4	12	3	9	0	0	0	0

Tabelle 6: Subjektive Angaben zu postoperativen Schmerzen

Die obige Tabelle 6 zeigt die vom Patienten empfundenen Schmerzen bzw. Sensibilitätsstörungen in der der Untersuchung vorangegangenen Woche. Über die Hälfte der Patienten (60,6%) waren in dieser Zeit schmerzfrei und niemand hatte starke oder sehr starke Schmerzen. Bei der Ausführung bestimmter Tätigkeiten hingegen ist das Ergebnis zweigeteilt. Der größte Teil der Befragten (42,4%) gibt auch hier Schmerzlosigkeit an, ein anderer Teil (33,3%) hingegen klagt über mäßig empfundene Schmerzen während bestimmter Tätigkeiten. Der

überwiegende Teil der befragten Patienten (57,6%) verneint Parästhesien in der letzten Woche vor der Untersuchung empfunden zu haben. Nur ein Patient gibt hier starke Missempfindungen an. Ebenso wird von über drei Viertel der Befragten (78,8%) das Gefühl von Steifheit in Schulter, Arm oder Hand verneint. Die Ergebnisse der Frage nach einer Verminderung des Selbstvertrauens der Patienten durch Schwierigkeiten im Schulter-, Arm- oder Handbereich sind wie folgt: Die Mehrheit (51,5%) stimmt dieser Aussage überhaupt nicht zu. Wenige der Befragten empfinden eine Minderung des Selbstvertrauens (18,2%) und 3,0% (1 Angabe) stimmt dieser Aussage sogar sehr zu.

Bei Betrachtung des Gesamtkollektivs lag das postoperative Minimum im DASH Score bei 31 Punkten. Das sind 93,5% der bestmöglichen absoluten Punktzahl von 29 Punkten. Das Maximum beläuft sich auf 92 Punkte, was 63,4% der schlechtesten absoluten Punktzahl von 145 Punkten entspricht. Somit ist die Spannweite des Scores deutlich Richtung Minimum, und somit zu einer geringeren Beeinträchtigung der Patienten im Alltag, verschoben. Dies unterstreicht auch der Mittelwert von 55,9 Punkten (SD: 18,0). Bei 29 gestellten Fragen hat das Gesamtkollektiv somit durchschnittlich jede Frage mit 1,93 Punkten bewertet. Auf die Antwortmöglichkeiten im Score übertragen, liegt diese Punktevergabe pro Frage im Mittel zwischen „keine Schwierigkeiten“ und „geringe Schwierigkeiten“ beziehungsweise knapp unterhalb der Antwortmöglichkeit „geringe Schwierigkeiten“. Die zuletzt beschriebenen Ergebnisse spiegeln sich entsprechend analog im umgerechneten DASH Score wider. Hier liegen Minimum und Maximum bei 25,9 bzw. 78,4 Punkten. Der Mittelwert von 47,4 Punkten (SD: 15,5) im umgerechneten Score zeigt ebenfalls eine größere Nähe zum möglichen Minimum (24,17 Punkte) als zum möglichen Maximum (124,17 Punkte).

3.1.5 Ergebnisse der radiologischen Kontrolle bei der postoperativen Nachuntersuchung

Die Ergebnisse der postoperativen radiologischen Bildgebung werden im Folgenden dargestellt.

Von den insgesamt 33 durchgeführten Endoprothesenwechsel fielen bei der radiologischen Nachuntersuchung im Rahmen der Kontrolluntersuchung einige Zeit nach der Operation 30 Auffälligkeiten jeglicher Art auf. Diese verteilten sich auf 22 verschiedene Patienten, was einer Rate von 66,6% aller Patienten entspricht. Somit konnten einem einzelnen Patienten auch mehrere radiologische Auffälligkeiten zugeordnet werden.

11 von 33 Patienten (33,3%) blieben bis zum Zeitpunkt der routinemäßigen Kontrolluntersuchung frei von jeglichen postoperativen Komplikationen. Die festgestellten Komplikationen teilen sich gleichmäßig wie folgt auf: In 7 Fällen konnte ein inferiores Notching am unteren Glenoidpol nachgewiesen werden. Jedoch wurde dies in nur 2 Fällen klinisch relevant. Sieben Mal wurde ein Lysesaum, davon zwei Mal glenoidal und fünf Mal metaphysär, festgestellt. Nur ein Patient wurde aufgrund dessen klinisch auffällig. In 7 Fällen wurde ein Verlust der Tubercula dokumentiert. Dies war insbesondere in der Gruppe der fehlgeschlagenen Frakturhemiprothesen der Fall (57,1%). Hier bestätigte die radiologische Diagnose in zwei Fällen eine vorangegangene klinische Auffälligkeit. Eine postoperative Ossifikation der inferioren glenoidalen Kapsel konnte bei 9 von insgesamt 33 revidierten Endoprothesen (ca. 27%) in der radiologischen Kontrolle diagnostiziert werden. Diese machen 30% der insgesamt 30 vorgekommenen postoperativen Auffälligkeiten aus. Von den 9 Patienten mit postoperativ entwickelter heterotoper Ossifikation der inferioren Kapsel litten 8 Patienten (88,9%) unter einer vorangegangenen Rotatorenmanschetteninsuffizienz und 6 Patienten (66,6%) erhielten zuvor eine Prophylaxe mit nichtsteroidalen Antirheumatika. „Klinisch auffällig“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Patienten durch Schmerzen oder Funktionseinschränkungen eigenständig vorstellig wurden.

3.2 Ergebnisse nach einzelnen Indikationen für den Schulterendoprothesenwechsel

Im Folgenden Kapitel werden Ergebnisse der endoprothetischen Versorgung von Patienten im Hinblick auf unterschiedliche Indikationen für den Schulter TEP-Wechsel aufgezeigt.

3.2.1 Constant Score und altersentsprechender Score

Zunächst sollen die prä- und postoperativen Ergebnisse von Constant Score und altersentsprechendem Score hinsichtlich unterschiedlicher präoperativer Diagnosen verglichen werden (siehe Diagramm 4)

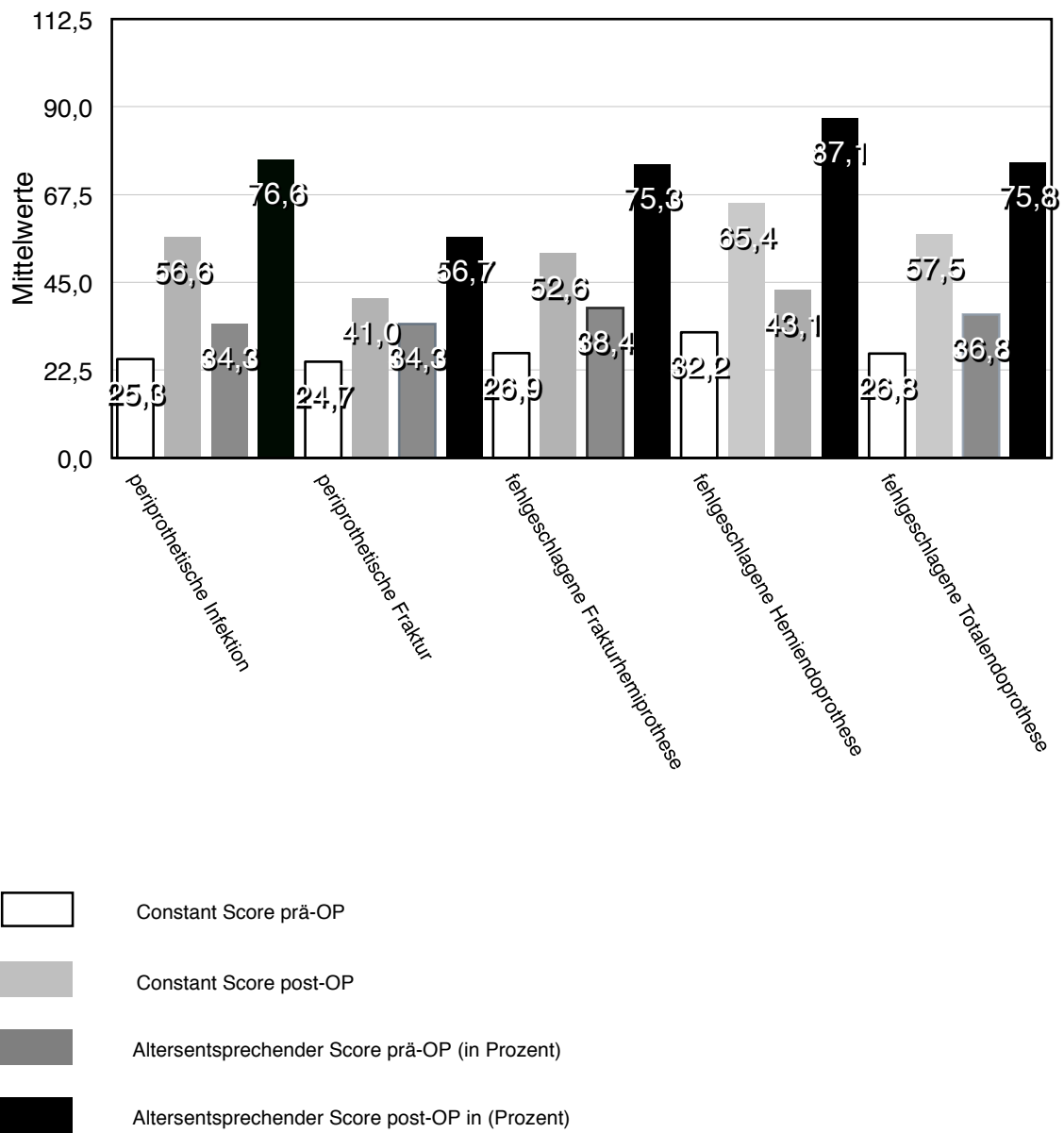


Diagramm 4: Ergebnisse des Constant Score und altersentsprechender Score bezogen auf unterschiedliche Indikationen für den TEP-Wechsel

Indikation für TEP-Wechsel		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
periprothetische Infektion	Constant Score prä-op	9	17	39	25,3	7,5
	Constant Score post-op	9	42	81	56,6	15,8
	Altersentsprechender Score prä-op	9	19	52	34,3	10,6
	Altersentsprechender Score post-op	9	47	108	76,6	21,9
periprothetische Fraktur	Constant Score prä-op	3	13	42	24,7	15,3
	Constant Score post-op	3	18	69	41,0	25,9
	Altersentsprechender Score prä-op	3	19	56	34,3	19,3
	Altersentsprechender Score post-op	3	26	92	56,7	33,2
fehlgeschlagene Frakturhemiprothese	Constant Score prä-op	7	20	41	26,9	8,0
	Constant Score post-op	7	31	76	52,6	17,1
	Altersentsprechender Score prä-op	7	29	59	38,4	11,5
	Altersentsprechender Score post-op	7	45	109	75,3	22,1
fehlgeschlagene Hemiendoprothese	Constant Score prä-op	10	10	57	32,2	15,7
	Constant Score post-op	10	39	88	65,4	19,4
	Altersentsprechender Score prä-op	10	14	76	43,1	21,6
	Altersentsprechender Score post-op	10	56	126	87,1	25,5
fehlgeschlagene Totalendoprothese	Constant Score prä-op	4	20	39	26,8	8,4
	Constant Score post-op	4	44	63	57,5	9,1
	Altersentsprechender Score prä-op	4	24	53	36,8	12,0
	Altersentsprechender Score post-op	4	53	84	75,8	15,2
Werte des Constant Scores als absolute Punktzahlen, Werte des altersentsprechenden Scores in Prozent N entspricht der Anzahl der Patienten						

Tabelle 7: Constant Score und altersentsprechender Score bezogen auf unterschiedliche Indikationen für den Schulterendprothesenwechsel

Wie schon die Ergebnisse von CS und AES des Gesamtkollektivs gezeigt haben, ist auch hinsichtlich aller einzelnen Diagnosen eine stetige Verbesserung von CS und AES, wenn auch unterschiedlichen Ausmaßes, zu verzeichnen. Die Ergebnisse aller einzelnen Diagnosen, außer die der periprothetischen Frakturen, zeigten postoperativ signifikante ($p < 0,004$) Verbesserungen von CS und AES. Im Folgenden werden vor allem die AES der unterschiedlichen Diagnosen verglichen, da der AES durch die Altersadaptation für solche Vergleiche prädestiniert ist. Das beste postoperative Outcome konnte erreicht werden, wenn eine fehlgeschlagene Hemiendoprothese der Grund für den Schulterendoprothesenwechsel war (AES Mittelwert postoperativ: 87,1%). Das schlechteste Ergebnis nach dem Prothesenwechsel hatten Patienten mit einer periprothetischen Fraktur (AES Mittelwert postoperativ: 56,7%). Patienten mit dieser Indikation profitierten auch am wenigsten von der erneuten endoprothetischen Versorgung, da der AES im Mittel nur um 22,4% (von durchschnittlich 34,3% präoperativ auf 56,7% postoperativ) stieg. Jedoch ist hier die geringe Fallzahl (3 Patienten) und die große Standardabweichung (SD: 33,2) zu beachten. Bei den Diagnosen „periprothetische Infektion“, „fehlgeschlagene Frakturhemiprothese“ und „fehlgeschlagene Hemiendoprothese“ konnte jeweils ein Maximum des AES von mehr als 100% erreicht werden (periprothetische Infektion: 108%, fehlgeschlagene Frakturhemiprothese: 109% und fehlgeschlagene Hemiendoprothese: 126%), was bedeutet, dass die jeweiligen Patienten postoperativ einen höheren Score und damit eine höhere Funktionalität ihrer Schulter als die durchschnittliche Bevölkerung ihrer Altersklasse haben. Die größte Steigerung des Mittelwertes des AES und somit der größte Benefit durch den Endoprothesenwechsel konnte bei der Diagnose „fehlgeschlagene Hemiendoprothese“ mit einem AES präoperativ von 43,1% und einem AES postoperativ von 87,1%, was eine signifikante ($p = 0,001$) Verbesserung von 44,0% bedeutet, erreicht werden. Die Ergebnisse des Constant Score verhalten sich ähnlich zu denen des AES, da dieser aus dem Constant Score berechnet wurde. Die größte Punktzahlsteigerung im Constant Score von präoperativ zu postoperativ konnte

somit ebenfalls unter den fehlgeschlagenen Hemiendoprothesen erreicht werden. Der Constant Score stieg dort signifikant ($p= 0,001$) von 32,2 Punkten präoperativ auf 65,4 Punkte postoperativ, was eine Verbesserung von 33,2 Punkten, also mehr als einer Verdoppelung der präoperativen Punktzahl, bedeutet. Darüber hinaus wurden auch signifikante Verbesserungen bei den Diagnosen „periprothetische Infektion“ (AES von präoperativ 34,3% auf postoperativ 76,6%), „fehlgeschlagene Frakturhemiprothese“ (AES von 38,4% auf 75,3%) und „fehlgeschlagene Totalendoprothese (TEP)“ (AES von 36,8% auf 75,8%) verzeichnet.

Resümierend lässt sich festhalten, dass unter allen präoperativen Ausgangssituationen Verbesserungen des CS und des AES erreicht werden konnten. Dennoch zeigen die unterschiedlichen Ergebnisse, dass die vorausgegangene Diagnose großen Einfluss auf das Outcome des Patienten genommen hat.

3.2.2 Faktoren des Constant-Score

Nun werden die Ergebnisse der einzelnen Komponenten des Constant-Scores Schmerz, Aktivität, Mobilität und Kraft hinsichtlich der unterschiedlichen Indikationen erläutert.

		präoperative Punktzahl	postoperative Punktzahl	Veränderung absolut	Veränderung relativ (in Prozent)
periprothetische Infektion	Schmerz	7,6	13,8	6,2	41,3
	Aktivität	6,1	14,8	8,7	43,5
	Mobilität	10,4	22,0	11,6	29,0
	Kraft	0,8	5,3	4,5	18,0
periprothetische Fraktur	Schmerz	4,2	9,7	5,5	36,7
	Aktivität	8,0	11,7	3,7	18,5
	Mobilität	12,0	16,0	4,0	10,0
	Kraft	0,0	3,2	3,2	12,8
fehlgeschlagene Frakturhemiendoprothese	Schmerz	7,7	13,6	5,9	39,3
	Aktivität	6,7	12,6	5,9	29,5
	Mobilität	12,0	22,3	10,3	25,8
	Kraft	0,0	4,3	4,3	17,2
fehlgeschlagene Hemiendoprothese	Schmerz	6,4	13,8	7,4	49,3
	Aktivität	8,6	15,4	6,8	34,0
	Mobilität	15,0	28,6	13,6	34,0
	Kraft	2,9	7,8	4,9	19,6
fehlgeschlagene Totalendoprothese	Schmerz	4,1	12,0	7,9	52,7
	Aktivität	5,3	14,5	9,2	46,0
	Mobilität	16,0	23,5	7,5	18,8
	Kraft	1,0	7,1	6,1	24,4

Tabelle 8: Übersicht über die relativen Veränderungen der Ergebnisse aller Diagnosen unter Berücksichtigung der möglichen Maximalpunktzahlen der unterschiedlichen Kategorien des CS

Die obige Tabelle 8 zeigt übersichtlich die Ergebnisse der einzelnen Kategorien des Constant Scores gruppiert nach den entsprechenden vorangegangenen Diagnosen, die zu dem Schulterendoprothesenwechsel geführt haben. Besonderes Augenmerk soll hier auf die relative Veränderung des postoperativen Scores zum präoperativen Score, unter Berücksichtigung der möglichen Maximalpunktzahl in der jeweiligen Kategorie des Constant Scores, gelegt werden. Zwar findet man unter den periprothetischen Infektionen die größte absolute Veränderung mit einer postoperativen Zunahme von 11,6 Punkten in der Kategorie Mobilität, aber bei einer möglichen Maximalpunktzahl von 40 Punkten in dieser Kategorie bedeutet dies lediglich eine Verbesserung von 29% der Maximalpunktzahl. Die größte relative Zunahme der Punktzahl kann unter den periprothetischen Infektionen somit hinsichtlich der Aktivität mit 43,5% der möglichen Maximalpunktzahl von 20 Punkten verzeichnet werden. Bei den übrigen Indikationen „periprothetische Fraktur“, „fehlgeschlagene Frakturhemiprothese“, „fehlgeschlagene Hemiendoprothese“ und „fehlgeschlagene Totalendoprothese“ konnte unter allen vier Kategorien des Constant Scores relativ gesehen jeweils am meisten in der Kategorie Schmerz profitiert werden und somit eine postoperative Linderung der Schmerzen erreicht werden.

3.2.3 Periprothetische Infektionen

3.2.3.1 Beweglichkeit im Schultergelenk im Detail

	prä-OP (Mittelwerte)	post-OP (Mittelwerte)	Veränderung absolut	Veränderung relativ (in Prozent)
aktive anteriore Elevation	60,0	106,1	46,1	27,1
passive anteriore Elevation	88,3	125,6	37,3	21,9
aktive Abduktion	55,6	106,1	50,5	29,7
passive Abduktion	77,8	121,1	43,3	25,5
aktive Außenrotation	13,3	27,2	13,9	23,2
passive Außenrotation	25,6	36,7	11,1	18,5
aktive Innenrotation	36,1	67,8	31,7	35,2
passive Innenrotation	47,8	71,7	23,9	26,6
Mittelwerte und absolute Veränderung in Winkelgraden, relative Veränderung in Prozent				

Tabelle 9: relative Veränderung der Bewegungsausmaße unter Berücksichtigung des maximal möglichen Bewegungsausmaßes der jeweiligen Bewegung unter den periprothetischen Infektionen

In der Gruppe der periprothetischen Infektionen konnten in Relation zum physiologisch maximal möglichen Bewegungsumfang einer Bewegung die besten Ergebnisse bei der aktiven Innenrotation, mit einer durchschnittlichen Erweiterung des Bewegungsausmaßes von 35% der maximal möglichen aktiven Innenrotation von 90°, erzielt werden. Am wenigsten Benefit durch die Operation hatten Patienten dieser Indikationsgruppe hinsichtlich der passiven Außenrotation mit einer Verbesserung um 18,5% der möglichen maximalen passiven Außenrotation von 60°. Insgesamt lässt sich festhalten, dass durch die Operation die Bewegungsausmaße aller untersuchten Bewegungen im Schultergelenk verbessert werden konnten (vgl. Tabelle 9).

3.2.3.2 Keimspektrum

In der Tabelle 10 ist das Keimspektrum der neun periprothetischen Infektionen dargestellt. Ferner wurde untersucht, ob der Wechsel der Primärprothese auf das Revisionsimplantat in einer Operation erfolgte oder ein zweizeitiger Austausch mittels Spacerprothese notwendig war. Im Falle der temporären Implantation eines Spacers werden die hinzugefügten Antibiotika angegeben.

	Eregernachweis	Art des Wechsels	Spacer+ Antibiotikum	Revisionsimplantat	Alter z.Z der OP
Patient 1	Staphylococcus epidermidis	zweizeitig	Vancomycin + Gentamycin	inverse Totalendoprothese	74
Patient 2	kein Erregernachweis	zweizeitig	Vancomycin	inverse Totalendoprothese	66
Patient 3	kein Erregernachweis	einzeitig	kein Spacer	inverse Totalendoprothese	71
Patient 4	Staphylococcus hominis	zweizeitig	Vancomycin + Gentamycin	inverse Totalendoprothese	75
Patient 5	kein Erregernachweis	zweizeitig	Vancomycin	inverse Totalendoprothese	82
Patient 6	Staphylococcus epidermidis	zweizeitig	Vancomycin + Gentamycin	inverse Totalendoprothese	72
Patient 7	kein Erregernachweis	zweizeitig	Vancomycin	inverse Totalendoprothese	77
Patient 8	Propionibacterium granulosum	zweizeitig	Vancomycin + Gentamycin	Hemiendoprothese	61
Patient 9	kein Erregernachweis	zweizeitig	Vancomycin + Gentamycin	inverse Totalendoprothese	57

Tabelle 10: Erregerprofil der periprothetischen Infektionen

Von den neun periprothetischen Infektionen erfolgten acht (ca. 88,9%) in einem zweizeitigen Austausch der Primärprothese. Die temporär implantierte Spacerprothese war in drei Fällen nur mit dem Antibiotikum Vancomycin und in fünf Fällen mit Vancomycin und Gentamycin angereichert. Unter den mittels Erregernachweis bestätigten periprothetischen Infektionen (vier von neun,

44,4%) beinhaltet das Keimspektrum der zur Infektion geführten Erreger in zwei Fällen (50%) einen *Staphylococcus epidermidis*, in einem Fall (25%) einen *Staphylococcus hominis* und in einem Fall (25%) ein *Propionibacterium granulosum*. In fünf von neun Fällen (ca. 55,6%) war kein Erregernachweis möglich. Bei acht von neun Patienten mit periprothetischer Infektion erfolgte eine Implantation einer inversen Totalendoprothese als endgültiges Revisionsimplantat. Das Alter der Patienten dieser Indikationsgruppe erstreckt sich von 57 Jahren bis 82 Jahren und liegt durchschnittlich bei 71 Jahren.

3.2.4 Fehlgeschlagene Frakturhemiprothese

3.2.4.1 Beweglichkeit im Schultergelenk im Detail

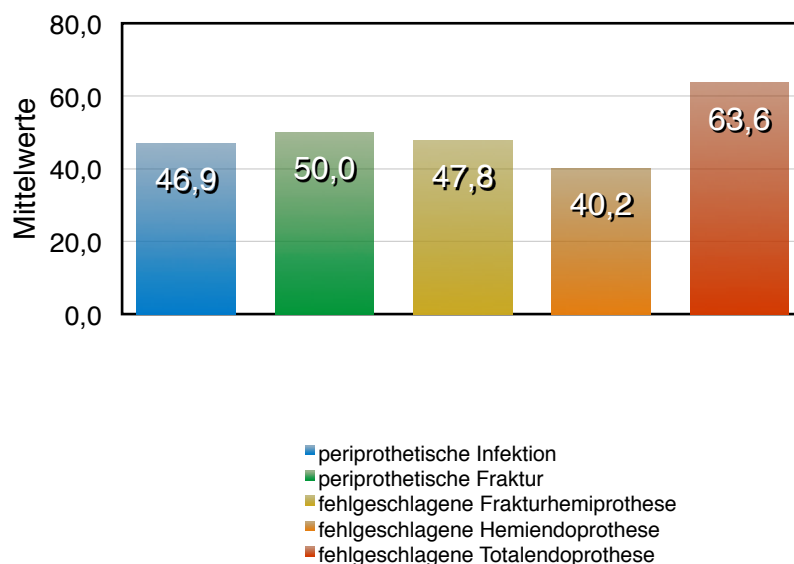
	prä-OP (Mittelwerte)	post-OP (Mittelwerte)	Veränderung absolut	Veränderung relativ (in Prozent)
aktive anteriore Elevation	62,9	115,0	52,1	30,6
passive anteriore Elevation	102,1	136,4	34,3	20,2
aktive Abduktion	56,4	97,1	40,7	23,9
passive Abduktion	87,1	115,7	28,6	16,8
aktive Außenrotation	19,3	35,7	16,4	27,3
passive Außenrotation	36,4	42,1	5,7	9,5
aktive Innenrotation	33,6	65,0	31,4	34,9
passive Innenrotation	51,4	73,6	22,2	24,7
Mittelwerte und absolute Veränderung in Winkelgraden, relative Veränderung in Prozent				

Tabelle 11: relative Veränderung der Bewegungsausmaße unter Berücksichtigung des maximal möglichen Bewegungsausmaßes der jeweiligen Bewegung unter den fehlgeschlagenen Frakturhemiprothesen

Bei der Betrachtung der obigen Tabelle fällt auf, dass, wie bei den Ergebnissen der periprothetischen Infektionen, die aktive Innenrotation mit einer relativen Steigerung um 34,9% des möglichen maximalen Bewegungsumfanges von 90° die größte Verbesserung aller Bewegungen dieser Indikationsgruppe erfuhr. Am wenigsten konnte auch hier das Bewegungsausmaß der passiven Außenrotation, um 9,5% des möglichen Maximums, erweitert werden. Resümierend lässt sich auch hier eine Verbesserung aller untersuchten Bewegungen im Schultergelenk dokumentieren.

3.2.5 Auswertung des DASH Scores hinsichtlich einzelner Diagnosen

Im folgenden Abschnitt werden die absolute Punktzahl im DASH Score und die umgerechnete Punktzahl im DASH Score hinsichtlich der unterschiedlichen Diagnosen ausgewertet. Bei der Interpretation der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass eine niedrige Punktzahl eine geringe Beeinträchtigung der Patienten im Alltag bedeutet. Somit findet man unter den fehlgeschlagenen Hemiendoprothesen die geringste Beeinträchtigung im Alltag, quantifiziert durch 31 Punkte als absolute Punktzahl im DASH Score. Die größte Beeinträchtigung hingegen hatten Patienten mit einer vorausgegangen periprothetischen Fraktur und einer fehlgeschlagenen Totalendoprothese mit jeweils 92 Punkten im absoluten DASH Score. Im Mittel lag bei Patienten mit fehlgeschlagener Hemiendoprothese mit 40,2 Punkten im umgerechneten DASH Score die geringste Alltagsbeeinträchtigung vor, wohingegen unter den fehlgeschlagenen Totalendoprothesen das durchschnittlich signifikant ($p=0,019$) höhere postoperative Handicap im Alltag (63,6 Punkte im umgerechneten DASH Score) zu finden ist. Das Diagramm 5 stellt grafisch die Mittelwerte der umgerechneten Punktzahlen im DASH Score der jeweiligen



Diagnosen dar.

Diagramm 5: Ergebnisse des umgerechneten DASH Scores der jeweiligen Diagnosen (Mittelwerte)

3.3 Wechsel einer Hemiendoprothese auf eine inverse Totalendoprothese

Im Folgenden Abschnitt wird der Wechsel einer Hemiendoprothese auf eine inverse Totalendoprothese thematisiert. Dabei ist die Indikation, die zu dem Wechsel geführt hat, unerheblich. Von den insgesamt 33 durchgeführten Wechseloperationen entfielen 19 auf den Wechsel einer Hemiendoprothese auf eine inverse Schulter-TEP.

3.3.1 Constant Score und altersentsprechender Score

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Constant Score prä-OP	19	10	57	28,3	12,6
Constant Score post-OP	19	31	81	55,2	16,6
Altersentsprechender Score prä-OP	19	14	76	39,1	16,9
Altersentsprechender Score post-OP	19	45	114	76,5	22,8

Tabelle 12: Ergebnisse von CS und AES hinsichtlich dem Wechsel von einer Hemiendoprothese auf eine inverse Totalendoprothese

Beim Wechsel einer Hemiendoprothese auf eine inverse Totalendoprothese konnte der Constant Score durchschnittlich von 28,3 Punkte auf 55,2 Punkte signifikant ($p < 0,0001$) verbessert werden. Analog dazu verhält sich der altersentsprechende Score (39,1% präoperativ zu 76,5% postoperativ, $p < 0,0001$), weil dieser aus einer Umrechnung aus dem Constant Score hervorgeht (vgl. Tabelle 12).

3.3.2 Faktoren des Constant Scores

Nun sollen die Ergebnisse der einzelnen Komponenten des Constant Scores Schmerz, Aktivität, Mobilität und Kraft hinsichtlich des Schulterendoprothesenwechsels von einer Hemiendoprothese auf eine inverse Schulter-TEP vorgestellt werden.

3.3.2.1 Schmerz

Die präoperativen Schmerzen, quantifiziert mit 6,6 Punkten im Constant Score, konnten durch den Prothesenwechsel mit 13,5 Punkten postoperativ signifikant ($p < 0,0001$) gesenkt werden. Eine hohe Punktzahl bedeutet ein geringeres subjektiv empfundenes Schmerzgefühl. Die Maximalpunktzahl von 15 Punkten meint in diesem Zusammenhang eine Schmerzfreiheit. Somit konnte der präoperative Schmerz von 44% (6,6 Punkte) des Maximums um 46% auf 90% der Maximalpunktzahl von 15 Punkten gesteigert werden.

3.3.2.2 Aktivität

In der Kategorie „Aktivität“ kann ein Maximum von 20 Punkten erreicht werden. Die präoperativ eingeschränkte Aktivität der Patienten, beziffert durch 7,5 Punkte, konnte auf 13,4 Punkte, 67% des Maximums von 20 Punkten, postoperativ signifikant ($p < 0,0001$) erhöht werden. In Einzelfällen konnte postoperativ die Höchstpunktzahl von 20 Punkten erreicht werden (vgl. Tabelle 13).

3.3.2.3 Mobilität

Die Mobilität konnte operativ bedingt durchschnittlich von 12,7 Punkten präoperativ auf 23,2 Punkte postoperativ signifikant ($p < 0,0001$) verbessert

werden. In Relation zur Höchstpunktzahl von 40 Punkten in dieser Kategorie bedeutet das eine Steigerung von ca. 32% präoperativ um 26% auf 58% des Maximums postoperativ. Die in Einzelfällen erreichte höchste Punktzahl bezüglich der Mobilität der Patienten beläuft sich auf 38 Punkte postoperativ. (vgl. Tabelle 13)

3.3.2.4 Kraft

Die Messung der Kraft des betroffenen Armes ergab im Mittel präoperativ 1,7 Punkte und postoperativ 5,3 Punkte, was einen signifikanten ($p= 0,007$) Kraftzuwachs von ca. 212% bedeutet. Im Hinblick auf das mögliche Maximum von 25 Punkten in dieser Kategorie beläuft sich die postoperativ erreichte Punktzahl von 5,3 Punkten auf ca. 21% der möglichen Maximalpunktzahl.

Die Tabelle 13 stellt übersichtlich die Ergebnisse der oben geschilderten Art von Endoprothesenwechsel dar. Das Diagramm 6 stellt neben den prä- und postoperativen Mittelwerten in den jeweiligen Kategorien des Constant Scores auch die relativen Veränderungen der Ergebnisse von präoperativ zu postoperativ in Relation zum möglichen Maximalwert dar. Bei der Betrachtung des Diagramms fällt auf, dass unter allen Kategorien die größte Verbesserung in der Kategorie „Schmerz“ erreicht werden konnte. Wie bereits oben erwähnt konnte hier die präoperative Punktzahl um 46% des maximal möglichen Wertes dieser Kategorie gesteigert werden. Laut dieser Tabelle hatten die Patienten durch die Operation am wenigsten Benefit hinsichtlich des Kraftzuwachses der endoprothetisch versorgten Schulter.

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Schmerz prä-OP ^a	19	0,0	13,0	6,6	3,9
Schmerz post-OP	19	11	15	13,5	1,5
Aktivität prä-OP ^b	19	2	18	7,5	4,0
Aktivität post-OP	19	6	20	13,4	4,0
Mobilität prä-OP ^c	19	6	22	12,7	4,7
Mobilität post-OP	19	12	38	23,2	9,0
Kraft prä-OP ^d	19	0	9	1,7	3,4
Kraft post-OP	19	0	12,8	5,3	4,3

N als absolute Anzahl der Patienten, alle weiteren Werte als Punktzahlen
a: maximal 15 Pkt.
b: maximal 20 Pkt.
c: maximal 40 Pkt.
d: maximal 25 Pkt.

Tabelle 13: Übersicht über die Ergebnisse der einzelnen Kategorien des CS

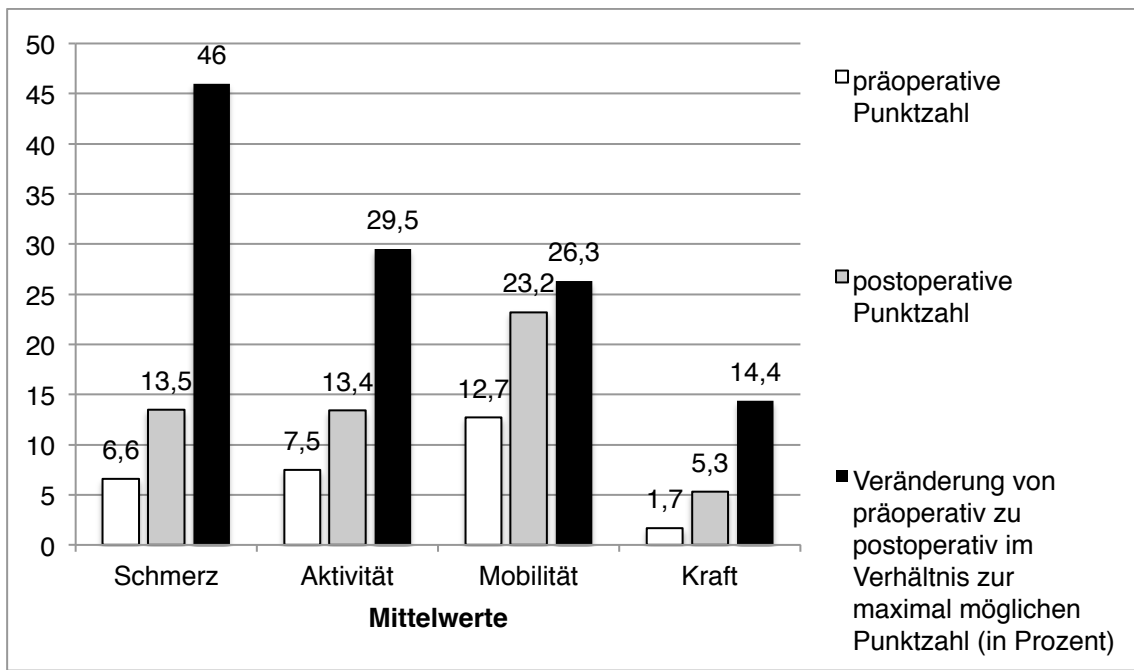


Diagramm 6: Vergleich der prä- und postoperativen durchschnittlichen Punktzahl und relative Veränderung im Verhältnis zur maximal möglichen Punktzahl in der jeweiligen Kategorie des Constant Scores

3.3.3 Beweglichkeit im Schultergelenk im Detail (aktiv und passiv)

Im Folgenden wird die aktive und passive Beweglichkeit der betroffenen Schulter von Patienten mit einem endoprothetischen Wechsel von einer Hemiendoprothese auf eine inverse Schulter-TEP prä- und postoperativ verglichen. Hierzu zeigt die Tabelle 14 übersichtlich die Ergebnisse aller untersuchten Bewegungen der Patienten. Durch die Operation konnten die Bewegungsumfänge aller untersuchten Bewegungen verbessert werden, auch wenn die Ausmaße der Verbesserungen unterschiedlich ausfielen. Die aktive anteriore Elevation konnte von durchschnittlich $69,2^\circ$ präoperativ um ca. 45° auf $115,3^\circ$ postoperativ signifikant ($p < 0,0001$) gesteigert werden. Passiv konnte bei dieser Bewegung vereinzelt das mögliche maximale Bewegungsausmaß von 170° gemessen werden. Das Bewegungsausmaß der aktiven Abduktion erhöhte sich im Mittel signifikant ($p < 0,0001$) von $64,5^\circ$ präoperativ auf $106,6^\circ$ postoperativ. Auch hinsichtlich den Bewegungsumfängen der aktiven Außenrotation konnten signifikante ($p = 0,001$) Verbesserungen erzielt werden. Diese steigt durchschnittlich von $17,6^\circ$ präoperativ auf $33,7^\circ$ postoperativ, bleibt jedoch mit ca. 56% der maximal möglichen Außenrotation von 60° auch postoperativ eingeschränkt. Die aktive Innenrotation konnte im Mittel von $34,5^\circ$ präoperativ auf $63,2^\circ$ postoperativ signifikant ($p < 0,0001$) gesteigert werden. In Einzelfällen konnte hier das maximal mögliche Bewegungsausmaß von 90° gemessen werden. Des Weiteren konnte die größtmögliche Vergrößerung des Bewegungsausmaßes in dieser Kategorie von einem präoperativen Minimum von 0° auf ein postoperatives Maximum von 90° erreicht werden. Die durchschnittlich erreichten Bewegungsausmaße unterschiedlicher Bewegungen stellt Diagramm 7 vergleichend prä- und postoperativ grafisch dar.

Das Diagramm 7 zeigt ferner die relative Veränderung der Bewegungsausmaße im Verhältnis zum maximal möglichen Bewegungsradius der jeweiligen Bewegung. Die größte Verbesserung konnte im Mittel somit bei der aktiven Innenrotation, mit einer Zunahme des Bewegungsumfanges um 31,9% der maximal möglichen aktiven Innenrotation von 90° , verzeichnet werden. Laut diesem Diagramm konnten die Patienten am wenigsten hinsichtlich der aktiven

und passiven Außenrotation von der Operation profitieren. Bezüglich dieser Bewegung ergaben sich durchschnittlich postoperativ Verbesserungen von 15,8% bzw. 18,4% der maximal möglichen Außenrotation von 60°.

Indikation für Schulterendoprothesen- wechsel		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Hemiendoprothese auf inverse Totalendoprothese	aktive anteriore Elevation prä-OP	19	35	125	69,2	28,7
	aktive anteriore Elevation post-OP	19	70	165	115,3	31,7
	passive anteriore Elevation prä-OP	19	45	160	99,7	35,2
	passive anteriore Elevation post-OP	19	85	170	136,8	26,3
	aktive Abduktion prä-OP	19	30	110	64,5	23,8
	aktive Abduktion post-OP	19	65	160	106,6	30,0
	passive Abduktion prä-OP	19	45	150	91,3	31,7
	passive Abduktion post-OP	19	85	165	122,6	27,1
	aktive Außenrotation prä-OP	19	5	30	17,6	7,3
	aktive Außenrotation post-OP	19	5	60	33,7	63,2
	passive Außenrotation prä-OP	19	5	60	31,6	16,6
	passive Außenrotation post-OP	19	10	60	41,1	69,2
	aktive Innenrotation prä-OP	19	0	60	34,5	18,1
	aktive Innenrotation post-OP	19	0	90	63,2	25,0
	passive Innenrotation prä-OP	19	15	85	47,6	18,1
	passive Innenrotation post-OP	19	15	90	69,2	21,5

Tabelle 14: Übersicht über die Ergebnisse der Messungen der Bewegungsumfänge vergleichend prä- und postoperativ

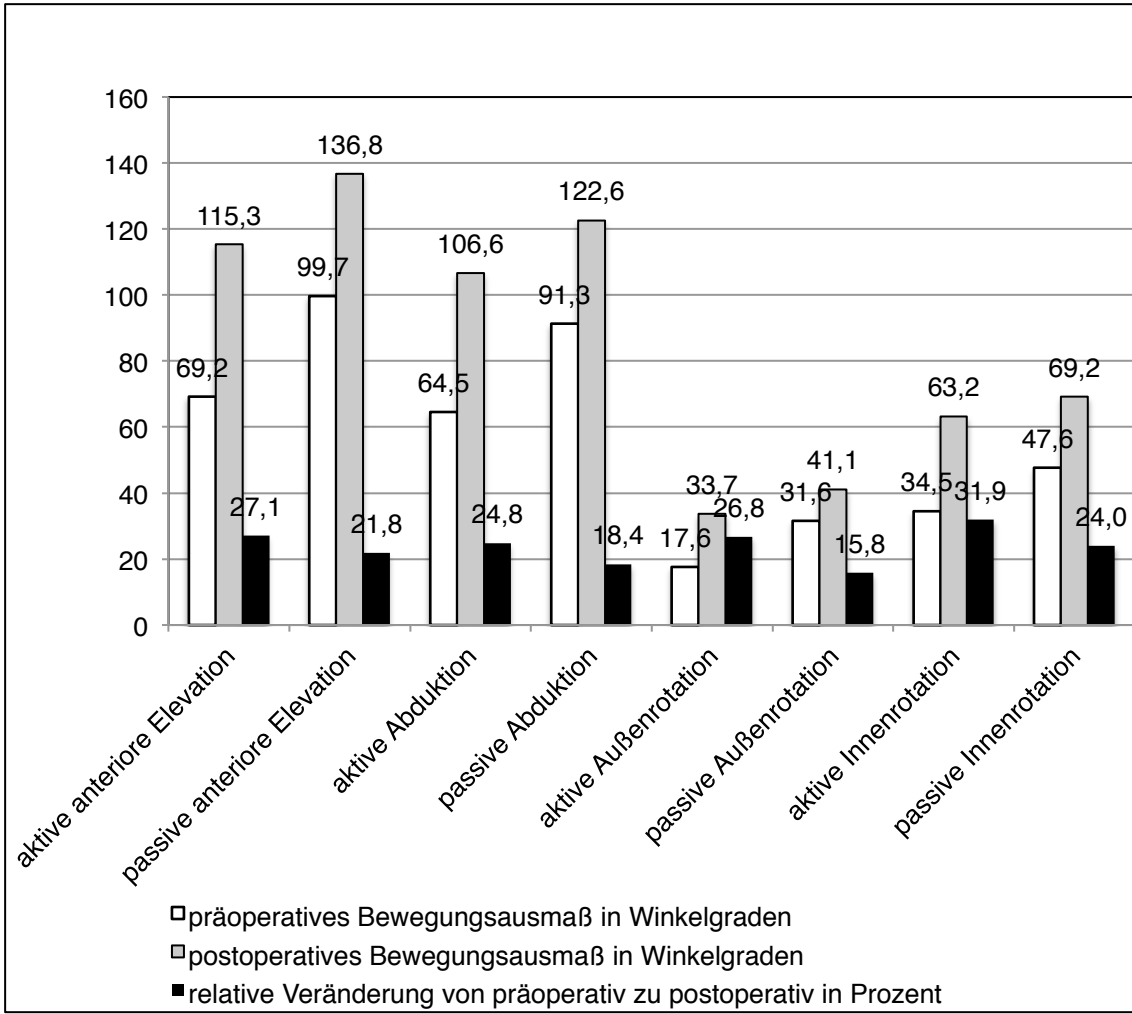


Diagramm 7: Vergleich der prä- und postoperativen durchschnittlichen Ergebnisse und die relative Veränderung bezogen auf das mögliche Maximum bei der jeweiligen Bewegung

3.3.4 Auswertung des DASH Scores nach Wechsel einer Hemiendoprothese auf eine inverse Totalendoprothese

Im Folgenden soll die Fähigkeit zur Bewältigung des Alltags seitens der Patienten nach erfolgtem Schulterendoprothesenwechsel von einer Hemiendoprothese auf eine inverse Totalendoprothese, quantifiziert mittels DASH Score, beleuchtet werden.

Art des Endoprothesenwechsels		Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Hemiendoprothese auf inverse Totalendoprothese	absolute Punktzahl im DASH Score	31	76	54,8	12,6
	umgerechnete Punktzahl im DASH Score	25,9	64,7	46,4	10,9

Tabelle 15: Ergebnisse des DASH Scores hinsichtlich dem Wechsel von einer Hemiendoprothese auf eine inverse Totalendoprothese

Die Befragung der Patienten mit 29 von 30 möglichen Fragen des DASH Scores ergab eine durchschnittliche absolute Punktzahl von 54,8 Punkten, was ca. 38% der Maximalpunktzahl von 145 Punkten entspricht. Somit wurde durchschnittlich jede Frage mit ca. 1,89 Punkten bewertet. Übertragen auf die Antwortmöglichkeiten im DASH Score liegt diese Punktzahl zwischen „keine Schwierigkeiten“ und „geringe Schwierigkeiten“. Der Mittelwert von 54,8 Punkten zeigt bei einer Spannweite des Scores von 29 Punkten minimal bis 145 Punkten maximal eine deutliche Tendenz Richtung Minimum. Es sei abermals erwähnt, dass eine niedrige Punktzahl im DASH Score eine geringe Beeinträchtigung im Alltag bedeutet. Die umgerechnete Punktzahl im DASH Score beträgt 46,4 Punkte. Die Umrechnung soll eine bessere Vergleichbarkeit zu anderen Scores, die auf eine Maximalpunktzahl von 100 Punkten ausgelegt sind, erlauben. Ferner wird durch die Umrechnung die Punktzahl unabhängig von der Anzahl der gestellten Fragen. Als bestes Ergebnis wurden 25,9 Punkte erreicht. Diese Punktzahl entspricht ca. 93% des bestmöglichen Ergebnisses von 24 Punkten bei 29 gestellten Fragen im DASH Score.

4. Diskussion

4.1 Funktionelles Outcome und Komplikationen nach

Schulterendoprothesenwechsel mittels inverser Totalendoprothese

Im Rahmen dieser Arbeit wurden 33 Patienten mit einem Schulterendoprothesenwechsel versorgt. Bei allen Patienten außer einem konnten Verbesserungen hinsichtlich der Funktionalität und der alltäglichen Belastbarkeit der Schulter im Vergleich zur präoperativen Ausgangssituation erzielt werden. Ursächlich für die funktional schlechtere postoperative Situation bei diesem einen Patienten ist wohlmöglich eine desolante Knochensubstanz des Humerus mit ausgeprägter Osteolyse und folglich Schwierigkeiten bei der Refixation des Revisionsimplantates. Die größtenteils erzielten postoperativen Verbesserungen wurden mit Hilfe des Constant Scores dokumentiert. Im Durchschnitt konnte der Constant Score von 27,8 Punkten präoperativ auf 57,1 Punkte postoperativ gesteigert werden. Entsprechend verbesserte sich der altersadaptierte Score im Mittel von 38,2% präoperativ auf 77,6% postoperativ. Die Mobilität der Patienten verbesserte sich wie folgt: Die aktive anteriore Elevation konnte durchschnittlich von 73,8° auf 116,7°, die aktive Abduktion von 65,6° auf 105,8° und die aktive Außenrotation von 18,2° auf 33,3° gesteigert werden.

Kelly et al. [28] untersuchten in einer Studie nach erfolgreichem Schulterendoprothesenwechsel das Outcome von Patienten, welche allesamt mit einer inversen Schulterendoprothese versorgt wurden. Auch in der Studie von Kelly et al. zeigt sich eine deutliche Verbesserung von Constant Score und altersadaptiertem Score sowie den Bewegungsausmaßen im Schultergelenk nach erfolgreicher endoprothetischer Versorgung. Der Constant Score konnte durchschnittlich von 18,2 Punkten präoperativ auf 48,9 Punkte postoperativ und der altersadaptierte Score von 24,3% präoperativ auf 64,6% postoperativ gesteigert werden. Kelly et al. dokumentierten die Bewegungsausmaße wie folgt: Die aktive anteriore Flexion konnte im Mittel von 42,0° präoperativ auf

105,7° postoperativ, die aktive Abduktion von 39,4° auf 97,7° und die aktive Außenrotation nur geringfügig von 7,3° auf 8,2° erweitert werden [28].

Die etwas besseren postoperativen Ergebnisse der Patienten der vorliegenden Arbeit im Vergleich zu den Ergebnissen von Kelly et al. sind wohlmöglich unter anderem auf die unterschiedlichen Ausgangssituationen beider Studien zurückzuführen. Bei Kelly et al. wurde bei allen Patienten präoperativ eine Rotatorenmanschetteninsuffizienz sowie bei den meisten Patienten zusätzlich ein unterschiedlich schwerwiegender glenoidaler Knochenverlust diagnostiziert. Diese beiden Komponenten waren in der vorliegenden Arbeit keine Einschlusskriterien und können bei unvollständiger Rekonstruktion erheblichen Einfluss auf die Beweglichkeit im Schultergelenk, insbesondere der aktiven Außenrotation, nehmen [28]. Hierdurch lässt sich auch die nur sehr geringfügige Verbesserung des Bewegungsausmaßes der aktiven Außenrotation begründen. Da die Rotatorenmanschetten der Patienten der vorliegenden Arbeit größtenteils einen besseren Zustand als die der Patienten bei Kelly et al. aufwiesen, konnte auch hinsichtlich der aktiven Außenrotation eine signifikante Erweiterung des Bewegungsausmaßes postoperativ erzielt werden. Ein weiterer Grund für die geringgradige Divergenz der Ergebnisse beider Studien ist die Zusammensetzung der jeweiligen Patientenkollektive. Kelly et al. untersuchten ein homogenes Patientenkollektiv, welches ausschließlich auf ein inverses Schulterimplantat revidiert wurde. Die Patienten der vorliegenden Arbeit wurden größtenteils (29 von 33 Patienten) mit einer inversen Schulterprothese endoprothetisch versorgt. Vier Patienten erhielten jedoch erneut eine anatomische Schulterendoprothese, was zu einer leichten Verzerrung der Ergebnisse, verglichen mit den Ergebnissen des homogenen Patientenkollektivs von Kelly et al., führen kann.

Boileau et al. [8] untersuchten 49 Patienten mit einem Follow-up von durchschnittlich 45 Monaten, welche allesamt vom einer inversen STEP auf eine inverse STEP gewechselt wurden. Die Wechselindikationen beschränkten sich auf Instabilität, periprothetische Infektionen und humerale bzw. glenoidale Lockerungen. Dabei beschreiben Boileau et al. eine Verbesserung des

Constant Scores von präoperativ 21 Punkten auf postoperativ 47 Punkte. Der altersadaptierte Score steigerte sich von 26% präoperativ auf 62% postoperativ. Die aktive anteriore Elevation wird präoperativ mit 77° und postoperativ mit 107% und die aktive Außenrotation präoperativ mit 5° und postoperativ mit 4° angegeben [8].

Die etwas schlechteren postoperativen Ergebnisse von Boileau et al. verglichen mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit sind unter anderem auf die unterschiedliche Zusammensetzung beider Patientenkollektive zurückzuführen. Bei Boileau et al. sind ausschließlich Wechsel von einer inversen STEP auf eine inverse STEP durchgeführt worden. Diese Art von Wechseloperation erfolgte lediglich in acht Fällen der vorliegenden Arbeit. Somit ist von einer unterschiedlichen Ausgangssituation beider Patientenkollektive insbesondere der Weichteilstrukturen auszugehen, da vor allem die Rotatorenmanschetteninsuffizienz eine häufige Indikation [20, 24, 35, 49] für eine Primärversorgung mittels inverser Schultertotalendoprothese darstellt. Auch die ausbleibende Verbesserung der aktiven Außenrotation bei Boileau et al. könnte durch einen desaströsen präoperativen Zustand der Rotatorenmanschette begründet werden. Über eine genaue präoperative Ausgangssituation der Weichteilstrukturen geben Boileau et al. jedoch keine Informationen.

Die Revision von Schulterendoprothesen ist im Allgemeinen mit einem hohen Risiko in Form von Komplikationen, die im schlechtesten Fall eine erneute Revision notwendig machen können, und mit einem für den Patienten ungewissen funktionellen Outcome der Schulter verbunden [16, 40].

Bei den routinemäßigen postoperativen Kontrolluntersuchungen der Patienten dieser Arbeit traten bei 22 von 33 Patienten in der radiologischen Untersuchung Auffälligkeiten auf. Dies entspricht einer Rate von 66,6%. Es wurden insgesamt 30 Auffälligkeiten in Form von inferiorem notching, glenoidalen oder metaphysären Lysesäumen, Verlust von Tuberkula oder heterotopen Ossifikationen der inferioren, glenoidalen Kapsel festgestellt.

Auch Kelly et al. [28] berichten in ihrer Studie von einer hohen Komplikationsrate (50%). Sie beobachteten neben Lockerungen der humeralen und glenoidalen Komponenten der Endoprothesen ebenso Frakturen und Verluste der Tuberkula. Diese von Kelly et al. erwähnten Komplikationen decken sich weitestgehend mit den Komplikationen, die bei dem Patientenkollektiv der vorliegenden Arbeit auftraten. Ferner berichten Kelly et al. in Einzelfällen über septische und aseptische Infektionen der revidierten Schulterendoprothesen. Diese traten bei den Patienten im Rahmen dieser Arbeit bis zur postoperativen Kontrolluntersuchung nicht auf. Hierzu wäre die postoperative antibiotische Prophylaxe, die bei den Patienten von Kelly et al. verwendet wurde, für einen Vergleich bedeutsam gewesen. Diese wird in der Studie jedoch nicht erwähnt. Bei den Patienten der vorliegenden Arbeit traten heterotope Ossifikationen der inferioren, glenoidalen Kapsel mit ca. 27% ähnlich häufig auf wie bei dem Patientenkollektiv von Sperling et al. [43] (14 von 58, ca. 24%). In diesem Zusammenhang sollte die Medikation der Patienten von Sperling et al., die eine solche Ossifikation hemmt, wie beispielsweise nicht-steroidale Antiphlogistika oder selektive COX-2 Hemmer [29], überprüft werden.

Auch Boileau et al. untersuchten die Komplikationsrate nach Wechsel auf eine inverse STEP und geben diese mit einer großen Spannweite von 10-50% an. Maßgeblich für die Häufigkeit auftretender Komplikationen sei die Erfahrung des Operateurs. Welche Komplikationen auftraten und in welcher Häufigkeit wird nicht genannt [8].

4.2 Funktionelle Ergebnisse der zweizeitigen Revision nach periprothetischer Infektion

Die periprothetische Infektion ist eine der gefürchtetsten Komplikationen nach Implantation einer totalen Schulterendoprothese. Insbesondere in der Revisionschirurgie stellt sie mit 4 - 15% aller Komplikationen nach einem erneuten endoprothetischen Eingriff an der Schulter eine nicht zu verachtende Komplikation dar [47].

Im Rahmen dieser Arbeit stellen die periprothetischen Infektionen eine Subgruppe aller Indikationsgruppen für einen Schulterendoprothesenwechsel dar. Wie im Ergebnisteil beschrieben beläuft sich der durchschnittliche Constant Score präoperativ auf 25,3 Punkte und postoperativ auf 56,6 Punkte. Im DASH Score erreichen Patienten nach periprothetischer Infektion im Mittel postoperativ 46,9 Punkte. Insbesondere die präoperativ empfundenen Schmerzen, im Constant Score quantifiziert durch durchschnittlich 7,6 Punkten präoperativ und 13,8 Punkten postoperativ, ließen sich durch den Endoprothesenwechsel signifikant ($p < 0,0001$) lindern. Auch Jacquot et al. [26] untersuchten das funktionelle Outcome von Patienten nach ein- oder zweizeitigem Schulterendoprothesenwechsel bei periprothetischer Infektion (32 Patienten). Sie beschreiben eine durchschnittliche Verbesserung des Constant Scores von 37 Punkten präoperativ auf 46 Punkten postoperativ, was jedoch einer nicht-signifikanten Verbesserung ($p = 0,06$) der Ausgangssituation entspricht [26]. Das unterschiedliche Ausmaß der operativ bedingten Verbesserung der Punktzahl im Constant Score könnte unter anderem auf unterschiedliche Komorbiditäten der Patienten und dem Zustand von Weichteilstrukturen, insbesondere der Rotatorenmanschette, zurückzuführen sein.

Ferner handelt es sich bei der Studie von Jacquot et al. um eine Multicenterstudie unter Beteiligung von drei französischen Kliniken. Dies impliziert, dass verschiedene Chirurgen mit individuell unterschiedlichen Vorgehensweisen die Operationen und Scoreerhebungen durchgeführt haben, was die Vergleichbarkeit der Kollektive von Jacquot et al. mit dem der

vorliegenden Arbeit aufgrund der Betrachtung unterschiedlicher Subgruppen erschwert.

Die postoperative Fähigkeit zur Alltagsbewältigung der Patienten mit periprothetischen Infektionen wurde in der vorliegenden Arbeit mit einem durchschnittlichen DASH Score von 46,9 Punkten bewertet. Ghijselings et al. beschreiben in ihrer Studie eine durchschnittliche postoperative Punktzahl von 56,7 Punkten im DASH Score [18]. Diese somit größere alltägliche Beeinträchtigung der Patienten in der Studie von Ghijselings et al. könnte ebenfalls in unterschiedlichen Komorbiditäten der Patienten sowie divergierender Zustände von Weichteilstrukturen begründet liegen. Folglich unterstreicht das Ergebnis von Ghijselings et al. die These, dass Patienten auch nach einem Endoprothesenwechsel der Schulter im Alltag eingeschränkt bleiben. Ferner sollte trotz höherer Komplikationsraten stets eine Revision der Endoprothese und nicht lediglich eine Resektion oder ein alleiniges Debridement angestrebt werden, weil diese laut Jacquot et al. signifikant bessere Ergebnisse im Constant Score und somit eine deutlich bessere Funktionalität der Schulter impliziert. Darüber hinaus ist bei fehlgeschlagenem Debridement die Revision das Mittel der Wahl, um eine periprothetische Infektion unter Kontrolle und schließlich zur Ausheilung zu bekommen [26].

4.2.1 Keimspektrum und Profil der periprothetischen Infektionen

Im Rahmen dieser Arbeit wurden neun periprothetische Infektionen, von denen acht (ca. 89%) in einem zweizeitigen Prozedere mittels temporärem Spacerimplantat auf ein endgültiges Revisionsimplantat gewechselt wurden, untersucht. Ob eine infizierte Prothese in einem einzeitigen oder in einem zweizeitigen Verfahren gewechselt werden sollte, wird aktuell kontrovers diskutiert.

Die Eradikation durch eine alleinige antibiotische Therapie der periprothetischen Infektion gilt als nahezu unmöglich und wenig Erfolg versprechend. Deshalb muss in aller Regel ein Wechsel der Schulterprothese erfolgen [15].

Beekman et al. [3] favorisieren einen einzeitigen Wechsel, wohingegen Boileau et al. [7] ein zweizeitiges Vorgehen bevorzugen.

Die Anwendung eines solchen zweizeitigen Verfahrens setzt jedoch zum einen einen akzeptablen Zustand von Weichteilgewebe und Knochen und zum anderen die Einwilligung des Patienten für eine zusätzliche Operation voraus [18].

Ein solches zweizeitiges Vorgehen gilt bei einer vorliegenden Infektion der Primärprothese laut Boileau et al. [7] als erstrebenswert und liegt in der Verursachung der Infektion durch zumeist biofilmbildender Mikroorganismen begründet [46]. Gegen der These von Boileau et al. ein zweizeitiges Vorgehen zu favorisieren, machten Jacquot et al. in einer Studie die Beobachtung, dass Patienten mit einzeitiger Revision der Schulterprothese nach Infektion einen höheren postoperativen Constant Score (53 Punkte) haben als Patienten nach zweizeitigem Endoprothesenwechsel (44 Punkte). Die jeweiligen Punktzahlen beider Vorgehensweisen unterschieden sich jedoch nicht signifikant voneinander (53 vs. 44 Punkte, $p= 0.13$) [26]. Diese von Jacquot et al. gemachten Beobachtungen können mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit nicht unterstützt werden. Mit einem postoperativen Constant Score von ca. 57 Punkten hatte unser Patientenkollektiv nach durchgemachter periprothetischer Infektion und zumeist zweizeitiger Revision (acht von neun Patienten) nicht nur einen höheren Score, als die bei Jacquot et al. zweizeitig revidierten Patienten, sondern auch einen höheren postoperativen Constant Score, als die bei Jacquot et al. einzeitig operierten Patienten. Ursächlich für die divergierenden Ergebnisse der Studie von Jacquot et al. und der vorliegenden Arbeit könnten unter anderem unterschiedliche Komorbiditäten beider Patientenkollektive sein. Ferner trägt möglicherweise auch die Multizentrität der Studie von Jacquot et al. und die damit verbundene Inhomogenität hinsichtlich Operationsverfahren und Score-Erhebung zu einer mangelnden Vergleichbarkeit der Ergebnisse bei. Auch Coste et al. [14] verglichen das funktionelle Outcome von Patienten nach einzeitigem mit dem von Patienten nach zweizeitigem Schulterendoprothesenwechsel und dokumentierten eine

schlechtere Funktionalität und Heilungsrate der Schulter nach zweizeitiger Vorgehensweise. Aufgrund der im Rahmen dieser Arbeit überwiegend zweizeitig gewechselten Schulterendoprothesen (acht von neun) lässt sich keine eindeutige abschließende Empfehlung für ein einzeitiges oder ein zweizeitiges Vorgehen hinsichtlich eines besseren postoperativen Outcomes formulieren. Dennoch kann man festhalten, dass für ein einzeitiges Vorgehen eine sehr gute Weichteilstruktur und Knochensubstanz vorhanden sein muss, um das Revisionsimplantat adäquat fixieren zu können. Des Weiteren birgt ein einzeitiges Vorgehen die Gefahr, die neue Prothese in ein zumindest noch latent infektiöses Lager zu implantieren, woraus eine hohe Gefahr für Reinfektionen droht. Eine zweizeitige Vorgehensweise hingegen sollte bevorzugt werden, wenn dabei notwendige adäquate Rekonstruktionen von Weichteilstrukturen, insbesondere der Rotatorenmanschette und knöchernen Strukturen, vorgenommen werden müssen. Die zweizeitige Prothesenrevision gilt im Vergleich zur einzeitigen Vorgehensweise als sicherer, da eine klinische und laborchemische Ausheilung der Infektion abgewartet wird und erst im Anschluss daran die Spacerprothese durch die endgültige neue Prothese ersetzt wird [26].

Die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten periprothetischen Infektionen wurden größtenteils durch grampositive, koagulasenegative Staphylokokken (in zwei Fällen (50%) *Staphylococcus epidermidis* und in einem Fall (25%) *Staphylococcus hominis*) und Propionibakterien (in einem Fall (25%)) verursacht, welche laut Athwal et al., insbesondere bei Eingriffen an der Schulter mit Rotatorenmanschettenrekonstruktionen, ein häufiges Erregerspektrum darstellen [1]. Jacquot et al. beschreiben in einer Studie mit 32 Patienten über Infektionen von inversen Schulterendoprothesen ein ähnliches Keimspektrum: *Propionibacterium acnes* (59%), Coagulase-negative staphylococci (56%) und andere Erreger (9%) [26]. Auch Bonneville et al. [9] beschreiben bei Vorliegen einer periprothetischen Infektion ein überwiegend aus *Propionibacterium acnes* und *Staphylococcus epidermidis* bestehendes

Erregerspektrum ohne dabei konkrete Prozentangaben zu erwähnen. Insgesamt ähnelt das im Rahmen dieser Arbeit gefundene Keimspektrum dem in der Literatur beschriebenen typischen Keimspektrum periprothetischer Infektionen.

Da es sich bei den oben besprochenen Erregern um physiologisch vorkommende Keime der Hautflora handelt [10], ist auch eine iatrogen, intraoperativ verursachte Infektion nicht auszuschließen.

Die Wahl des Antibiotikums zur Anreicherung der Spacerprothese orientiert sich neben Vorerkrankungen und Unverträglichkeiten bzw. Allergien des Patienten insbesondere am Keimspektrum des positiven Erregernachweises [21]. Wie auch Rolf et al. beschreiben, ist bei einem positiven Keimnachweis von grampositiven, koagulasenegativen Bakterien neben Vancomycin eine zusätzliche Anreicherung der Spacerprothese mit Gentamicin indiziert [39].

Von den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Patienten mit periprothetischer Infektion wurden acht von neun Patienten aufgrund des destruierten Zustandes der Rotatorenmanschette auf eine inverse Totalendoprothese revidiert. Bei einem Patienten hat man sich aufgrund des guten Zustandes der Rotatorenmanschette und des Alters von 61 Jahren für die Implantation einer Hemiendoprothese entschieden. Entgegen der Empfehlung, eine inverse Schulterendoprothese erst ab einem Alter von 65 Jahren zu verbauen [39], wurde bei einem anderen Patienten wegen des schlechten Zustandes der Rotatorenmanschette in Folge der periprothetischen Infektion, trotz des Alters von 57 Jahren, eine solche inverse Schulterendoprothese implantiert. In fünf von neun Fällen (ca. 55,6%) war kein Erregernachweis möglich. Eine mögliche Ursache hierfür könnte eine Infektion mit Anaerobiern wie Propionibakterien sein, welche spezielle Nährmedien zum Wachstum benötigen und daher nur nach einer Inkubationszeit von mindestens 14 Tagen nachgewiesen werden können [39]. Weitere Ursachen für das Misslingen des Nachweises von Erregern könnte eine Unverträglichkeitsreaktion gegenüber der implantierten Primärprothese, eine vorherige antibiotische Behandlung des Patienten oder eine aseptische Infektion sein.

4.3 Fehlgeschlagene Frakturhemiendoprothesen

Bei den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Patienten mit fehlgeschlagener Frakturhemiprothese wurden alle Implantate auf eine inverse Totalendoprothese gewechselt. Der Constant Score konnte durchschnittlich von 26,9 Punkten präoperativ auf 52,6 Punkte postoperativ signifikant ($p= 0,004$) gesteigert werden. Der altersentsprechende Score erhöhte sich im Mittel von 38,4% präoperativ auf 75,3% postoperativ. Gohlke und Rolf untersuchten den „Wechsel fehlgeschlagener Frakturprothesen auf inverse Revisionsimplantate über den transhumeralen Zugang“. In dieser Studie erhöhte sich der altersentsprechende Score von 17,5% präoperativ auf 63% postoperativ [22]. Dieser Zugang beinhaltet eine Fenestrierung des Humerusschaftes mit anschließender Refixation der Metaphyse mittels Cerclagen. Allgemein bedeutet dieses Vorgehen aufgrund der Lokalisation eine erhöhte Gefahr für eine Verletzung des Nervus radialis mit entsprechenden möglichen postoperativen Ausfallserscheinungen gemäß einer Radialisparese, was die postoperativen Ergebnisse von Constant Score und altersentsprechendem Score verschlechtern kann [34]. Ferner kann die durch die Fenestrierung des Knochens erzeugte mögliche Instabilität des Humerus eine Verschlechterung des Constant Scores und des altersentsprechenden Scores zur Folge haben. Gohlke und Rolf beschrieben lediglich eine iatrogen bedingte postoperative Radialisläsion, welche sie als „komplett zurückgebildet“ werteten. Die durchschnittlich besseren Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sind somit vermutlich am ehesten darauf zurückzuführen, dass die Patienten der vorliegenden Arbeit nicht ausschließlich über den transhumeralen Zugang operiert werden mussten. Bei den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Patienten konnte auch die Beweglichkeit im Schultergelenk deutlich verbessert werden. Exemplarisch sei hier die aktive anteriore Elevation, welche durchschnittlich von $62,9^\circ$ präoperativ auf $115,0^\circ$ postoperativ signifikant ($p= 0,007$) gesteigert werden konnte und die aktive Innenrotation, deren Bewegungsausmaß im Mittel von $33,6^\circ$ präoperativ auf $65,0^\circ$ postoperativ, jedoch nicht signifikant ($p= 0,054$), erweitert werden konnte, genannt. Die oben

erwähnte Studie von Gohlke und Rolf mit 34 Patienten führte zu folgenden Ergebnissen: Sie dokumentieren im Mittel eine präoperative aktive anteriore Elevation von 48°, welche durch die Operation auf durchschnittlich 125° gesteigert werden konnte [22]. Die prä- und postoperativen Ergebnisse der aktiven Innenrotation werden im Paper von Gohlke und Rolf nicht exakt beziffert. Sie beschreiben die Ergebnisse mittels Lokalisation des Handrücken am Rücken. Laut dem Paper konnten alle Patienten präoperativ lediglich bis zum Sakrum innenrotieren. Postoperativ konnten fünf Patienten mit dem Handrücken den Lendenwirbelkörper 3 und zwei Patienten den Brustwirbelkörper 12 erreichen. Diese rein deskriptive Beschreibung der Ergebnisse der Innenrotation seitens Gohlke und Rolf erschwert einen Vergleich mit den Ergebnissen der Innenrotation der vorliegenden Arbeit, da diese mit Hilfe der Neutral-Null Methode quantitativ in Winkelgraden erfasst wurden.

Die im Vergleich zu den Ergebnissen der oben genannten Studie von Gohlke und Rolf durchschnittlich etwas schlechteren postoperativen Ergebnisse der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Patienten könnten unter anderem auf den relativ häufigen Verlust der Tuberkula (57,1%) der endoprothetisch versorgten Humeri dieser Patientengruppe zurückzuführen sein. Denn insbesondere bei der aktiven anterioren Elevation und der aktiven Innenrotation sind Muskeln, die ihren Ansatz an dem jeweiligen Tuberculum humeri haben, beteiligt.

In einer vergleichbaren Studie von Postacchini et al. wurde ebenfalls das funktionelle Outcome von Patienten, die nach fehlgeschlagener Frakturhemiprothese auf eine anatomische Totalendoprothese revidiert wurden, untersucht. Die Autoren beschreiben als Ergebnis eine durchschnittliche Verbesserung des Constant Scores von 38,7 Punkten präoperativ auf 50,6 Punkte postoperativ [37]. Somit ist das postoperative funktionelle Outcome der Patienten, quantifiziert durch 50,6 Punkten im Constant Score, vergleichbar mit den postoperativen Ergebnissen der Patienten der vorliegenden Arbeit. Diese erreichten im Constant Score, wie oben beschrieben, durchschnittlich 52,6 Punkte postoperativ. Der deutlich höhere präoperative Constant Score des

Patientenkollektivs von 16 Patienten von Postacchini et al. verglichen mit den präoperativen Werten im Constant Score der Patienten der vorliegenden Arbeit ist unter anderem auf die unterschiedlichen Voraussetzungen, die an das jeweilige Patientenkollektiv gestellt wurden, zurückzuführen. Postacchini et al. setzen zur Teilnahme an ihrer Studie eine anteriore Flexion von mindestens 60° präoperativ sowie eine weitestgehend intakte Rotatorenmanschette und keine sonderliche Schädigung der Tuberkula voraus. Diese Bedingungen wurden an die Patienten der vorliegenden Arbeit nicht gestellt. Diese funktionell bessere präoperative Ausgangssituation impliziert wohlmöglich einen höheren präoperativen Wert im Constant Score.

Wie in der Studie von Postacchini et al. konnte auch bei der Patientengruppe der vorliegenden Arbeit der Schmerz durch den Endoprothesenwechsel signifikant ($p= 0,001$) gelindert werden. Postacchini et al. beschreiben eine Linderung der Schmerzen quantifiziert im Constant Score durchschnittlich durch 6,5 Punkte präoperativ auf 8,7 Punkte postoperativ [37]. Bei den Patienten der vorliegenden Arbeit konnte der empfundene Schmerz im Mittel sogar von 7,7 Punkten präoperativ auf 13,6 Punkte postoperativ im Constant Score gelindert werden. Postacchini et al. geben die anteriore Flexion mit durchschnittlich 87,5° präoperativ und 93,1° postoperativ an [37]. Die gemessene Abduktion beläuft sich in der Studie von Postacchini et al. auf durchschnittlich 71,8° präoperativ und 80,0° postoperativ [37]. Bei den Patienten der vorliegenden Arbeit konnten größere Bewegungsausmaße gemessen werden. Die anteriore Flexion wurde mit durchschnittlich 62,9° präoperativ und 115,0° postoperativ ($p= 0,007$) und die aktive Abduktion im Mittel mit 56,4° präoperativ und 97,1° postoperativ ($p= 0,006$) dokumentiert.

Diese bei den Patienten der vorliegenden Arbeit besseren postoperativen Ergebnisse sind unerwartet, wenn man die Bedingungen zur Teilnahme an der Studie von Postacchini et al. berücksichtigt. Denn insbesondere eine vorausgesetzte weitestgehend intakte Rotatorenmanschette lässt bessere funktionelle Ergebnisse hinsichtlich der Bewegungsausmaße von anteriorer

Flexion und aktiver Abduktion erwarten. Eine Erklärung für die unterschiedlichen Ergebnisse können die unterschiedlich verwendeten Revisionsimplantate sein. Für die Evaluation der Bewegungsausmaße der Patienten der vorliegenden Arbeit eignet sich eine Studie von Levy et al. [32], in welcher die Autoren den Wechsel fehlgeschlagener Frakturhemiendoprothesen auf inverse Totalendoprothesen analysiert haben. Dabei wurden 29 Patienten mit einem follow-up von durchschnittlich 35 Monaten untersucht. Hierbei wurden Bewegungsausmaße hinsichtlich der anterioren Flexion von durchschnittlich 38,1° präoperativ auf 72,7° postoperativ sowie hinsichtlich der aktiven Abduktion von durchschnittlich 34,1° präoperativ auf 70,4° postoperativ dokumentiert [32]. Die im Vergleich zu den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit deutlich schlechteren postoperativen Bewegungsausmaße in der Studie von Levy et al. könnten unter anderem darauf zurückzuführen sein, dass alle an der Studie teilnehmenden Patienten unter glenoidalen Arthritiden oder Rotatorenmanschetteninsuffizienzen, welche insbesondere die anteriore Flexion und die aktive Abduktion beeinträchtigen, litten.

In der Studie von Postacchini et al. wurden die Patienten auf anatomische Totalendoprothesen revidiert, wohingegen bei den Patienten der vorliegenden Arbeit inverse Totalendoprothesen verwendet wurden. Aufgrund dieser unterschiedlichen Ergebnisse kann abhängig von der präoperativen Ausgangssituation vermutet werden, dass inverse Revisionsprothesen bessere Ergebnisse liefern als anatomische Revisionsprothesen. Postacchini et al. untersuchten auch die aktive Innenrotation der jeweiligen Patienten. Diese konnte deren Beobachtungen zufolge nicht signifikant verbessert werden. Dieses Ergebnis kann bei der Betrachtung der Messwerte der Patienten der vorliegenden Arbeit bestätigt werden, denn hier konnte die aktive Innenrotation zwar durchschnittlich von 33,6° auf 65,0° gesteigert werden, aber nicht signifikant ($p=0,054$) verbessert werden. Auch dieser Vergleich der Ergebnisse der beiden Studien fällt unerwartet aus, da die bei Postacchini et al. vorausgesetzte intakte Rotatorenmanschette, insbesondere des M. subscapularis, eine verbesserte postoperative Innenrotation hätte erwarten

lassen können. Doch auch hier können die oben beschriebenen zur Revision unterschiedlich verwendeten Totalendoprothesen die unterschiedlichen postoperativen Ergebnisse erklären. Die Betrachtung der jeweiligen postoperativen Ergebnisse der jeweiligen verwendeten Prothesentypen lässt vermuten, dass beim Misslingen von Hemiendoprothesen nach proximalen Humerusfrakturen eine Revision auf eine inverse Totalendoprothese die besseren funktionellen postoperativen Ergebnisse liefert und somit empfehlenswert zu sein scheint [37].

4.4 Funktionelle Ergebnisse des Wechsels einer Hemiendoprothese auf eine inverse Totalendoprothese

Im Rahmen dieser Arbeit wurde insbesondere der Wechsel von fehlgeschlagenen Hemiendoprothesen auf inverse Totalendoprothesen untersucht. Dabei war die Ursache, die zum funktionellen Misslingen der Hemiendoprothese geführt hatte, in diesem Zusammenhang unerheblich. Die Ergebnisse von Constant Score und altersentsprechendem Score zeigen im Vergleich zu den präoperativen Ausgangswerten postoperativ signifikante Verbesserungen. So konnte der Constant Score von durchschnittlich 28,3 Punkten präoperativ auf 55,2 Punkte postoperativ ($p < 0,0001$) und der altersentsprechende Score im Mittel von 39,1% präoperativ auf 76,5% postoperativ ($p < 0,0001$) signifikant gesteigert werden. Insbesondere die im Constant Score präoperativ angegebenen Schmerzen, beziffert durch durchschnittlich 6,6 Punkte in der Kategorie „Schmerz“, konnten durch die Operation signifikant ($p < 0,0001$) gelindert werden (im Mittel 13,5 Punkte postoperativ). Auch die Mobilität der Patienten konnte signifikant ($p < 0,0001$) verbessert werden. Exemplarisch sei an dieser Stelle die aktive anteriore Elevation, welche um ca. 46° von durchschnittlich $69,2^\circ$ präoperativ auf $115,3^\circ$ postoperativ signifikant ($p < 0,0001$) erweitert werden konnte, und die aktive Abduktion, mit einer signifikanten ($p < 0,0001$) Steigerung um ca. 42° von durchschnittlich $64,5^\circ$ präoperativ auf $106,6^\circ$ postoperativ, erwähnt.

Levy et al. [31] haben in ihrer Studie Patienten mit fehlgeschlagener Hemiendoprothese, die mittels inverser Totalendoprothese versorgt wurden, untersucht. In ihren Ergebnissen wird, ähnlich wie bei den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit hinsichtlich dieser Art von Prothesenwechsel, eine signifikante Verbesserung der Funktionalität im Schultergelenk dokumentiert. Insbesondere die von den Patienten geäußerten präoperativen Schmerzen konnten ebenso postoperativ signifikant gelindert werden. Des Weiteren konnte die anteriore Flexion durchschnittlich um ca. 27° von $49,7^\circ$ präoperativ auf $76,1^\circ$ postoperativ gesteigert werden. Auch die Bewegungsausmaße der aktiven Abduktion konnten im Mittel um ca. 35° von $42,2^\circ$ präoperativ auf $77,2^\circ$

postoperativ erweitert werden [31].

Die zwischen der vorliegenden Arbeit und der Studie von Levy et al. [31] divergierenden Ergebnisse hinsichtlich der operativ bedingten Veränderungen der Bewegungsausmaße von aktiver anteriorer Flexion und aktiver Abduktion beruhen vermutlich unter anderem darauf, dass in der Studie von Levy et al. die Indikationen zur Implantation der primären Hemiendoprothese sich ausschließlich aus glenohumeralen Arthritiden und Rotatorenmanschetteninsuffizienzen zusammensetzen. Diese beiden Diagnosen waren in der vorliegenden Arbeit, wie oben beschrieben, keine Selektionskriterien für die Teilnahme. Insbesondere die Voraussetzung der Rotatorenmanschetteninsuffizienz kann, wenn die Rotatorenmanschette intraoperativ nicht oder nicht vollständig rekonstruiert werden konnte, das postoperative funktionelle Outcome, beispielsweise in Form einer reduzierten aktiven Abduktion bei Insuffizienz des M. supraspinatus, verschlechtern.

4.5 Heterotope Ossifikation der inferioren glenoidalen Kapsel

Bei den untersuchten Patienten der vorliegenden Arbeit wurde in einer postoperativen radiologischen Kontrolle überraschenderweise bei neun von insgesamt 33 (ca. 27%) endoprothetisch revidierten Schultergelenken eine heterotope Ossifikation der inferioren glenoidalen Kapsel festgestellt. Ähnliche Beobachtungen haben auch Sperling et al. in einer Studie über heterotope Ossifikationen nach Implantation einer totalen Schulterendoprothese gemacht. In dieser Studie waren von 58 totalendoprothetisch versorgten Patienten 24,1% postoperativ von einer heterotopen Ossifikation, insbesondere der inferioren glenoidalen Kapsel, betroffen [43]. Boehm et al. bemerkten, dass insbesondere Patienten mit einer Rotatorenmanschetteninsuffizienz als Primärdiagnose und konsekutiver Implantation einer totalen Schulterendoprothese ein erhöhtes Risiko (36,4%) haben, eine heterotope Ossifikation zu entwickeln [6]. Bei den im Zuge dieser Arbeit untersuchten Patienten konnte bei acht von neun Patienten mit einer heterotopen Ossifikation der inferioren Kapsel eine vorangegangene Rotatorenmanschetteninsuffizienz festgestellt werden. Diese Beobachtung unterstützt die Ergebnisse von Boehm et al., dass eine bestehende Rotatorenmanschetteninsuffizienz in Kombination mit der Implantation einer totalen Schulterendoprothese die Entwicklung einer heterotopen Ossifikation, insbesondere der inferioren, glenoidalen Kapsel, begünstigen kann.

Von den neun Patienten der vorliegenden Arbeit mit heterotoper Ossifikation erhielten sechs Patienten postoperativ nicht-steroidale Antirheumatika (NSAR). Trotz Verabreichung dieser hinsichtlich einer heterotopen Ossifikation als allgemein angenommenen protektiv wirkenden Maßnahme [30], entwickelten sechs Patienten diese Komplikation. Somit konnte bei diesen sechs Patienten nicht der gewünschte protektive Effekt einer NSAR-Einnahme gezeigt werden. Ein Vergleich zum Patientenkollektiv von Sperling et al. hinsichtlich der postoperativen Einnahme von NSAR bleibt aus, da bei Sperling et al. die Einnahme von NSAR nicht überwacht und berücksichtigt wurde und somit ungeklärt bleibt, ob die entstandenen heterotopen Ossifikationen auf Mängel in

der prophylaktischen Medikation oder auf andere Faktoren zurückzuführen sind.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurden 33 Patienten nachuntersucht, die aus unterschiedlichen Gründen einen Wechsel der Schultertotalendoprothese erhielten. Dabei lässt sich für das Gesamtkollektiv resümieren, dass das postoperative Ergebnis relativ stark von der präoperativen Ausgangssituation, insbesondere dem Status der Rotatorenmanschette und der jeweiligen Indikation, die zum Schulterendoprothesenwechsel geführt hat, abhängt. Dennoch lässt sich festhalten, dass bis auf ein Patient alle Patienten postoperativ eine signifikant bessere Funktionalität im Schultergelenk haben als vor der Operation. Bei entsprechender Indikation mit Funktionseinschränkungen des Patienten ist ein Schulterendoprothesenwechsel durchaus empfehlenswert und resultiert in deutlich besseren Funktionen. Insbesondere die von den Patienten als hoher Leidensdruck angegebenen Schmerzen konnten im Durchschnitt unabhängig von der Indikation durch die Revision signifikant gelindert werden. Auch hinsichtlich der Aktivität der Patienten konnten im Mittel signifikante Verbesserungen im Hinblick auf die Bewältigung des Alltages verzeichnet werden. Dennoch bleibt postoperativ eine gewisse Funktionseinschränkung im Schultergelenk bestehen (im Mittel 14,2 Punkte postoperativ im Constant Score von 20 möglichen Punkten). Hinsichtlich der Mobilität kann eine signifikante Steigerung der Beweglichkeit im Schultergelenk in allen drei Bewegungsachsen beobachtet werden. Jedoch deuten die relativ großen Standardabweichungen auf individuell divergierende postoperative Ergebnisse hin. Den größten Benefit von der Revision hatten die Patienten im Durchschnitt hinsichtlich der aktiven Innenrotation. Bei der Kraft im revidierten Schultergelenk konnte zwar ebenso ein signifikanter Kraftzuwachs postoperativ gemessen werden, jedoch bleibt die Kraft mit einem postoperativen Maximum von 13,8 Pkt. (55,2% der möglichen Maximalpunktzahl) stark eingeschränkt. Interessanterweise lieferte eine Revision der nicht-dominanten Seite deutlich bessere Ergebnisse im Constant Score, altersentsprechenden Score und DASH Score als ein Endoprothesenwechsel an der dominanten Seite. Der nur

postoperativ erhobene DASH Score zeigt eine fortbestehende Funktionalitätsbeeinträchtigung, insbesondere bei Tätigkeiten über Kopf und bei Tätigkeiten, bei denen der Schürzengriff notwendig ist. Einfache alltägliche Aktivitäten hingegen wie Schreiben, ein Messer benutzen oder einen Schlüssel umdrehen bereiteten den allermeisten Patienten postoperativ keine Schwierigkeiten. Die Ergebnisse der radiologischen Kontrolle zeigten überraschenderweise bei 9 von 33 Patienten eine heterotope Ossifikation der inferioren, glenoidalen Kapsel. Trotz der temporären Gabe von NSAR, welchen hinsichtlich einer heterotopen Ossifikation protektive Eigenschaften zugesprochen werden [30], entwickelten sechs Patienten im weiteren Verlauf diese Komplikation. Bei Betrachtung der unterschiedlichen Wechselindikationen fiel auf, dass der größte Benefit durch den Endoprothesenwechsel, also den größten operativbedingten Zugewinn an Funktionalität im Schultergelenk quantifiziert durch den Constant Score, unter den fehlgeschlagenen Hemiendoprothesen verzeichnet werden konnte. Am wenigsten profitierten Patienten mit einer periprothetischen Fraktur als Indikation für den Endoprothesenwechsel. Jedoch ist hier die geringe Fallzahl von 3 Patienten mit einer geringeren statistischen Aussagekraft verbunden. Bei der Auswertung des DASH Scores fielen die Ergebnisse unter den unterschiedlichen Wechselindikationen ähnlich aus. Lediglich Patienten mit fehlgeschlagener Totalendoprothese hatten eine etwas schlechtere Punktzahl im DASH Score und somit postoperativ etwas größere Probleme bei der Bewältigung alltäglicher Aufgaben als Patienten mit den anderen Wechselindikationen.

6. Literaturverzeichnis

- [1] **Athwal GS**, Sperling JW, Rispoli DM, Cofield RH. Deep infection after rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg* 16:306-311, 2007
- [2] **Bankes MJ**, Crossman JE, Emery RJ. A standard method of shoulder strength measurement for the Constant Score with a spring balance. *J Shoulder Elbow Surg* Mar- Apr; 7:116-121, 1998
- [3] **Beekman PDA**, Katusic D, Berghs BM, Karelse A, De Wilde L. One-stage revision for patients with a chronically infected reverse total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Br* 92:817-822, 2010
- [4] **Boardman ND**, Cofield RH, Bengston KA, Little R, Jones MC, Rowland CM. Rehabilitation after total shoulder arthroplasty. *J Arthroplasty* 16:483-520, Jun 2001
- [5] **Boehm TD**, Wollmerstedt N, Doesch M, Handwerker M, Mehling E, Gohlke F. Entwicklung eines Fragebogens basierend auf dem Constant-Murely Score zur Selbst-evaluation der Schulterfunktion durch den Patienten. *Unfallchiru (Unfallchirurg)* 107: 397-402, 2004
- [6] **Boehm TD**, Wallace A, Neumann L. Heterotopic ossification after primary shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 14:6-10, 2005
- [7] **Boileau P**, Melis B, Duperron D, Moineau G, Rumian AP, Han Y. Revision surgery of reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 22:1359-1370, 2013
- [8] **Boileau P**. Complications and revision of reverse total shoulder arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.*;102(1 Suppl):33-43, Feb 2016
- [9] **Bonnevialle N**, Dazères F, Toulemonde J, Elia F, Laffosse JM, Mansat P. Periprosthetic shoulder infection: an overview. *EFORT Open Rev.* 27;2(4):104-109, Apr 2017
- [10] **Bühler M**, Engelhardt M, Schmidt HGK. Septische postoperative Komplikationen: Atlas für Unfallchirurgen und Orthopäden. Springer-Verlag 37, 2013
- [11] **Burkhead W. Z.** Rotator cuff disorders. Williams and Wilkins 393-398, 1996
- [12] **Constant CR**, Murley AH A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Rel Res* 214:160-164, 1987

- [13] **Constant CR**, Gerber C, Emery RJH, Søjberg JO, Gohlke F, Boileau P. A review of the Constant score: Modifications and guidelines for its use. *J Shoulder Elbow Surg* 17(2):355-61, 2008
- [14] **Coste JS**, Reig S, Trojani C, Berg M, Walch G, Boileau P. The management of infection in arthroplasty of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 86:65-69, 2004
- [15] **Costerton JW**, Stewart PS, Greenberg EP. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science* 284:1318-1322, 1999
- [16] **Deutsch A**, Abboud JA, Kelly J, Mody M, Norris T, Ramsey ML, et al. Clinical results of revision shoulder arthroplasty for glenoid component loosening. *J Shoulder Elbow Surg*, 16:706-716, 2007
- [17] **Gerber C**, Hersche O, Farron A. Isolated rupture of the subscapularis tendon. *J Bone Joint Surg* 78-A:1015-23, 1996
- [18] **Ghijssels S**, Stuyck J, Debeer P. Surgical treatment algorithm for infected shoulder arthroplasty: A retrospective analysis of 17 cases. *Acta Orthop. Belg.* 79:626-635, 2013
- [19] **Gohlke F**, Walch G, Boileau P, Mole D. Clinical and radiographic results of shoulder arthroplasty in rheumatoid arthritis, 2000 *Shoulder Prostheses... two to ten year follow-up.* Sauramps Medical 163- 170, 2001
- [20] **Gohlke F**, Hedtmann A. *Orthopädie und orthopädische Chirurgie Schulter.* Thieme 493-510, 2002
- [21] **Gohlke F**, Kirschner S. Infektionen des Schultergelenkes – What to do? In: Schmidt-Wiethoff R, Schneider T, Appell HJ (Hrsg) *Spezialgebiete aus der Schulter- und Ellenbogenchirurgie.* Steinkopff, Darmstadt 101-103, 2004
- [22] **Gohlke F**, Rolf O. Wechsel fehlgeschlagener Frakturprothesen auf inverse Revisionsimplantate über den transhumeralen Zugang. *Springer Medizin* 185-208, 2007
- [23] **Habermeyer P**, Magosch P, Lichtenberg S. *Classification and Scores of the Shoulder.* Springer Verlag 199- 222, 2006
- [24] **Habermeyer P** et al.. *Schulterchirurgie.* Urban & Fischer 4.Auflage 646-766, 2010
- [25] **Heers G**, Torchia ME. Schulterhemiarthroplastik bei proximalen Humerusfrakturen. *Orthopädie* 30:386-394, 2001

- [26] **Jacquot A**, Sirveaux F, Roche O, Favard L, Clavert P, Molé D. Surgical management of the infected reversed shoulder arthroplasty: a French multicenter study of reoperation in 32 patients. *J Shoulder Elbow Surg.* 24(11):1713-22, Nov 2015
- [27] **Jerosch J**, Heisel J. *Schulterendoprothetik: Indikation, Implantate, OP-Technik, Nachbehandlung, Begutachtung.* Springer-Verlag 78, 2002
- [28] **Kelly JD**, Zhao JX, Hobgood ER, Norris TR. Clinical results of revision shoulder arthroplasty using the reverse prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 21(11):1516-25, 2012 Nov
- [29] **Krukemeyer MG**, Möllenhoff G. *Endoprothetik: Ein Leitfaden für den Praktiker.* Walter de Gruyter 79f, 2012
- [30] **Krukemeyer MG**, Möllenhoff G. *Endoprothetik: Ein Leitfaden für den Praktiker,,* Walter de Gruyter-Verlag 94,-?116, 2013
- [31] **Levy JC**, Virani N, Pupello D, Frankle M. Use of the reverse shoulder prosthesis for the treatment of failed hemiarthroplasty in patients with glenohumeral arthritis and rotator cuff deficiency. *J Bone Joint Surg Br.* 89(2):189-195, Feb 2007
- [32] **Levy JC**, Frankle M, Mighell M, Pupello D. The use of the reverse shoulder prosthesis for the treatment of failed hemiarthroplasty for proximal humeral fracture. *J Bone Joint Surg Am* 89:292-300, 2007
- [33] **Lillkrona U**. How should we use the Constant Score - a commentary. *J Shoulder Elbow Surg* 17(2):362-363, 2008
- [34] **Loew M**. *AE-Manual der Endoprothetik.* Springer-Verlag 127, 2009
- [35] **Macaulay AA**, BS, Greiwe RM, MD, Bigliani LU, MD. Rotator Cuff Deficient Arthritis of the Glenohumeral Joint. *Clin Orthop Surg.* 2(4):196–202, 2010 Dec
- [36] **Moseley HF**. Examination of the shoulder. In: Moseley HF (ed.) *Shoulder lesions.* Hober P. New York, p.p.22-30, 1972
- [37] **Postacchini R**, Castagna A, Borroni M, Cinotti G, Postacchini F, Gumina S. Total shoulder arthroplasty for the treatment of failed hemiarthroplasty in patients with fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 21(11):1542-9, 2012 Nov
- [38] **Peters KM**, König DP. *Fortbildung Osteologie 2.* Springer Science & Business Media 85, 2008

[39] **Rolf O**, Stehle J, Gohlke F. Behandlung von Schultergelenkinfektionen und peri- prothetischen Schulterinfekten. Orthopäde © Springer Medizin Verlag 700-707, 2007

[40] **Sajadi KR**, Kwon YW, Zuckerman JD. Revision shoulder arthroplasty: an analysis of indications and outcomes. J Shoulder Elbow Surg, 19:308-313, 2010

[41] **Schmidt-Wiethoff R**, Schneider T, Appell H.-J. Spezialgebiete aus der Schulter- und Ellenbogenchirurgie. Steinkopff Verlag Darmstadt 65-75, 2004

[42] **Sirveaux F**, Favard L, Oudet D, Huguet D, Lautman S. Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive and non repairable cuff rupture, 2000 Shoulder Prostheses... two to ten year follow-up. Walch G, Boileau P, Mole D. Sauramps Medical 247- 252, 2001

[43] **Sperling JW**, Cofield RH, Rowland CM. Heterotopic ossification after total shoulder arthroplasty. J Arthroplasty 15:179-82, 2000

[44] **Suttorp N**, Mielke M, Kiehl W, Stück W. Infektionskrankheiten: verstehen, erkennen, behandeln. Thieme 441, 2004

[45] **Thomas M**, Dieball O, Busse M. Normalwerte der Schulterkraft in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht Z. Orthop 141:160-170, 2003

[46] **Trampuz A**, Osmon DR, Hanssen AD et al. Molecular and antibiofilm approaches to prosthetic joint infection. Clin Orthop 414:69–88, 2003

[47] **Verhelst L**, Stuyck J, Bellemans J, Debeer P. Resection arthroplasty of the shoulder as a salvage procedure for deep shoulder infection : does the use of a cement spacer improve outcome ? J Shoulder Elbow Surg 20:1-10, 2011

[48] **Wallace WA**. Joint replacement in the shoulder & elbow. Butterworth-Heinemann 6-17, 1998

[49] **Wirth CJ**, Mutschler WE, Bischoff HP. Komplikationen in Orthopädie und Unfallchirurgie: vermeiden - erkennen - behandeln. Georg Thieme Verlag, 2009

Weitere Hilfsmittel:

[50] Paper: Disability of the Arm, Shoulder and Hand. INSTITUTE FOR WORK & HEALTH, 2006

7. Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Exemplarische, radiologische Darstellung einer Schulterhemiendoprothese.
Quelle: Datenbank des Franziskus Hospital Harderberg
- Abb. 2:** Exemplarische, radiologische Darstellung einer anatomischen Schultertotalendoprothese.
Quelle: Datenbank des Franziskus Hospital Harderberg
- Abb. 3:** Exemplarische, radiologische Darstellung einer inversen totalen Schulterendoprothese.
Quelle: Datenbank des Franziskus Hospital Harderberg
- Abb. 4:** Schematische Darstellung des Rocking-Horse-Phänomens nach Implantation einer anatomischen Schultertotalendoprothese
Quelle: Barret WP, Franklin JL, Jackins SE, Wyss CR, Matsen FA. Total shoulder arthroplasty. J Bone Joint Surg 69-A:865-872, 1987
- Abb. 5:** Schematische Darstellung der Stadien 1-4 des inferioren notching nach Implantation einer inversen Schultertotalendoprothese
Quelle: Macaulay AA, Greiwe RM, Bigliani LU. Rotator Cuff Deficient Arthritis of the Glenohumeral Joint, Clinics in Orthopedic Surgery 2010 2:199, 2010

8. Anhang

1. Disability of Arm and Shoulder Score (DASH Score)

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

THE
DASH

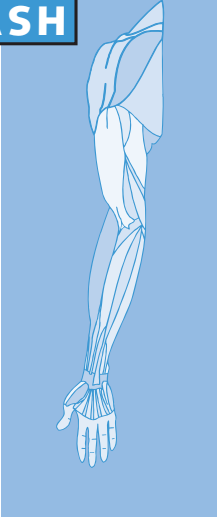
ANLEITUNG

Dieser Fragebogen beschäftigt sich sowohl mit Ihren Beschwerden als auch mit Ihren Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten auszuführen.

Bitte beantworten Sie alle Fragen gemäß Ihrem Zustand in der vergangenen Woche, indem Sie einfach die entsprechende Zahl ankreuzen.

Wenn Sie in der vergangenen Woche keine Gelegenheit gehabt haben, eine der unten aufgeführten Tätigkeiten durchzuführen, so wählen Sie die Antwort aus, die Ihrer Meinung nach am ehesten zutreffen würde.

Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder welcher Hand Sie diese Tätigkeiten ausüben. Antworten Sie Ihrer Fähigkeit entsprechend, ungeachtet, wie Sie die Aufgaben durchführen konnten.



DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, wie Sie folgende Tätigkeiten in der vergangenen Woche durchgeführt haben, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.

	Keine Schweregrad	Geringe Schweregrad	Mäßige Schweregrad	Erhebliche Schweregrad	Nicht möglich
1. Ein neu- oder feuchtschüssiges Glas öffnen	1	2	3	4	5
2. Schreiben	1	2	3	4	5
3. Einen Schlüssel umbrechen	1	2	3	4	5
4. Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
5. Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
6. Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf die Regel stellen	1	2	3	4	5
7. Schwere Haushalts- (z. B. Wäsche abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
8. Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
9. Betten machen	1	2	3	4	5
10. Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
11. Einen schweren Gegenstand tragen (über Kopf)	1	2	3	4	5
12. Eine Gardine über ihrem Kopf auswecheln	1	2	3	4	5
13. Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
14. Ihre Hände waschen	1	2	3	4	5
15. Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
16. Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
17. Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stocken werfen)	1	2	3	4	5
18. Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z. B. Golf, Hockey, Tennis, usw.)	1	2	3	4	5
19. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z. B. Badminton, Fechten)	1	2	3	4	5
20. Mit Fortbewegungsmitteln zurecht kommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)	1	2	3	4	5
21. Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

22. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Woche beeinträchtigt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Ziemlich eingeschränkt	Sehr eingeschränkt
1	2	3	4	5

23. Wären Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht eingeschränkt	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Sehr eingeschränkt	Nicht möglich
1	2	3	4	5

Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Symptome während der letzten Woche ein. (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Keine	Leichte	Mäßige	Starke	Sehr starke	
24. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
25. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	1	2	3	4	5
26. Krabbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
27. Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
28. Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5

29. Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Keine Schlafstörungen	Geringe Schlafstörungen	Mäßige Schlafstörungen	Erhebliche Schlafstörungen	Nicht möglich
1	2	3	4	5

30. Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann. (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung noch Ablehnung	Stimme zu	Stimme sehr zu
1	2	3	4	5

DASH Wert für Behinderung/Symptome = $\frac{\text{Summe der n Antwortpunkte}}{n} \times 25$, wobei n der Anzahl der beantworteten Fragen entspricht

Vürden mehr als 3 Fragen nicht beantwortet, so darf ein DASH Wert nicht berechnet werden.

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

ARBEITS- UND BERUFS-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf Ihre Arbeit, (einschließlich Hausarbeit, falls dies Ihre Hauptbeschäftigung ist). Bitte geben Sie Ihren Arbeits/Beruf hier an:

Ich bin nicht berufstätig (Sie können diesen Bereich auslassen).

Ich bin berufstätig (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt. Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten?

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise zu arbeiten?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihre übliche Arbeit zu erledigen?	1	2	3	4	5
3. So gut zu arbeiten wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit Ihrer Arbeit zu verbringen?	1	2	3	4	5







SPORT- UND MUSIK-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf das Spielen Ihres Musikinstrumentes oder auf der Ausübung Ihres Sports oder auf beides. Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausüben (oder beides), so beantworten Sie bitte die Fragen in Bezug auf das Instrument oder die Sportart, die für Sie am wichtigsten ist. Bitte geben Sie dieses Instrument bzw. diese Sportart hier an:

Ich treibe keinen Sport oder spiele kein Instrument (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt. Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten?

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
3. So gut Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstrumentes oder mit Sporttreiben zu verbringen?	1	2	3	4	5

Quelle: http://www.dash.iwh.on.ca/sites/dash/public/translations/DASH_German_2012.pdf, zuletzt geöffnet: 10.12.2017

2. Vollständige Ergebnisse der Befragung gemäß DASH Score

	keine Schwierigkeiten		geringe Schwierigkeiten		mäßige Schwierigkeiten		erhebliche Schwierigkeiten		nicht möglich		N
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
alltägliche Aktivitäten											
festverschlossenes Glas öffnen	12	36,4	8	24,2	9	27,3	2	6,1	2	6,1	33,0
Schreiben	23	69,7	6	18,2	4	12,1	0	0,0	0	0,0	33,0
Schlüssel umdrehen	31	93,9	2	6,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	33,0
Mahlzeit zubereiten	26	78,8	6	18,2	1	3,0	0	0,0	0	0,0	33,0
schwere Tür aufstoßen	12	36,4	13	39,4	6	18,2	2	6,1	0	0,0	33,0
Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	16	48,5	10	30,3	3	9,1	3	9,1	1	3,0	33,0
schwere Hausarbeit	9	27,3	10	30,3	8	24,2	6	18,2	0	0,0	33,0
Garten-/Hofarbeit	5	15,2	11	33,3	6	18,2	9	27,3	2	6,1	33,0
Betten machen	14	42,4	10	30,3	8	24,2	1	3,0	0	0,0	33,0
Einkaufstasche tragen	19	57,6	12	36,4	1	3,0	0	0,0	1	3,0	33,0
schweren Gegenstand tragen (> 5 kg)	10	30,3	10	30,3	8	24,2	4	12,1	1	3,0	33,0
Glühbirne über dem Kopf auswechseln	14	42,4	7	21,2	6	18,2	3	9,1	3	9,1	33,0
Haare waschen	13	39,4	7	21,2	8	24,2	4	12,1	1	3,0	33,0
Rücken waschen	3	9,1	8	24,2	13	39,4	7	21,2	2	6,1	33,0
Pullover anziehen	14	42,4	17	51,5	2	6,1	0	0,0	0	0,0	33,0
Messer benutzen zum Schneiden	24	72,7	6	18,2	3	9,1	0	0,0	0	0,0	33,0
Freizeitaktivitäten mit geringer Anstrengung (z.B. Karten spielen)	23	69,7	6	18,2	4	12,1	0	0,0	0	0,0	33,0
Freizeitaktivitäten mit mäßiger Belastung des Arms (Golf, Hämmern etc.)	11	33,3	13	39,4	7	21,2	2	6,1	0	0,0	33,0
Freizeitaktivitäten mit starker Belastung des Arms (Badminton, Frisbee etc.)	2	6,1	12	36,4	11	33,3	7	21,2	1	3,0	33,0
mit Fortbewegungsmitteln zurecht kommen	13	39,4	14	42,4	6	18,2	0	0,0	0	0,0	33,0
Beeinträchtigung der normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunde, Nachbarn bedingt durch Schulter-, Arm- oder Handprobleme	11	33,3	16	48,5	2	6,1	4	12,1	0	0,0	33,0
Einschränkung bei der Arbeit oder alltäglichen Aktivitäten durch Schulter-, Arm- oder Handprobleme	14	42,4	14	42,4	2	6,1	3	9,1	0	0,0	33,0
Schlafstörungen bedingt durch Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich	18	54,5	11	33,3	2	6,1	2	6,1	0	0,0	33,0

	keine		leichte		mäßige		starke		sehr starke		N
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	20	60,6	9	27,3	4	12,1	0	0,0	0	0	33
Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	14	42,4	7	21,2	11	33,3	1	3,0	0	0	33
Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	19	57,6	10	30,3	3	9,1	1	3,0	0	0	33
Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	15	45,5	13	39,4	3	9,1	2	6,1	0	0	33
Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	26	78,8	4	12,1	3	9,1	0	0,0	0	0	33

	stimme überhaupt nicht zu		stimme nicht zu		weder Zustimmung noch Ablehnung		stimme zu		stimme sehr zu		N
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
Weniger Selbstvertrauen oder geringeres Gefühl der Nützlichkeit durch Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich	17	51,5	6	18,2	3	9,1	6	18,2	1	3,0	33

3. Constant Score

Name:

Operierte Seite:

A – Schmerzen (/15)

- 1 – Haben Sie Schmerzen bei normalen täglichen Aktivitäten?
(keine = 15 Punkte, leichte = 10 Punkte, mittel starke = 5 Punkte, starke = 0 Punkte)
- 2 – In einer Skala von 15 (keine Schmerzen) bis 0 (stärkste Schmerzen),
wie würden Sie die Schmerzen ihrer Schulter bewerten?
- Schmerz = (1+2) / 2** { }

B – Aktivität (/20)

- 1 – Schränkt ihre Schulter Sie im täglichen Leben oder im Beruf ein?
(nein = 4 Punkte, starke Einschränkungen = 0 Punkte)
Beruf:
- 2 – Schränkt ihre Schulter Sie bei sportlicher Betätigung ein?
(nein = 4 Punkte, starke Einschränkungen = 0 Punkte)
Sportart:
- 3 – Schränkt ihre Schulter Sie beim Schlafen ein?
(nein = 2 Punkte, starke Einschränkungen = 0 Punkte)
- 4 – Auf welcher Höhe können Sie ihren Arm sinnvoll gebrauchen?
(Gürtel = 2 Pkt, Xiphoid = 4 Pkt, Hals = 6 Pkt, Scheitel = 8 pkt, über Kopf = 10 Pkt)
- Aktivität = 1+2+3+4** { }

C – Beweglichkeit aktiv (/40)

- 1 – Flexion: 0-30 (0 Pkt); 31-60 (2 Pkt); 61-90 (4 Pkt); 91-120 (6 Pkt);
121-150 (8 Pkt); 150 (10 Pkt)
- 2 – Abduktion: 0-30 (0 Pkt); 31-60 (2 Pkt); 61-90 (4 Pkt); 91-120 (6 Pkt);
121-150 (8 Pkt); 150 (10 Pkt)
- 3 – Außenrotation: Hand hinter den Kopf, Ellbogen vorne (2 Pkt);
Hand hinter den Kopf, Ellbogen nach hinten (4Pkt); Hand auf dem Kopf, Ellbogen vorne
(6Pkt); Hand auf dem Kopf, Ellbogen nach hinten (8Pkt);
Volle Elevation vom Kopf aus (10 Pkt)
- 4 – Innenrotation: Handrücken auf: Po (2 Pkt); Sacrum (4 Pkt); L3 (6 Pkt);
TH12 (8 Pkt); TH7-TH8 (10 Pkt)
- Beweglichkeit aktiv = 1+2+3+4** { }

D.-.Kraft (/25)

Durchschnitt in Kg re.:

Durchschnitt in Kg li.:

Kraft operierte Seite = Kg x 2 { }

Rechtshänder:

Linkshänder:

Alter:

A+B+C+D =

Berechneter Gesamtwert =

Durchschnittswerte =

Quelle: Universitätsbibliothek Julius-Maximilians-Universität Würzburg;

Autor: A. Hann von Weyhern

urn:nbn:de:bvb:20-opus-11373

[https://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/opus4-wuerzburg/frontdoor/deliver/index/](https://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/opus4-wuerzburg/frontdoor/deliver/index/docId/1006/file/Andreas_Hann_von_Weyhern_Ergebnisse_der_Schulterendoprothetik.PDF)

[docId/1006/file/Andreas_Hann_von_Weyhern_Ergebnisse_der_Schulterendoprothetik.PDF](https://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/opus4-wuerzburg/frontdoor/deliver/index/docId/1006/file/Andreas_Hann_von_Weyhern_Ergebnisse_der_Schulterendoprothetik.PDF).

S. 80, zuletzt geöffnet 10.12.2017 (modifiziert)

4. Tabelle zur Umrechnung des Constant Score in den altersadaptierten Score

ADJUSTED CONSTANT SCORE TABLE				
AGE	MEN		WOMEN	
	Average values	SD	Average values	SD
21-30	98	4,2	97	4,7
31-40	98	3,4	90	4,1
41-50	92	3,6	80	3,8
51-60	90	3,1	73	2,8
61-70	83	4,2	70	4,0
71-80	75	3,6	69	3,9
81-90	66	3,1	64	2,9
91-100	56	4,3	52	5,1

Quelle: Universitätsbibliothek Julius-Maximilians-Universität Würzburg;

Autor: A. Hann von Weyhern

urn:nbn:de:bvb:20-opus-11373

https://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/opus4-wuerzburg/frontdoor/deliver/index/docId/1006/file/Andreas_Hann_von_Weyhern_Ergebnisse_der_Schulterendoprothetik.PDF.

S. 81, zuletzt geöffnet 10.12.2017

Danksagung

Herzlich möchte ich Herrn Prof. Dr. med. M. Rudert für die Überlassung dieses überaus interessanten Themas danken.

Ein besonderes Dankeschön möchte ich Herrn Priv. Doz. Dr. med. O. Rolf, Chefarzt der Orthopädie am Franziskus Hospital Harderberg, für die überaus gute, geduldige und hilfsbereite Betreuung während der gesamten Zeit der Ausarbeitung dieser Dissertation aussprechen.

Nicht zuletzt bedanke ich mich bei meiner Familie und Freundin, die sich auch in schwierigen Phasen der Anfertigung dieser Dissertation mir gegenüber geduldig, verständnisvoll und aufmunternd zeigten.

Curriculum vitae

Vor-/ Zuname: Henning Brandebusemeyer
Geburtsdatum: 03.08.1992
Geburtsort: Georgsmarienhütte
Staatsangehörigkeit: deutsch

Schul-/ Universitätsausbildung:

1998-2002: Grundschule St. Martin
2002-2011: Gymnasium Oesede
Abschluss: Abitur 2011
2011-2017: Studium der Humanmedizin an der
Medizinischen Hochschule Hannover
(MHH)
23.11.2017 Erteilung der Approbation

Praktische Erfahrungen:

Juli 2011: Krankenpflegepraktikum am
Franziskus-Hospital Harderberg
September 2012, April 2013 Krankenpflegepraktikum an der
HELIOS Klinik Lengerich
2013- 2015 Famulaturen im Rahmen des
Medizinstudiums in den Bereichen
Orthopädie/ Unfallchirurgie,
Kardiologie und Allgemeinmedizin
November 2016- Oktober 2017 Praktisches Jahr (PJ) im Rahmen des
Medizinstudiums am Tauernklinikum
Zell am See, Österreich und im
Marienhospital Osnabrück

Seit 01.12.2017

Assistenzarzt in der Abteilung
Unfallchirurgie des Marienhospitals
Osnabrück

Datum, Unterschrift