

Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik  
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
an der Universität Tübingen

**Ergebnisse nach inverser Schulterendoprothesen-  
Implantation: Unterschiede zwischen posttraumatischer  
und degenerativer Cuff-Arthropathie**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen**

**vorgelegt von**

**Koegel, Marc Andre**

**2023**

Dekan: Professor Dr. B. Pichler

1. Berichterstatter: Professor Dr. A. Ateschrang

2. Berichterstatter: Professor Dr. med. A. Nieß

Tag der Disputation: 09.01.2023

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Anatomie des Schultergelenkes.....	1
1.2 Rotatorenmanschetten-Läsionen.....	3
1.3 Rotatorenmanschetten-Defektarthropathie.....	6
1.4 Proximale Humerusfraktur.....	7
1.5 Inverse Schulterendoprothese.....	7
1.5.1 Prognose.....	10
1.5.2 Komplikation.....	11
1.6 Fragestellung und Zielsetzung.....	12
<b>2. Material und Methoden</b> .....	<b>13</b>
2.1 Patientenkollektiv.....	13
2.2 Indikationen für den Gelenkersatz.....	14
2.3 Datenerhebung.....	16
2.3.1 Fragebogen.....	17
2.3.2 SPR-Fragebogen.....	27
2.3.3 DASH-Score-Fragebogen.....	28
2.4 Datenanalyse.....	29
<b>3. Ergebnisse</b> .....	<b>31</b>
3.1 Allgemeine Anmerkung zur Auswertung.....	31
3.2 Auswertung des Patientenalters und der Prothesen-Standzeit.....	32
3.3 Auswertung der subjektiven Patientenzufriedenheit.....	33
3.4 Auswertung der Beweglichkeit nach Neutral-Null-Methode.....	35
3.5 Auswertung des Constant Shoulder Scores.....	44
3.6 Auswertung des DASH-Scores.....	52

3.7 Auswertung der Komplikationen .....	54
3.8 Radiologische Auswertungen .....	58
3.8.1 Auswertung der Rotatorenmanschetten-Defekte nach Hamada .....	58
3.8.2 Auswertung der Glenoiderosionen nach Sirveaux.....	60
3.8.3 Auswertung der Frakturtypen nach Boileau .....	62
3.8.4 Auswertung des scapulären Notchings nach Sirveaux.....	64
<b>4. Diskussion .....</b>	<b>67</b>
4.7 Schlussfolgerung aus dieser Arbeit .....	78
<b>5. Zusammenfassung.....</b>	<b>79</b>
<b>6. Anhang.....</b>	<b>81</b>
6.1 Fragebogen .....	81
6.2 SPR-Fragebogen .....	84
6.3 DASH Score-Fragebogen.....	85
6.4 Datenmatrix für die subjektive Patientenzufriedenheit.....	87
6.5 Datenmatrix für die aktive und passive Beweglichkeit.....	88
6.5 Datenmatrix für den Constant Shoulder Score .....	92
6.6 Datenmatrix für den DASH-Score .....	95
6.7 Datenmatrix für die Komplikationen.....	97
<b>7. Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>100</b>
<b>8. Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>103</b>
<b>9. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>105</b>
<b>10. Erklärung zum Eigenanteil.....</b>	<b>109</b>
<b>11. Danksagung.....</b>	<b>110</b>

## Abkürzungsverzeichnis

In dieser Arbeit wurden, die in der nachfolgenden Tabelle genannten Abkürzungen verwendet.

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
Abb.	Abbildung
Abd.	Abduktion
Ante.	Anteversio
Aro	Außenrotation
bzw.	beziehungsweise
CSS	Constant Shoulder Score
DASH	disabilities of the arm, shoulder and hand
deg. Gr.	Degenerative Gruppe
ggf.	gegebenenfalls
Iro	Innenrotation
RA	rheumatoide Arthritis
RDA	Rotatorenmanschetten-Defektarthropathie
RM	Rotatorenmanschette
RMD	Rotatorenmanschetten-Defekt
SPR	Schulter-Endoprothesen-Register (bundesweit online)
Tab.	Tabelle
TEP	Totalendoprothese
tr. Gr.	posttraumatische Gruppe
v.a.	vor allem



## **1. Einleitung**

Die ungestörte Funktion des Schultergelenkes ist nicht nur für Sportler, sondern für jedes Individuum zur Bewältigung des Alltags unabdingbar. Vor allem Überkopftätigkeiten belasten das Schultergelenk stark und erfordern eine volle Funktionsfähigkeit. Die Funktion des Schultergelenks kann aufgrund des komplexen Aufbaus und der Koordination der einzelnen muskulären Strukturen bereits durch geringgradige Pathologien relevant beeinträchtigt werden. In den nachfolgenden Abschnitten sollen daher zunächst der normale anatomische Aufbau des Schultergelenks und die daraus resultierenden häufigsten Problemkonstellationen beschrieben werden, um darauf aufbauend auf die Fragestellung dieser Studie einzugehen.

### **1.1 Anatomie des Schultergelenkes**

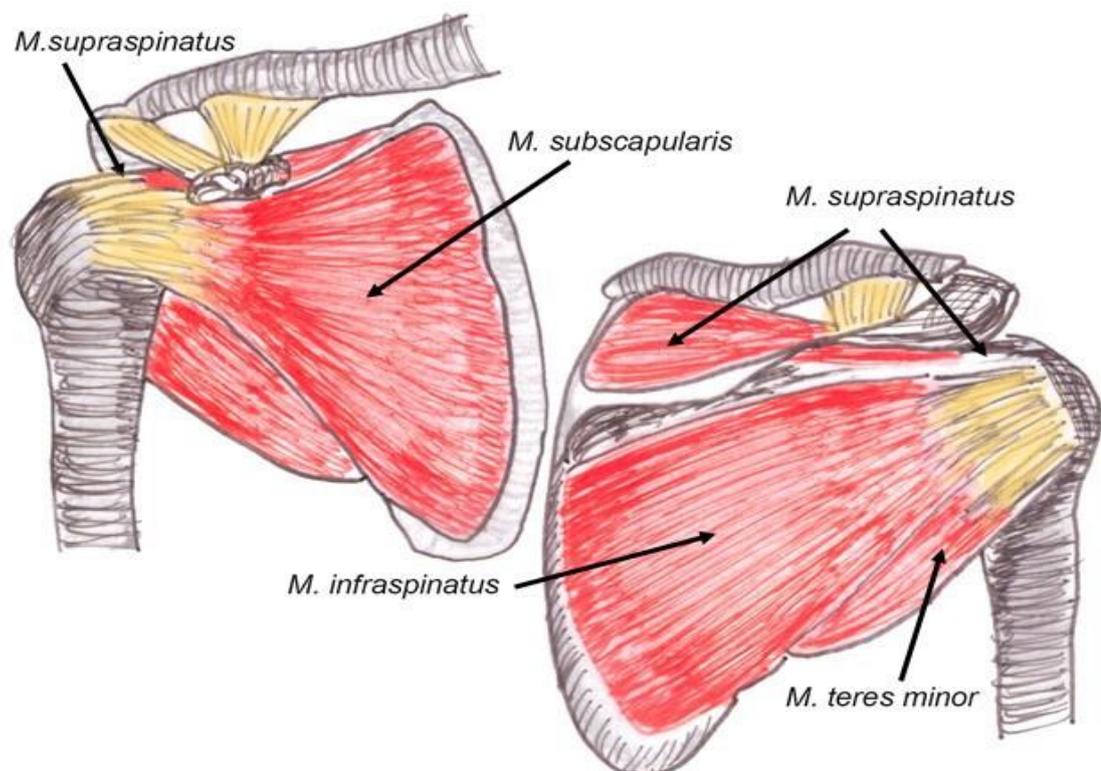
Die Entwicklung des aufrechten Ganges stellte einen entscheidenden Punkt der menschlichen Evolution dar. Indem die Arme und Hände nicht mehr zum Zweck der Fortbewegung eingesetzt werden mussten, standen diese für andere Tätigkeiten zur Verfügung und konnten neue Aufgaben übernehmen.

So wurde nach Aumüller *et al.* (2017) „mit der Entwicklung der Hand zum Greiforgan der Bewegungsspielraum der Hand stark erweitert, u.a. um manuelle Tätigkeiten unter Kontrolle der Augen durchführen zu können“. So entwickelten sich im Zuge der menschlichen Entwicklungsgeschichte mehrere Gelenkverbindungen der Schulter, die zum Schultergürtel zusammengefasst werden. Dabei übernehmen vor allem das *Articulatio glenohumeralis* und das *scapulothorakale* Gleitlager herausragende Funktionen der Schulterbeweglichkeit.

Schiebler *et al.* (1999) beschreiben für die Gelenkfläche des *Caput humeri* einen Krümmungsradius von 2,5 cm, wobei besagte Gelenkfläche in der Gelenkpfanne, der *Cavitas glenoidalis*, im Verhältnis 4:1 artikuliert. Darüber hinaus lässt sich für die Gelenkfläche der *Cavitas glenoidalis* eine ventrale Verkippung um 30° zur Sagittalebene feststellen. Ferner zeigt sich eine dorsale Rotation der Achse des *Caput humeri* zur Epikondylenachse hin, die als *Retroversion* bezeichnet wird (Aumüller *et al.*, 2017).

Um ein größtmögliches Bewegungsausmaß zu generieren, liegt am Schultergelenk eine besondere Anatomie vor. So handelt es sich einerseits bei diesem Gelenk im Gegensatz zum beispielsweise formschlüssig knöchern geführten Hüftgelenk um ein kraftschlüssiges Gelenk. Andererseits stellt sich die glenoidale Gelenkfläche im Verhältnis zum Oberarmkopf zu klein dar und umfasst ihn nicht vollständig. Hierdurch muss das Schultergelenk durch die Rotatorenmanschette muskulär geführt und stabilisiert werden mit dem Resultat eines große Bewegungsumfangs bei gleichzeitig geringer passiver Stabilität (Aumüller *et al.*, 2017). Zur Rotatorenmanschette gehören die nachfolgenden Muskeln und dazugehörigen Sehne (siehe **Abbildung1**):

- M. subscapularis (SSC)
- M. supraspinatus (SSP)
- M. infraspinatus (ISP)
- M. teres minor (TM)



**Abbildung1: Muskulatur der Rotatorenmanschette des menschlichen Schultergürtels**

Hinsichtlich der Gelenkstabilität lassen sich nach Reuther (2006) so genannte passive und statische Stabilisatoren differenzieren: Zu den statischen Stabilisatoren gehören das Labrum, die Ligamente und die Gelenkkapsel. Die dynamischen Stabilisatoren umfassen die Rotatorenmanschette, den M. deltoideus und den M. biceps brachii. Aus biomechanischer Sicht besitzt die Rotatorenmanschette zwei Hauptzüge, welche von ventral und dorsal an das Caput humeri ziehen, einen Bogen um den Humeruskopf bilden und ihn in die glenoidalen Gelenkpfanne zentrieren (Löhr *et al.* 2007). Durch diesen Muskelzug und die leicht umschließende Formgebung des Labrums kommt es zu einem leichten intraartikulären Vakuum mit einer zusätzlich stabilisierenden Wirkung (Reuther, 2006).

Die Rotatorenmanschette zentriert den Oberarmkopf in der glenoidalen Pfanne, damit der M. deltoideus seine volle Abduktionskraft entfalten kann.

Ist die Funktion einzelner oder mehrerer Muskeln der Rotatorenmanschette gestört, treten charakteristische Defizite auf. Diese funktionellen Defizite werden in Verbindung mit ihren zugehörigen Muskeln und den klinischen Funktionstests in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt.

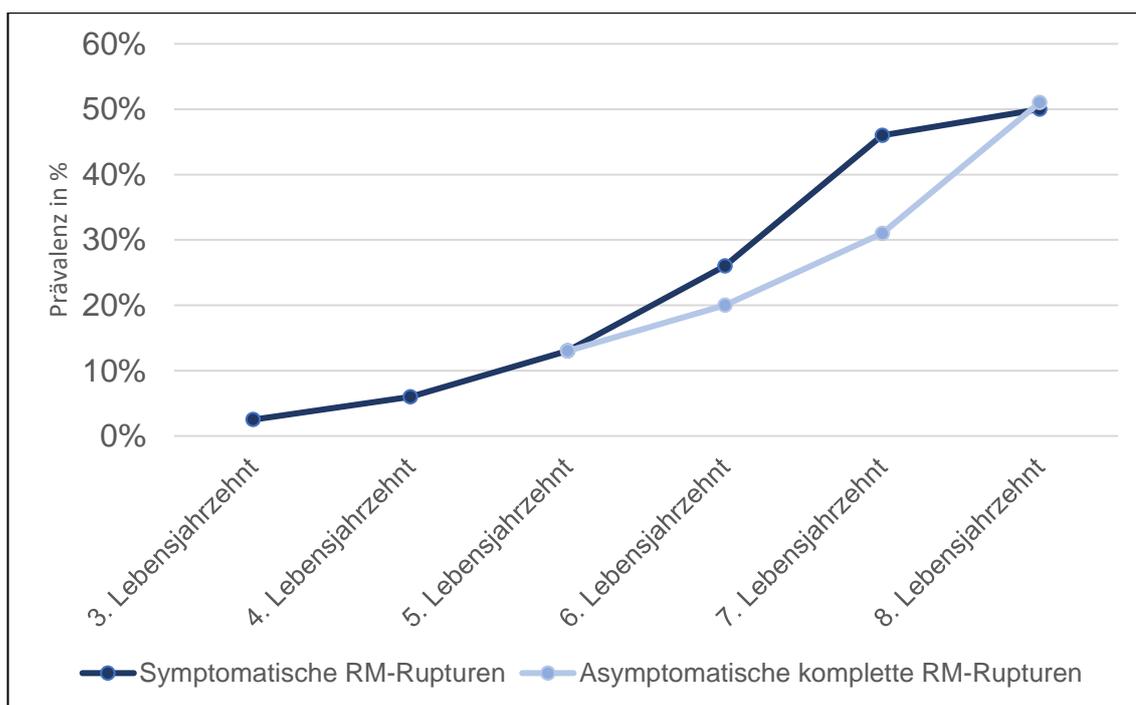
Muskel	Funktion	Defizit	Klinische Funktionstests
SSC	Innenrotator	geschwächte Innenrotation	Lift-off-Test, Belly-Press-Test, 0°-Innen-Rotationstest gegen Widerstand
ISP / TM	Außenrotator	geschwächte Außenrotation	Hornblower-Zeichen, 0°-Außen-Rotationstest gegen Widerstand, ARO-Lag-Zeichen
SSP	Abduktor	geschwächte Abduktion	Test nach Jobe und Patte

**Tabelle 1: Muskeln der Rotatorenmanschette des menschlichen Schultergürtels**

## 1.2 Rotatorenmanschetten-Läsionen

In der S2e-Leitlinie zur Rotatorenmanschette unter der Federführung von Brunner *et al.* (2017) kommt der RM-Läsionen eine sozioökonomische Relevanz durch ihre Häufigkeit zu. Diesbezüglich ergeben sich für die symptomatische Rotatorenmanschetten-Ruptur Prävalenzen von ca. 20-35%, wobei diese mit zunehmendem Alter auf bis zu 50% im 8.

Lebensjahrzehnt ansteigen (Brunner *et al.*, 2017). Analog zeigen sich für die asymptomatischen Rotatorenmanschetten-Rupturen altersabhängig ansteigende Prävalenzen von bis zu 51% im 8. Lebensjahrzehnt, wobei die allgemeine Prävalenz 16-23% beträgt (Brunner *et al.*, 2017). Der Abbildung 2 stellt die in Brunner *et al.* angegebenen Prävalenzen graphisch dar.



**Abbildung 2: Prävalenzen symptomatischer RM-Rupturen und asymptomatischer komplette RM-Rupturen (Daten aus Brunner *et al.*, 2017)**

Die Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion soll dabei unterschiedlichen Zielen dienen. Einerseits soll die Funktion des Schultergelenkes bestmöglich wiederhergestellt und andererseits soll eine Reduktion der Schmerzen bzw. bestenfalls Schmerzfreiheit erreicht werden. Darüber hinaus soll durch die operative Rekonstruktion der RM ein Progress der RM-Läsion und die daraus möglicherweise resultierende sekundäre Arthrose, die auch als RM-Defektarthropathie oder auch als Cuff-Arthropathie bezeichnet wird, verhindert werden.

Die Prognose sowie die Auswahl der Operationstechnik für die RM-Rekonstruktion hängen dabei von unterschiedlichen Faktoren ab. Hinsichtlich des Zeitpunktes einer operativen Versorgung sollte diese nach Bassett *et al.* (1983) und Mukovozov *et al.* (2013) bei frischen, traumatischen Läsionen und bei erheblichen funktionellen Ausfällen

binnen drei Wochen erfolgen, um das bestmögliche Ergebnis zu erzielen und um eine Muskelatrophie, Muskelverfettung sowie Muskelretraktion vorzubeugen.

Die Erfolgsaussichten für die chronischen großen Rotatorenmanschetten-Defekte werden durch folgende Faktoren bestimmt, wobei Hedtmann (2010) die folgenden Aspekte unterscheidet:

- Ausmaß der Atrophie bzw. Ausmaß der fettigen Degeneration
- Beteiligung des Musculus subscapularis
- Akromiohumeraler Abstand
- Anteil und Anzahl der betroffenen Sehnen
- Kraft der Außenrotation
- Unterscheidung von Partial- oder Totalruptur

Mansat *et al.* (1997) fassten in ihrer Literaturübersicht, bestehend aus 40 Publikationen insgesamt 2948 Patienten mit offen operierter Rotatorenmanschetten-Ruptur zusammen und fanden eine Re-Rate von bis zu 6,1%. Nach Hein *et al.* (2015) zeigen sich nach arthroskopischen Rekonstruktionstechniken der Rotatorenmanschetten je nach Verfahren eine größenunabhängige, gemittelte Rezidiv-Rate von 21-26%, wobei unter Berücksichtigung der Defektgröße teilweise Versagerquoten von bis zu 78% resultierten.

Wenn die Chancen auf eine deutliche Optimierung der Funktion durch eine RM-Rekonstruktion nicht vorhanden sind, sollte auf die operative Versorgung einer RM-Läsion verzichtet werden (Hedtmann, 2010). In diesen Fällen sollte sich das operative Vorgehen ausschließlich auf ein Débridement und Bizepssehnen-Tenotomie beschränken, wobei gegebenenfalls erweiterte alternative Verfahren in geeigneten Fällen erwogen werden könnten. So könnte ein Sehnentransfer des M. latissimus dorsi oder des M. pectoralis major geprüft werden, wobei jedoch solchen Eingriffen die Partial-Rekonstruktion zur Wiederherstellung des Force-Couples (nach Burkhard) der Vorzug gegeben werden sollte. Das biomechanische Prinzip ist dabei die Wiederherstellung einer Minimal-Funktion der RM mit hierdurch verbesserter Biomechanik und Beschwerdereduktion. In diesem Zusammenhang sollte das Superior-Caspule-Repair (SCR) als eine letzte gelenkerhaltende Option erwähnt werden, wobei die Erfahrungen

noch begrenzt sind und diese Möglichkeit noch kontrovers diskutiert wird (Mihata et al. 2013).

Falls solche Optionen nicht möglich oder erfolgversprechend sind, bleibt nur die Implantation einer inversen Schulterprothese.

### 1.3 Rotatorenmanschetten-Defektarthropathie

1983 wurde erstmalig von Neer *et al.* (1983) der Begriff der RM-Defektarthropathie geprägt. Die Pathogenese einer RM-Läsion kann sowohl extrinsische als auch intrinsische Faktoren, wie altersabhängige vermehrte mukoide Degeneration, Hydroxyapatit-Mikrokalzifikationen und Verfettung einzelner Sehnen-Anteile beinhalten (Löhr *et al.*, 2007), wobei immer noch Ursache und Wirkung in der Definition des primären und sekundären Impingements nicht abschließend geklärt wurden. Bei einer chronisch bestehenden RM-Läsion kommt es zu einem Hochstand des Humeruskopfes mit Dezentrierung, welche einen wesentlichen morphologischen Aspekt der Cuffarthropathie beinhaltet. Das kranialisierte Drehzentrum führt dauerhaft zu einer Acetabularisierung mit Knorpelabrieb, welche im weiteren Verlauf zu einer zunehmend schmerzhaften Arthrose und häufig auch zu einer Pseudoparalyse (Neer *et al.*, 1983) führen kann. In der Abbildung 3 können beispielhaft letztgenannte Befunde deutlich gesehen werden.



Abbildung 3: Röntgenbild einer Rotatorenmanschetten-Defektarthropathie im anterior-posterior-Strahlengang

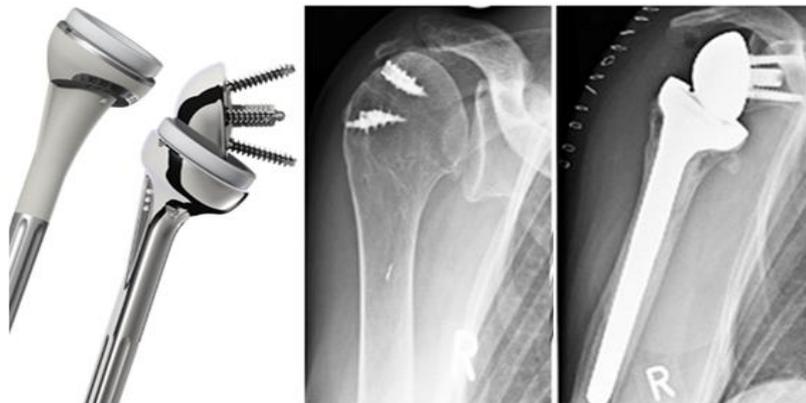
## 1.4 Proximale Humerusfraktur

Oberarmfrakturen werden nach ihrer Lokalisation in proximale, distale und diaphysäre Frakturen unterteilt. Dabei stellt der Sturz auf den Arm den häufigsten Verletzungsmechanismus dar (Dürig *et al.*, 2007).

Geringgradig dislozierte Frakturen können konservativ mit einer kurzfristigen Ruhigstellung und nachfolgender krankengymnastischer Mobilisation behandelt werden (Lefevre-Colau *et al.*, 2007). Dislozierte und mehrfragmentäre Frakturen werden in Abhängigkeit von Alter und der nativ-radiologischen Beurteilung kopferhaltend versorgt. Ist das damit verbundene Behandlungsergebnis für den Patienten nicht akzeptabel, so kann sekundär eine anatomische oder inverse Schulterendoprothese implantiert werden. Bei über 70-jährigen Patienten kann eine primäre Frakturoendoprothese erwogen werden, wobei sowohl anatomische als auch inverse Schulterendoprothesen in Abhängigkeit der Funktion und der Intaktheit der Rotatorenmanschette möglich sind (Lill *et al.*, 2006).

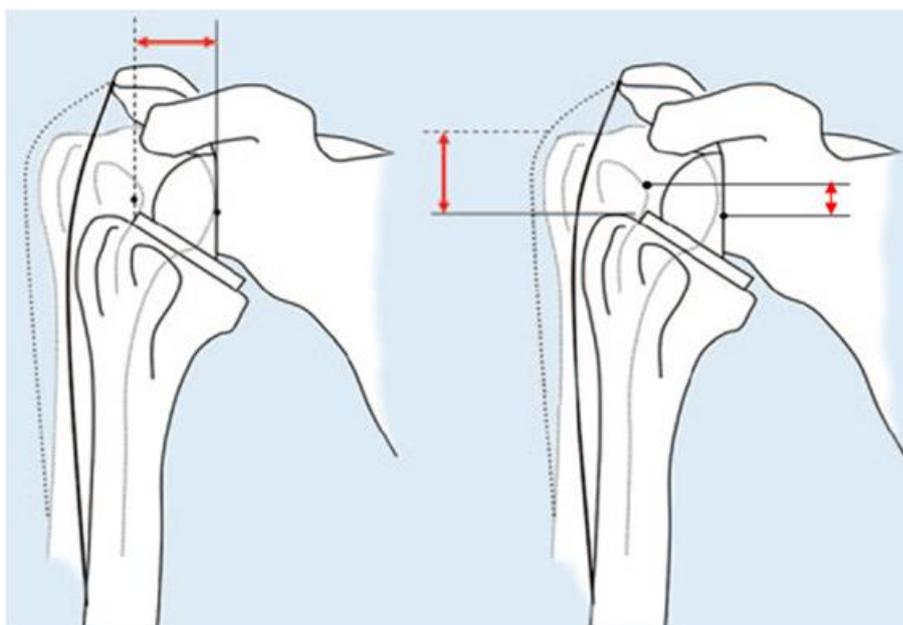
## 1.5 Inverse Schulterendoprothese

Die inverse Schulterendoprothese, auch als inverse Schulter-TEP bezeichnet, wurde 1986 in Dijon durch Paul Grammont entwickelt (Flatow *et al.*, 2011). Hierbei wird die Pfannen-Komponente am Humerusschaft und die als Glenosphäre bezeichnete Kopf-Komponente im Scapula-Hals implantiert, wodurch die ursprünglich anatomischen Positionen von Kopf und Pfanne getauscht werden (siehe Abbildung 4).



**Abbildung 4:** Links Inverse Schulterendoprothese, in der Mitte ein präoperatives Röntgenbild im anterior-posterior-Strahlengang und rechts ein postoperatives Röntgenbild im anterior-posterior-Strahlengang

Die theoretische Grundlage zur Entwicklung der inversen Schulter-TEP beruht auf einem positiven Effekt auf die dadurch geänderte Biomechanik des Schultergelenks. So wird biomechanisch das Rotationszentrum des Oberarmkopfes medialisiert und das Drehzentrum kaudalisiert (Habermeyer *et al.*, 1999), was zu einer Verlängerung des Hebelarms des M. deltoideus führt. Diese biomechanischen Veränderungen wurden wie in der nachfolgenden **Abbildung 5** dargestellt ausführlich auch von Nyfeller (2014) beschrieben.



**Abbildung 5: Biomechanik der inversen Schulterendoprothese**

Zusätzlich wird der deltoideale Kraftvektor in eine zentripetale Richtung auf das Zentrum der Glenosphäre umgekehrt, so dass ein glenohumeraler Kraftschluss möglich wird (Habermeyer *et al.*, 1999). Neben der Eliminierung der Omarthrose-bedingten Schmerzsymptomatik ermöglicht die inverse Schulterendoprothese daher die bestmögliche Wiederherstellung der aktiven Funktion bei zuvor bestehenden RM-Defektarthropathie.

Zu Beginn der Verwendung inverser Schulterendoprothesen war die Indikation auf die Behandlung von Rotatorenmanschetten-Defektarthropathien, mit RDA abgekürzt, begrenzt. Mit zunehmender Erfahrung und aufgrund der guten Ergebnisse kam es jedoch zu einer Indikationserweiterung (Walch *et al.*, 2012). Deshalb wird die inverse Schulter-

TEP aktuell nicht nur im Rahmen der RDA, sondern oder auch vor allem bei posttraumatischen Arthrosen mit Dysfunktion der RM eingesetzt (Walch *et al.*, 2012). Darüber hinaus können inverse Prothesensysteme auch als primäre Frakturendoprothesen bei komplexen Frakturen des älteren Patienten, sowie als Revisionsprothesen nach Versagen anatomischer Prothesen oder bei Patienten mit rheumatoider Arthritis verwendet werden (Nyfeller, 2014). Nach Walch *et al.* (2012) stellt die Behandlung primärer arthrotischer knöcherner Glenoiddefekte begleitend von einem bikonkaven Glenoid und posteriorer Dezentrierung bei älteren Patienten um die achte Lebensdekade ebenfalls eine mögliche Indikation für eine inverse Schulterendoprothese dar.

In den Anfängen der inversen Schulterendoprothetik zeigten sich als wichtige Komplikationen schnelle und häufige Lockerung der Prothesen, hier vor allem der Basisplatte (Brunner *et al.*, 2013). Durch Modifikationen wie die Verwendung einer größeren Glenosphäre ohne Hals in Kombination mit dem Einsatz kleinerer, humeraler Pfannen und eines Schafthalswinkels von  $155^\circ$  konnten die Frühlockerungen signifikant vermindert werden (Brunner *et al.*, 2013).

Die Implantation der inversen Schulterendoprothese erfolgt heutzutage hauptsächlich über den deltoideopectoralen Zugang, wobei von einigen Schulterchirurgen der antero-superiore oder der antero-laterale Delta-Split-Zugang bei guter passiver Beweglichkeit des Schultergelenkes bevorzugt verwendet wird (Holschen *et al.*, 2014). Im Anschluss an die Darstellung des Schultergelenkes über die zuvor genannten Zugangstechniken erfolgt nach Resektion des Humeruskopfes ein Abfräsen subchondraler Sklerosezonen des Glenoids, wobei ein zentral in die Cavitas glenoidale eingebrachter Führungsdraht die korrekte Abtragung der Knorpelfläche gewährleistet. Im weiteren operativen Verlauf wird die Basisplatte eher im inferioren Teil der Pfannenfläche und folglich auch des Scapula-Halses verschraubt, wobei nun zahlreiche unterschiedlich geformte und sich in der Größe unterscheidende Glenosphären an der Basisplatte angebracht werden. Die variablen Glenosphären ermöglichen damit auch bei suboptimal implantierter Basisplatte die Feinjustierung der Biomechanik, um insbesondere das inferiore Notching am Scapula-Hals zu verhindern. Über humerale Probe-Schäfte können anschließend die

Beweglichkeit und die Stabilität geprüft und gegebenenfalls notwendige Korrekturen vorgenommen werden. Im Anschluss erfolgt dann die Entfernung des Protheschaftes und die Implantation der Originalkomponenten. Wie von Holschen *et al.* (2014) berichtet, sollte ein kraniales Aufklappen der Prothesen-Komponente bei adduziertem Arm unbedingt vor endgültiger Komponenten-Implantation geprüft und bei positivem Befund behoben werden.

### 1.5.1 Prognose

Nach Guery *et al.* (2006) wird die 10 Jahres-Prothesen-Standzeit mit 91% angegeben, hier zeigt sich jedoch ein schlechter Constant Score mit Werten von unter 30 Punkten (Holschen *et al.*, 2014). Dabei resultierte relativ spät – nach 6 Jahren für 12% der untersuchten Patienten und nach 10 Jahren bei 42% des Untersuchungskollektivs – eine deutliche Verschlechterung der klinischen Funktion mit einem Constant Score von unter 30 Punkten. Darüber hinaus zeigte sich in besagter Studie bei Revisions-Eingriffen oder bei Vorliegen einer rheumatoiden Arthritis als Nebendiagnose eine 20%ige Lockerungs-Rate nach drei Jahren, die zumeist auf Fehlpositionierung oder Infektionen zurückzuführen war. In der Gruppe der Patienten mit einer RDA als Indikation zur Schulterendoprothesen-Implantation gab es den Effekt der frühen Lockerung nach Guery *et al.* (2006) nicht.

Weiterhin zeigten Favard *et al.* (2011) in ihren Arbeiten einer Überlebensrate von 89% nach 7 Jahren, wobei jedoch in den Untersuchungen bei fast allen Patienten Lysesäume vorhanden und ein inferiorer scapuläres Notching nachweisbar waren. Brunner *et al.* (2013) zeigten diesbezüglich einen Constant Shoulder Score von über 30 Punkten für mehr als 72% des untersuchten Patientenkollektivs.

In den Arbeiten um Sirveaux *et al.* (2004) kamen die Autoren nach 97 Monaten Followup-Zeitraum zu einer kumulativen Wahrscheinlichkeit von 95,1% (Konfidenzintervall 92-97%) dafür, dass keine Revision notwendig wurde. Dabei lag die Überlebenswahrscheinlichkeit (Revision oder Implantatversagen) nach 5 Jahren bei 91,3%, nach 7 Jahren bei 74,6% und nach 8 Jahren bei 29,8% (Brunner *et al.*, 2013).

### 1.5.2 Komplikation

In dem systematischen Review von Zumstein *et al.* (2011) wurden anhand einer Auswertung von 84 Artikeln typische Komplikationen nach Implantation einer inversen Schulterendoprothese identifiziert. Die nachfolgende Tabelle 2 gibt diese Komplikationen inklusive der Komplikations-Rate an.

Mögliche Komplikation	Rate
Inferiores scapuläres Notching	35,4%
Instabilität / Luxation	4,7%
Infektionen	3,8%
Versagen der Basisplatte	3,5%
Hämatome	2,6%
Intraoperative Humerusfrakturen	2,0%
Intraoperative Glenoidfrakturen	0,9%
Postoperative Acromion- und Scapula-Frakturen	1,5%
Postoperative Humerusfrakturen	1,3%
Nerven-Läsionen	1,2%

**Tabelle 2: Mögliche Komplikationen während und nach Implantation einer inversen Schulterendoprothese**

## 1.6 Fragestellung und Zielsetzung

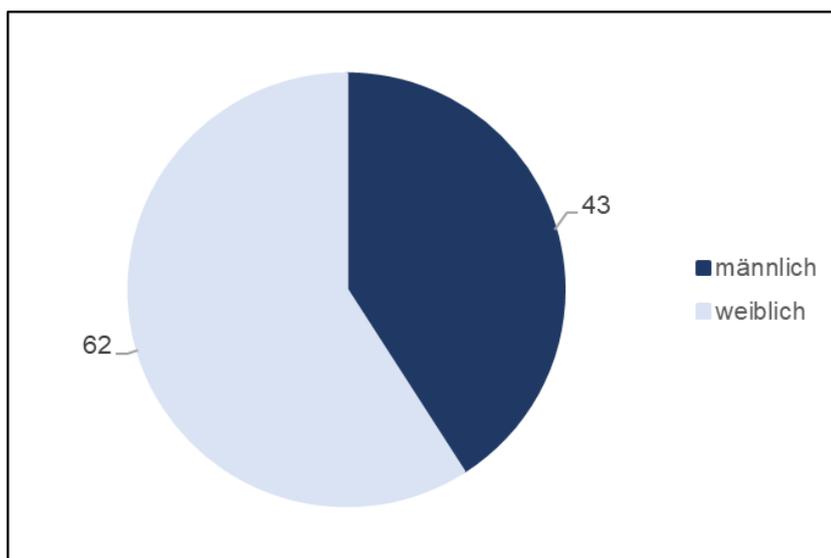
Die vorliegende Arbeit soll die Hypothese prüfen inwieweit schlechtere postoperative Ergebnisse bei posttraumatischen Zuständen zu erwarten sind gegenüber der klassischen degenerativen RM-Defektarthropathie.

Zur Objektivierung des Gruppenvergleiches wurden einerseits der subjektive und objektive Constant Shoulder Score und andererseits der subjektive DASH-Score verwendet. Neben der klinischen Erfassung erfolgte auch die Analyse der radiologischen Ergebnisse nach Schulter-TEP-Implantation, wobei neben der Endoprothesen-Lockerung das scapuläre Notching und mögliche Pfannenerosionen erfasst wurden.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Patientenkollektiv

Im Rahmen dieser Studie wurden in der BG Klinik Tübingen und in der Sportklinik Stuttgart im Zeitraum vom 26.09.2006 bis 12.12.2012 insgesamt 173 Patienten identifiziert (83 Patientin in der BG Klinik Tübingen, 90 Patienten in der Sportklinik Stuttgart), die mittels einer inversen Schulterendoprothese operativ versorgt wurden. Dabei lag das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Auswertung bei 74 Jahren (49-89 Jahre), wobei sich die in Abbildung 5 graphisch dargestellte Geschlechtsverteilung mit 43 (41%) Männern und 62 (59%) Frauen ergab.



**Abbildung 5: Geschlechtsverteilung im untersuchten Patientenkollektiv**

Vom gesamten Patientenkollektiv mit 173 Patienten konnten 68 Personen, entspricht 39% des Gesamtkollektivs, nicht nachuntersucht werden. Umgekehrt ergibt sich eine Nachuntersuchungsrate von 61% (105 von 173 Patienten). Die Gründe, die zur fehlenden Nachuntersuchung führten, sind in der nachfolgenden Abbildung 6 graphisch dargestellt.

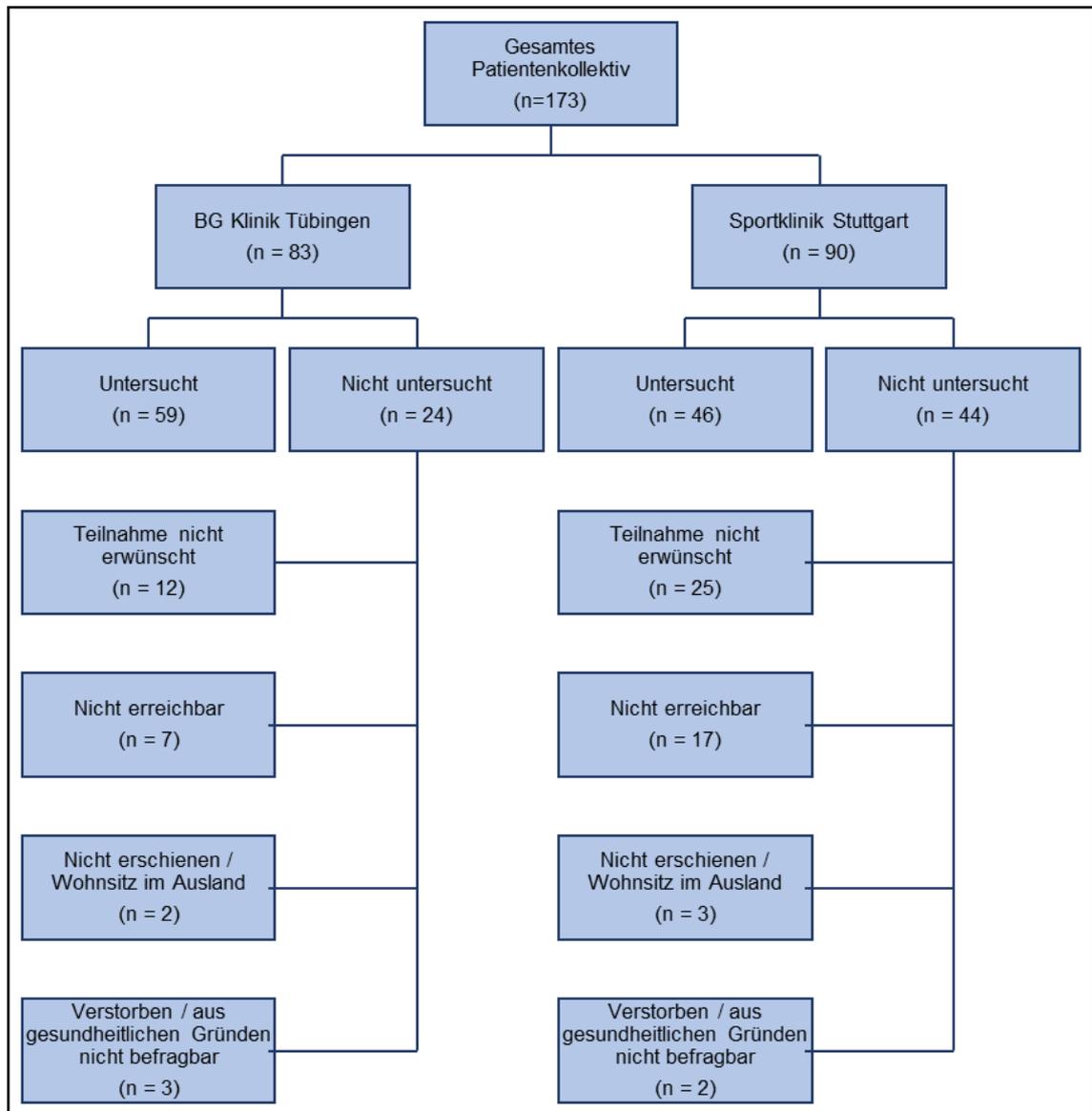
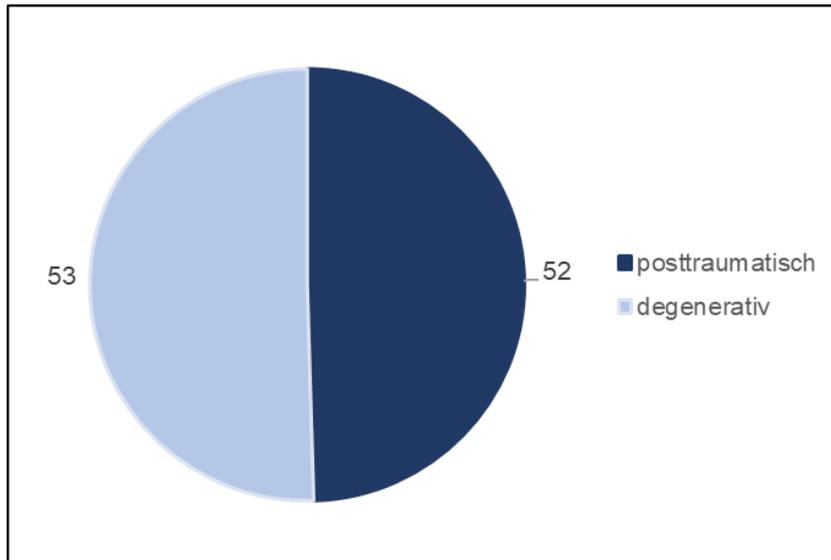


Abbildung 6: Zusammensetzung des untersuchten Patientenkollektivs

### 2.2 Indikationen für den Gelenkersatz

Während bei 52 von 105 untersuchten Patienten aufgrund der Folgen eines Traumas bzw. einer Fraktur die inversen Schulter-TEP-Implantation erfolgte, wurde besagte endoprothetische Versorgung bei 53 Patienten aufgrund degenerativer Veränderung der RM im Sinne einer Rotatorenmanschetten-Defektarthropathie (RDA) notwendig. Die nachfolgende Abbildung 7 stellt diese Verteilung graphisch dar.

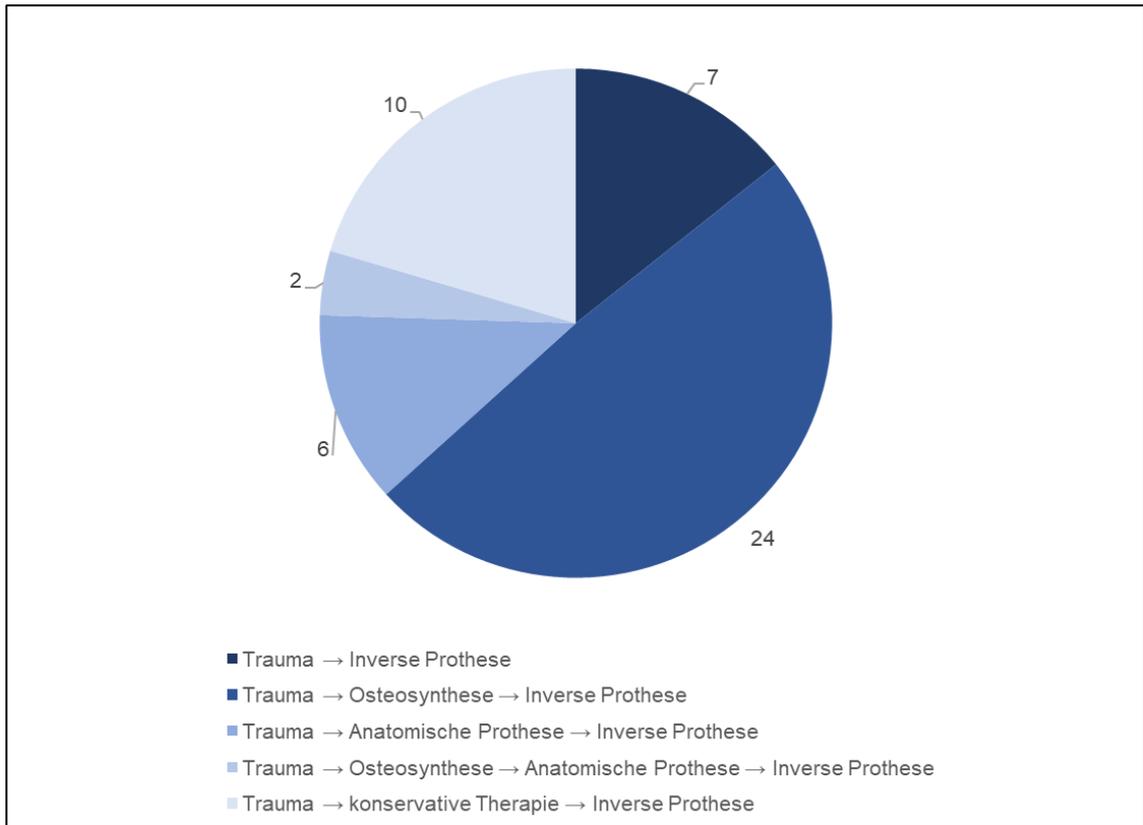


**Abbildung 7: Einteilung der Indikation zur inversen Schulterendoprothesen-Implantation in die degenerative Gruppe und die posttraumatische Gruppe**

Während die Patientengruppe mit degenerativer Indikation zur Implantation einer inversen Schulterendoprothese nicht weiter unterteilt werden kann, ist für das Kollektiv der Patienten mit posttraumatischer Genese der inversen Schulter-TEP eine Subgruppierung möglich. Tabelle 3 listet die Einteilung in die Gruppen und Subgruppen auf, wobei die genaue Verteilung innerhalb der traumatischen Gruppe in der Abbildung 8 graphisch dargestellt ist.

Gruppe	Subgruppe
<b>Degenerative Gruppe</b>	
<b>Posttraumatische Gruppe</b>	Trauma → Inverse Prothese
	Trauma → Plattenosteosynthese → Inverse Prothese
	Trauma → Plattenosteosynthese → Anatomische Prothese → Inverse Prothese
	Trauma → Anatomische Prothese → Inverse Prothese
	Trauma → Konservative Therapie → Inverse Prothese

**Tabelle 3: Gruppierung und Subgruppierung des untersuchten Patientenkollektivs**



**Abbildung 8: Verteilung der Patienten der posttraumatischen Gruppe in die posttraumatischen Subgruppen**

### 2.3 Datenerhebung

Zur Datenerhebung wurden die vorhandenen Patientenakten und die vorliegende Röntgendiagnostik verwendet. Dabei erfolgte mittels der digital vorliegenden Akten bzw. über die digitalen Archive die Erfassung des Alters, des Geschlechts, der OP-Indikation und des OP-Zeitpunktes sowie die Registrierung etwaiger Komplikationen intra- oder postoperativ.

Weiterhin erfolgte eine klinische Nachuntersuchung, die neben der Erfassung mehrerer Fragebögen auch eine körperliche Untersuchung beinhaltete.

Um eine Verfälschung im Sinne eines „lost to follow up Bias“ zu minimieren, erfolgte eine stichprobenartige telefonische Befragung von Patienten, die keine Teilnahme an der vorliegenden Studie wünschten. Insgesamt wurden dabei 29 Patienten aus beiden Kliniken telefonisch befragt.

In dieser Arbeit wurden zum Zwecke der Datenerhebung einerseits ein eigens entworfener Fragebogen, der den so genannte Constant Shoulder Score enthielt, verwandt und andererseits der SPR-Fragebogen und ein Fragebogen zur Generierung des DASH-Score. Dabei gehen die nachfolgenden Unterkapitel ausführlich auf die genannten Fragebogen, ihre Konzeption und Verwendung ein.

### 2.3.1 Fragebogen

Zur Analyse der Schulterfunktion und Beweglichkeit wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Fragebogen konzipiert, welcher aus Gründen der Übersichtlichkeit im Anhang unter 6.1 Fragebogen zu finden ist. Zentraler Bestandteil des Fragebogens ist der Constant-Score, bei dem insgesamt 4 Kategorien (Schmerz, Beweglichkeit, Aktivitäten des täglichen Lebens, Kraft) abgefragt werden. Hierbei kann man maximal 100 Punkte erreichen.

Der subjektive Parameter Schmerz generiert eine Maximalpunktzahl von 15 Punkten und erfasst, wie in der **Tabelle** dargestellt eine vierstufige Unterteilung des Schmerzgeschehens.

Schmerzen	Punkte
Starke Schmerzen	0
Milde Schmerzen	5
Mäßige Schmerzen	10
Keine Schmerzen	15

**Tabelle 4: Punkteschema für das Kriterium Schmerzen im Constant Shoulder Score**

Für den subjektiven Parameter der Aktivitäten des täglichen Lebens ergeben sich maximal 20 Punkte. Die nachfolgende **Tabelle 5** listet die Modalitäten des Kriteriums **Alltagsaktivität** und das zugehörige Punkteschema auf.

<b>Aktivitäten des alltäglichen Lebens</b>		<b>Punkte</b>
Arbeiten	Voll	4
	Halb	2
	Keine	0
Freizeit, Sport, Hobbys	Voll	4
	Halb	2
	Kein	0
Schlaf	Voll	4
	Halb	2
	Kein	0
Arbeitshöhe	Hüfte	2
	Brust	4
	Hals	6
	Kopf	8
	Überkopf	10

**Tabelle 5: Punkteschema für das Kriterium Aktivitäten des täglichen Lebens**

Für den Parameter Beweglichkeit, wird mittels Goniometer die Anteversion, die Abduktion sowie die kombinierte Außen- und Innenrotation erfasst, jeder Freiheitsgrad erreicht maximal 10 Punkte.

Die nachfolgende Tabelle 6 gibt das Punkteschema für das Kriterium des Bewegungsumfang im Constant Shoulder Score samt Unterteilung in die einzelnen Modalitäten wieder.

Beweglichkeit		Punkte
Anteversion	0° – 30°	0
	31° – 60°	2
	61° – 90°	4
	91° – 120°	6
	121° – 150°	8
	151° – 180°	10
Abduktion	0° – 30°	0
	31° – 60°	2
	61° – 90°	4
	91° – 120°	6
	121° – 150°	8
	151° – 180°	10
Außenrotation	Schmerzfrei nicht möglich	0
	Hosentasche	2
	Unter Gürtellinie	4

Beweglichkeit		Punkte
	Gürtellinie	6
	Über Gürtellinie	8
	Schulterblatt	10
Innenrotation	Schmerzfrei nicht möglich	0
	Hand in Nacken, Ellenbogen nach vorn	2
	Hand in Nacken, Ellenbogen nach hinten	4
	Hand auf Kopf, Ellenbogen nach vorn	6
	Hand auf Kopf, Ellenbogen nach hinten	8
	Hand über Kopf	10

**Tabelle 6: Punkteschema für das Kriterium Beweglichkeit im Constant Shoulder Score**

Der Constant Score erfasst auch die Kraftentwicklung der Schulter, wobei maximal 25 Punkte erreicht werden können. Dabei wird für 5 Sekunden die maximale Abduktionskraft beim stehenden Patienten, in 90° Abduktion und 30° Anteversion gemessen. Die Messung erfolgte hier mittels einer PESOLA-Präzisions-Federwaage. Die nachfolgende Tabelle 7 zeigt das genaue Punkteschema der Krafterfassung.

<b>Gewicht</b>	0,45 kg	0,90 kg	1,35 kg	1,80 kg	2,25 kg	2,70 kg	3,15 kg
<b>Punkte</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Gewicht</b>	3,60 kg	4,05 kg	4,50 kg	4,95 kg	5,40 kg	5,85 kg	6,30 kg
<b>Punkte</b>	8	9	10	11	12	13	14
<b>Gewicht</b>	6,75 kg	7,20 kg	7,65 kg	8,10 kg	8,55 kg	9,00 kg	9,45 kg
<b>Punkte</b>	15	16	17	18	19	20	21
<b>Gewicht</b>	9,90 kg	10,35 kg	10,80 kg	11,25 kg			
<b>Punkte</b>	22	23	24	25			

**Tabelle 7: Punkteschema für das Kriterium Kraft im Constant Shoulder Score**

Darüber hinaus umfasst der Fragebogen zusätzlich die Erfassung von Auffälligkeiten in der bildgebenden Diagnostik sowie eine Einteilung in radiologische Klassifikationen.

In der Gruppe mit degenerativer Indikation erfolgte die radiologische Einteilung der Cuff-Arthropathien einerseits über die Hamada-Klassifikation (Hamada *et al.*, 1990; Hamada *et al.*, 2011) zur Beurteilung des RM-Defektes und andererseits mittels der Klassifikation der Glenoiderosion nach Sirveaux (Sirveaux *et al.*, 2004).

Dabei unterscheidet Hamada (Hamada *et al.*, 1990; Hamada *et al.*, 2011) fünf Grade des RM-Defektes, wobei die Kriterien der Einteilung in der Tabelle 8 aufgelistet werden.

Klassifikation der Rotatorenmanschetten-Defekte nach Hamada		
Grad 1		Akromiohumeraler Abstand > 6 mm
Grad 2		Akromiohumeraler Abstand < 5 mm
Grad 3		Grad 2 mit Acetabularisierung (konkave Acromion-Deformierung)
Grad 4	A	Glenohumeral reduzierter Gelenkspalt
	B	Glenohumeral reduzierter Gelenkspalt und Acetabularisierung
Grad 5		Humeruskopf-Deformierung

**Tabelle 8: Klassifikation der Rotatorenmanschetten-Defekte nach Hama**

In der nachfolgenden Abbildung 9 sind die Grade der RM-Defekte sowohl schematisch als auch in Form von Beispiel-Röntgenaufnahmen dargestellt.

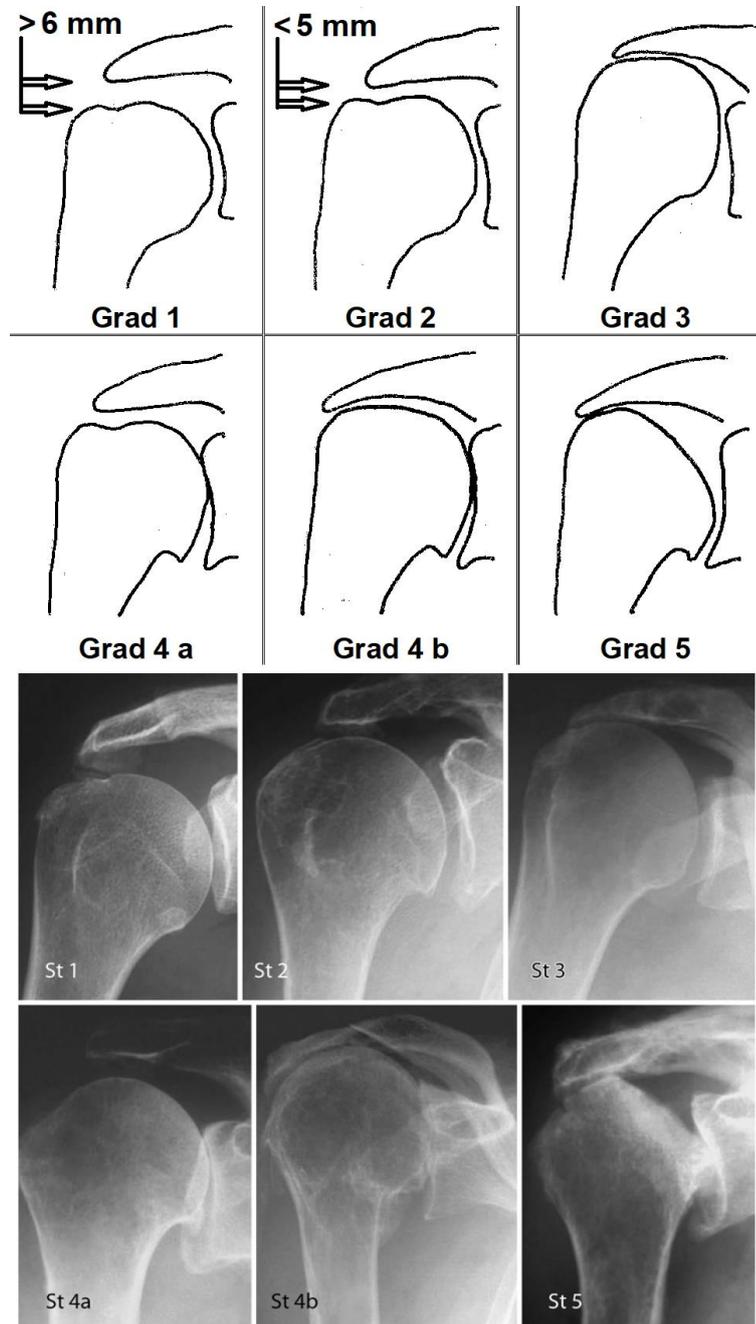
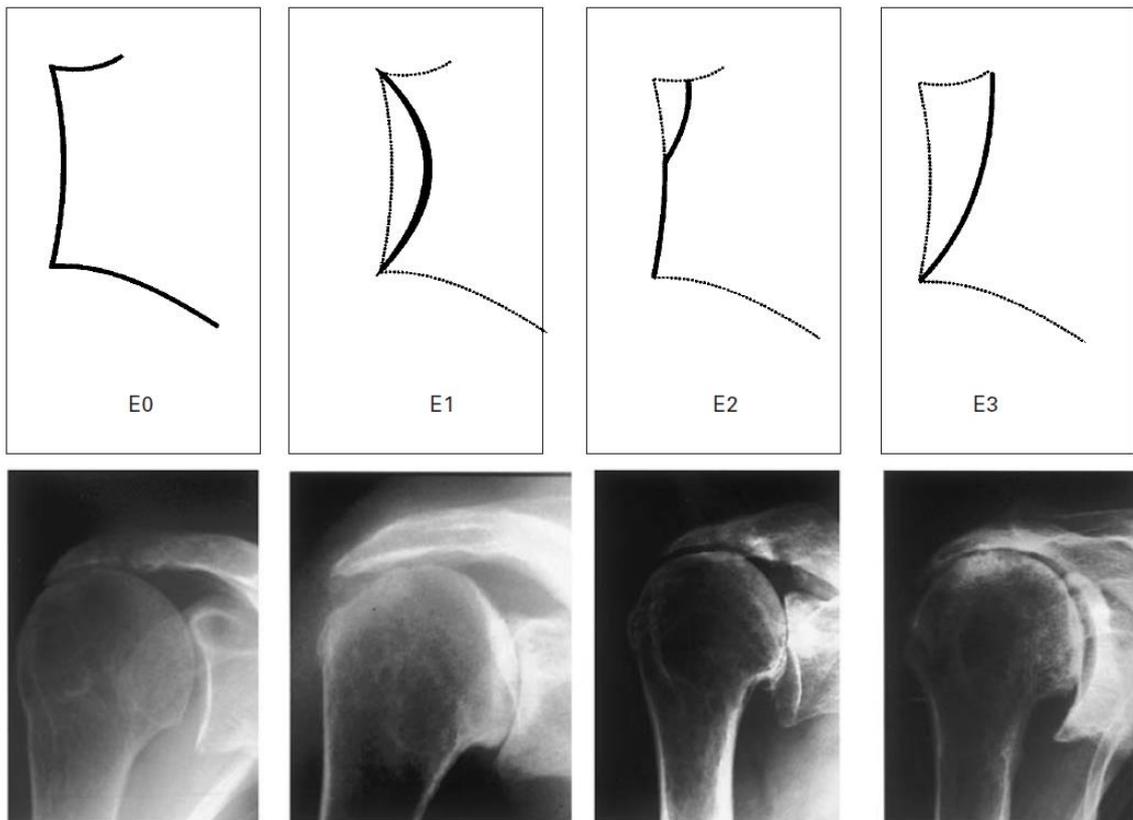


Abbildung 9: Klassifikation der Rotatorenmanschetten-Defekte nach Hamada

Zur Beurteilung und Einteilung einer möglichen Glenoiderosion bei degenerativer RDA wurde die Klassifikation nach Sirveaux (Sirveaux *et al.*, 2004) verwendet, die schematisch als auch mit in Form beispielhafter Röntgen-Bilder in der nachfolgenden Abbildung 10 dargestellt wird.



**Abbildung 10: Klassifikation der Glenoiderosionen nach Sirveaux**

Die nachfolgend dargestellte Tabelle 9 fasst die vier Typen E0 bis E4 der Sirveaux-Klassifikation und ihre Kriterien zusammen.

<b>Klassifikation der Glenoiderosionen nach Sirveaux</b>	
Typ E0	Kraniale Wanderung des Humeruskopfes ohne Erosion
Typ E1	Konzentrische Erosion am Glenoid
Typ E2	Erosion im superioren Teil des Glenoids
Typ E3	Erosion reicht bis zum inferioren Teil des Glenoids

**Tabelle 9: Klassifikation der Glenoiderosionen nach Sirveaux**

Die Indikation zur Schulter-TEP wurde wie zuvor beschrieben sowohl aufgrund degenerativer Gründe als auch aufgrund der Folgen von Traumata gestellt. Während die Hamada- und Sirveaux-Klassifikationen der Einteilung innerhalb der degenerativen Gruppe dienten, erfolgte die Unterteilung der posttraumatischen Fälle mit Hilfe der Boileau-Typisierung (Boileau *et al.*, 1999). In der multizentrischen Studie von Boileau *et al.* (1999) ließen sich sowohl zwei intrakapsuläre Typen, der Typ 1 und Typ 2, als auch zwei extrakapsuläre Typen, der Typ 3 und Typ 4, unterscheiden. Die Kriterien der Boileau-Klassifikation sind in der Tabelle 10 aufgelistet, wobei die Charakteristika der Einteilung in Abbildung 11 graphisch dargestellt sind.

Klassifikation nach Boileau (Boileau <i>et al.</i> , 1999)		
Intrakapsulär	Typ 1	Humeruskopf-Nekrose oder Humeruskopf-Kollaps mit mäßiger Fehlstellung der Tuberkula
	Typ 2	verhakte Luxationen und Luxationsfrakturen
Extrakapsulär	Typ 3	Pseudarthrosen am chirurgischen Hals
	Typ 4	erhebliche Fehlstellungen der Tuberkula mit oder ohne Einheilung

**Tabelle 10: Klassifikation der Traumafolgen nach proximaler Humerusfraktur nach Boileau**

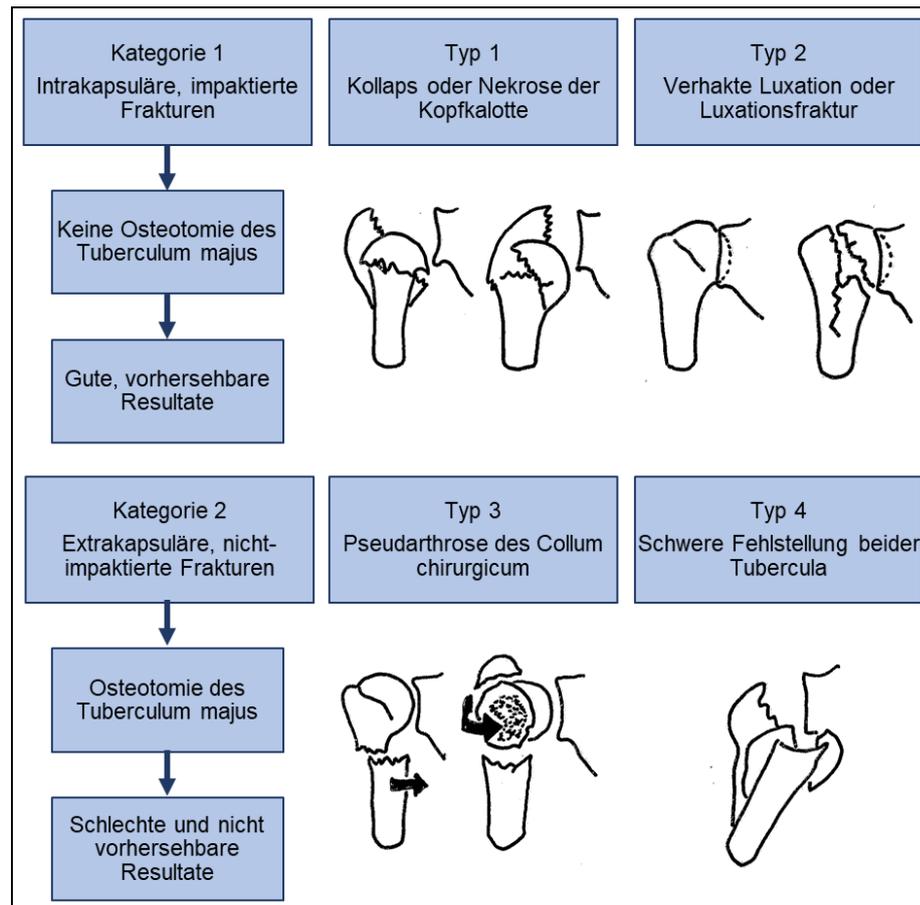


Abbildung 11: Klassifikation der Traumafolgen nach proximaler Humerusfraktur nach Boileau

Nach Implantation einer inversen Schulterendoprothese können zahlreiche typische Komplikationen auftreten (siehe 1.5.2 Komplikation Zumstein *et al.* (2011)). Eine besondere Stellung nimmt dabei das inferiore, scapuläre Notching ein, welches auch als scapuläres Notching abgekürzt wird und wobei eine Inzidenz von bis zu 35,4% nicht selten ist (Zumstein *et al.*, 2011). Die Einteilung des scapulären Notchings erfolgte nach Sirveaux *et al.*, (2004). Dabei kommt es durch einen mechanischen Konflikt der humeralen Komponente mit dem Scapulahals zu einem Impingement und im mittelfristigen Verlauf zu fortschreitenden Osteolysen (siehe Abbildung 12).

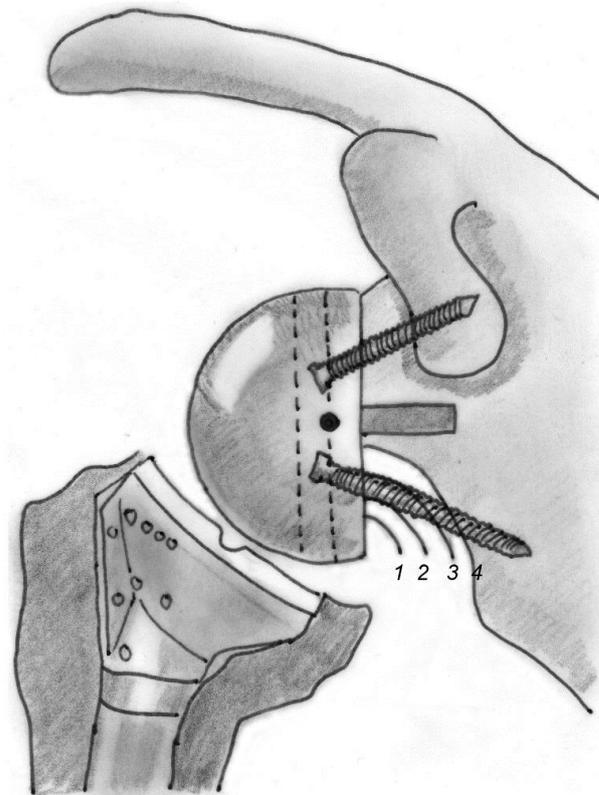


Abbildung 12: Klassifikation des scapulären Notchings nach Sirveaux

Klassifikation des scapulären Notchings nach Sirveaux	
Grad 1	Defekt an der Scapula betrifft nur den Eckpfeiler der Basisplatte
Grad 2	Defekt an Scapula hat Kontakt zur unteren Verankerungsschraube der Basisplatte
Grad 3	Defekt an der Scapula reicht über die untere Verankerungsschraube der Basisplatte hinaus
Grad 4	Defekt an der Scapula imponiert deutlich unterhalb der Basisplatte und zeigt eine aushöhlenden Knochendefekt bis zu Basisplatte

Tabelle 11: Klassifikation des scapulären Notchings nach Sirveaux

### 2.3.2 SPR-Fragebogen

Neben dem zuvor genannten Fragebogen wurde ein Fragenkatalog des deutschen Schulterregisters zur Datenerhebung eingesetzt. Der besagte Fragebogen wurde vom bundesweit online verfügbaren Schulterprothesenregister, kurz SPR, entworfen und kann zur Erfassung aller Schulterendoprothesen-Typen verwendet werden. Der Fragebogen ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nur im Anhang unter 6.2 SPR-Fragebogen

dargestellt und stellt neben der Prothesen-Standzeit und dem Gesamturteil des Patienten auch den Bewegungsumfang für aktive und passive Flexion, Abduktion respektive Außenrotation fest. Zudem erfasst der SPR-Fragebogen die Prothesenlage, dessen Veränderungen sowie durchgeführte Reha-Maßnahmen und eventuelle Komplikationen. Die Beweglichkeitsprüfung erfolgte dabei passiv und aktiv mittels Goniometer nach der Neutral-Null-Methode.

### 2.3.3 DASH-Score-Fragebogen

Neben dem eigens konzipierten Constant-Shoulder Score-abdeckenden Fragebogen und dem SPR-Fragekatalog wurden auch die Erhebung des DASH- Score-Wertes durchgeführt, wobei sich der Begriff als Akronym für „disabilities of the arm, shoulder and hand“ ergibt. Dieser 1996 von Hudak *et al.* (1996) entwickelte und von Gummesson *et al.* (2000) validierte Fragenkatalog wurde in der vorliegenden Arbeit in Form der deutschen Version 2.0 nach Germann *et al.* (2003) eingesetzt und ausgewertet.

Der DASH-Score-Fragebogen ist aus Gründen der Übersichtlichkeit im Anhang im Unterkapitel 6.3 DASH-Score-Fragebogen abgebildet und enthält dabei sowohl Kriterien aus dem Bereich der Körperfunktion und der Körperstrukturen als auch Parameter aus dem Bereich der alltäglichen Aktivitäten und der sozialen Teilhabe. Darüber hinaus werden komplexe Bewegungen der oberen Extremität und dessen Ausführbarkeit mit dem Ziel erfasst, ein Instrument zu erhalten, mit der die Erhebung eines validen gesundheitlichen Status der oberen Extremität möglich ist (Germann *et al.*, 2003).

Der DASH-Score-Test beinhaltet insgesamt 30 subjektiv zu beantwortenden Fragen und funktioniert auf der Basis eines „self-reports“. Hierbei ist jede Frage mit einem fünfstufigen Antwort-Gradienten versehen, wobei pro Frage die maximale Punktzahl von 5 Punkten möglich ist. Somit ergibt sich ein möglicher Punkte-Bereich zwischen minimal 30 Punkten und einer Maximalpunktzahl von 150 Punkten. Um diese Ergebnisse auf einen prozentualen Wert zu skalieren, ergibt sich der DASH-Score über die in der nachfolgenden Abbildung 13 dargestellten Formel (Hudak *et al.* 1996; Gummesson *et al.*, 2000).

$$DASH\ Score = \left( \frac{\text{Erreichte Punkte im Fragebogen}}{\text{Anzahl der Antworten im Fragebogen}} - 1 \right) * 25$$

**Abbildung 13: Formel zur Bestimmung des DASH-Score-Wertes**

Während somit ein DASH-Score-Wert von 100 Punkten, dem am schlechtesten möglichen Ergebnis entspricht, ergibt sich für das beste Resultat ein DASH-Score-Punktwert von 0 Punkten.

## 2.4 Datenanalyse

Zur Berechnung und statistischen Analyse der im vorherigen Abschnitt beschriebenen erhobenen Daten wurde die Version 21 der IBM SPSS Statistics-Software (21.0.0.0, 64-Bit-Version), nachfolgend als SPSS abgekürzt, eingesetzt.

Mittels SPSS erfolgte die Erhebung der deskriptiven Statistiken für die Gesamtpopulation, für die degenerative Gruppe und die posttraumatische Gruppe, wobei neben den Minimum-, Maximum- und Mittelwerten auch die Standardabweichungen und die untere Quantile und obere Quantile (25%- und 75%-Perzentile) sowie die Mediane (50%-Perzentile) bestimmt wurden. Im Rahmen der Datenanalyse wurden die untersuchten Gruppen bzw. Untergruppen als verbundene, jedoch unabhängige Stichproben betrachtet.

Da es sich bei den im Rahmen dieser Arbeit analysierten Entitäten (objektive Zufriedenheit, Beweglichkeit, Constant Shoulder Score inklusive untergeordnete Parameter, DASH-Score) um Variablen mit Ordinal-Skalenniveau handelt und dementsprechend die Voraussetzungen für eine Signifikanz-Analyse mittels t-Test bzw. für eine Varianz-Analyse mittels Chi-Quadrat-Test oder mittels des exakten Tests nach Fisher nicht gegeben war, wurden zur Bestimmung der zentralen Tendenzen, die, in der SPSS-Software integrierten, nicht-parametrischen Tests verwendet.

Zum Vergleich der degenerativen mit der posttraumatischen Gruppe wurden diese als zwei unabhängige Stichproben betrachtet und die zentralen Tendenzen mittels Mann-Whitney-U-Test verglichen.

Da sich die posttraumatische Gruppe in fünf Untergruppen unterteilt und damit mehr als zwei unabhängige Stichproben zu vergleichen waren, konnte der Mann-Whitney-U-Test nicht eingesetzt werden. Stattdessen erfolgte die Auswertung der zentralen Tendenzen der posttraumatischen Untergruppen mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Tests.

Darüber hinaus wurde die visuelle Aufbereitung der Daten und die graphische Präsentation mit Hilfe des Microsoft Office durchgeführt. Dabei wurde, falls möglich, die Aufbereitung der deskriptiven Statistiken mittels Box-Whisker-Plots dargestellt. War diese Form der graphischen Repräsentation nicht möglich, erfolgte die Visualisierung mittels Balkendiagrammen.

## 3. Ergebnisse

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die Ergebnisse der Fragebögen-Auswertung und die Resultate der bildgebenden Diagnostik im Detail beschrieben.

### 3.1 Allgemeine Anmerkung zur Auswertung

Die posttraumatische Gruppe wurde, wie im vorherigen Kapitel beschrieben und in Tabelle 3 aufgeführt, in fünf Subgruppen unterteilt und dessen zentrale Tendenzen untereinander mittels Kruskal-Wallis-Test analysiert.

Die nachfolgende Tabelle 12 fasst die berechneten Signifikanz-Werte für den Vergleich der posttraumatischen Untergruppen und unter Berücksichtigung der untersuchten Variablen zusammen.

<b>Posttraumatische Untergruppen untereinander</b>	<b>Signifikanzen (unter Verwendung des Kruskal-Wallis-Tests)</b>
<b>Subjektive Patientenzufriedenheit</b>	0,378880
<b>Anteversion (aktiv)</b>	0,408371
<b>Anteversion (passiv)</b>	0,422860
<b>Abduktion (aktiv)</b>	0,304580
<b>Abduktion (passiv)</b>	0,304072
<b>Außenrotation (aktiv)</b>	0,217302
<b>Außenrotation (passiv)</b>	0,091831
<b>Constant Shoulder Score</b>	0,374570
<b>Alltagsaktivität – Constant Shoulder Score</b>	0,516141
<b>Schmerzen – Constant Shoulder Score</b>	0,631650

Posttraumatische Untergruppen untereinander	Signifikanzen (unter Verwendung des Kruskal-Wallis-Tests)
Beweglichkeit – Constant Shoulder Score	0,247214
Kraft – Constant Shoulder Score	0,415444
DASH-Score	0,989070

**Tabelle 12: Statistische Signifikanzen (unter Verwendung des Kruskal-Wallis-Tests) für die posttraumatischen Untergruppen untereinander**

Aufgrund der fehlenden signifikanten Unterschiede wurde die Entscheidung getroffen, die posttraumatischen Untergruppen nicht separiert zu betrachten, sondern diese Subgruppierungen als Gesamtkollektiv mit dem Benefit einer deutlich höheren Stichproben-Größe auszuwerten. Daher erfolgt in den nächsten Unterkapiteln die vergleichende Analyse der degenerativen Gruppe gegenüber der posttraumatischen Gruppe.

### 3.2 Auswertung des Patientenalters und der Prothesen-Standzeit

Vom gesamten Patientenkollektiv mit 173 Personen konnten insgesamt 105 Personen nachuntersucht werden.

Bezüglich des Alters zeigte sich im untersuchten Patientenkollektiv (n = 105) ein Durchschnittsalter von 74 Jahren (49 – 89 Jahre), wobei der Alters-Mittelwert der weiblichen Teilnehmer 74 Jahre (60 – 85 Jahre) und der männlichen Patienten 73 Jahre (49 – 89 Jahre) betrug.

Unter Berücksichtigung der Unterteilung des Patientenkollektivs aufgrund der Indikation der Prothesenimplantation (siehe 2.2 Indikationen für den Gelenkersatz) zeigten sich in der posttraumatischen Gruppe (n = 52) ein durchschnittliches Alter von 72 Jahren (48 – 85 Jahre) und in der degenerativen Gruppe (n = 53) ein Alters-Mittelwert von 75 Jahren (60 – 89 Jahren).

Hinsichtlich der Prothesen-Standzeiten im untersuchten Kollektiv zeigten sich Zeiträume von 10 – 89 Monaten, wobei sich eine durchschnittliche Standzeit von ungefähr 33,55 Monaten ergab.

### 3.3 Auswertung der subjektiven Patientenzufriedenheit

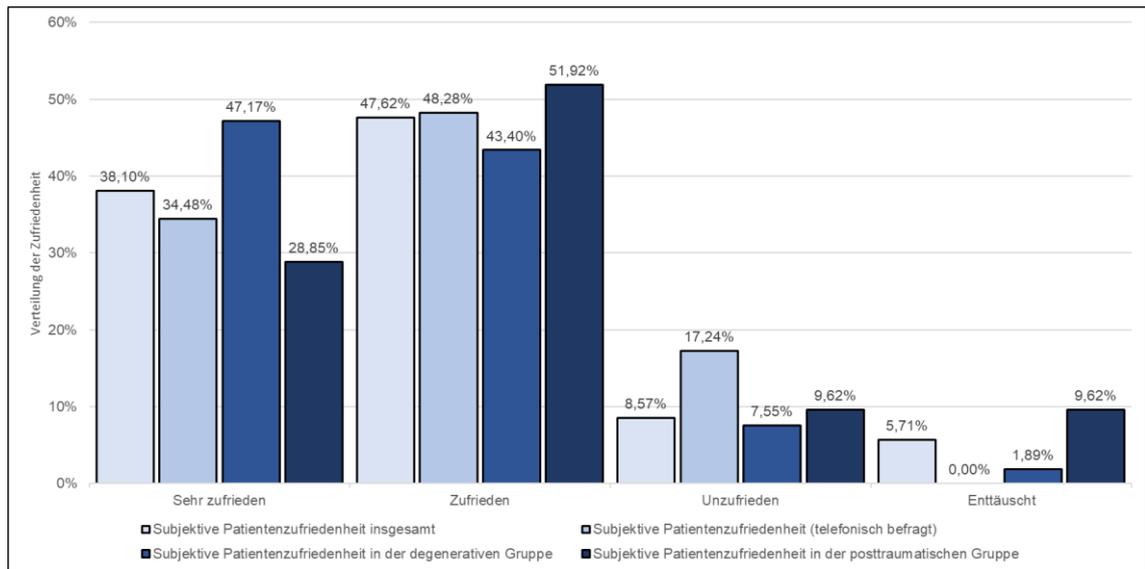
In der Tabelle 13 sind die statistischen Maße für die subjektive Patientenzufriedenheit im Gesamtkollektiv sowie in der degenerativen und posttraumatischen Gruppe dargestellt. Die zugrundeliegenden Daten sind in Form einer Datenmatrix im Abschnitt 6.4 Datenmatrix für die subjektive Patientenzufriedenheit im Anhang aufgeführt.

Subjektive Patientenzufriedenheit	Insgesamt	Degenerative Gruppe	Posttraumatische Gruppe
Mittelwert	1,82	1,64	2,00
Standardabweichung	0,818	0,710	0,886
Minimum	1	1	1
Maximum	4	4	4
Unteres Quantil	1,00	1,00	1,00
Median	2,00	2,00	2,00
Oberes Quantil	2,00	2,00	2,00

**Tabelle 13: Deskriptive Statistik für die subjektive Patientenzufriedenheit im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**

Da sowohl die Median-Werte als auch die unteren bzw. oberen Quantile einerseits im gesamten untersuchten Patientenkollektiv und andererseits in der degenerativen und der posttraumatischen Gruppe identisch sind, ist in der nachfolgenden Abbildung 14 anstelle eines Box-Whisker-Plots ein Balkendiagramm zur Visualisierung der Daten verwendet worden.

### 3. Ergebnisse



**Abbildung 14: Subjektive Patientenzufriedenheit im gesamten Patientenkollektiv, nach telefonischer Befragung, in der degenerativen und in der posttraumatischen Gruppe**

Die statistische Analyse der Beurteilung der Gesamtzufriedenheit zeigte ein überwiegend zufriedenes bis teilweise sehr zufriedenes Patientenkollektiv. So gaben 38,10% (n = 40) respektive 47,62% (n = 50) der Patienten an, sehr zufrieden bzw. zufrieden zu sein. Lediglich 8,57% (n = 9) und 5,71% (n = 6) der befragten Teilnehmer gaben an, unzufrieden oder gar enttäuscht zu sein.

Wie im vorherigen Kapitel beschrieben, erfolgte zur Minimierung einer positiven Verfälschung über einen Lost to follow up-Bias eine stichprobenartige Befragung von Patienten, die keine Teilnahme an der vorliegenden Studie wünschten. Von diesen telefonisch kontaktierten Patienten beurteilten wie in der Tabelle zuvor abgebildet 34,48% (n = 10) ihre subjektive Situation nach Schulterendoprothesen-Implantation als sehr zufriedenstellend, 48,28% (n = 14) als zufriedenstellend, 17,24% (n = 5) als unzufriedenstellend und 0% (n = 0) als enttäuschend. Im Vergleich der untersuchten Patienten mit den stichprobenartig telefonisch befragten Patienten, die nicht an der vorliegenden Studie teilnahmen, ergeben sich keine signifikanten Unterschiede, so dass sich keine Hinweise auf das Vorliegen eines Lost to follow up-Bias ergaben.

Unter Berücksichtigung der Einteilung der Patienten in ein degeneratives und ein posttraumatisches Patientenkollektiv, ergaben sich bessere Ergebnisse für die subjektive Patientenzufriedenheit in der degenerativen Gruppe. Während sich die Patienten in der degenerativen Gruppe zu 47,17% (n = 25) sehr zufrieden zeigten, resultieren in der

posttraumatischen Gruppe lediglich 28,85% (n = 15) sehr zufriedene Studienteilnehmer. Weiterhin zeigten sich 43,40% (n = 23) der Befragten in der degenerativen Gruppe zufrieden mit dem postoperativen Ergebnis, wohingegen in der posttraumatischen Gruppe 51,92% (n = 27) zufriedenstellend antworteten. In der posttraumatischen Gruppe ergaben sich nicht nur weniger sehr zufriedene Patienten, sondern auch vermehrt unzufriedene oder enttäuschte Patienten. Während sich in der degenerativen Gruppe 7,55% (n = 4) unzufriedene bzw. 1,89% (n = 1) enttäuschte Teilnehmer zeigten, betrug in der posttraumatischen Gruppe der Anteil an unzufriedenen oder enttäuschten Patienten je 9,62% (n = 5).

Die zentralen Tendenzen für die subjektive Patientenzufriedenheit in der degenerativen Gruppe gegenüber der posttraumatischen Gruppe wurde mittels Mann-Whitney-U-Test auf eine statistische Signifikanz hin ausgewertet. Das Ergebnis ist in der nachfolgenden Tabelle 14 dargestellt.

Degenerative versus posttraumatische Gruppe	Signifikanzen (unter Verwendung des Mann-Whitney-U-Tests)
Subjektive Patientenzufriedenheit	$p = 0,031196$ ( $p < 0,05$ )

**Tabelle 14: Statistische Signifikanz für die Patientenzufriedenheit**

Die beobachteten besseren Bewertungen für die subjektive Patientenzufriedenheit in der degenerativen Gruppe zeigte sich in der statistischen Auswertung als signifikant.

### 3.4 Auswertung der Beweglichkeit nach Neutral-Null-Methode

Wie im Unterkapitel 2.3 Datenerhebung beschrieben erfolgte die Beweglichkeitsprüfung nach inverser Schulterendoprothesen-Implantation mittels Ermittlung der aktiven und passiven Freiheitsgrade für Anteversion, Abduktion und Außenrotation nach der Neutral-Null-Methode. Die zugehörige Datenmatrix ist im Anhang im Abschnitt 6.5 Datenmatrix für die aktive und passive Beweglichkeit dargestellt. Die Tabelle 15 und die Tabelle 16 stellen die statistischen Maße für die aktive und passive Anteversion in der degenerativen Gruppe und der posttraumatischen Gruppe dar.

### 3. Ergebnisse

---

Aktive Anteversion (in Grad (°))	Insgesamt	Degenerative Gruppe	Posttraumatische Gruppe
Mittelwert	121,67	137,08	105,96
Standardabweichung	37,47	28,55	39,71
Minimum	20	80	20
Maximum	180	180	165
Unteres Quantil	95,00	120,00	80,00
Median	120,00	140,00	105,00
Oberes Quantil	150,00	160,00	148,75

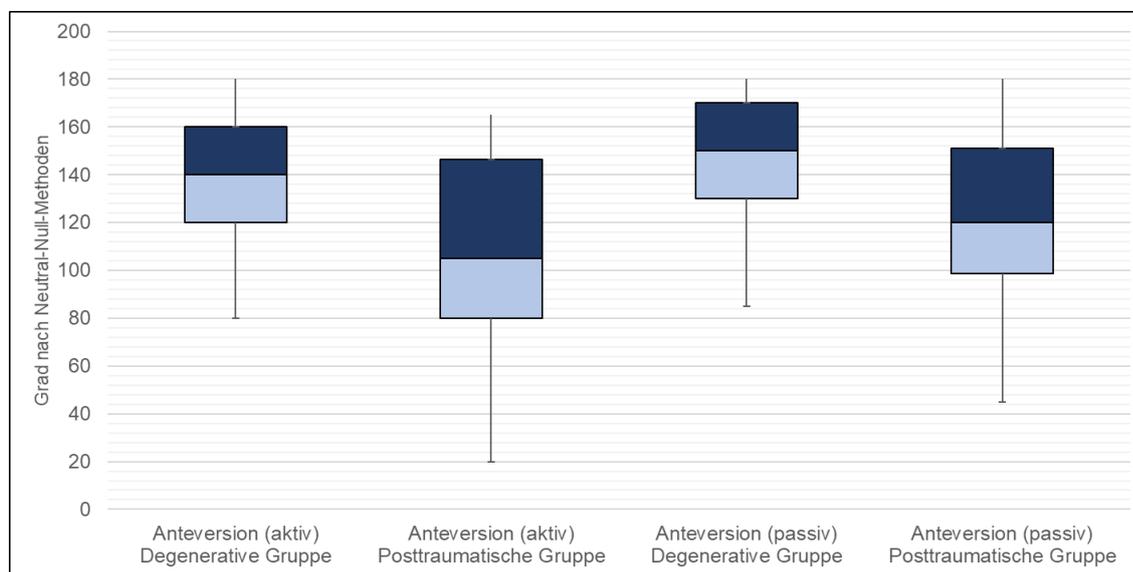
**Tabelle 15: Deskriptive Statistik für die aktive Anteversion im gesamten Patienten-kollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**

Passive Anteversion (in Grad (°))	Insgesamt	Degenerative Gruppe	Posttraumatische Gruppe
Mittelwert	135,52	147,74	123,08
Standardabweichung	32,98	25,30	35,40
Minimum	45	85	45
Maximum	180	180	180
Unteres Quantil	117,50	127,50	96,25
Median	140,0	150,00	120,00
Oberes Quantil	165,00	170,00	153,75

**Tabelle 16: Deskriptive Statistik für die passive Anteversion im gesamten Patienten-kollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**

Die nachfolgende Abbildung 17 dient in Form eines Box-Whisker-Plots, der graphischen Veranschaulichung der Minimal- und Maximalwerte sowie der Werte für den Median und

das obere/ untere Quantil für die aktive und passive Anteversion in der degenerativen und der posttraumatischen Gruppe.



**Abbildung 15: Aktive und passive Anteversion in der degenerativen und posttraumatischen Gruppe**

Im gesamten Patientenkollektiv ergab sich eine durchschnittliche aktive Anteversion von  $121,67^\circ$  mit einer Standardabweichung von  $37,47^\circ$ . Dabei konnte ein Minimalwert von  $20^\circ$  und ein Maximalwert von  $180^\circ$  gemessen werden. Bezogen auf die degenerative Gruppe ließ sich ein Mittelwert von  $137,08^\circ$  für die aktive Anteversion nachweisen, wobei eine Standardabweichung von  $28,55^\circ$  vorlag. Im Vergleich zu diesen Werten zeigten sich in der posttraumatischen Gruppe schlechtere Bewegungsumfänge. So betrug die durchschnittliche aktive Anteversion im posttraumatischen Patientenkollektiv  $105,96^\circ$  mit einer Standardabweichung von  $39,71^\circ$ . Auch bezogen auf die beobachteten Minimal- und Maximalwerte zeigen sich in der posttraumatischen Gruppe schlechtere Ergebnisse. Während sich für die aktive Anteversion ein Minimum vom  $20^\circ$  und ein Maximum von  $165^\circ$  in der posttraumatischen Gruppe ergeben, ließen sich mit einem Minimalwert von  $80^\circ$  und einem Maximalwert von  $180^\circ$  bessere Resultate in der degenerativen Gruppe beobachten.

Für die passive Anteversion ergab sich ebenfalls ein besseres Outcome in der degenerativen Gruppe. So ergab sich in der degenerativen Gruppe eine durchschnittliche passive Anteversion von  $147,74^\circ$  mit einer Standardabweichung von  $25,30^\circ$ , wohingegen sich in der posttraumatischen Gruppe lediglich ein Mittelwert von  $123,08^\circ$  für die passive

Anteversion mit einer Standardabweichung von 35,40° zeigten. Im gesamten Kollektiv resultierte damit eine durchschnittliche passive Anteversion von 135,52°, wobei die Standardabweichung 32,98° betrug. Während sich sowohl in der degenerativen Gruppe als auch in der posttraumatischen Gruppe Maximalwerte von 180° in Bezug auf die passive Anteversions-Möglichkeit nachweisen ließen, ergab sich in der posttraumatischen Gruppe mit 45° versus 85° in der degenerativen Gruppe ein schlechterer Minimalwert für die passive Anteversion.

Die größeren Bewegungsausmaße für die aktive und passive Anteversion in der degenerativen Gruppe im Vergleich zur posttraumatischen Gruppe waren ebenfalls in der Analyse der aktiven und passiven Abduktion zu beobachten. Die für diese Bewegungs-Entität zugrundeliegenden statistischen Maße sind in den beiden nachfolgenden Tabellen, der Tabelle 17 und Tabelle 18, sowohl für das gesamte Patientenkollektiv als auch getrennt für die degenerative Gruppe und die posttraumatische Gruppe aufgelistet.

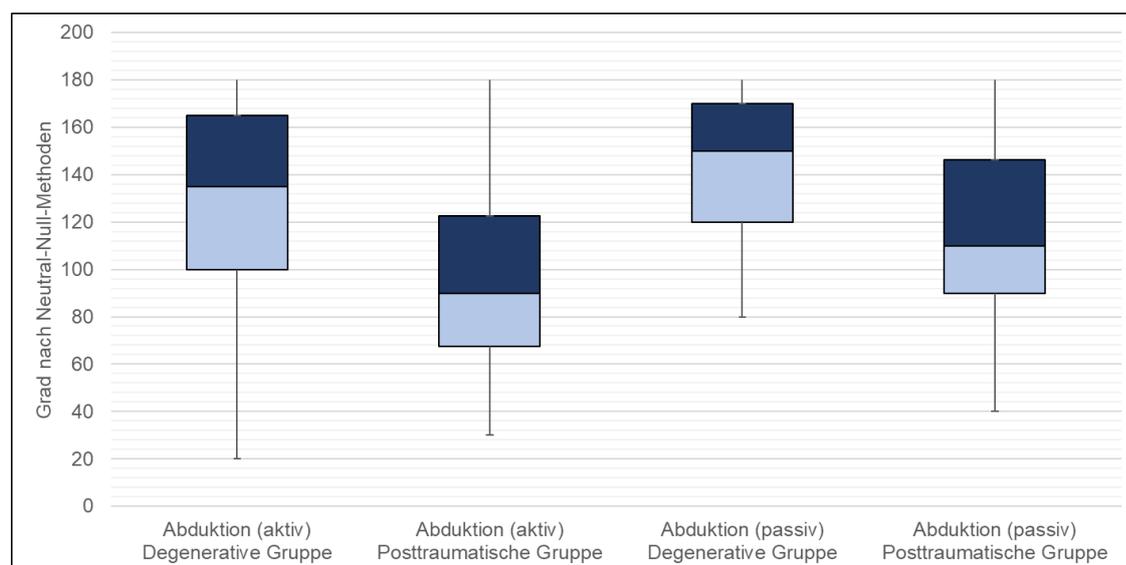
<b>Aktive Abduktion (in Grad (°))</b>	<b>Insgesamt</b>	<b>Degenerative Gruppe</b>	<b>Posttraumatische Gruppe</b>
<b>Mittelwert</b>	112,52	129,34	95,38
<b>Standardabweichung</b>	41,42	37,16	38,70
<b>Minimum</b>	20	20	30
<b>Maximum</b>	180	180	180
<b>Unteres Quantil</b>	90,00	100,00	62,50
<b>Median</b>	110,00	135,00	90,00
<b>Oberes Quantil</b>	165,00	165,00	127,50

**Tabelle 17: Deskriptive Statistik für die aktive Abduktion im gesamten Patienten-kollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**

Passive Abduktion (in Grad (°))	Insgesamt	Degenerative Gruppe	Posttraumatische Gruppe
Mittelwert	128,67	144,34	112,69
Standardabweichung	36,12	29,17	35,73
Minimum	40	80	40
Maximum	180	180	180
Unteres Quantil	100,00	117,50	90,00
Median	125,00	150,00	110,00
Oberes Quantil	160,00	170,00	148,75

**Tabelle 18: Deskriptive Statistik für die passive Abduktion im gesamten Patienten-kollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**

Unter Verwendung von Box-Whisker-Plots resultierten einerseits für die degenerative Gruppe und andererseits für die posttraumatische Gruppe die in der nachfolgenden Abbildung 16 dargestellten Daten-Visualisierungen.



**Abbildung 16: Aktive und passive Abduktion in der degenerativen und posttraumatischen Gruppe**

Im gesamten Patientenkollektiv ergab sich ein Mittelwert von  $112,52^\circ$  für die aktive Abduktion, wobei die Standardabweichung  $41,42^\circ$  betrug. Bezogen auf die Gruppeneinteilung der Patienten in die degenerative Gruppe und in die posttraumatische Gruppe ergab sich mit einem Mittelwert von  $129,34^\circ$  ein besseres Ergebnis in der degenerativen Gruppe. In der posttraumatischen Gruppe resultierte lediglich ein durchschnittlicher Wert von  $95,38^\circ$  für die aktive Abduktion. Die Standardabweichungen fielen mit Werten von  $37,16^\circ$  für die degenerative Gruppe bzw.  $38,70^\circ$  für die posttraumatische Gruppe annähernd gleich aus.

Während sich bezüglich der aktiven Abduktion in beiden untersuchten Gruppen Maximalwerte von  $180^\circ$  zeigten, ließ sich mit einem Wert von  $20^\circ$  ein niedrigerer Minimalwert für die degenerative Gruppe im Vergleich zum Minimum der posttraumatischen Gruppe mit einem Wert von  $30^\circ$  nachweisen.

Für die passive Abduktion ergab sich ein durchschnittlicher Wert von  $128,67^\circ$  mit einer Standardabweichung von  $36,12^\circ$ . Im Vergleich der untersuchten Gruppen ergeben sich höhere Bewegungsausmaße für die degenerative Gruppe.

Während sich in der degenerativen Gruppe eine durchschnittliche passive Abduktion von  $144,34^\circ$  mit einer Standardabweichung von  $29,17^\circ$  zeigte, ergab sich ein Mittelwert von  $112,69^\circ$  mit einer Standardabweichung von  $35,73^\circ$  für die passive Abduktion in der posttraumatischen Gruppe. In beiden untersuchten Gruppen lag der Maximalwert für die passive Abduktion bei  $180^\circ$ , jedoch zeigte sich mit einem Wert von  $40^\circ$  ein niedrigerer Minimalwert für die passive Abduktion in der posttraumatischen Gruppe. Im Vergleich dazu betrug der minimale Wert der passiven Abduktion  $80^\circ$  in der degenerativen Gruppe.

Die statistischen Resultate für die Auswertung der aktiven und passiven Außenrotation sind tabellarisch in den beiden nachfolgend abgebildeten Tabellen, der Tabelle 19 und der Tabelle 20, dargestellt. In Gesamtschau ließen sich sowohl für die aktive als auch für die passive Außenrotation in der degenerativen Gruppe im Vergleich zur posttraumatischen Gruppe bessere Ergebnisse nachweisen. Dementsprechend deckt sich die Auswertung der aktiven und passiven Außenrotation mit den oben genannten Ergebnissen für die aktive und passive Anteversion und die aktive und passive Abduktion.

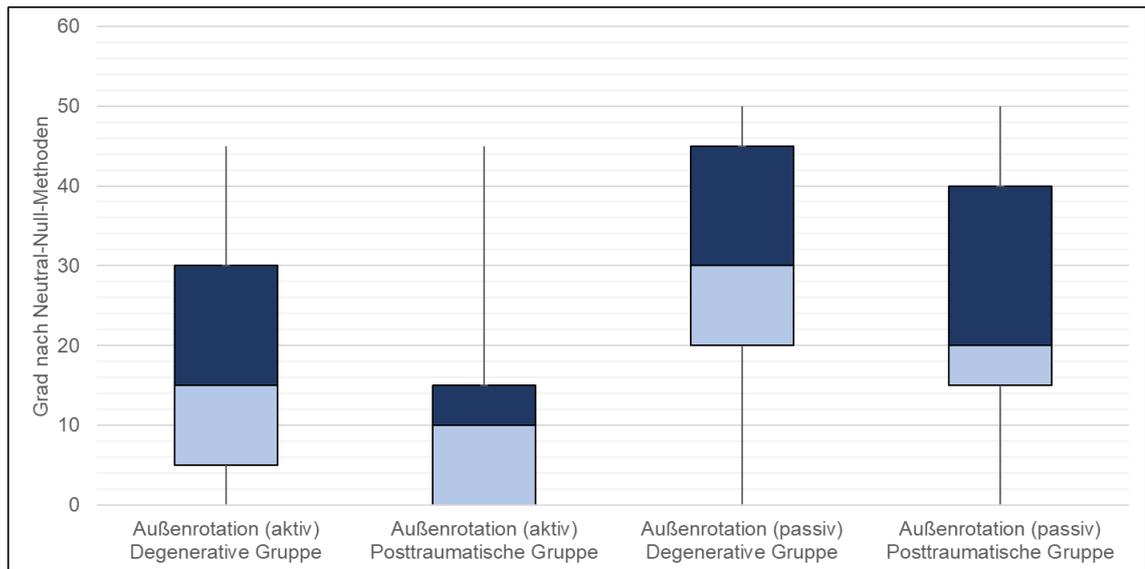
Aktive Außenrotation (in Grad (°))	Insgesamt	Degenerative Gruppe	Posttraumatische Gruppe
Mittelwert	13,86	16,23	11,44
Standardabweichung	12,43	12,48	12,02
Minimum	0	0	0
Maximum	45	45	45
Unteres Quantil	5,00	5,00	0,00
Median	10,00	15,00	10,00
Oberes Quantil	15,00	30,00	15,00

**Tabelle 19: Deskriptive Statistik für die aktive Außenrotation im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**

Passive Außenrotation (in Grad (°))	Insgesamt	Degenerative Gruppe	Posttraumatische Gruppe
Mittelwert	28,14	30,57	25,67
Standardabweichung	14,33	13,36	14,99
Minimum	0	0	0
Maximum	50	50	50
Unteres Quantil	17,50	20,00	15,00
Median	30,00	30,00	25,00
Oberes Quantil	40,00	40,00	40,00

**Tabelle 20: Deskriptive Statistik für die passive Außenrotation im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**

Unter Verwendung eines Box-Whisker-Plots können die zuvor aufgelisteten statistischen Maße für die aktive und passive Außenrotation nach Schulterendoprothesen-Implantation veranschaulicht werden.



**Abbildung 17: Aktive und passive Außenrotation in der degenerativen und posttraumatischen Gruppe**

Im Gesamtkollektiv zeigt sich ein Mittelwert von  $13,86^\circ$  mit einer Standardabweichung von  $12,43^\circ$  für die aktive Außenrotation. Für die Unterscheidung in die degenerative und die posttraumatische Gruppe ergeben sich höhere Außenrotations-Umfänge für die degenerative Gruppe. Hier lag ein durchschnittlicher Wert von  $16,23^\circ$  vor, wohingegen sich für die posttraumatischen Gruppe lediglich ein Durchschnittswert von  $11,44^\circ$  ergab. Die Standardabweichungen lagen mit Werten von  $12,48^\circ$  respektive  $12,02^\circ$  für die degenerative Gruppe bzw. für die posttraumatische Gruppe auf einem annähernd gleichen Niveau. Bezüglich der Minimal- und Maximalwerte für den aktiven Außenrotations-Umfang zeigten sich in den beiden untersuchten Gruppen keine Unterschiede. So betrug die aktive Außenrotation sowohl in der degenerativen Gruppe als auch der posttraumatischen Gruppe minimal null und maximal  $45^\circ$ .

Die passive Außenrotation lag durchschnittlich bei  $30,57^\circ$  in der degenerativen Gruppe und bei  $25,67^\circ$  in der posttraumatischen Gruppe, wobei die Standardabweichung  $13,36^\circ$  für die degenerative Gruppe und  $14,99^\circ$  für die posttraumatischen Gruppe betrug. Summiert ergab sich damit im gesamten Patientenkollektiv ein Mittelwert von  $28,14^\circ$  mit einer Standardabweichung von  $14,33^\circ$  für die passive Außenrotation. Die minimale respektive maximale Ausprägung der passiven Außenrotation zeigten mit  $0^\circ$  bzw.  $50^\circ$  sowohl für die degenerativen Gruppe als auch für die posttraumatische Gruppe keine Unterschiede.

Zur Beurteilung signifikanter Unterschiede in den zuvor genannten aktiven und passiven Bewegungs-Richtungen erfolgte die statistische Auswertung der zentralen Tendenzen mittels Mann-Whitney-U-Test. In der nachfolgenden Tabelle 21 sind die Ergebnisse dargestellt.

Degenerative versus posttraumatische Gruppe	Signifikanzen (unter Verwendung des Mann-Whitney-U-Tests)
Aktive Anteversion	$p = 0,000033$ ( $p < 0,001$ )
Passive Anteversion	$p = 0,000185$ ( $p < 0,001$ )
Aktive Abduktion	$p = 0,000015$ ( $p < 0,001$ )
Passive Abduktion	$p = 0,000006$ ( $p < 0,001$ )
Aktive Außenrotation	$p = 0,025515$ ( $p < 0,05$ )
Passive Außenrotation	$p = 0,105773$

**Tabelle 21: Statistische Signifikanzen (unter Verwendung des Mann-Whitney-U-Tests) für die Anteversion, Abduktion und Außenrotation**

Sowohl für die aktive und passive Anteversion als auch für die aktive und passive Abduktion ergeben sich hoch-signifikante Unterschiede mit jeweils einem p-Wert von  $p < 0,001$  zwischen der degenerativen Gruppe und der traumatischen Gruppe.

Bezüglich der aktiven Außenrotation ließ sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied zwischen den untersuchten Gruppen nachweisen, wobei sich mit einem Wert von  $p = 0,025515$  eine Signifikanz zu einem p-Wert von  $p < 0,05$  ergibt. Die Signifikanz-Analyse der passiven Außenrotation zeigte im Gegensatz sowohl zur aktiven Außenrotation als auch zur Anteversion und Abduktion mit einem Wert von  $p = 0,105773$  keinen signifikanten Unterschied der zentralen Tendenzen in der degenerativen Gruppe und der posttraumatischen Gruppe.

#### 3.5 Auswertung des Constant Shoulder Scores

Neben der Analyse der subjektiven Patientenzufriedenheit und der Beweglichkeit nach Schulterendoprothesen-Implantation erfolgte ebenfalls eine Objektivierung der Ergebnisse nach besagter operativer Versorgung. Dabei wurden mittels unterschiedlicher Fragebögen einerseits der Constant Shoulder Score und andererseits der DASH-Score bestimmt.

Für die statistischen Berechnungen des Constant Shoulder Score und seiner vier untergeordneten Parameter – Alltagsaktivität, Schmerzen, Beweglichkeit und Kraft – wurde die im Abschnitt 6.5 Datenmatrix für den Constant Shoulder Score dargestellte Datenmatrix verwendet.

Es resultierten die in der nachfolgenden Tabelle 22 dargestellten deskriptiven Statistikwerte für den Constant Shoulder Score im gesamten Patientenkollektiv sowie in der degenerativen Gruppe respektive der posttraumatischen Gruppe.

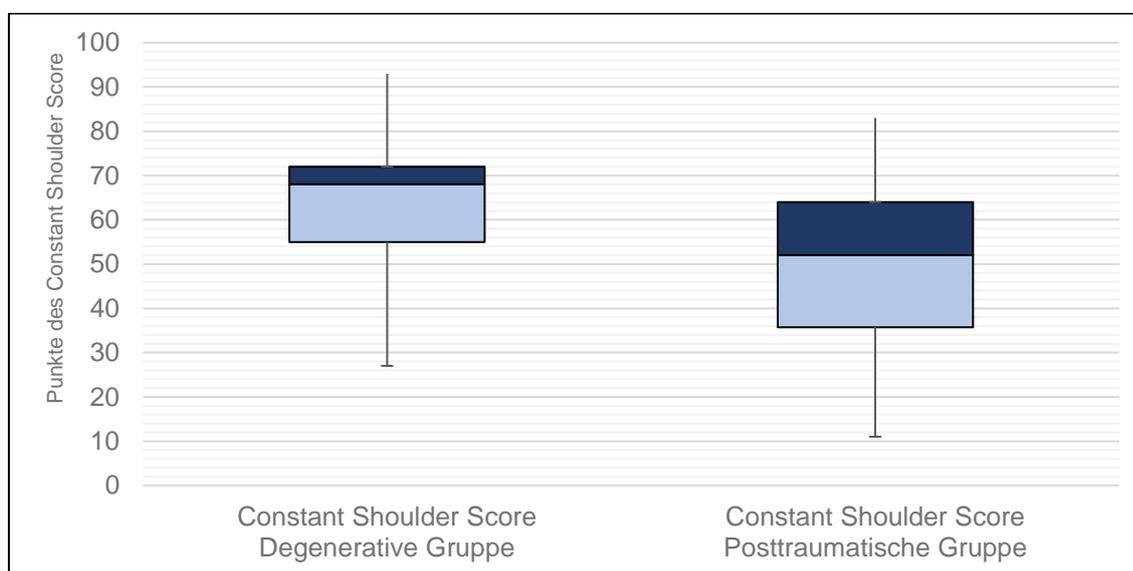
<b>Constant Shoulder Score</b>	<b>Insgesamt</b>	<b>Degenerative Gruppe</b>	<b>Posttraumatische Gruppe</b>
<b>Mittelwert</b>	57,24	64,38	49,96
<b>Standardabweichung</b>	17,79	13,79	18,56
<b>Minimum</b>	11	27	11
<b>Maximum</b>	93	93	83
<b>Unteres Quantil</b>	45,00	54,50	35,25
<b>Median</b>	60,00	68,00	52,00
<b>Oberes Quantil</b>	72,00	73,50	66,00

**Tabelle 22: Deskriptive Statistik für den Constant Shoulder Score im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**

Für das gesamte Patientenkollektiv ergibt sich ein durchschnittlicher Constant Shoulder Score von 57,24 Punkten mit einer Standardabweichung von 17,79 Punkten. Unter

Berücksichtigung der Gruppen-Zugehörigkeit aufgrund einer degenerativen bzw. einer posttraumatischen Indikation zur Implantation einer inversen Schulterendoprothesen zeigten sich bessere Constant Shoulder Scores für die degenerative Gruppe. So ergab sich ein Constant Shoulder Score-Mittelwert von 64,38 Punkten mit einer Standardabweichung von 13,79 Punkten in der degenerativen Gruppe, wohingegen in der posttraumatischen Gruppe lediglich ein durchschnittlicher Constant Shoulder Score von 49,96 Punkten mit 18,56 Punkten Standardabweichung nachweisbar war. Ebenfalls zeigten sich in den Minimal- und Maximalwerten bessere Resultate in der degenerativen Gruppe. Hier ergab sich ein minimaler Constant Shoulder Score-Wert von 27 Punkten in der degenerativen Gruppe gegenüber 11 Punkten in der posttraumatischen Gruppe. Bezüglich der maximal erreichten Punktzahl zeigte sich in der degenerativen Gruppe ein Maximalwert von 93 Punkten, in der posttraumatischen Gruppe wurden maximal 83 Punkte für den Constant Shoulder Score erreicht.

Die zuvor genannten statistischen Maße sind in Form eines Box-Whisker-Plots in der nachfolgenden Abbildung 18 graphisch visualisiert.



**Abbildung 18: Constant Shoulder Score in der degenerativen Gruppe und der posttraumatischen Gruppe**

Der Constant Shoulder Score wird in vier untergeordnete Kriterien eingeteilt. Die besagten vier Unterparameter erfassen die Alltagsaktivität, die Schmerzen, die Beweglichkeit und die Kraft. Die statistischen Maße der untergeordneten Kriterien sind in

### 3. Ergebnisse

---

den nachfolgenden Tabellen, Tabelle 23, Tabelle 24, Tabelle 25 und Tabelle 26, aufgelistet.

Alltagsaktivität (Constant Shoulder Score)	Insgesamt	Degenerative Gruppe	Posttraumatische Gruppe
Mittelwert	14,95	16,36	13,52
Standardabweichung	4,42	3,64	4,70
Minimum	2	5	2
Maximum	20	20	20
Unteres Quantil	12,00	15,00	11,00
Median	16,00	18,00	14,00
Oberes Quantil	18,00	20,00	18,00

**Tabelle 23: Deskriptive Statistik für das Kriterium Alltagsaktivität des Constant Shoulder Score im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**

Schmerzen (Constant Shoulder Score)	Insgesamt	Degenerative Gruppe	Posttraumatische Gruppe
Mittelwert	10,72	11,68	9,75
Standardabweichung	4,54	3,95	4,92
Minimum	0	5	0
Maximum	15	15	15
Unteres Quantil	5,00	10,00	5,00
Median	10,00	15,00	10,00
Oberes Quantil	15,00	15,00	15,00

**Tabelle 24: Deskriptive Statistik für das Kriterium Schmerzen des Constant Shoulder Score im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**

Beweglichkeit (Constant Shoulder Score)	Insgesamt	Degenerative Gruppe	Posttraumatische Gruppe
Mittelwert	25,00	29,13	20,79
Standardabweichung	9,16	6,52	9,58
Minimum	2	12	2
Maximum	40	40	40
Unteres Quantil	18,00	24,00	12,00
Median	28,00	30,00	20,50
Oberes Quantil	32,00	34,00	30,00

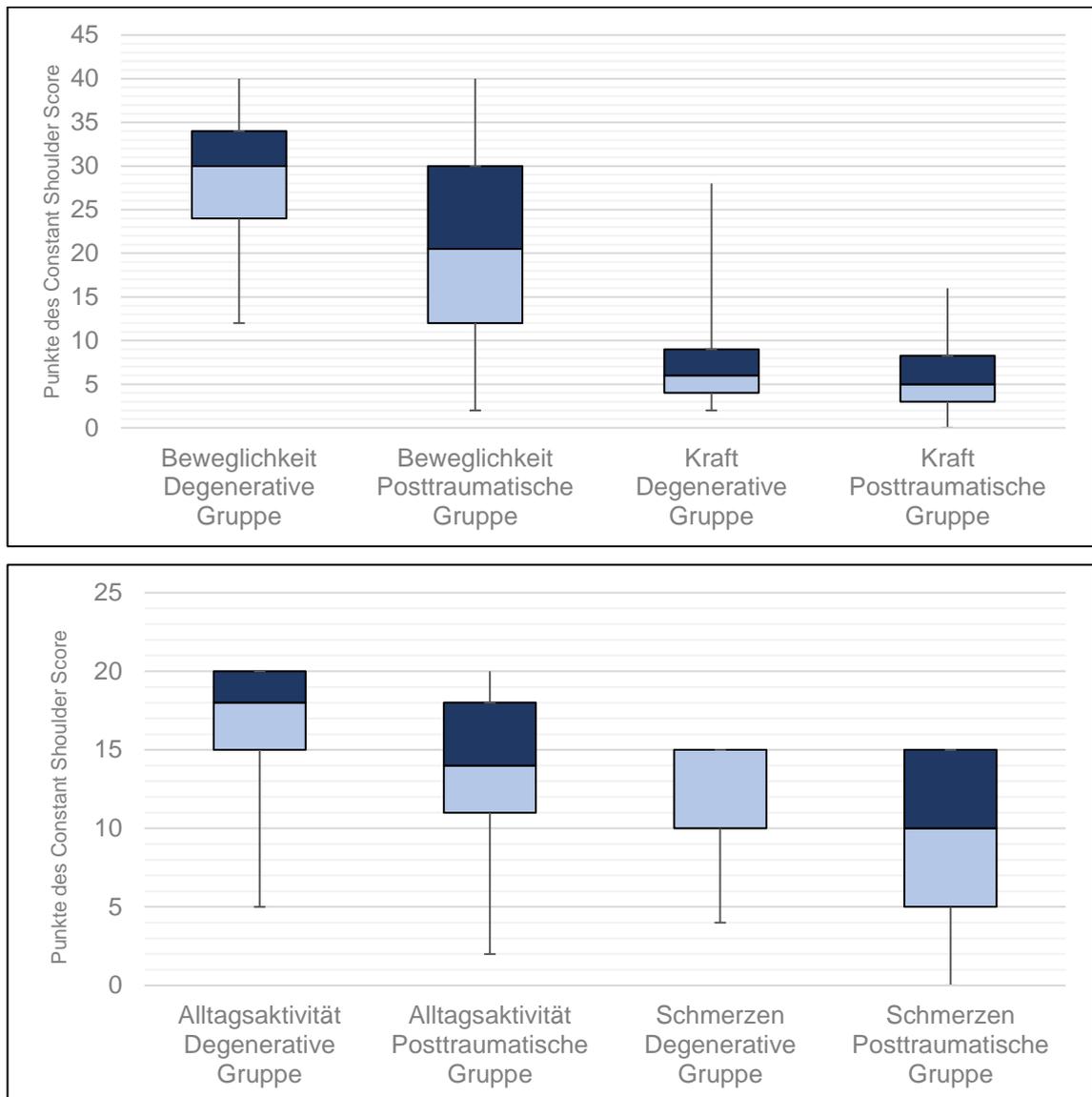
**Tabelle 25: Deskriptive Statistik für das Kriterium Beweglichkeit des Constant Shoulder Score im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**

Kraft (Constant Shoulder Score)	Insgesamt	Degenerative Gruppe	Posttraumatische Gruppe
Mittelwert	6,56	7,21	5,90
Standardabweichung	4,35	4,65	3,96
Minimum	0	2	0
Maximum	28	28	16
Unteres Quantil	3,00	4,00	3,00
Median	6,00	6,00	5,00
Oberes Quantil	9,00	9,00	8,75

**Tabelle 26: Deskriptive Statistik für das Kriterium Kraft des Constant Shoulder Score im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**

### 3. Ergebnisse

In der nachfolgenden Abbildung 19 sind die deskriptiven Statistik-Maße für die untergeordneten Kriterien des Constant Shoulder Scores in Form von Box-Whisker-Plots graphisch dargestellt.



**Abbildung 19: Untergeordnete Kriterien des Constant Shoulder Scores in der degenerativen Gruppe und der posttraumatischen Gruppe**

Für alle untergeordneten Kriterien ergeben sich bessere Ergebnisse in der degenerativen Gruppe im Vergleich zur posttraumatischen Gruppe.

Die Alltagsaktivität in der degenerativen Gruppe ergab einen Mittelwert von 16,36 Punkten mit einer Standardabweichung von 3,64 Punkten, wohingegen in der

posttraumatischen Gruppe lediglich 13,52 Punkte für die durchschnittliche Alltagsaktivität mit einer Standardabweichung von 4,70 Punkten erreicht wurde. Während sich der Minimalwert für die Alltagsaktivität in der degenerativen Gruppe bei 5 Punkten und in der posttraumatischen Gruppe bei nur 2 Punkten befand, zeigten sich in beiden Gruppen Maximalwerte für die Alltagsaktivität von 20 Punkten.

Für das Kriterium Schmerzen ließen sich höhere Punktwerte für die degenerative Gruppe nachweisen. So ergab sich für die degenerative Gruppe ein Mittelwert von 11,68 Punkten bei einer Standardabweichung von 3,95 Punkten, während für die posttraumatische Gruppe ein mittlerer Wert von 9,75 Punkten bei einer Standardabweichung von 4,92 Punkten vorlag. Für das gesamte Patientenkollektiv ergab sich ein durchschnittlicher Schmerz-Wert von 10,72 Punkten mit einer Standardabweichung von 4,54 Punkten. Während in beiden untersuchten Gruppen Maximalwerte von 15 Punkten für die Schmerzen erreicht wurden, lag der Minimalwert mit 0 Punkten in der posttraumatischen Gruppe niedriger als der minimale Punktwert in der degenerativen Gruppe mit 5 Punkten.

Der Mittelwert für das Kriterium Beweglichkeit lag im gesamten Patientenkollektiv bei 25,00 Punkten mit einer Standardabweichung 9,16 Punkten. In der degenerativen Gruppe ergab sich im Vergleich zur posttraumatischen Gruppe ein höherer Durchschnittswert für den Unterparameter Beweglichkeit des Constant Shoulder Scores. So zeigte sich in der degenerativen Gruppe ein durchschnittlicher Wert von 29,13 Punkten mit einer Standardabweichung von 6,52 Punkten, wohingegen in der posttraumatischen Gruppe lediglich ein Mittelwert von 20,79 Punkten mit einer Standardabweichung von 9,58 Punkten nachweisbar war. Während in der degenerativen Gruppe minimale Werte von 12 Punkten für das Beweglichkeitskriterium zu beobachten waren, ergaben sich in der posttraumatischen Gruppe geringere Minimalwerte mit einem Minimum von 2 Punkten. Die maximal erreichte Punktzahl von 40 Punkten konnte in beiden untersuchten Gruppen nachgewiesen werden.

Analog zu den beobachteten Unterschieden bezüglich der Parameter Alltagsaktivität, Schmerzen und Beweglichkeit des Constant Shoulder Score zeigten sich auch für das

Kriterium Kraft bessere Resultate in der degenerativen Gruppe im Vergleich zur posttraumatischen Gruppe. So ergab sich ein Durchschnittswert für den Kraft-Parameter von 7,21 Punkten mit einer Standardabweichung von 4,65 Punkten in der degenerativen Gruppe, wohingegen dieser Mittelwert mit 5,90 Punkten bei einer Standardabweichung von 3,96 Punkten vergleichsweise niedriger in der posttraumatischen Gruppe ausfiel. Für die gesamte Studienpopulation ergab sich ein Mittelwert für das Kriterium Kraft im Constant Shoulder Score von 6,56 Punkten bei einer Standardabweichung von 4,35 Punkten. Während sich der minimal zu beobachteten Punktwert für den Kraft-Parameter mit 2 Punkten in der degenerativen Gruppe und 0 Punkten in der posttraumatischen Gruppe auf annähernd gleichem Niveau befand, zeigte sich mit einem Maximalwert von 28 Punkten verglichen zu 16 Punkten bessere Punktzahlen in der degenerativen Gruppe im Vergleich zur posttraumatischen Gruppe.

Die Analyse statistisch signifikanter Unterschiede erfolgte mittels Mann-Whitney-U-Test. Die Resultate sind in der nachfolgenden Tabelle 27 dargestellt.

Degenerative versus posttraumatische Gruppe	Signifikanzen (unter Verwendung des Mann-Whitney-U-Tests)
Constant Shoulder Score	$p = 0,000061$ ( $p < 0,001$ )
Alltagsaktivität – Constant Shoulder Score	$p = 0,000839$ ( $p < 0,001$ )
Schmerzen – Constant Shoulder Score	$p = 0,044863$ ( $p < 0,05$ )
Beweglichkeit – Constant Shoulder Score	$p = 0,000002$ ( $p < 0,001$ )
Kraft – Constant Shoulder Score	$p = 0,128913$

**Tabelle 27: Statistische Signifikanzen (unter Verwendung des Mann-Whitney-U-Tests) für den Constant Shoulder Score und die untergeordneten Kriterien**

Die statistische Auswertung des Constant Shoulder Scores mittels Mann-Whitney-U-Test zeigte einen hoch-signifikanten p-Wert für den Vergleich der degenerativen Gruppe mit der posttraumatischen Gruppe. Diesbezüglich betrug der p-Wert  $p = 0,000061$ , womit sich ein Signifikanz-Niveau von  $p < 0,001$  für die zentralen Tendenzen der untersuchten Gruppen ergab.

Für die Betrachtung der untergeordneten Parameter des Constant Shoulder Scores zeigten sich für das Alltagsaktivitäts- und das Beweglichkeits-Kriterium mit Werten von  $p = 0,000839$  bzw.  $p = 0,000002$  hoch-signifikante Unterschiede in den zentralen Tendenzen der degenerativen und der posttraumatischen Gruppe zu einem Signifikanz-Level von  $p < 0,001$ .

Der Parameter Schmerzen zeigte sich in der Signifikanz-Analyse mittels Mann-Whitney-U-Test signifikant mit einem Signifikanz-Niveau von  $p < 0,05$ .

Die isolierte statistische Analyse des Kriteriums Kraft aus dem Constant Shoulder Score mittels des zuvor erwähnten nicht-parametrischem Tests zeigte mit einem p-Wert von  $p = 0,128913$  keinen signifikanten Unterschied der zentralen Tendenzen der degenerativen Gruppe bzw. posttraumatischen Gruppe.

### 3.6 Auswertung des DASH-Scores

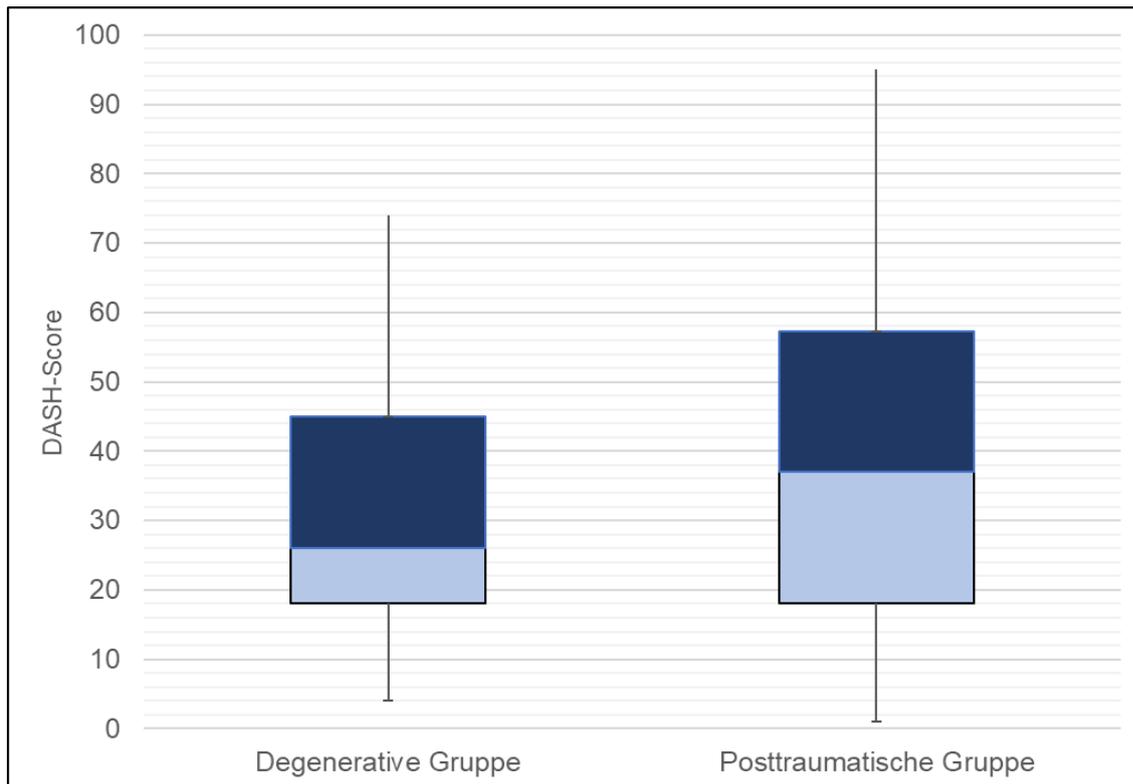
**Die statistische Auswertung des DASH-Scores erfolgte mittels der im Anhang unter dem Abschnitt**

6.6 Datenmatrix für den DASH-Score aufgeführten Daten-Tabelle. Die nachfolgenden Tabelle 28 zeigt die Ergebnisse der DASH-Score-Berechnung sowohl für das gesamte Patientenkollektiv als auch für die posttraumatische und die degenerative Gruppe.

DASH-Score	Insgesamt	Degenerative Gruppe	Posttraumatische Gruppe
Mittelwert	35,19	32,13	38,56
Standardabweichung	22,58	20,36	24,57
Minimum	1	7	1
Maximum	95	74	95
Unteres Quantil	18,00	16,00	18,00
Median	32,00	26,00	37,00
Oberes Quantil	55,00	49,00	57,75

**Tabelle 28: Deskriptive Statistik für den DASH-Score im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**

Zur graphischen Visualisierung der zuvor tabellarisch dargestellten deskriptiven statistischen Maße des DASH-Scores, wurde der in der nachfolgenden Abbildung 20 gezeigte Box-Whisker-Plot verwendet.



**Abbildung 20: DASH-Score in der degenerativen Gruppe und der posttraumatischen Gruppe**

Zur Analyse auf statistisch signifikante Unterschiede der zentralen Tendenzen für die degenerative Gruppe und die posttraumatische Gruppe erfolgte die Anwendung des Mann-Whitney-U-Testes. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 29 dargestellt.

Degenerative versus posttraumatische Gruppe	Signifikanzen (unter Verwendung des Mann-Whitney-U-Tests)
DASH-Score	$p = 0,213470$

**Tabelle 29: Statistische Signifikanzen für den DASH-Score**

Die vergleichende Analyse der DASH-Scores der degenerativen Gruppe zur posttraumatischen Gruppe erfolgte mittels Mann-Whitney-U-Tests. Im Rahmen dieser Auswertung resultierte kein signifikanter Unterschied der zentralen Tendenzen der degenerativen Gruppe zu der posttraumatischen Gruppe, wobei der berechnete p-Wert bei  $p = 0,213470$  lag.

#### 3.7 Auswertung der Komplikationen

Zusätzlich erfolgte auch die Erfassung von Komplikationen nach Implantation einer Schulterendoprothese, wobei das Hauptaugenmerk auf der Analyse möglicher Unterschiede zwischen der degenerativen und der posttraumatischen Gruppe lag.

In der nachfolgenden Tabelle 30 sind die Art der aufgetretenen Komplikationen und deren Häufigkeiten sowohl für das gesamte Patientenkollektiv als auch für die degenerative Gruppe bzw. für die posttraumatische Gruppe aufgeführt. Die zugrundeliegenden Daten sind in der im Anhang unter 6.7 Datenmatrix für die Komplikationen dargestellten Tabelle detailliert für die degenerative Gruppe und die posttraumatische Gruppe aufgeführt.

Art der Komplikation	Insgesamt	Degenerative Gruppe	Posttraumatische Gruppe
Keine Komplikation	87	49	38
Tiefe Wundinfektion	1	0	1
Osteomyelitis	0	0	0
Dislokation / Resorption der Tuberkula	0	0	0
Heterotope Ossifikationen	1	0	1
Periprothetische Fraktur	1	0	1
Internes Impingement	1	0	1
Subacromiales Impingement	0	0	0
Instabilität	0	0	0
Glenoidlockerung	1	0	1
Schaftlockerung	2	0	2

Art der Komplikation	Insgesamt	Degenerative Gruppe	Posttraumatische Gruppe
Glenosphäre zu klein	1	1	0
Operative Hämatomausräumung	1	0	1
Prolongiertes Lymphödem	1	0	1
Operatives Debridement bei oberflächlicher Wundinfektion	1	0	1
Periprothetische Infektion	1	0	1
Prothesen-Luxation	5	1	4
Scapula-Fraktur	1	1	0

**Tabelle 30: Komplikationen samt Häufigkeiten im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**

Die nachfolgend dargestellte Abbildung 21 gibt die Verteilung der Komplikationen nach Art und Zugehörigkeit zu den, im Rahmen dieser Studie, untersuchten Patientengruppen wieder.

Dabei zeigt der obere Anteil der Abbildung die Komplikationen sortiert nach Komplikationsformen für das gesamte Patientenkollektiv und der mittlere Bereich der Abbildung die Komplikationstypen und Komplikationshäufigkeiten in der degenerativen Gruppe. Der untere Abschnitt der Abbildung visualisiert die Komplikationen in der posttraumatischen Gruppe und bildet dabei die Arten der Komplikationen und die Häufigkeiten besagter Komplikationsformen ab.

### 3. Ergebnisse

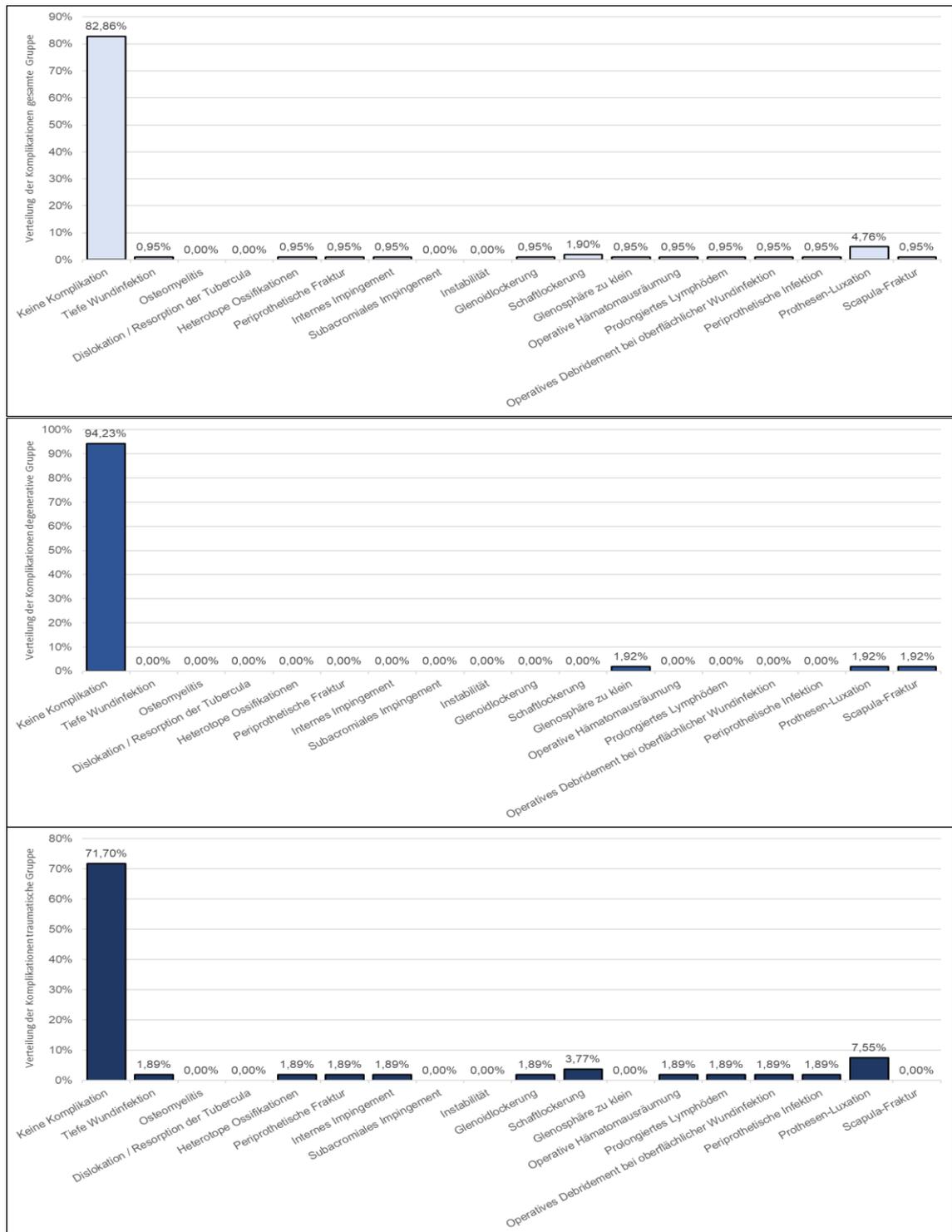


Abbildung 21: Komplikationen samt Häufigkeiten im gesamten Patientenkollektiv (oben), in der degenerativen Gruppe (zentral) und in der posttraumatischen Gruppe (unten)

Im gesamten Patientenkollektiv mit insgesamt 105 untersuchten Patienten zeigten sich bei 87 Patienten (82,86%) keine Komplikationen. Bei fünf Patienten (4,76%) kam es zu

einer postoperativen Prothesen-Luxation. Weiterhin wurden insgesamt bei zwei Patienten (1,90%) Schaftlockerungen beobachtet. Bei jeweils einem Patienten (0,95%) kam es zu einer tiefen Wundinfektion, zu einer Ausbildung von heterotopen Ossifikationen und zu einer periprothetischen Fraktur. Darüber hinaus resultierte bei je einem Patienten ein internes Impingement, eine Glenoidlockerung und einer zu kleinen Glenosphäre. Eine operative Hämatomausräumung musste bei einem Patienten durchgeführt werden, ebenfalls wurde aufgrund einer oberflächlichen Wundinfektion ein operatives Debridement notwendig. Darüber hinaus ließen sich in jeweils einem Fall (0,95%) ein prolongiertes Lymphödem, eine periprothetische Infektion und eine Scapula-Fraktur beobachten.

In der Gruppe mit degenerativer Indikation zur Schulterendoprothesen-Implantation kam es bei insgesamt 52 Patienten zu drei Komplikationen. So kam es bei einem Patienten (1,92%) zu einer Prothesen-Luxation. Darüber hinaus wurde bei jeweils einem Patienten (1,92%) eine zu kleine Glenosphäre und eine Scapula-Fraktur beobachtet.

Für die posttraumatische Gruppe ergab sich im Vergleich zur degenerativen Gruppe eine höhere Anzahl an Komplikationen.

Bei einer Gruppengröße von insgesamt 53 Patienten kam es bei vier Patienten (7,55%) zu einer Prothesen-Luxation. Darüber hinaus kam es jeweils in 1,89% der Fälle bzw. bei einem Patienten zu einer tiefen Wundinfektion, zu einer heterotopen Ossifikation, zu einer periprothetischen Fraktur und zu einem internen Impingement.

Darüber hinaus zeigte sich bei einem Patienten (1,89%) eine Glenoidlockerung und bei zwei Patienten (3,77%) eine Schaftlockerung.

Weiterhin ließen sich bei einem Patienten eine periprothetische Infektion und bei einem anderen Patienten ein prolongiertes Lymphödem beobachten.

In zwei Fällen wurde ein erneutes operatives Vorgehen notwendig, wobei bei einem Patienten (1,89%) eine operative Hämatomausräumung durchgeführt wurde und bei einem Patienten aufgrund einer oberflächlichen Wundinfektion ein operatives Debridement erfolgte.

Insgesamt zeigten sich in der posttraumatischen Gruppe bei 71,70% der Fälle bzw. bei 38 Patienten ein komplikationsloser intra- und postoperativer Verlauf.

## 3.8 Radiologische Auswertungen

Im Rahmen dieser Arbeit wurde neben der fragenbogenbasierten Datenerhebung auch bildgebende Diagnostik ausgewertet.

Dabei wurde für die degenerative Gruppe die Klassifikation nach Hamada zur Einteilung des Stadiums der Cuff-Arthropathie verwendet. Zur präoperativen Graduierung der Glenoiderosionen bei degenerativer RM-Defektarthropathie erfolgte die Einteilung nach Sirveaux.

Für die posttraumatische Gruppe fand die Klassifikation der Frakturtypen mittels der Boileau-Typisierung statt.

Aufgrund der herausragenden Stellung des scapulären Notchings als Komplikation nach inverser Schulterendoprothesen-Implantation erfolgte für alle Patienten noch eine Auswertung mittels konventioneller radiologischer Bildgebung, wobei zur Objektivierung die Klassifikation nach Sirveaux verwendet wurde.

### 3.8.1 Auswertung der Rotatorenmanschetten-Defekte nach Hamada

Zur Beurteilung der Ausprägung der RDA wurde neben der Klassifikation der Glenoiderosion nach Sirveaux die Einteilung der Rotatorenmanschetten-Defekte nach Hamada eingesetzt. Die nachfolgend abgebildete Tabelle 31 stellt einerseits die Verteilung der nach Hamada klassifizierten RM-Defekte innerhalb der degenerativen Gruppe dar und ergänzt diese Grad-Einteilungen um die zu den Patienten korrespondierenden Constant Shoulder Scores, welche als CSS abgekürzt werden.

Rotatorenmanschetten-Defekte nach Hamada	Absoluter Anzahl	Prozentualer Anteil	CSS - Mittelwert	CSS – Standardabweichung
Grad 1	13	27,66%	64,54	16,06
Grad 2	14	29,79%	68,21	10,35

Rotatorenmanschetten-Defekte nach Hamada	Absoluter Anzahl	Prozentualer Anteil	CSS - Mittelwert	CSS – Standard-abweichung
Grad 3	6	12,77%	65,00	12,25
Grad 4	4	8,51%	60,50	8,58
Grad 5	5	10,64%	64,40	14,33
Keine Angaben	5	10,64%	52,20	23,95

Tabelle 31: Rotatorenmanschetten-Defekte (nach Hamada) in der degenerativen Gruppe

Zur Visualisierung der Verteilung bzw. der Häufigkeiten der einzelnen Grade der Hamada-Einteilung dient das in der nachfolgend dargestellten Abbildung 22 verwendete Balkendiagramm, wobei die Verteilung als prozentuale Häufigkeit angegeben wird.

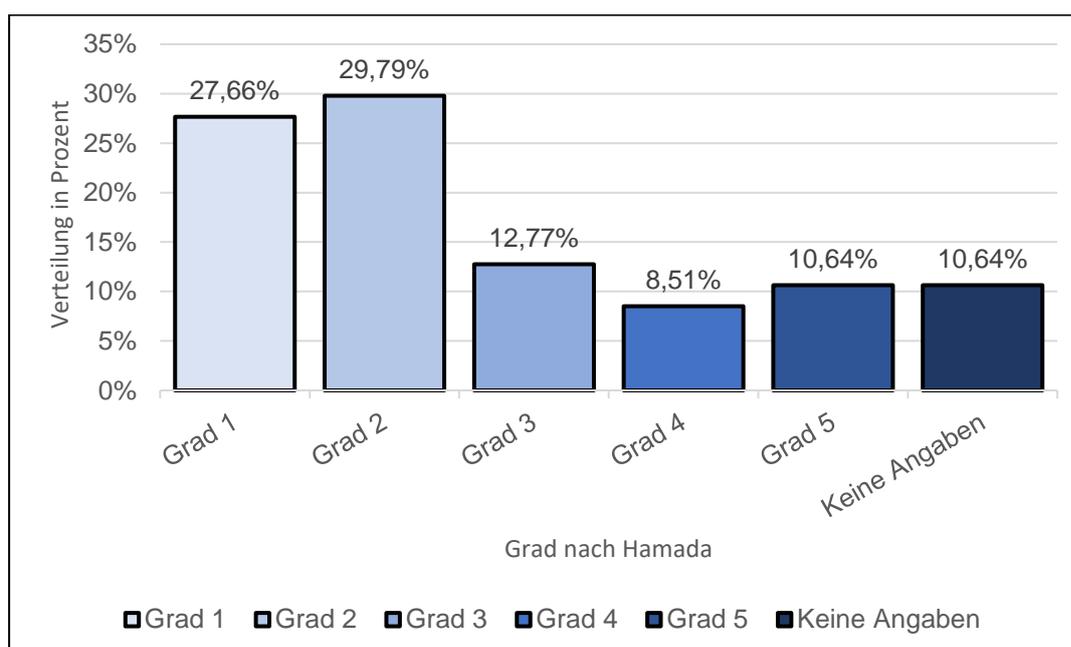


Abbildung 22: Rotatorenmanschetten-Defekte (nach Hamada) in der degenerativen Gruppe

In der Patientengruppe mit degenerativer Indikation zur inversen Schulterendoprothesen-Implantation zeigte sich bei 13 Patienten (27,66%) eine RM-Defektarthropathie Grad 1 nach Hamada, wobei sich für diese Untergruppe ein Mittelwert für den Constant Shoulder Score von 64,54 Punkten mit einer Standardabweichung von 16,06 Punkten ergab. Ein, der Hamada-Klassifikation entsprechender, zweitgradiger

Rotatorenmanschettendefekt wurde bei 14 Patienten, respektive 29,79%, der Fälle beobachtet. In dieser Subgruppe wurde ein Constant Shoulder Score von 68,21 Punkten bei einer Standardabweichung von 10,35 Punkten nachgewiesen. Bei sechs Patienten (12,77%) ergab sich ein RM-Defekt Grad 3 nach Hamada, wobei der Constant Shoulder Score bei 65,00 Punkten mit einer Standardabweichung von 12,25 Punkten für diese Patienten lag. Viertgradige RM-Defekte zeigten sich bei vier Patienten (8,51%), hier resultierte ein Constant Shoulder Score-Mittelwert von 60,50 Punkten bei einer Standardabweichung von 8,58 Punkten. Darüber hinaus ließen sich bei fünf Patienten (10,64%) RM-Defektarthropathien Grad 5 nach der Hamada-Einteilung nachweisen, wobei diese Untergruppe einen Constant Shoulder Score von 64,40 Punkten mit einer Standardabweichung von 14,33 Punkten erreichte. Für fünf Patienten (10,64%) war keine Einteilung entsprechend der Hamada-Klassifikation möglich, diese Patienten-Subgruppe erzielte einen Constant Shoulder Score von 52,20 Punkten mit einer Standardabweichung von 23,95 Punkten.

#### 3.8.2 Auswertung der Glenoiderosionen nach Sirveaux

Wie zuvor bereits erwähnt, wurde für die degenerative Gruppe neben der RM-Defekt-Einteilung nach Hamada auch der Grad der Erosionen am Glenoid unter Verwendung der Klassifikation von Sirveaux erhoben. Hier ergab sich die in Tabelle 32 dargestellte Verteilung. Darüber hinaus umfasst die Tabelle ebenfalls die Constant Shoulder Score-Werte inklusive der Standardabweichungen für die durch die Sirveaux-Klassifikation resultierenden Untergruppen.

Glenoiderosionen nach Sirveaux	Absoluter Anzahl	Prozentualer Anteil	CSS - Mittelwert	CSS – Standardabweichung
Keine Erosionen	12	19,35%	67,92	17,12
Typ E0	23	37,10%	64,96	10,28
Typ E1	6	9,68%	61,17	17,97
Typ E2	12	19,35%	65,17	14,62

Glenoiderosionen nach Sirveaux	Absoluter Anzahl	Prozentualer Anteil	CSS - Mittelwert	CSS – Standardabweichung
Typ E3	6	9,68%	59,33	10,91
Keine Angaben	3	4,84%	52,00	16,52

Tabelle 32: Glenoiderosionen (nach Sirveaux) in der degenerativen Gruppe

Die nachfolgende Abbildung 23 stellt die Verteilung der in der degenerativen Gruppe beobachteten Glenoiderosionen unter Verwendung der Sirveaux-Klassifikation und in Form eines Balkendiagrammes graphisch dar. Dabei wurde die prozentuale Verteilung als y-Achsen-Einheit verwendet.

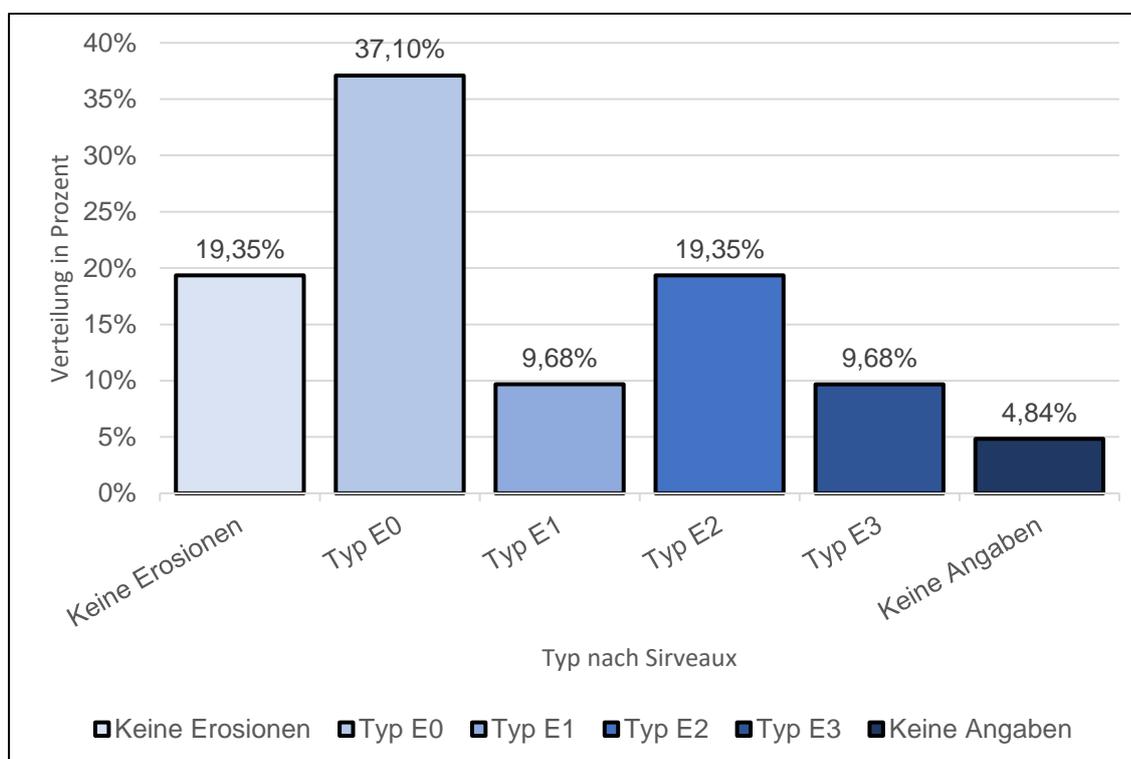


Abbildung 23: Glenoiderosionen (nach Sirveaux) in der degenerativen Gruppe

Für 12 Patienten (19,35%) der degenerativen Gruppe konnten keine Erosionen beobachtet werden. Diese Subgruppe erreichte einen Constant Shoulder Score von 67,92 Punkten bei einer Standardabweichung von 17,12 Punkten. Bei 23 Patienten (37,10%) der degenerativen Gruppe ergab sich ein Glenoiderosions-Typ E0 nach der Sirveaux-Einteilung, wobei diese Subgruppe einen Constant Shoulder Score von 64,96 Punkten bei einer Standardabweichung von 10,28 Punkten aufwies.

Des Weiteren zeigte sich bei sechs Patienten (9,68%), ein Typ E1 der Sirveaux-Klassifikation. Diese Subgruppe erreichte einen Constant Shoulder Score von 61,17 Punkten mit einer Standardabweichung von 17,97 Punkten. Der Typ E2 konnte bei 12 Patienten (19,35%) beobachtet werden. Für diese Patienten-Untergruppe resultierte ein Constant Shoulder Score von 65,17 Punkten mit einer Standardabweichung von 14,62 Punkten. Für weitere sechs Patienten (9,68%) zeigte sich ein der Sirveaux-Klassifikation entsprechender Glenoiderosions-Typ E3, wobei diese Subgruppe einen Constant Shoulder Score von 59,33 Punkten bei einer Standardabweichung von 10,91 Punkten erreichten.

Darüber hinaus konnte für drei Patienten (4,84%) keine Einteilung der Glenoiderosionen mittels der Sirveaux-Klassifikation vorgenommen werden. Für diese Patienten-Untergruppe ließ sich ein Constant Shoulder Score-Mittelwert von 52,00 Punkten mit einer Standardabweichung von 16,52 Punkten nachweisen.

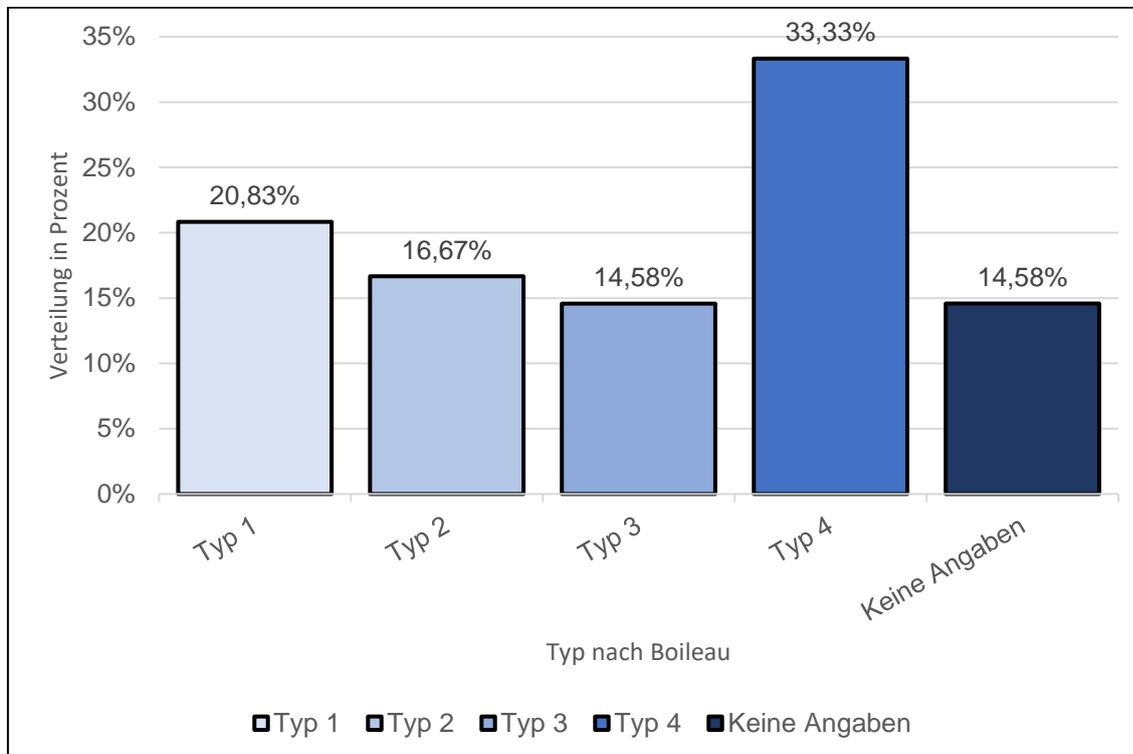
#### 3.8.3 Auswertung der Frakturtypen nach Boileau

Zur Typisierung der Frakturen erfolgte für die Patienten der posttraumatischen Gruppe die Verwendung der Klassifikation der Traumafolgen nach proximaler Humerusfraktur nach Boileau. In der nachfolgend dargestellten Tabelle 33 sind die Ergebnisse der Boileau-Einteilung sowie die zu den durch diese Einteilung resultierenden Untergruppen zugehörige Constant Shoulder Score-Werte und die entsprechenden Standardabweichungen aufgelistet.

Frakturtypen nach Boileau	Absoluter Anzahl	Prozentualer Anteil	CSS - Mittelwert	CSS – Standardabweichung
Typ 1	10	20,83%	47,60	17,21
Typ 2	8	16,67%	54,88	12,81
Typ 3	7	14,58%	44,71	20,34
Typ 4	16	33,33%	50,63	21,00
Keine Angaben	7	14,58%	62,86	15,04

Tabelle 33: Frakturtypen (nach Boileau) in der posttraumatischen Gruppe

Die graphische Darstellung der Verteilung der Frakturtypen mithilfe der Boileau-Klassifikation ist nachfolgend in der Abbildung 24 für die posttraumatische Gruppe dargestellt.



**Abbildung 24: Frakturtypen (nach Boileau) in der posttraumatischen Gruppe**

In der Patientengruppe mit posttraumatischer Indikation zur Implantation einer inversen Schulterendoprothese zeigte sich bei 10 Patienten (20,83%) ein Typ 1 entsprechend der Boileau-Klassifikation. Diese Subgruppe erreichte im Constant Shoulder Score einen Mittelwert von 47,60 Punkten bei einer Standardabweichung von 17,21 Punkten. Bei acht Patienten (16,67%) ergab sich eine Einteilung in den Typ 2 der Boileau-Typisierung, wobei in dieser Subgruppe ein Constant Shoulder Score von 54,88 Punkten mit einer Standardabweichung von 12,81 Punkten nachweisbar war. Insgesamt sieben Patienten, also 14,58% der Patienten der posttraumatischen Gruppe, konnten entsprechend der Boileau-Klassifikation in den Typ 3 eingeteilt werden und erreichten einen durchschnittlichen Wert von 44,71 Punkten im Constant Shoulder Score mit einer Standardabweichung von 20,34 Punkten.

Weiterhin zeigten 16 Patienten (33,33%) einen Typ 4 entsprechend der Boileau-Einteilung. Diese Subgruppe erreichte einen Constant Shoulder Score von 50,63 Punkten bei einer Standardabweichung von 21,00 Punkten. Für sieben Patienten war eine Typisierung des Frakturtypens nach Boileau nicht möglich. Für diese 14,58% der Patienten in der posttraumatischen Gruppe zeigte sich ein Constant Shoulder Score-Mittelwert von 62,86 Punkten, die Standardabweichung betrug hier 15,04 Punkte.

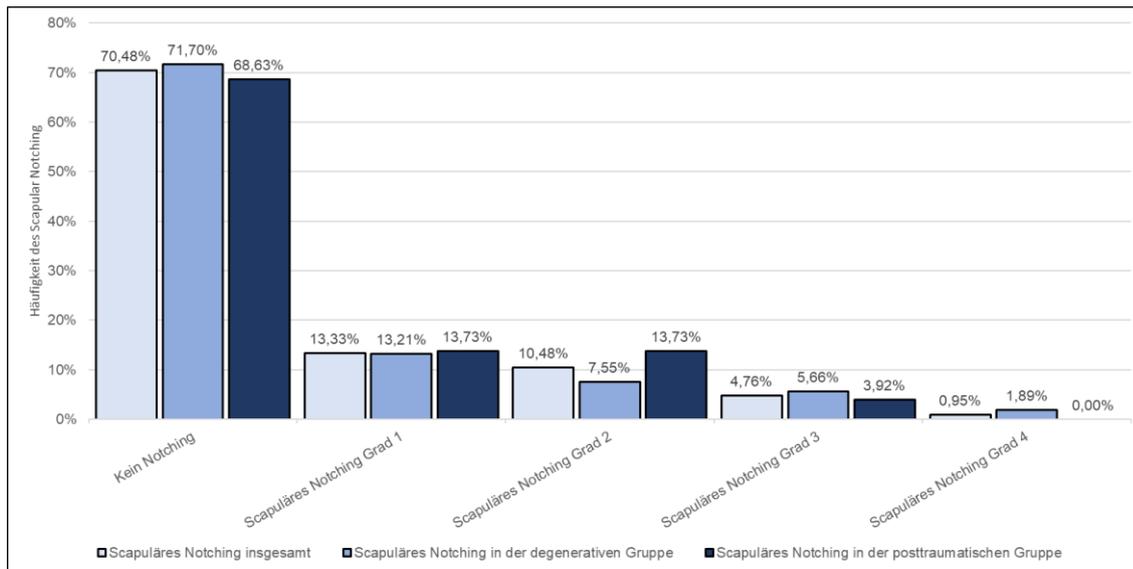
#### 3.8.4 Auswertung des scapulären Notchings nach Sirveaux

Die Beurteilung eines scapulären Notchings nach Implantation einer inversen Schulterendoprothese erfolgte unter Verwendung der Klassifikation nach Sirveaux. Die Tabelle 34 zeigt die Grad-Einteilungen des inferioren scapulären Notchings sowohl für das gesamte untersuchte Patientenkollektiv als auch für die einzelnen Patientengruppen mit degenerativer bzw. mit posttraumatischer Indikation zum operativen Vorgehen.

Drüber hinaus visualisiert die Abbildung 25 die Tabellen-Daten zum scapulären Notching nach Sirveaux.

Scapuläres Notchings nach Sirveaux	Insgesamt	Degenerative Gruppe	Posttraumatische Gruppe
Kein Notching	74	38	35
Scapuläres Notching Grad 1	14	7	7
Scapuläres Notching Grad 2	11	4	7
Scapuläres Notching Grad 3	5	3	2
Scapuläres Notching Grad 4	1	1	0

**Tabelle 34: Scapuläres Notching (nach Sirveaux) samt Häufigkeiten im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**



**Abbildung 25: Scapuläres Notching (nach Sirveaux) samt Häufigkeiten im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe**

Für das gesamte untersuchte Patientenkollektiv ergab sich bei 74 von 105 Patienten kein scapuläres Notching, was einer Quote von 70,48% entspricht.

Während sich bei 14 Patienten (13,33%) ein erstgradiges scapuläres Notching zeigte, ließ sich bei 11 Patienten (10,48%) ein scapuläres Notching Grad 2 nach Sirveaux nachweisen. Für fünf Patienten (4,76%) wurde ein Notching Grad 4 beobachtet und für lediglich einen (0,95%) ergab sich ein scapuläres Notching Grad 4 nach Sirveaux.

Während sich für die degenerative Gruppe bei 38 Patienten (71,70%) kein Notching nach Sirveaux zeigte, ergab sich in der der posttraumatischen Gruppe bei 35 Patienten (68,63%) kein Nachweis eines scapulären Notchings. In den beiden untersuchten Gruppen zeigten sich bei jeweils sieben Patienten erstgradige scapuläre Notching-Befunde, wodurch sich ein prozentualer Wert von 13,21% der Patienten in der degenerativen Gruppe und von 13,73% der Fälle in der posttraumatischen Gruppe ergeben.

Darüber hinaus zeigte sich bei vier Patienten (7,55%) in der degenerativen Gruppe ein zweitgradiges Notching während in der posttraumatischen Gruppe bei sieben Patienten (13,73%) der Nachweis eines scapulären Notchings Grad 2 erfolgte.

Die dritt- und viertgradigen Notching-Befunde traten in der degenerativen Gruppe vergleichsweise häufiger auf. Während in dieser Gruppe bei drei Patienten (5,66%) ein scapuläres Notching Grad 3 und einem Patienten (0,95%) ein Notching Grad 4 nach Sirveaux nachweisbar waren, ergab sich für die posttraumatische Gruppe bei lediglich zwei Patienten (3,92%) ein drittgradiges scapuläres Notching.

In der posttraumatischen Gruppe konnte kein scapuläres Notching Grad 4 nach Sirveaux beobachtet werden.

## 4. Diskussion

Das Ziel dieser Studie bestand darin, die Ergebnisse nach Implantation einer inversen Schulterendoprothese in Abhängigkeit der primären pathologischen Entität zu vergleichen.

Von klinischer Relevanz war dabei die Differenzierung nach degenerativer Ursache und posttraumatischen Zuständen nach Frakturen, wobei für beide Gruppierungen unmittelbar oder verzögert die Implantation einer inversen Schulterendoprothese durchgeführt wurde.

Es zeigten sich im Allgemeinen sowohl in der degenerativen als auch in der posttraumatischen Gruppe überwiegend zufriedenstellende bis teilweise sehr zufriedenstellende Ergebnisse. So beurteilten in der degenerativen Gruppe über 90% der Patienten und in der posttraumatischen Gruppe über 80% das postoperative Ergebnis als zufriedenstellend oder sogar sehr zufriedenstellend. Lediglich 2% der Patienten der degenerativen Gruppe bzw. circa 10% der posttraumatischen Gruppe stufen das Resultat als enttäuschend ein.

Die Ergebnisse für die degenerative Gruppe entsprechen weitestgehend den bisherigen Erfahrungen wie dies beispielsweise von Mulieri *et al.* (2010) publiziert wurde. Die Ergebnisse von Frankle *et al.* (2005) ergaben bei 68% der 60 Patienten ein sehr gutes Ergebnis. 27% der 60 Patienten zeigten sich zufrieden mit dem Resultat und lediglich 5% der Patienten gaben an, mit dem postoperativen Outcome unzufrieden zu sein. In der Arbeit von Sirveaux *et al.* (2004) kamen 54% der 80 Patienten zu einem sehr zufriedenstellenden Urteil, wobei nur 39% ein zufriedenes Urteil angaben und 7% unzufrieden waren.

Für Patienten mit Frakturen oder Frakturfolgen mit daraus resultierender Indikation zur Schulterendoprothesen-Implantation wurden bisher verhältnismäßig wenige Ergebnisse publiziert. Wall *et al.* (2007) berichten über ein durchwachsenes Ergebnis, wobei keine Verteilung der Patientenzufriedenheit angegeben wurde. Es wurde jedoch ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Patientenzufriedenheit und dem Constant Shoulder Score nachgewiesen. Bei Bufquin *et al.* (2007) ergaben sich im Mittel zufriedenstellende Resultate mit traumatischer Indikations-Entität zur inversen

Schulterprothese. Bufquin *et al.* analysierten vor allem die Beweglichkeit und die erzielte Schmerzreduktion ohne Daten zur subjektiven Zufriedenheit zu erheben.

In der statistischen Auswertung ergab sich mit einem Wert von  $p = 0,031196$  ( $p < 0,05$ ) ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der degenerativen und posttraumatischen Gruppe. Die Gründe für den signifikanten Unterschied können multifaktoriell sein. Eine höhere Erwartungshaltung der durchschnittlich drei Jahre jüngeren Patienten der posttraumatischen Gruppe könnte die schlechteren Ergebnisse erklären. Eine weitere Möglichkeit könnte die fehlende Erfassung von Begleitpathologien sein. Als wesentliche Ursache scheinen vor allem die posttraumatischen Ausgangsbefunde für schlechtere Ergebnisse verantwortlich zu sein, da insbesondere nach Frakturen mit Plattenosteosynthesen erhebliche Verklebungen und Deformierungen der Anatomie bestanden. Adhäsionen und posttraumatischen Funktionseinschränkungen erschweren nicht nur die Implantationsbedingungen, sondern stellen die Ursache für ungünstiger Ausgangsbedingungen dar. Die Studienhypothese konnte angesichts der Ergebnisse bestätigt werden. Eine, diese Hypothese relativierende, Sichtweise ist allerdings der intra-individuelle Vergleich der betroffenen Patienten, die vor dem Trauma eine uneingeschränkte Funktion der Schulter hatten und diesen Status als Referenz voraussetzen. In Fällen von degenerativen Funktionseinschränkungen, die sich über Jahrzehnte entwickelt hatten, ergibt das postoperative Implantationsergebnis eine deutliche Besserung zu dem präoperativen Funktionsstatus. Eine wissenschaftlich zweifelsfreie Klärung dieser Studienhypothese können sowohl durch die retrospektive Studie und die damit erhobenen Daten nicht abschließend beantwortet werden. Es zeigte sich jedoch hierzu ein deutlicher Trend mit bestätigenden Hinweisen.

Ein weiterer beachtenswerter Punkt dieser Arbeit stellt der Unterschied der postoperativen Beweglichkeit dar. Die durchschnittlich gemessene Beweglichkeit nach Implantation einer inversen Schulterendoprothese des Gesamtkollektives dieser Arbeit beträgt  $121,67^\circ$  für aktive Anteversion,  $112,52^\circ$  für aktiver Abduktion und  $13,86^\circ$  für aktive Außenrotation.

Allerdings unterscheiden sich die beiden Gruppen (degenerativ und posttraumatisch) bezüglich der postoperativen Beweglichkeit signifikant. So ergab die ermittelte aktive Elevation der degenerativen Gruppe ein Mittelwert von 137,8°, die der traumatischen Gruppe ein Durchschnittswert von 105,96°. Auch die passive Elevation ist mit 147,74° in der degenerativen Gruppe um knapp 25° besser als die der posttraumatischen Gruppe.

In diesem Kontext sind die Ergebnisse der Kollegen Naveed *et al.* (2011), Sirveaux *et al.* (2004), Wall *et al.* (2007), Bufquin *et al.* (2007), Alentorn-Geli *et al.* (2014) und Stechel *et al.* (2010) zu nennen. **Tabelle 35:** Auflistung der erhobenen Daten zur aktiven Anteversion im Vergleich zu einigen Übersichtsarbeiten stellt die Ergebnisse kondensiert im Kontext weiterer Arbeiten hinsichtlich der aktiven Anteversion vergleichend dar.

Quelle	Indikation	Größe des Patientenkollektivs	Ø aktive Beweglichkeit
In dieser Arbeit erhobene Daten	Degenerativ	53	137,08°
	Posttraumatisch	52	105,96°
Naveed <i>et al.</i> (2011)	Degenerativ	50	105°
Sirveaux <i>et al.</i> (2004)	Degenerativ	77	138°
Wall <i>et al.</i> (2007)	Insgesamt	191	137°
	Degenerativ		133
	Posttraumatisch		115
Bufquin <i>et al.</i> (2007)	Posttraumatisch	41	97°
Alentorn-Geli <i>et al.</i> (2014)	Posttraumatisch	20	71°
Stechel <i>et al.</i> (2010)	Insgesamt	59	105
	Degenerativ		134
	Posttraumatisch		89

**Tabelle 35: Auflistung der erhobenen Daten zur aktiven Anteversion im Vergleich zu einigen Übersichtsarbeiten**

Für degenerative Ausgangsentitäten lagen die funktionellen Beweglichkeiten zwischen 105° und 138° Anteversion. Der Mittelwert der publizierten Studien lag bei ca. 127,5°, so dass die vorliegenden Ergebnisse mit ca. 137,1° im oberen Drittel einzuordnen sind.

Die Zusammenfassung der aktiven Elevation der Übersichtsarbeiten von Naveed *et al.* (2011), Sirveaux *et al.* (2004), Wall *et al.* (2007), Bufquin *et al.* (2007), Alentorn-Geli *et al.* (2014) und Stechel *et al.* (2010) erbrachte Funktionsbefunde zwischen 71° und 115° für die posttraumatische Indikationen. Der Mittelwert dieser Publikationen liegt bei 93°, was einer Differenz von ungefähr 10°, zu dem, in dieser Arbeit erhobenem Mittelwert von 105,96° entspricht.

Tendenziell ergeben sich damit analog zu den Ergebnissen aus der Fachliteratur bessere Ergebnisse und größere Bewegungsausmaße für die Patienten mit degenerativer Indikation zur Implantation einer inversen Schulterendoprothese.

Die in dieser Arbeit erhobenen Daten zeigen im Vergleich zu den Angaben der Übersichtsarbeiten insgesamt höhere durchschnittliche Bewegungsumfänge. Diese Tatsache lässt vermuten, dass sich die aktuelle operative Versorgung, die Implantations-Technik und die Prothesentypen im Vergleich zum Zeitraum 2004-2014, in welchem die Datenerhebung der zuvor genannten Autoren stattfand, weiterentwickelt haben und ein besseres Outcome erklären.

Des Weiteren bleibt zu erwähnen, dass eine Beweglichkeitsmessung nach der Neutral-Null-Methode mittels Goniometer starken interindividuellen Schwankungen unterliegt und somit die Werte insgesamt nur als Richtwerte dienen und nicht als fixe Bezugspunkte.

Grundsätzlich war der Vergleich der vorliegenden funktionellen Beweglichkeit zu bereits publizierten Arbeiten nur eingeschränkt möglich, da die meisten Autoren praktisch ausschließlich die aktive Anteversion angaben.

Vermutlich wird dieser Freiheitsgrad stellvertretend als Indikator für den Vergleich der postoperativen Beweglichkeit angesehen, zudem unterscheiden sich die Mittelwerte für die aktive Abduktion, mit einer Differenz von 33,96° zwischen degenerativer- und posttraumatischer Gruppe, im Vergleich zur aktiven Elevation, nur gering.

Neben der Anteversion und Abduktion wurde im Rahmen dieser Studie auch die aktive und passive Außenrotation nach Schulterendoprothesen-Implantation analysiert.

Bezüglich der aktiven Außenrotations-Fähigkeit erzielten die Patienten der degenerativen Gruppe mit durchschnittlich  $16,23^\circ$  bessere Bewegungsumfänge im Vergleich zur posttraumatischen Gruppe (aktive Außenrotation  $11,44^\circ$ ).

Nyffeller (2014) beschreibt die Außenrotations-Fähigkeit als ein wichtiger Indikator für die spätere Funktion und Kraftentwicklung oberhalb der Schulter-Horizontalebene, so dass auch dieser Aspekt einen Einfluss auf die postoperative Zufriedenheit der Patienten hat. Die vergleichende Analyse der passiven Außenrotations-Bewegung ergab praktisch kein Unterschied.

Die beschriebenen postoperativen Unterschiede zwischen den degenerativen und traumatischen Ausgangsentitäten zeigten sich auch in der Auswertung des Constant Shoulder Scores (CS).

Die Werte des Constant Scores der degenerativen Gruppe waren signifikant besser, dies gilt sowohl für den Gesamtwert des Constant Scores als auch für die Untergruppen:

- Beweglichkeit
- ADL
- Schmerz

In Puncto Kraft konnte kein signifikanter Unterschied ermittelt werden.

Der Constant Score für das gesamte Patientenkollektives betrug 57,2 Punkte. Der CS in der degenerativen Gruppe betrug 64,4 Punkte und war um 17,4 Punkte besser als die traumatische Gruppe mit insgesamt 47 Punkten.

Vergleichbare Ergebnisse wurde von der Arbeitsgruppe Wall *et al.* (2007) berichtet. Sie untersuchten in ihrer Studie 191 Patienten.

Das Resultat der degenerativen Gruppe war mit 64,5 Punkten des CS das beste Ergebnis.

Wal *et al.* (2007) unterteilten in ihrer Arbeit die degenerative Gruppe in weitere Subgruppen: Patienten mit einer Defektarthropathie (CS 65,1), Patienten mit einem massiven Rotatorenmanschettendefekt (CS 63,4) und Patienten mit primärer Osteoarthritis (CS 65,1). Die Ergebnisse für die Patienten mit posttraumatischer Entität ergaben bei Wall *et al.* (2007) einen CS von 53 Punkten.

Stechel et al. (2010) untersuchten 59 Patienten mit Berücksichtigung von zwei Subgruppen. Das Gesamtergebnis erreichte ein CS von 59 Punkten, die degenerative Gruppe 74 Punkte und die posttraumatische Gruppe 48 Punkte.

Sirveaux et al. (2004) und Naveed et al. (2011) untersuchten in ihren Arbeiten hauptsächlich Patienten mit Rotatorenmanschettenarthropathie (RDA). Naveed et al. ermittelten bei ihren 50 Patienten einen CS von 59 Punkten. Sirveaux et al. analysierten bei ihren 77 Patienten einen CS von 65,5 Punkten.

Buquin et al. (2007) und Cazeneuve et al. (2008) untersuchten die funktionellen Ergebnisse bei Patienten mit primärer Versorgung mittels inverser Prothese nach proximalen Humerusfrakturen. Buquin et al. ermittelten bei ihren 41 Patienten einen Constant Score von 44 Punkten. Bei Cazeneuve et al. wurde ein CS von 59 Punkten erreicht.

Den schlechtesten CS-Wert ermittelte Alentorn-Geli et al. (2014). Sie untersuchten bei 20 Patienten das Ergebnis nach inverser Prothesenimplantation nach proximalen Humerusfrakturen. Hierbei wurde ein CS von 20 Punkten bestimmt.

Die Ergebnisse dieser Arbeit sind vergleichbar zu den bisherigen Erfahrungen. Vor allem die Arbeiten von Wall et al. (2007) und Stechel et al. (2010), deren Studiendesign am ehesten mit der vorliegenden Studie vergleichbar ist erhoben ähnliche Ergebnisse.

Jedoch sollte erwähnt werden, dass eine direkte Vergleichbarkeit aufgrund der heterogenen Zusammensetzung beider untersuchten Gruppen nur eingeschränkt möglich ist.

So wurden in der Gruppe mit degenerativer Indikation zur Implantation einer inversen Schulterendoprothesen-Implantation keine Unterscheidung zwischen isolierten Rotatorenmanschettendefekten, ausgeprägten Defektarthropathien oder primären idiopathischen Arthrosen vorgenommen.

Bei der Auswertung der Subgruppen des Constant Scores zeigte sich interessanterweise kein signifikanter Unterschied bezüglich Kraft zwischen den beiden Indikationsgruppen. Diesbezüglich sollte angemerkt werden, inwieweit die Vergleichbarkeit besteht, da per definitionem eine Ausgangsposition innerhalb der 90°-Horizontalebene gefordert wird,

dies aber aufgrund eingeschränkter Beweglichkeiten, vor allem in der traumatischen Gruppe oft nicht erreicht wurde. In diesen Fällen bestanden veränderte Hebelverhältnisse. Wie diese Befunde die Ergebnisse beeinflusst haben, kann nur vermutet werden.

Ein anderer Grund dafür, warum sich die Patientenkollektive in puncto Kraft kaum unterscheiden, könnte an der Tatsache liegen, dass die Kraftentwicklung bei der inversen Schulterprothese aufgrund der Medialisierung und Kaudalisierung des Drehzentrums überwiegend über den Musculus deltoideus realisiert wird. Erst bei Krafttestungen oberhalb der 90°-Horizontalebene würde man relevante Unterschiede zwischen Patienten mit intakten oder geschwächten Außenrotatoren erwarten. Daher könnte die Vernachlässigung anderer Muskelgruppen zu ähnlichen Ergebnissen beider Gruppen geführt haben.

Die nachfolgende **Tabelle** 36 gibt einen Überblick über die Ergebnisse des Constant Shoulder Score dieser Studie und der bisher publizierten Daten.

Quelle	Indikation	Größe des Patientenkollektivs	Constant Shoulder Score				
			Insgesamt	Alltagsaktivität	Schmerzen	Beweglichkeit	Kraft
In dieser Arbeit erhobene Daten	Degenerativ	53	64,38	16,36	11,86	29,13	7,21
	Posttraumatisch	52	49,96	11,68	9,75	20,79	5,90
Naveed <i>et al.</i> (2011)	Degenerativ	50	59	-	-	-	-
Sirveaux <i>et al.</i> (2004)	Degenerativ	77	65,5	16,9	13,5	27,8	7,4
Grassi <i>et al.</i> (2009)	Insgesamt	22	56	15	12,5	25	3
Wall <i>et al.</i> (2007)	Insgesamt	191	59,7	15,3	12,3	24,9	7
	Degenerativ		64,5	16,0	12,6	27,9	7,9

Quelle	Indikation	Größe des Patientenkollektivs	Constant Shoulder Score				
			Insgesamt	Alltagsaktivität	Schmerzen	Beweglichkeit	Kraft
	Posttraumatisch		53,0	13,1	12,2	20,6	6,6
<b>Bufquin et al. (2007)</b>	Posttraumatisch	41	44	10,9	12,5	17,9	3,6
<b>Cazeneneuve et al. (2008)</b>	Posttraumatisch	25	59	14,3	14,1	16,5	14,1
<b>Alentorn-Geli et al. (2014)</b>	Posttraumatisch	20	26	6,4	7,6	-	5,8
<b>Stechel et al. (2010)</b>	Insgesamt	59	59	-	13	-	9
	Degenerativ		74	-	14	-	12
	Posttraumatisch		48	-	12	-	7

Tabelle 36: Auflistung der erhobenen Daten zum Constant Shoulder Score im Vergleich zu einigen Übersichtsarbeiten

Der DASH-Score, welcher als subjektives Instrument neben der Lebensqualität und den Funktionen des Alltages die Arbeitsfähigkeit sowie etwaige Schwierigkeiten bei sportlichen oder musikalischen Aktivitäten umfasst, wird in der Literatur auch nach operativen Versorgungen der oberen Extremität erhoben. Die nachfolgende **Tabelle 37** fasst die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit und veröffentlichter Übersichtsarbeiten von *Mattiassich et al. (2013)*, *Greiner et al. (2012)* und *Atalar et al. (2014)* zusammen.

Quelle	Indikation	Größe des Patientenkollektivs	DASH-Score
In dieser Arbeit erhobene Daten	Degenerativ	53	32,13
	Posttraumatisch	52	38,56
<i>Mattiassich et al. (2013)</i>	Posttraumatisch	32	37,5
<i>Greiner et al. (2012)</i>	Posttraumatisch	18	37
<i>Atalar et al. (2014)</i>	Degenerativ	14	36

**Tabelle 37: Auflistung der erhobenen Daten zum DASH-Score im Vergleich zu einigen Übersichtsarbeiten**

Die in dieser Arbeit erhobenen Daten zeigen insgesamt ein gutes Ergebnis bezüglich des DASH-Scores, jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Indikationsgruppen. Die Ergebnisse des DASH-Scores für die degenerative und für die posttraumatische Gruppe entsprechen im Wesentlichen den publizierten Ergebnissen.

Bei den 105 nachuntersuchten Patienten verlief die Implantation der inversen Schulterendoprothese bei 87 Patienten (82,86%) komplikationslos und in 18 Fällen (17,14%) kam es zu intra- oder postoperativen Komplikationen.

Nach getrennter Betrachtung der degenerativen und traumatischen Gruppe, ließen sich deutlich weniger allgemeine Komplikationen in der degenerativen Gruppe nachweisen (6,12% zu 28,30%).

In **Tabelle 38** sind die Daten für mögliche aufgetretene Komplikationen dieser Studie im Vergleich zu den veröffentlichten Daten (Zumstein *et al.*, 2011; Wall *et al.*, 2007; Bufquin *et al.*, 2007) zu entnehmen.

Quelle	Indikation	Größe des Patientenkollektivs	Komplikationsrate
In dieser Arbeit erhobene Daten	Degenerativ	53	6,12%
	Posttraumatisch	52	28,30%
Zumstein <i>et al.</i> (2011)	Insgesamt	782	20,7%
	Degenerativ		19,5%
	Posttraumatisch		41%
Wall <i>et al.</i> (2007)	Insgesamt	191	19,1%
Bufquin <i>et al.</i> (2007)	Posttraumatisch	41	29,27%
Collin <i>et al.</i> (2019)	Degenerativ	75	6%

**Tabelle 38: Auflistung der aufgetretenen Komplikationen im Vergleich zu einigen Übersichtsarbeiten**

Die Komplikationsraten wurden zwischen 6-20% bei degenerativer Indikation und zwischen 30-40% bei posttraumatischer Indikation angegeben.

In dieser Studie zeigte sich eine Notchingrate von 29,52% im Gesamtkollektiv, wobei dies vergleichsweise gering war zu den bisherigen Erfahrungen.

Für die degenerative Gruppe wurde in 39,5% der Fälle ein scapuläres Notching beobachtet. In der posttraumatischen Gruppe kam es bei 45,7% der Fälle zum Notching.

Obgleich die Daten dieser Arbeit einerseits Zeichen für gehäufte höhergradige Notching-Komplikationen in der degenerativen Gruppe und andererseits Zeichen für mehr leichtgradige Notching-Raten in der posttraumatischen Gruppe zeigten, konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede objektiviert werden.

Die publizierten Daten des inferioren scapulären Notchings sind sehr heterogen und unterscheiden sich teilweise erheblich.

Übersichtsarbeiten von Lévine *et al.* (2008 und 2011) zeigten im Vergleich zu den in dieser Arbeit beobachteten Notching-Raten von ungefähr 40-45%, eine deutlich höhere Notching-Quote von 62-68%. Andererseits zeigten die Ergebnisse von Zumstein *et al.* (2011) mit einer Inzidenz von 35,4% eine geringere Rate für das inferiore scapuläre Notching.

Die radiologisch nachweisbaren Notching-Zeichen korrelieren nachweislich mit der Prothesen-Standzeit, so dass die vorliegende niedrige Notchingrate möglicherweise durch die kürzere Beobachtungszeit von 33,55 Monaten begründet sein könnte.

Der Nachweis, dass sich die in dieser Arbeit untersuchten Patientengruppen statistisch bezüglich der scapulären Notching-Rate nicht unterscheiden, deckt sich mit den Befunden weiterer Studien. Hier konnten Stechel *et al.* (2010) auch keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Indikationsgruppen in Bezug auf das etwaige Auftreten eines scapulären Notchings nachweisen.

### 4.7 Schlussfolgerung aus dieser Arbeit

Durch die vorliegende Studie konnte nachgewiesen werden, dass die Implantation einer inversen Schulterendoprothese sowohl bei degenerativer als auch posttraumatischer Indikation gute Ergebnisse erzielbar sind. Diese wurden durch die Ermittlung der Patientenzufriedenheit, Beweglichkeit als auch durch standardisierte Scores objektiviert.

Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass signifikante Prognose-Unterschiede zwischen der degenerativen und der posttraumatischen Entität bestehen. Während der DASH-Score keine statistisch signifikanten Differenzen zeigte, wurde konträr dazu durch den Constant Shoulder Score statistisch signifikant bessere Ergebnisse für Patienten mit degenerativen Ausgangsentitäten ermittelt. Die Subgruppen-Analyse ergab keine signifikanten Unterschiede.

Durch diese spezifizierte Untersuchung konnte ein Beitrag zur Abschätzung der Prognose geleistet werden. Umgekehrt kann man die Indikation zur Implantation inverser Schulterprothese bei komplexen Oberarmkopffrakturen künftig großzügiger zu Gunsten des Ersatzes gestellt werden. Obwohl sich sowohl bei degenerativer als auch bei posttraumatischer Indikation gute Ergebnisse zeigen, müssen Patienten mit posttraumatischen Zuständen im Sinne einer fundierten Aufklärung und Beratung über die gegebenenfalls schlechteren Resultate im Vergleich zu Patienten mit Rotatorenmanschetten-Defektarthropathien informiert werden.

## 5. Zusammenfassung

Die vorliegende Studie soll der Analyse und dem Vergleich unterschiedlicher Indikationen zur Implantation einer inversen Schulterendoprothese dienen. Mittels objektiver Scores (Constant Shoulder Score, DASH-Score) sollte die Frage beantwortet werden, ob statistisch signifikante Outcome-Unterschiede zwischen traumatischen und degenerativen Indikationsgruppen bestehen.

Insgesamt wurden 105 Patienten nach Implantation einer inversen Schulterprothese in der BG Klinik Tübingen und Sportklinik Stuttgart im Zeitraum von 2006 bis 2012 nachuntersucht. Das Gesamtkollektiv wurde in die degenerative und posttraumatische Indikationsentität unterteilt. Die degenerative Gruppe umfasste 53 die posttraumatische 52 Patienten. Die durchschnittliche Nachuntersuchungszeit betrug 33,54 Monate mit einer Spanne von 3 bis 77 Monaten.

Es konnte nachgewiesen werden, dass die Patienten mit degenerativer Indikation sowohl subjektiv als auch objektiv ein besserer Outcome nach Schulterendoprothesen-Implantation erreichten.

So zeigte sich bei der Erhebung der subjektiven Patientenzufriedenheit, dass die Patienten beider Gruppen überwiegend mit dem postoperativen Ergebnis zufrieden oder sogar sehr zufrieden waren. Hierzu fand sich ein statistisch signifikanter Unterschied ( $p < 0,05$ ) im Mann-Whitney-U-Test zugunsten der degenerativen Patientengruppe.

Auch in der Untersuchung der aktiven und passiven Beweglichkeit zeigten sich in fast allen Bewegungsdimensionen bessere Resultate und höhere Bewegungsumfänge bei den Patienten der degenerativen Gruppe. Lediglich für die passive Außenrotation wurde kein Unterschied zwischen Patienten der degenerativen und der posttraumatischen Gruppe festgestellt (Mann-Whitney-U-Testung).

Die Ergebnisse dieser Studie zeigten sind kongruent zu den bisher publizierten Erfahrungen.

Die Resultate der vorliegenden Studie fielen tendenziell besser aus als die publizierten Resultate, wobei dies voraussichtlich durch stetig zunehmende Erfahrungen der

operativen Techniken, der Erfahrungen und weiterentwickelten Prothesen-Designs begründet sein könnte.

In der Gruppe degenerativer Ausgangsentitäten wurde für den CSS ein Mittelwert von 64,38 Punkten und für den DASH-Score ein Mittelwert von 32,13 Punkten erreicht. Demgegenüber zeigten sich in der posttraumatischen Gruppe durchschnittlich 49,96 Punkte im CSS und 38,56 Punkte im DASH-Score.

Parallel zu den publizierten Ergebnissen zeigte die statistische Analyse für den gesamt CSS einen statistisch signifikanten Unterschied der beiden Gruppen ( $p < 0,001$ ). In der Subkategorie Kraft zeigte sich kein signifikanter Unterschied. Für den DASH-Score konnte keine statistisch signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden.

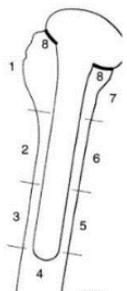
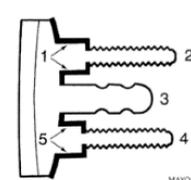
In der Betrachtung der Komplikationen zeigten sich besonders hohe Raten für die Entwicklung eines inferioren scapulären Notchings mit ungefähr 40-45%. Dieses und die darüber hinaus aufgetretenen allgemeinen und spezifischen Komplikationen entsprachen den bekannten Erfahrungen aus der Literatur.

Als wesentliches Ergebnis dieser Arbeit ist der Prognoseunterschied traumatischer und degenerative Ausgangsentitäten zur Implantation einer inversen Schulterendoprothese. Vor diesem Hintergrund können zukünftig alle Patienten auf diese prognostischen Unterschiede aufmerksam gemacht werden und umgekehrt Chirurgen bei komplexen Humeruskopffrakturen differentialtherapeutisch eher die Entscheidung zur prothetischen Versorgung gefällt werde.

## 6. Anhang

### 6.1 Fragebogen

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den in dieser Promotionsarbeit verwendeten Fragebogen, in welchem gleichzeitig die Erhebung des Constant Shoulder Score-Wertes integriert wurde.

<b>Schmerzen:</b>					
<b>Lokalisation:</b> Schulter <input type="checkbox"/> Trapezius <input type="checkbox"/> HWS <input type="checkbox"/> BWS <input type="checkbox"/> Oberarm <input type="checkbox"/> Ellenbogen <input type="checkbox"/> andere: _____ Was verschlechtert: _____ Was hilft: _____					
<b>Schmerzfreiheit post Op nach:</b> _____ Monate <b>Wiederauftreten</b> der Schmerzen: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ca. nach _____ Monate					
Qualität: _____ Dauer: _____ in Ruhe <input type="checkbox"/> bei Belastung <input type="checkbox"/> nachts <input type="checkbox"/> morgens <input type="checkbox"/>					
	<b>keine</b>	<b>mild</b>	<b>mäßig</b>	<b>stark</b>	<b>Punkte:</b>
	15	10	5	0	
<b>Kraft:</b>					
	Rechts	Links			
Fd1					
Fd2					
Fd3					
Kraftwert _____ (5N=1P)					
<b>ADL:</b>					
Arbeiten <input type="checkbox"/> voll (4) <input type="checkbox"/> halb (2) <input type="checkbox"/> nicht (0) Hobby <input type="checkbox"/> voll (4) <input type="checkbox"/> halb (2) <input type="checkbox"/> nicht (0) Schlaf <input type="checkbox"/> voll (2) <input type="checkbox"/> halb (1) <input type="checkbox"/> nicht (0)			<b>Arbeitshöhe:</b> Hüfte <input type="checkbox"/> 2 Brust <input type="checkbox"/> 4 Hals <input type="checkbox"/> 6 Kopf <input type="checkbox"/> 8 Überkopf <input type="checkbox"/> 10		
<b>Beweglichkeit</b>					
	aktiv	passiv			
Anteversion					
Abduktion					
ARO					
<b>IRO:</b>		<b>ARO: Hand hinter</b>			
Hosentasche <input type="checkbox"/> 2	Kopf, Ellenbogen nach vorn <input type="checkbox"/> 0				
unter Gürtel <input type="checkbox"/> 4	Kopf, Ellenbogen nach hinten <input type="checkbox"/> 2				
Gürtellinie <input type="checkbox"/> 6	auf Kopf, EB nach vorn <input type="checkbox"/> 4				
über Gürtel <input type="checkbox"/> 8	auf Kopf, EB nach hinten <input type="checkbox"/> 6				
Schulterblatt <input type="checkbox"/> 10	Hand über Kopf <input type="checkbox"/> 8				
					<input type="checkbox"/> 10
			<b>Antever.:</b>		
			0-30° <input type="checkbox"/> 0		
			31-60° <input type="checkbox"/> 2		
			61-90° <input type="checkbox"/> 4		
			91-120° <input type="checkbox"/> 6		
			121-150° <input type="checkbox"/> 8		
			150-180° <input type="checkbox"/> 10		
			<b>ABD:</b>		
			0-30° <input type="checkbox"/> 0		
			31-60° <input type="checkbox"/> 2		
			61-90° <input type="checkbox"/> 4		
			91-120° <input type="checkbox"/> 6		
			121-150° <input type="checkbox"/> 8		
			150-180° <input type="checkbox"/> 10		
Wenn radiologisch auffällig:					
<b>Resorptionsäume am Schaft:</b> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Sperling 1: 1 2 3 4 5 6 7 8			<b>Resorptionsäume am Glenoid:</b> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Sperling 2: 1 2 3 4 5		
					
<b>Scapularfraktur:</b> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>			<b>Akromionfraktur:</b> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		
<b>Glenosphärensitz:</b> Zu hoch <input type="checkbox"/> mittig <input type="checkbox"/> zu tief <input type="checkbox"/>			<b>Glenosphärengöße:</b> _____ mm		
<b>Sonstige Auffälligkeiten:</b> _____					

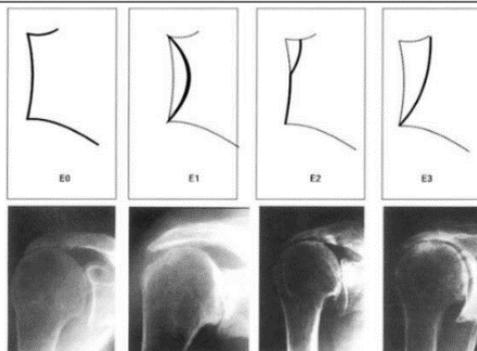
Kurzanamnese/Verlauf

Grund der Schulterendoprothesen Implantation:

- RMA  posttraumatisch  Wechselop  primär traumatisch, sekundär degenerativ   
 altersbed. degenerativ

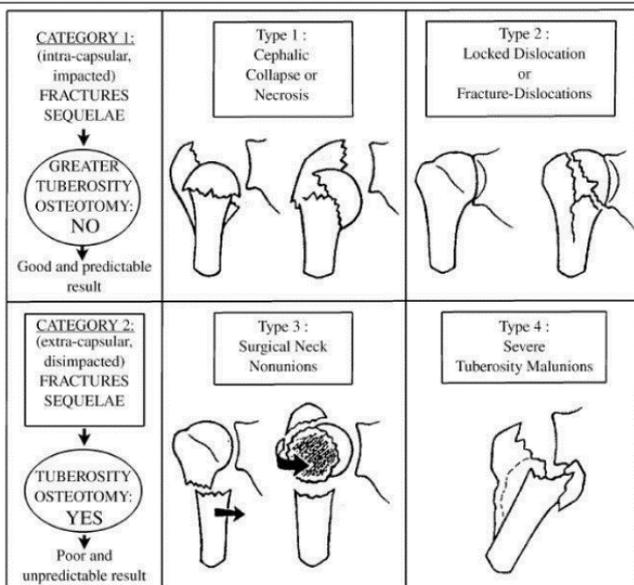
Klassifikation nach Huguet/Favard

- Kein Glenoidverbrauch
- Typ E0
- Typ E1
- Typ E2
- Typ E3
- Keine Angaben



Klassifikation nach Boileau

- Typ 1
- Typ 2
- Typ 3
- Typ 4



## 6.2 SPR-Fragebogen

Nachfolgend ist der SPR-Fragenbogen zur klinischen Kontrolle nach Schulter-TEP-Implantation abgebildet.

# SPR

Schulterprothesenregister

# Nachkontrolle

2012

**Anweisungen**

- Benutzen Sie einen weichen #2 Bleistift zur Markierung.
- Textantworten sind online auszufüllen.
- Felder sind komplett auszufüllen.

**Fragetypen**

mehrere Antworten erlaubt     nur 1 Antwort erlaubt

Pflichtangaben

**Nachkontrolle**

**Nachuntersuchungsdatum**

Tag  C1  C2  C3  C4  C5  C6  C7  C8  C9  C10  C11  C12  C13  C14  C15  C16  C17  C18  C19  C20  C21  C22  C23  C24  C25  C26  C27  C28  C29  C30

Monat  C1  C2  C3  C4  C5  C6  C7  C8  C9  C10  C11  C12

Jahr  00  01  02  03  04  05  06  07  08  09  10  11  12  13  14  15  16

Seite  rechts     links    **Standzeit der Prothese bei NU (Monate)** .....

**Nachkontroll-Status**

Nachkontrolle durchgeführt     Patient verhindert     Arztwechsel     Patient verstorben

Patient verhindert, RÖ-Bilder verfügbar     Patient verweigert     Patient unauffindbar

**Gesamturteil des Patienten**

sehr zufrieden     zufrieden     unzufrieden     enttäuscht     keine Angabe

**Stellen Sie eine der folgenden Fragen:**

Was ist der allgemeine Prozentwert Ihrer Schulter, wenn eine vollkommen normale Schulter 100% darstellt?    **oder**    Eine vollkommen normale Schulter würde Euro 1000 kosten. Was würden Sie für Ihre Schulter zahlen?

..... %    **EURO** .....

**Bewegungsumfang erkrankte Seite**  nicht erhoben

**Flexion (0°-170°)**    **Abduktion (0°-180°)**    **Aussenrotation (-60°-90°)**    **Constant Score erkrankte Seite**  nicht erhoben

aktiv .....    aktiv .....    aktiv .....    ADL ..... (max. 20)

keine Angabe     keine Angabe     keine Angabe    Schmerz ..... (max. 15)

passiv .....    passiv .....    passiv .....    Beweglichkeit ..... (max. 40)

keine Angabe     keine Angabe     keine Angabe    Kraft ..... (max. 25)

**Diagnostik**     Sonographie    **Prothesenstellung**    **Schaft implantiert in**

Röntgen Standard     keine Angabe     zentriert     subluxiert     Varus     keine Angabe

CT     MRT     zu tief     luxiert     Valgus

MRT     zu hoch     keine Angabe     andere .....

**Frakturheilung**

keine Fraktur     Position Tub. maj. normal     Position Tub. min. normal     Pseudarthrose

zeitgerecht     Tub. maj. disloziert     Tub. min. disloziert     Tub. min. disloziert     andere .....

verzögert     Tub. maj. resorbiert     Tub. min. resorbiert     keine Angabe

**Glenoidstruktur**     konzentrischer Verbrauch (Protrusion)    **RM-Status**

regelrecht     exzentrischer Verbrauch (dezentriert)     intakt     Atrophie/Verletzung

Sklerose     keine Angabe     SC-Ruptur     Massenruptur

Gelenkspaltweite >=3 mm     Gelenkspaltweite <3 mm     SSP-Ruptur     keine Angabe

Gelenkspaltweite <3 mm     ISP-Ruptur

**Prothesenlage**

Schaft regelrecht     Glenoidersatz regelrecht

Schaft inkompletter Saum <2 mm     Glenoidersatz inkompletter Saum <2 mm

Schaft kompletter Saum <2 mm     Glenoidersatz kompletter Saum <2 mm

Schaft inkompletter Saum >=2 mm     Glenoidersatz inkompletter Saum >=2 mm

Schaft kompletter Saum >=2 mm     Glenoidersatz kompletter Saum >=2 mm

Prothesenbruch     Pfannenmigration

Schaftlockerung     Pfannenabrieb

Rotationsfehler     Notching bei Inverser Prothese

periprothetische Fraktur     andere .....

keine Angabe     keine Angabe

**Rehabilitation**

**REHA-Massnahmen**    **Komplikationen**

keine     keine

stationär     tiefer Wundinfekt

ambulanz     Osteomyelitis

kombiniert     Dislokation/ Resorption der Tubercula

inadäquat     irreversible Nervenläsion

keine Angabe     heterotope Ossifikationen

keine Angabe     periprothetische Fraktur

**Entscheidung**

keine weitere Nachkontrolle

weitere Nachkontrolle

Revision vorgesehen

keine Angabe

**Bemerkungen** .....

.....

.....

Nur zum internen Gebrauch. Nicht vom Scanner gelesen.

Nachname	Vorname	Geschlecht
Strasse		Pat.-Nr.
Land	Postleitzahl	Wohnort
Sozialversicherungsnummer (AHV)		Geburtsdatum (TT.MM.JJJJ)

Copyright MEMdoc, 2012. All rights reserved. not scannable - 01.08.2012

## 6.3 DASH-Score-Fragebogen

<p>1. Ein neues oder fest verschlossenes Glas öffnen</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>2. Schreiben</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>3. Einen Schlüssel umdrehen</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>4. Eine Mahlzeit zubereiten</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich Schwierigkeiten</p> <p>5. Eine schwere Tür aufstossen</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>6. Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>7. Schwere Hausarbeiten (z.B. Wände abwaschen, Boden putzen)</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>8. Garten- oder Hofarbeit</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p>	<p>9. Betten machen</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>10. Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>11. Einen schweren Gegenstand tragen (über 5 kg)</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>12. Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>13. Ihre Haare waschen oder föhnen</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>14. Ihren Rücken waschen</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>15. Einen Pullover anziehen</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>16. Ein Messer benutzen um Lebensmittel zu schneiden</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p>
--	---

<p>17. Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z.B. Karten spielen, stricken, usw.)</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>18. Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoss ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.)</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>19. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z.B. Badminton, Frisbee)</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>20. Mit Fortbewegungsmitteln zurechtkommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>21. Sexuelle Aktivität</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p> <p>22. In welchem Ausmass haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Wochen beeinträchtigt?</p> <p><input type="checkbox"/> überhaupt nicht</p> <p><input type="checkbox"/> ein wenig</p> <p><input type="checkbox"/> mäßig</p> <p><input type="checkbox"/> ziemlich</p> <p><input type="checkbox"/> sehr</p> <p>23. Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt?</p> <p><input type="checkbox"/> überhaupt nicht eingeschränkt</p> <p><input type="checkbox"/> ein wenig eingeschränkt</p> <p><input type="checkbox"/> mäßig eingeschränkt</p> <p><input type="checkbox"/> sehr eingeschränkt</p> <p><input type="checkbox"/> nicht möglich</p>	<p><b>Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Beschwerden während der letzten Woche ein</b></p> <p>24. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand</p> <p><input type="checkbox"/> keine</p> <p><input type="checkbox"/> leicht</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige</p> <p><input type="checkbox"/> starke</p> <p><input type="checkbox"/> sehr starke</p> <p>25. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit</p> <p><input type="checkbox"/> keine</p> <p><input type="checkbox"/> leicht</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige</p> <p><input type="checkbox"/> starke</p> <p><input type="checkbox"/> sehr starke</p> <p>26. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand</p> <p><input type="checkbox"/> keine</p> <p><input type="checkbox"/> leicht</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige</p> <p><input type="checkbox"/> starke</p> <p><input type="checkbox"/> sehr starke</p> <p>27. Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand</p> <p><input type="checkbox"/> keine</p> <p><input type="checkbox"/> leicht</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige</p> <p><input type="checkbox"/> starke</p> <p><input type="checkbox"/> sehr starke</p> <p>28. Steifheit in Schulter, Arm oder Hand</p> <p><input type="checkbox"/> keine</p> <p><input type="checkbox"/> leicht</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige</p> <p><input type="checkbox"/> starke</p> <p><input type="checkbox"/> sehr starke</p> <p>29. Wie gross waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich?</p> <p><input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> erhebliche Schwierigkeiten</p> <p><input type="checkbox"/> Schlafen nicht möglich</p> <p>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</p> <p><input type="checkbox"/> stimmt gar nicht</p> <p><input type="checkbox"/> stimmt nicht</p> <p><input type="checkbox"/> weiss nicht</p> <p><input type="checkbox"/> stimmt</p> <p><input type="checkbox"/> stimmt genau</p>
--	---

## 6.4 Datenmatrix für die subjektive Patientenzufriedenheit

Degenerative Gruppe		Posttraumatische Gruppe	
Patienten-ID	Subjektive Patientenzufriedenheit	Patienten-ID	Subjektive Patientenzufriedenheit
5	2	2	2
50	3	3	2
51	1	9	1
52	2	12	2
57	3	14	2
59	2	18	3
60	2	20	2
61	1	21	2
64	1	22	2
65	1	23	2
70	1	25	2
73	2	26	2
91	1	27	3
93	1	32	4
94	2	33	3
96	1	34	2
100	1	35	2
101	1	37	1
105	2	38	2
106	2	42	2
109	1	54	2
112	1	55	1
113	2	66	1
114	2	67	1
116	2	68	1
118	1	69	3
121	2	71	2
126	2	72	2
128	1	74	4
132	1	76	2
139	1	80	2
140	3	103	1
141	2	108	2

Degenerative Gruppe	
Patienten-ID	Subjektive Patientenzufriedenheit
144	2
145	1
147	2
154	1
158	2
169	1
171	2
172	1
173	2
174	1
175	4
176	1
177	2
178	1
179	1
180	1
182	2
183	3
184	2
185	2

Posttraumatische Gruppe	
Patienten-ID	Subjektive Patientenzufriedenheit
119	1
120	1
122	3
124	1
127	4
129	2
133	2
135	2
137	2
143	2
150	2
155	1
156	1
160	2
164	1
166	4
168	4
170	1
181	1

### 6.5 Datenmatrix für die aktive und passive Beweglichkeit

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die erhobenen Bewegungsausmasse und Dimensionen (aktiv und passiv; Anteversion, Abduktion und Außenrotation) differenziert nach degenerativer und posttraumatischer Ausgangssituation.

Degenerative Gruppe						
Patienten-ID	Anteversion (aktiv)	Anteversion (passiv)	Abduktion (aktiv)	Abduktion (passiv)	Außenrotation (aktiv)	Außenrotation (passiv)
5	95	100	90	100	5	15
50	150	155	170	175	20	30
51	115	125	120	125	30	35
52	110	120	90	110	0	0

Degenerative Gruppe						
Patienten-ID	Anteversion (aktiv)	Anteversion (passiv)	Abduktion (aktiv)	Abduktion (passiv)	Außenrotation (aktiv)	Außenrotation (passiv)
57	90	120	100	110	10	20
59	170	175	175	180	5	15
60	175	180	175	180	40	45
61	150	160	170	175	10	35
64	130	135	140	145	30	35
65	170	170	170	170	30	45
70	140	145	110	120	15	25
73	120	140	110	120	10	30
91	160	170	150	160	15	30
93	160	170	170	170	45	50
94	160	170	165	170	10	25
96	120	130	110	115	10	15
100	80	85	20	80	45	50
101	165	170	150	160	15	40
105	140	150	130	135	10	15
106	110	130	100	135	0	10
109	160	165	135	150	20	45
112	150	155	135	150	20	45
113	140	145	100	110	15	20
114	160	170	150	160	15	45
116	80	110	70	160	0	5
118	120	130	95	110	0	15
121	130	140	140	160	5	30
126	140	150	165	170	0	10
128	160	165	150	160	5	45
132	110	115	90	120	15	40
139	130	150	120	130	5	30
140	130	140	100	110	15	35
141	170	180	160	170	5	45
144	110	120	60	120	5	40
145	120	130	120	150	30	45
147	90	110	85	90	10	20
154	120	120	110	115	5	20
158	140	150	130	150	5	30
169	120	125	165	175	10	35
171	90	110	90	110	20	20

Degenerative Gruppe						
Patienten-ID	Anteversion (aktiv)	Anteversion (passiv)	Abduktion (aktiv)	Abduktion (passiv)	Außenrotation (aktiv)	Außenrotation (passiv)
172	150	180	150	180	10	20
173	170	175	180	180	30	40
174	170	175	170	175	15	30
175	120	130	80	110	30	40
176	180	180	180	180	30	45
177	100	120	90	100	5	10
178	165	170	160	170	20	30
179	180	180	180	180	30	45
180	150	180	150	180	20	30
182	180	180	180	180	45	50
183	180	180	140	140	30	45
184	120	150	120	150	5	10
185	120	150	90	120	30	40

Posttraumatische Gruppe						
Patienten-ID	Anteversion (aktiv)	Anteversion (passiv)	Abduktion (aktiv)	Abduktion (passiv)	Außenrotation (aktiv)	Außenrotation (passiv)
2	140	150	100	120	5	35
3	50	70	50	70	10	20
9	90	120	100	150	30	40
12	110	120	90	100	10	15
14	110	120	100	110	10	20
18	45	50	45	50	0	5
20	60	90	40	60	10	15
21	120	170	100	150	40	40
22	95	110	100	110	5	20
23	80	90	60	90	10	20
25	90	120	90	100	30	30
26	150	160	140	150	30	45
27	70	90	50	70	10	20
32	70	90	45	90	0	35
33	95	110	90	95	0	20
34	115	130	110	120	10	15
35	45	75	40	70	0	30
37	110	130	115	120	10	20

Posttraumatische Gruppe						
Patienten-ID	Anteversion (aktiv)	Anteversion (passiv)	Abduktion (aktiv)	Abduktion (passiv)	Außenrotation (aktiv)	Außenrotation (passiv)
38	90	100	85	100	10	50
42	100	110	90	100	15	20
54	80	90	80	90	10	20
55	160	170	120	120	30	40
66	80	95	70	90	20	30
67	100	130	90	110	30	50
68	80	120	60	100	10	30
69	30	50	45	60	0	5
71	130	140	90	120	20	30
72	100	110	80	85	0	0
74	20	80	30	60	0	10
76	90	110	90	95	5	15
80	150	155	120	125	0	0
103	120	130	140	165	20	45
108	130	140	110	120	10	20
119	150	160	130	150	0	45
120	150	165	160	165	0	20
122	45	60	45	60	10	20
124	160	165	165	170	15	45
127	30	45	30	40	0	0
129	165	170	180	180	0	15
133	110	120	100	110	10	15
135	160	170	160	170	15	45
137	150	155	130	160	0	30
143	90	120	70	90	0	20
150	120	140	90	130	15	45
155	145	150	130	140	10	20
156	130	150	140	145	0	40
160	165	170	145	160	45	50
164	160	165	150	155	45	50
166	95	130	80	130	15	45
168	80	110	50	70	0	0
170	150	150	150	150	10	10
181	150	180	90	120	5	10

## 6.5 Datenmatrix für den Constant Shoulder Score

Nachfolgend aufgelistet wurden die erhobenen Daten des Constant Shoulder Scores für die Gruppen mit degenerativer bzw. posttraumatischer Indikation.

Degenerative Gruppe					
Patienten-ID	Constant Shoulder Score	ADL	Schmerzen	Beweglichkeit	Kraft
5	56	16	10	24	6
50	46	9	5	30	3
51	72	20	15	32	5
52	55	16	10	24	5
57	53	10	10	30	3
59	77	20	10	34	13
60	69	15	10	40	4
61	76	20	15	34	7
64	72	16	15	34	7
65	79	20	10	36	13
70	75	19	15	32	9
73	54	14	5	26	9
91	62	18	10	32	2
93	85	20	15	40	10
94	61	16	5	32	8
96	68	20	15	26	7
100	27	7	5	12	3
101	72	16	10	38	8
105	72	18	15	30	9
106	42	5	10	22	5
109	77	18	15	32	12
112	69	20	15	30	4
113	63	15	15	26	7
114	76	20	10	36	10
116	46	15	15	12	4
118	70	18	15	30	7
121	63	16	10	32	5
126	72	18	15	36	3
128	81	18	15	36	12

Degenerative Gruppe					
Patienten-ID	Constant Shoulder Score	ADL	Schmerzen	Beweglichkeit	Kraft
132	60	18	15	24	3
139	68	18	15	30	5
140	50	13	5	28	4
141	75	18	15	36	6
144	53	11	15	24	3
145	60	13	15	28	4
147	46	15	5	20	6
154	70	20	15	24	11
158	63	18	15	26	4
169	66	18	10	32	6
171	35	10	5	18	2
172	82	20	15	32	15
173	62	20	5	30	7
174	80	20	15	32	13
175	45	13	10	20	2
176	93	20	15	30	28
177	38	11	5	16	6
178	69	16	15	34	4
179	68	20	10	32	6
180	86	16	15	38	17
182	69	15	5	36	13
183	71	18	15	30	8
184	60	18	15	24	3
185	53	15	10	22	6

Posttraumatische Gruppe					
Patienten-ID	Constant Shoulder Score	ADL	Schmerzen	Beweglichkeit	Kraft
2	63	14	15	30	4
3	45	10	15	12	8
9	72	20	15	21	16
12	34	14	2	16	2
14	53	11	10	20	12
18	33	11	10	10	2
20	35	11	10	10	4

Posttraumatische Gruppe					
Patienten-ID	Constant Shoulder Score	ADL	Schmerzen	Beweglichkeit	Kraft
21	41	13	5	18	5
22	61	18	10	28	5
23	31	9	10	10	2
25	43	9	10	18	6
26	72	20	15	28	9
27	22	9	5	8	0
32	36	12	10	12	2
33	51	13	5	26	7
34	53	17	10	17	9
35	45	14	15	12	4
37	63	18	15	22	8
38	53	12	15	14	12
42	61	18	15	18	10
54	38	13	10	12	3
55	55	14	5	32	4
66	51	12	15	14	10
67	40	11	10	16	3
68	43	14	10	14	5
69	11	2	5	2	2
71	60	12	10	28	10
72	40	13	5	20	2
74	11	4	5	2	0
76	34	18	0	12	4
80	46	15	0	26	5
103	55	14	10	30	1
108	69	18	15	30	6
119	72	20	15	30	7
120	67	16	15	30	6
122	17	3	5	6	3
124	70	16	10	36	8
127	18	7	5	4	2
129	76	18	10	35	13
133	54	13	15	22	4
135	83	20	15	40	8
137	56	15	5	30	6
143	30	8	5	16	1

Posttraumatische Gruppe					
Patienten-ID	Constant Shoulder Score	ADL	Schmerzen	Beweglichkeit	Kraft
150	40	9	0	28	3
155	70	20	15	30	5
156	73	18	15	32	8
160	74	16	15	32	11
164	78	20	15	32	11
166	32	7	0	24	1
168	31	6	10	12	3
170	58	18	5	26	9
181	79	20	15	28	16

## 6.6 Datenmatrix für den DASH-Score

Die nachfolgenden Tabellen bilden die DASH-Score-Werte für das gesamte Patientenkollektiv ab, differenziert nach degenerativer und posttraumatischer Gruppe.

Degenerative Gruppe	
Patienten-ID	DASH-Score
5	54
50	53
51	58
52	58
57	57
59	28
60	43
61	20
64	9
65	28
70	8
73	39
91	20

Posttraumatische Gruppe	
Patienten-ID	DASH-Score
2	14
3	29
9	18
12	23
14	22
18	66
20	
21	38
22	12
23	73
25	43
26	55
27	63

Degenerative Gruppe	
Patienten-ID	DASH-Score
93	13
94	68
96	5
100	44
101	8
105	18
106	68
109	4
112	8
113	45
114	39
116	29
118	14
121	43
126	26
128	10
132	23
139	33
140	58
141	18
144	25
145	33
147	37
154	13
158	24
169	23
171	58
172	9
173	23
174	8
175	74
176	7
177	65
178	21
179	18
180	18

Posttraumatische Gruppe	
Patienten-ID	DASH-Score
32	73
33	57
34	37
35	10
37	28
38	
42	31
54	2
55	
66	23
67	49
68	55
69	77
71	33
72	47
74	83
76	43
80	58
103	38
108	40
119	5
120	32
122	95
124	14
127	69
129	37
133	33
135	8
137	40
143	77
150	58
155	1
156	32
160	9
164	2
166	

Degenerative Gruppe	
Patienten-ID	DASH-Score
182	57
183	24
184	73
185	44

Posttraumatische Gruppe	
Patienten-ID	DASH-Score
168	72
170	18
181	9

## 6.7 Datenmatrix für die Komplikationen

Nachfolgend ist die Datenmatrix für die im untersuchten Patientenkollektiv aufgetretenen Komplikationen aufgeführt.

Degenerative Gruppe	
Patienten-ID	Art der Komplikation
5	1
50	1
51	1
52	1
57	1
59	1
60	18
61	1
64	1
65	1
70	1
73	1
91	1
93	1
94	1
96	1
100	1
101	1
105	17
106	1
109	1

Posttraumatische Gruppe	
Patienten-ID	Art der Komplikation
2	1
3	1
9	1
12	1
14	1
18	1
20	1
21	1
22	1
23	1
25	17
26	1
27	7
32	1
33	1
34	10
35	13
37	1
38	1
42	1
54	11

Degenerative Gruppe	
Patienten-ID	Art der Komplikation
112	1
113	1
114	1
116	1
118	1
121	1
126	1
128	1
132	1
139	1
140	1
141	1
144	1
145	12
147	1
154	1
158	1
169	1
171	1
172	1
173	1
174	1
175	1
176	1
177	1
178	1
179	1
180	1
182	1
183	1
184	1
185	1

Posttraumatische Gruppe	
Patienten-ID	Art der Komplikation
55	1
66	1
67	1
68	1
69	17
71	1
72	11
74	1
76	1
80	1
103	1
108	1
119	1
120	1
122	1
124	1
127	5
129	1
133	1
135	1
137	1
143	1
150	1
155	14
156	15
160	1
164	1
166	2
168	6
170	17
181	17

<b>Legende</b>	
<b>Abkürzung</b>	<b>Art der Komplikation</b>
1	Keine Komplikation
2	Tiefe Wundinfektion
3	Osteomyelitis
4	Dislokation / Resorption der Tuberkula
5	Heterotrope Ossifikationen
6	Periprothetische Fraktur
7	Internes Impingement
8	Subacromiales Impingement
9	Instabilität
10	Glenoidlockerung
11	Schaftlockerung
12	Glenosphäre zu klein
13	Operative Hämatomausräumung
14	Prolongiertes Lymphödem
15	Operatives Debridement bei oberflächlicher Wundinfektion
16	Periprothetische Infektion
17	Prothesen-Luxation
18	Scapula-Fraktur

## 7. Tabellenverzeichnis

Die nachfolgende Auflistung gibt die dargestellten Tabellen und Seitenreferenz wieder.

<b>Tabelle</b>	<b>Beschriftung</b>	<b>Seite</b>
Tabelle 1	Muskeln der Rotatorenmanschette des menschlichen Schultergürtels	3
Tabelle 2	Mögliche Komplikationen während und nach Implantation einer inversen Schulterendoprothes	11
Tabelle 3	Gruppierung und Subgruppierung des untersuchten Patientenkollektivs	15
<b>Tabelle</b>	<b>Punkteschema für das Kriterium Schmerzen im Constant Shoulder Score</b>	17
<b>Tabelle 5</b>	<b>Punkteschema für das Kriterium Aktivitäten des täglichen Lebens</b>	18
Tabelle 6	Punkteschema für das Kriterium Beweglichkeit im Constant Shoulder Score	20
Tabelle 7	Punkteschema für das Kriterium Kraft im Constant Shoulder Score	21
Tabelle 8	Klassifikation der Rotatorenmanschetten-Defekte nach Hama	22
Tabelle 9	Klassifikation der Glenoiderosionen nach Sirveaux	24
Tabelle 10	Klassifikation der Traumafolgen nach proximaler Humerusfraktur nach Boileau	25
Tabelle 11	Klassifikation des scapulären Notchings nach Sirveaux	27
Tabelle 12	Statistische Signifikanzen (unter Verwendung des Kruskal-Wallis-Tests) für die posttraumatischen Untergruppen untereinander	32
Tabelle 13	Deskriptive Statistik für die subjektive Patientenzufriedenheit im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe	33
Tabelle 14	Statistische Signifikanz für die Patientenzufriedenheit	35

<b>Tabelle</b>	<b>Beschriftung</b>	<b>Seite</b>
Tabelle 15	Deskriptive Statistik für die aktive Anteversion im gesamten Patienten-kollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe	36
Tabelle 16	Deskriptive Statistik für die passive Anteversion im gesamten Patienten-kollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe	36
Tabelle 17	Deskriptive Statistik für die aktive Abduktion im gesamten Patienten-kollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe	38
Tabelle 18	Deskriptive Statistik für die passive Abduktion im gesamten Patienten-kollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe	39
Tabelle 19	Deskriptive Statistik für die aktive Außenrotation im gesamten Patienten-kollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe	41
Tabelle 20	Deskriptive Statistik für die passive Außenrotation im gesamten Patienten-kollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe	41
Tabelle 21	Statistische Signifikanzen (unter Verwendung des Mann-Whitney-U-Tests) für die Anteversion, Abduktion und Außenrotation	43
Tabelle 22	Deskriptive Statistik für den Constant Shoulder Score im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe	44
Tabelle 23	Deskriptive Statistik für das Kriterium Alltagsaktivität des Constant Shoulder Score im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe	46
Tabelle 24	Deskriptive Statistik für das Kriterium Schmerzen des Constant Shoulder Score im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Grupp	46
Tabelle 25	Deskriptive Statistik für das Kriterium Beweglichkeit des Constant Shoulder Score im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe	47
Tabelle 26	Deskriptive Statistik für das Kriterium Kraft des Constant Shoulder Score im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe	47
Tabelle 27	Statistische Signifikanzen (unter Verwendung des Mann-Whitney-U-Tests) für den Constant Shoulder Score und die untergeordneten Kriterien	50
Tabelle 28	Deskriptive Statistik für den DASH-Score im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe	52
Tabelle 29	Statistische Signifikanzen für den DASH-Score	53
Tabelle 30	Komplikationen samt Häufigkeiten im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe	55

<b>Tabelle</b>	<b>Beschriftung</b>	<b>Seite</b>
Tabelle 31	Rotatorenmanschetten-Defekte (nach Hamada) in der degenerativen Gruppe	59
Tabelle 32	Glenoiderosionen (nach Sirveaux) in der degenerativen Gruppe	61
Tabelle 33	Frakturtypen (nach Boileau) in der posttraumatischen Gruppe	62
Tabelle 34	Scapuläres Notching (nach Sirveaux) samt Häufigkeiten im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe	64
Tabelle 37	Auflistung der erhobenen Daten zum DASH-Score im Vergleich zu einigen Übersichtsarbeiten	75

## 8. Abbildungsverzeichnis

Nachfolgend ist die Liste der in dieser Arbeit verwendeten Abbildungen inklusive der verwendeten Beschriftung und der Seitenangabe abgebildet.

Abbildung	Beschriftung	Seite
Abbildung 1	Muskulatur der Rotatorenmanschette des menschlichen Schultergürtels	2
Abbildung 2	Prävalenzen symptomatischer RM-Rupturen und asymptomatischer komplette RM-Rupturen (Daten aus Brunner <i>et al.</i> , 2017)	4
Abbildung 3	Röntgenbild einer Rotatorenmanschetten-Defektarthropathie im anterior-posterior-Strahlengang	6
Abbildung 4	Links Inverse Schulterendoprothese, in der Mitte ein präoperatives Röntgenbild im anterior-posterior-Strahlengang und rechts ein postoperatives Röntgenbild im anterior-posterior-Strahlengang	7
Abbildung	Biomechanik der inversen Schulterendoprothese	8
Abbildung 5	Geschlechtsverteilung im untersuchten Patientenkollektiv	13
Abbildung 6	Zusammensetzung des untersuchten Patientenkollektivs	14
Abbildung 7	Einteilung der Indikation zur inversen Schulterendoprothesen-Implantation in die degenerative Gruppe und die posttraumatische Gruppe	15
Abbildung 8	Verteilung der Patienten der posttraumatischen Gruppe in die posttraumatischen Subgruppen	16
Abbildung 9	Klassifikation der Rotatorenmanschetten-Defekte nach Hamada	23
Abbildung 10	Klassifikation der Glenoiderosionen nach Sirveaux	24
Abbildung 11	Klassifikation der Traumafolgen nach proximaler Humerusfraktur nach Boileau	26
Abbildung 12	Klassifikation des scapulären Notchings nach Sirveaux	27

Abbildung 13	Formel zur Bestimmung des DASH-Score-Wertes	29
Abbildung 14	Subjektive Patientenzufriedenheit im gesamten Patientenkollektiv, nach telefonischer Befragung, in der degenerativen und in der posttraumatischen Gruppe	34
Abbildung 15	Aktive und passive Anteversion in der degenerativen und posttraumatischen Gruppe	37
Abbildung 16	Aktive und passive Abduktion in der degenerativen und posttraumatischen Gruppe	39
Abbildung 17	Aktive und passive Außenrotation in der degenerativen und posttraumatischen Gruppe	42
Abbildung 18	Constant Shoulder Score in der degenerativen Gruppe und der posttraumatischen Gruppe	45
Abbildung 19	Untergeordnete Kriterien des Constant Shoulder Scores in der degenerativen Gruppe und der posttraumatischen Gruppe	48
Abbildung 20	DASH-Score in der degenerativen Gruppe und der posttraumatischen Gruppe	53
Abbildung 21	Komplikationen samt Häufigkeiten im gesamten Patientenkollektiv (oben), in der degenerativen Gruppe (zentral) und in der posttraumatischen Gruppe (unten)	56
Abbildung 22	Rotatorenmanschetten-Defekte (nach Hamada) in der degenerativen Gruppe	59
Abbildung 23	Glenoiderosionen (nach Sirveaux) in der degenerativen Gruppe	61
Abbildung 24	Frakturtypen (nach Boileau) in der posttraumatischen Gruppe	63
Abbildung 25	Scapuläres Notching (nach Sirveaux) samt Häufigkeiten im gesamten Patientenkollektiv, in der degenerativen Gruppe und in der posttraumatischen Gruppe	65

## 9. Literaturverzeichnis

Die nachfolgende Auflistung gibt die in der vorliegenden Promotionsarbeit zitierten Literaturquellen in lexikographischer Sortierung an.

Nr.	Literaturquelle
1	Alentorn-Geli, E., Guirro, P., Santana, F., Torrens, C. (2014). Treatment of fracture sequelae of the proximal humerus: comparison of hemiarthroplasty and reverse total shoulder arthroplasty. Archives of orthopaedic and trauma surgery, Band 134, Auflage 11, Seite 1545-1550.
2	Atalar, A.C., Salduz, A., Cil, H., Sungur, M., Celik, D., Demirhan, M. (2014). Reverse shoulder arthroplasty: radiological and clinical short-term results. Acta orthopaedica et traumatologica turcica, Band 48, Auflage 1, Seite 25-31.
3	Aumüller, G., Aust, G., Doll, A., Engele, J., Kirsch, J., Mense, S., Reißig, D., Salvetter, J., Schmidt, W., Schmitz, F., Schulte, E., Spaniel-Borowski, K., Wolff, W., Wurzinger, L.J., Zilch, H.-G. (2010). Duale Reihe: Anatomie. 2. Auflage, Thieme-Verlag, Stuttgart.
4	Bahrs, C., Klopfer, T., Scheiderer, S., Stöckle, U. (2014). Behandlung der proximalen Humerusfraktur. Trauma und Berufskrankheit, Band 16, Auflage 1, Seite 46-52.
5	Bassett, R.W., Cofield, R.H. (1983). Acute tears of the rotator cuff. The timing of surgical repair. Clinical orthopaedics and related research, Band 175, Seite 18-24.
6	Boileau, P., Walch, G., Trojani, C., Sinnerton, R., Romeo, A.A., Veneau, B. (1999). Sequelae of fractures of the proximal humerus: surgical classification and limits of shoulder arthroplasty. Shoulder arthroplasty, 1. Auflage, Springer-Verlag, Berlin.
7	Brunner, U., Köhler, S. (2007). Schulterendoprothetik bei posttraumatischen Deformitäten durch Frakturfolgen. Der Orthopäde, Band 36, Auflage 11, Seite 1037-1049.
8	Brunner, U., Rückl, K., Fruth, M. (2013). Defektarthropathie – Langzeitergebnisse der inversen Schultertotalendoprothesen-implantation. Der Orthopäde, Band 42, Seite 522-530.
9	Brunner, U., Liem, D. (2017). S2e-Leitlinie „Rotatorenmanschette“. Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC). AWMF – Registernummer: 033 - 041 Version vom März 2017.
10	Bufquin, T., Hersan, A., Hubert, L., Massin, P. (2007). Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus in the elderly: a prospective review of forty-three cases with a short-term follow-up. Journal of bone and joint surgery, british volume, Band 89, Auflage 4, Seite 516-520.
11	Cazeneuve, J.F., Hassan, Y., Kermad, F., Brunel, A. (2008). Delta III reverse-ball-and-socket total shoulder prosthesis for acute complex fractures of the proximal humerus in elderly population. European journal of orthopaedic surgery and traumatology, Band 18, Auflage 2, Seite 81-86.
12	Collin P, Herve A, Walch G, Boileau P, Muniandy M, Chelli M (2019) Mid-term results of reverse shoulder arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis with

Nr.	Literaturquelle
	posterior glenoid deficiency and humeral subluxation. J Shoulder Elbow Surg 28(10):2023–2030
13	Constant, C.R., Murley, A.H. (1987). A clinical method of functional assessment of the shoulder. Clinical orthopaedics and related research, Band 214, Seite 160-164.
14	Constant, C.R., Gerber, C., Emery, R.J., Søjberg, J.O., Gohlke, F., Boileau, P. (2008). A review of the Constant score: modifications and guidelines of its use. Journal of shoulder and elbow surgery, Band 17, Auflage 2, Seite 255-361.
15	Dürig, M., Henne-Bruns, D., Kremer, B. (2007). Duale Reihe: Chirurgie, 3. Auflage, Thieme-Verlag, Stuttgart.
16	Favard, L., Levigne, C., Nerot, C., Gerber, C., de Wilde, L., Mole, D. (2011). Reverse prostheses in arthropathies with cuff tear: are survivorship and function maintained over time? Clinical orthopaedics and related research, Band 469, Auflage 9, Seite 2469-2475.
17	Flatow, E.L., Harrison, A.K. (2011). A history of reverse total shoulder arthroplasty. Clinical orthopaedics and related research, Band 469, Auflage 9, Seite 2432-2439.
18	Frankle, M., Siegal, S., Pupello, D., Saleem, A., Mighell, M., Vasey, M. (2005). The Reverse Shoulder Prosthesis for glenohumeral arthritis associated with severe rotator cuff deficiency. A minimum two-year follow-up study of sixty patients. Journal of bone and joint surgery, american volume, Band 87, Auflage 8, Seite 1697-1705.
19	Germann, G., Harth, A., Wind, G., Demir, E. (2003). Standardisierung und Validierung der deutschen Version 2.0 des „Disability of Arm, Shoulder, Hand“ (DASH)-Fragebogens zur Outcome-Messung an der oberen Extremität. Der Unfallchirurg, Band 106, Auflage 1, Seite 13-19.
20	Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff. Results of a multicentre study of eighty shoulders. Journal of bone and joint surgery, british volume 2004, Band 86, Auflage 3, Seite 388-395.
21	Grassi, F.A., Murena, L., Valli, F., Alberio, R. (2009). Six-year experience with the Delta III reverse shoulder prosthesis. Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong), Band 17, Auflage 2, Seite 151-156.
22	Greiner, S., Schmidt, C., Herrmann, S., Perka, C. (2012). Vergleich von Versorgungszeitpunkt und verwendetem Implantat bei der endoprothetischen Versorgung von proximalen Humerusfrakturen und deren Folgezuständen. Obere Extremität, Band 7, Auflage 4, Seite 210-215.
23	Guery, J., Favard, L., Sirveaux, F., Oudet, D., Mole, D., Walch, G. (2006). Reverse total shoulder arthroplasty. Survivorship analysis of eighty replacements followed for five to ten years. Journal of bone and joint surgery, American volume, Band 88, Auflage 8, Seite 1742-1747.
24	Gummesson, C., Atroshi, I., Ekdahl, C. (2003). The disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) outcome questionnaire: longitudinal construct validity and measuring self-rated health change after surgery. BMC musculoskeletal disorders, Band 4, Auflage 1, Seite 11.
25	Habermeyer, P., Ebert, T. (1999). Current status and perspectives of shoulder replacement. Der Unfallchirurg, Band 102, Auflage 9, Seite 668-683.
26	Hamada, K., Fukuda, H., Mikasa, M., Kobayashi, Y. (1990). Roentgenographic findings in massive rotator cuff tears. A long-term observation. Clinical orthopaedics and related research, Band 254, Seite 92-96.

Nr.	Literaturquelle
27	Hamada, K., Yamanaka, K., Uchiyama, Y., Mikasa, T., Mikasa, M. (2011). A radiographic classification of massive rotator cuff tear arthritis. <i>Clinical orthopaedics and related research</i> , band 469, Auflage 9, Seite 2452-2460.
28	Hedtmann, A. (2010). Weichteilerkrankungen der Schulter – Subakromialsyndrome. <i>Orthopädie und Unfallchirurgie</i> , Band 5, Auflage 3, Seite 147-170.
29	Hein, J., Reilly, J.M., Chae, J., Maerz, T., Anderson, K. (2015). Retear rates after arthroscopic single-row, double-row, and suture bridge rotator cuff repair at a minimum of 1 year of imaging follow-up: a systematic review. <i>Arthroscopy</i> , Band 31, Auflage 11, Seite 2274-2281.
30	Holschen, M., Agneskirchner, J.D. (2014). Inverse Schulterprothese – Indikation, Operationstechnik und Ergebnisse. <i>Arthroskopie</i> , Band 27, Auflage 1, Seite 38-48.
31	Hudak, P., Amadio, P.C., Bombardier, C. (1996). Development of an upper
32	extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder, and hand). <i>American Journal of industrial medicine</i> , Band 29, Seite 602-608.
33	Lefevre-Colua, M.M., Babinet, A., Favard, F., Fermanian, J., Anract, P., Roren, A., Kansao, J., Revel, M. Poiraudou, S. (2007). Immediate mobilization compared with conventional immobilization for the impacted nonoperatively treated proximal humeral fracture. A randomized controlled trial. <i>Journal of bone and joint surgery, american volume</i> , Band 89, Auflage 12, Seite 2582-2590.
34	Lévigne, C., Boileau, P., Favard, L., Garaud, P., Molé, D., Sirveaux, F., Walch, G. (2008). Scapular notching in reverse shoulder arthroplasty. <i>Journal of shoulder and elbow surgery</i> , Band 17, Auflage 6, Seite 925-935.
35	Lévigne, C., Garret, J., Boileau, P., Alami, G. Favard, L., Walch, G. (2011). Scapular notching in reverse shoulder arthroplasty: is it important to avoid it and how? <i>Clinical orthopaedics and related research</i> , Band 469, Auflage 9, Seite 2512-2520.
36	Lill, H., Scheibel, M., Voigt, Christine (2006). <i>Die proximale Humerusfraktur</i> , 1. Auflage, Thieme-Verlag, Stuttgart.
37	Löhr, J.F., Uhthoff, H.K. (2007). Epidemiologie und Patholphysiologie Rotatorenmanschettenrupturen. <i>Der Orthopäde</i> , Band 36, Auflage 9, Seite 788-795.
38	Mansat, P., Cofield, R.H., Kersten, T.E., Rowland, C.M. (1997). Complications of rotator cuff repair. <i>The orthopaedic clinics of north america</i> , Band 28, Auflage 2, Seite 205-213.
39	Mattiassich, G., Marcovici, L.L., Kriffter, R.M., Ortmaier, R., Weferer, P., Kroepfl, A. (2013). Delta III reverse shoulder arthroplasty in the treatment of complex 3- and 4-part fractures of the proximal humerus: 6 to 42 months of follow up. <i>BMC musculoskeletal disorders</i> , Band 14, Seite 231-237.
40	Mihata T, Lee TQ, Watanabe C, Fukunishi K, Ohue M, Tsujimura T, Kinoshita M (2013) Clinical results of arthroscopic superior capsule reconstruction for irreparable rotator cuff tears. <i>Arthroscopy</i> 29(3):459–470.
41	Mukovozov, I., Byan, S., Farrokhvar, F., Wong, I. (2013). Time to surgery in acute rotator cuff tear. A systematic review. <i>Bone and joint research</i> , Band 2, Auflage 7, Seite 122-128.
42	Mulieri, P., Dunning, P., Klein, S., Pupello, D., Frankle, M. (2010). Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of irreparable rotator cuff tear without

Nr.	Literaturquelle
	glenohumeral arthritis. Journal of bone and joint surgery, american volume, Band 92, Auflage 15, Seite 2544-2556.
43	Naveed, M.A., Kitson, J., Bunker, T.D. (2011). The Delta III reverse shoulder replacement for cuff tear arthropathy: a single-centre study of 50 consecutive procedures. Journal of bone and joint surgery, british volume, Band 93, Auflage 1, Seite 57-61.
44	Neer, C.S. 2nd, Craig, E.V., Fukuda, H. (1983). Cuff-tear arthropathy. Journal of bone and joint surgery, american volume, Band 65, Auflage 9, Seite 1232-1244.
45	Nyffeler, R. (2014). Design und Biomechanik inverser Prothesen. Obere Extremität, Band 9, Auflage 1, DOI: 10.1007/s11678-013-0241-1.
46	Reuther, F. (2006). Anatomie, Biomechanik und Klassifikation der Schultergelenkverletzung. Trauma Berufskrankheit, Auflage 8, Seite 241-246.
47	Schiebler, T.H., Arnold, G. (1999). Anatomie: Zytologie, Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie des Menschen unter Berücksichtigung des Gegenstandskatalogs. 8. Auflage, Springer-Verlag, Berlin.
48	Sirveaux, F., Favard, L., Oudet, D., Huquet, D., Walch, G., Mole, D. (2004).
49	Stechel, A., Fuhrmann, U., Irlenbusch, L., Rott, O., Irlenbusch, U. (2010). Reversed shoulder arthroplasty in cuff tear arthritis, fracture sequelae, and revision arthroplasty. Acta Orthopaedica, Band 81, Auflage 3, Seite 367-372.
50	Walch, G., Moraga, C., Young, A., Castellanos-Rosas, J. (2012). Results of anatomic nonconstrained prosthesis in primary osteoarthritis with biconcave glenoid. Journal of shoulder and elbow surgery, Band 21, Auflage 11, Seite 1526-1533.
51	Wall, B., Nové-Josserand, L., O'Connor, D.P., Edwards, T.B., Walch, G. (2007). Reverse total shoulder arthroplasty: a review of results according to etiology. Journal of bone and joint surgery, american volume, Band 89, Auflage 7, Seite 1476-1485.
52	Zeichen, J., Bosch, U., Krettek, C. (2003) Rotatorenmanschette. Trauma und Berufskrankheit, Band 5, Seite 120-125.
53	Zumstein, M.A., Pinedo, M., Old, J., Boileau, P. (2011). Problems, complications, reoperations, and revisions in reverse total shoulder arthroplasty: a systematic review. Journal of shoulder and elbow surgery, Band 20, Auflage 1, Seite 146-157.

## 10. Erklärung zum Eigenanteil

Die Arbeit wurde in der Sektion Sporttraumatologie und arthroskopische Chirurgie der berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik der Universität Tübingen unter Betreuung von Prof. Dr. med. A. Ateschrang durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte mit Absprache von Prof. Dr. med. A. Ateschrang und Dr. med. F. Mauch (Sportklinik Stuttgart).

Die statistische Erhebung sowie Auswertung erfolgte eigenständig sowie in Absprache mit Herrn Prof. Dr. med. A. Ateschrang.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

\_\_\_\_\_, den \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Unterschrift

## 11. Danksagung

Ich danke allen, die mich während meiner Doktorarbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt:

- Meinem Betreuer Herrn Prof. Dr. A. Ateschrang für die Betreuung und die Kooperation mit der Sportklinik Stuttgart.
- Herrn Dr. F. Mauch für die Kooperation mit der Sportklinik
- Carole Bingen und dem Sekretariat der Sportklinik für die freundliche Unterstützung
- Meinem Vater für jegliche Hilfestellungen in den letzten Jahren.
- Meiner Familie für die Entbehrungen und Unterstützung in der Zeit der Bearbeitung.
- Meinem Freund Dr. m Albert Hollstein für aufbauende und motivierende Gespräche