

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Orthopädie  
des Universitätsklinikums Halle (Saale)

Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. K.-St. Delank

**Die differenzierte Behandlung der proximalen Humerusfraktur – eine  
prospektive Analyse – Implantation einer Frakturprothese**

**Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor der Medizin (Dr. med.)**

**vorgelegt  
der Medizinischen Fakultät  
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg**

**von Anne Nettelau, geb. Schäfer  
geboren am 05.03.1984 in Halle/Saale**

**Gutachter: 1.) Prof. Dr. med. K.-S. Delank  
2.) Prof. Dr. med. U. Irlenbusch (Arnstadt)  
3.) Prof. Dr. med. P. Rommens (Mainz)**

**Eröffnung des Verfahrens: 09.09.2014**

**Öffentliche Verteidigung: 13.04.2015**

## Referat

Die Humeruskopffraktur betrifft besonders ältere Patienten, meist Frauen. Die Versorgung dieser Fraktur wird in der Literatur konträr diskutiert. Die Versorgung mittels Osteosynthese oder Frakturodoprothese stellen die operativen Therapieoptionen dar. Die meisten Autoren beschreiben ein unbefriedigendes postoperatives funktionelles Ergebnis nach Implantation einer Humeruskopfprothese. Dennoch sind viele Patienten schmerzfrei und zufrieden.

In dieser prospektiven Studie wurden 34 Patienten 3 und 12 Monate postoperativ untersucht. Ziel der Studie war es, die Entwicklung der funktionellen Wiederherstellung zu erfassen und das Gesamtergebnis zu dokumentieren. Mögliche Faktoren, die das Gesamtergebnis beeinflussen, werden erfasst.

Wir wendeten den Constant-, Neer- und DASH-Score an. Die Pflegebedürftigkeit wurde mittels Barthel-Score ermittelt. Außerdem wurden nach 3 und 12 Monaten Röntgenaufnahmen angefertigt und ausgewertet.

Zwischen 1. und 2. Untersuchung konnte ein signifikanter Unterschied im Constant- und DASH-Score ermittelt werden. Die Patienten zeigten im funktionellen Gesamtergebnis erhebliche Einschränkungen. 76,5% der untersuchten Patienten gaben an, nach 12 Monaten keine oder nur leichte Schmerzen zu haben. 70,6% der Patienten waren mit dem postoperativen Ergebnis nach einem Jahr zufrieden oder sehr zufrieden. Hinweise auf wesentliche beeinflussende Faktoren konnten nicht gefunden werden.

In Zusammenschau der vorliegenden Ergebnisse und der Literatur lässt sich feststellen, dass beim älteren Patienten trotz eingeschränkter Funktionsfähigkeit auf Grund der meist bestehenden Zufriedenheit und Schmerzfreiheit, eine Protheseimplantation bei mehrfragmentären Humeruskopffrakturen favorisiert werden sollte.

Die Faktoren, die zur Verbesserung der postoperativen Ergebnisse beitragen, sollten in weiteren Studien untersucht werden. Ebenso sind weitere Studien zum Vergleich zwischen Humeruskopf- und inverser Prothese notwendig.

Nettlau, Anne: Die differenzierte Behandlung der proximalen Humerusfraktur – eine prospektive Analyse – Implantation einer Frakturprothese. Halle (Saale), Univ., Med. Fak., Diss., 80 Seiten, 2014

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Zielstellung</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Anatomie des Schultergürtels</b>	<b>3</b>
3.1	Knöcherne Strukturen und Sehnen	3
3.2	Muskulatur	3
3.3	Leitungsbahn	4
3.4	Bewegung	4
<b>4</b>	<b>Die proximale Humerusfraktur</b>	<b>5</b>
4.1	Pathomechanismus und Risikofaktoren	5
4.2	Frakturmorphologie	5
4.3	Frakturklassifikation	6
4.3.1	Klassifikation nach Neer	6
4.3.2	Klassifikation nach AO	7
4.3.3	Habermeyer-Klassifikationen	8
4.4	Frakturversorgung	9
4.4.1	Therapieoptionen	9
4.4.2	Indikation und Kontraindikation zur Versorgung mit einer Prothese	10
4.4.3	Humeruskopfprothesen	12
4.4.4	Operative Vorgehen bei Prothesenimplantation	14
4.4.5	Intra- und postoperative Komplikationen	15
4.4.6	Postoperative Therapie	16
<b>5</b>	<b>Studienbeschreibung</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Methoden</b>	<b>17</b>
6.1	Patienten	17
6.2	Erfassung der Bewegungsumfänge und Armumfänge	18
6.3	Röntgen	18
6.4	Scores	18
6.4.1	Constant-Score	19
6.4.2	Neer-Score	22
6.4.3	DASH-Score	25
6.4.4	Barthel-Index	26
6.4.5	Visuelle Analogskala	27
6.5	Statistik	27
<b>7</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>28</b>

7.1	Patienten	28
7.2	Seitenverteilung	30
7.3	Prothesen und Operationsspezifika	30
7.4	Frakturklassifikation	31
7.5	Physiotherapie und Kur	31
7.6	Bewegungsumfänge	31
7.6.1	Anteversion	32
7.6.2	Abduktion	37
7.6.3	Außenrotation	41
7.6.4	Innenrotation	45
7.7	Innen- und Außenrotation aus 90° Abduktion	49
7.8	DASH-Score	50
7.9	Der alters- und geschlechtsadapierte Constant-Score	53
7.10	Neer-Score	55
7.11	Barthelindex	57
7.12	Schmerzen	59
7.13	Schürzen- und Nackengriff	60
7.14	Röntgen	61
7.15	Zufriedenheit	62
<b>8</b>	<b>Diskussion</b>	<b>63</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>72</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>73</b>
<b>11</b>	<b>Thesen</b>	<b>80</b>

## 1 Einleitung

Die vorliegende Studie erfasst die funktionellen Ergebnisse nach primärer Versorgung von Humeruskopffrakturen mit Humeruskopfprothesen. Etwa 4-5% aller Frakturen betreffen den Humeruskopf (Lill und Josten, 2001; Ruchholtz und Nast-Kolb, 2003; Philipp et al., 2004; Brunner und Köhler, 2007; Grechenig et al., 2008; Strohm et al., 2008).

Die angegebenen Inzidenzen der Humeruskopffrakturen variieren in den verschiedenen Literaturquellen, Dietrich et al. gibt die Inzidenz mit 70 pro 100000 Personen/Jahr an (Dietrich et al., 2007). Die Häufigkeit dieser Fraktur ist steigend (Stangl und Hennig, 2000; Brunner und Köhler, 2007; Marquess et al., 2007; Dietrich et al., 2008). Dabei sind Frauen 2 bis 3mal häufiger als Männer betroffen (Lill und Josten, 2001; Ruchholtz und Nast-Kolb, 2003; Brunner und Köhler, 2007; Strohm et al., 2008). Am häufigsten weisen Frauen zwischen dem 80. und 90. Lebensjahr diese Verletzung auf (Brunner und Köhler, 2007). Die Wahrscheinlichkeit einer solchen Fraktur nimmt mit dem Lebensalter zu, 70-75% der Patienten mit einer Humeruskopffraktur sind Patienten über 60 Jahre (Ruchholtz und Nast-Kolb, 2003; Voigt and Lill, 2007; Strohm et al., 2008). Eine entscheidende Ursache ist die im Alter zunehmende Osteoporose. Etwa 60 bis 85% der Frakturen im Bereich des Humeruskopfes können aufgrund einer fehlenden Dislokation konservativ versorgt werden (Neer, 1970a; Speck und Regazzoni, 1997; Szyszkowitz und Schippinger, 1999; Ruchholtz und Nast-Kolb, 2003; Padua et al., 2004; Philipp et al., 2004). Bei vorliegender Fragmentdislokation sind die Ergebnisse nach Rekonstruktion häufig enttäuschend, es kommt zu Fehlstellungen, Dislokationen, Pseudarthrosen oder Nekrosen (Brunner und Köhler, 2007). Darum hat die primäre Implantation einer Humeruskopfprothese besonders beim alten Patienten eine große Bedeutung.

Dennoch herrscht in der Literatur Uneinigkeit über eine generelle Empfehlung für oder gegen eine Frakturprothese. 2003 wiesen Robinson et al. beim älteren Patienten ein schlechtes funktionelles Ergebnis bei primärer Prothesenimplantation nach. Die Autoren ziehen darum einen zunächst konservativen Therapieansatz mit ggf. sekundärer Prothesenimplantation in Betracht (Robinson et al., 2003).

Povacz et al. dagegen empfehlen bei nachgewiesener überwiegend subjektiver Zufriedenheit beim alten Patienten die Implantation einer Prothese (Povacz et al., 2001). Eine Studie von Dietrich et al. empfiehlt ebenfalls die Prothesenimplantation, da hierbei ein Revisionseingriff seltener notwendig ist als bei kopferhaltenden Verfahren (Dietrich et al., 2008). Älteren Patienten kann somit oft ein zweiter operativer Eingriff erspart werden.

Bei all den hier diskutierten Ergebnissen und Studien muss festgestellt werden, dass die meisten Autoren zwar vom alten Patienten sprechen, aber dabei keine Altersgrenze festlegen. Die Weltgesundheitsorganisation spricht ab dem vollendeten 65. Lebensjahr vom alten Menschen (Hein, 2007). Wir schließen uns in dieser Studie dieser Definition an.

## 2 Zielstellung

Ziel dieser Studie ist es, die funktionellen Ergebnisse nach primärer Schulterendoprothesenimplantation nach Humeruskopffraktur zu erfassen.

Dabei wird besonders auf die Ausführungen von Tätigkeiten des Alltags Wert gelegt. Wir verwendeten darum den DASH-Score. Um unsere Studie mit anderen vergleichbar zumachen, erfassten wir zusätzlich den Constant- und Neer-Score.

Wir untersuchten die Patienten 3 und 12 Monaten postoperativ, um die Entwicklung der Funktion in diesem Zeitabschnitt zu erfassen. Nach Ablauf eines Jahres post operationem ist in der Regel der Endzustand eingetreten. Weiterhin wurde explorativ geprüft, in wie weit Faktoren, wie z.B. die Durchführung einer Rehabilitation und das selbstständige Üben zu Hause durch den Patienten, einen Einfluss auf die Ergebnisse hatten. Außerdem wurden radiologische Befunde wie z.B. die Einheilung der Tuberculae erfasst.

Für diese Studie wurden folgende Annahmen formuliert:

Hauptannahme:

Die Funktion, erfasst durch den DASH- und altersadaptierten Constant-Score, verändert sich zwischen 1. und 2. Untersuchung.

Sekundärannahmen:

1. Es besteht ein funktioneller Unterschied zwischen prothesenversorgter Seite und Gegenseite.
2. Die Bewegungsumfänge verändern sich zwischen der 1. und 2. Erhebung.
3. Der Neer-Score verändert sich zwischen beiden Untersuchungen.
4. Die Ergebnisse des DASH-Scores sind altersabhängig.
5. Patienten mit einem guten Ergebnis im DASH-Score sind zufriedener.
6. Patienten ohne Schmerzen sind mit dem Ergebnis zufriedener als Patienten mit Schmerzen.
7. Es besteht eine Differenz zwischen 1. und 2. Erhebung beim Barthel-Index.
8. Patienten mit einem Prothesenhochstand haben häufiger Schmerzen und ein schlechteres funktionelles Ergebnis als Patienten mit einem zentrierten Prothesensitz.
9. Die Einheilung des Tuberculum majus hat Einfluss auf den Constant-Score nach 12 Monaten.
10. Ein Defekt des Tuberculum majus bewirkt einen Prothesenhochstand.
11. Patienten mit heterotropen Ossifikationen haben mehr Schmerzen und ein schlechteres funktionelles Ergebnis als andere Patienten.
12. Die Durchführung einer Rehabilitation bzw. täglicher selbstständiger Bewegungs- und Kraftübungen hat Einfluss auf die funktionellen Ergebnisse nach 12 Monaten.
13. Das Prothesenmodell hat keinen Einfluss auf das Ergebnis.

### **3 Anatomie des Schultergürtels**

Im Folgenden werden die für die operative Versorgung einer Humeruskopffraktur mittels Prothese wichtigen anatomischen Strukturen beschrieben. Dabei soll nicht auf alle Muskeln, Sehnen und Knochenstrukturen des Schultergürtels eingegangen werden.

#### **3.1 Knöcherne Strukturen und Sehnen**

Die Bewegung des Schultergürtels basiert auf dem Zusammenspiel des Articulatio sternoclavicularis, des Articulatio acromioclavicularis und des Articulatio glenohumerale (Articulatio humeri).

Das Articulatio humeri ist ein muskelgeführtes Kugelgelenk. Der Humeruskopf (Caput humeri) greift in die Cavitas glenoidalis, welche als Gelenkpfanne dient. Das Verhältnis von Pfanne zu Kopf beträgt ca. 1:4. Der Pfannenrand ist durch das aus Fasernorpel bestehende Labrum glenoidale erhöht und vergrößert zusätzlich den Durchmesser der Gelenkpfanne.

Die Gelenkkapsel entspringt im Bereich des Labrum glenoidale und setzt am Collum anatomicum an. Das Acromion bildet den kranialen Abschluss des Gelenkes.

Zu den wichtigen knöchernen Strukturen des Humeruskopfes zählen das Tuberculum majus und minus. Sie dienen als Ansatzpunkte der Rotatorenmanschette. Zwischen beiden Tubercula befindet sich der Sulcus intertubercularis, er ist die Führungsschiene des Caput longum m. bicipitis. Seitlich des Sulcus befinden sich die Cristae tuberculi majoris und minoris.

Weitere Strukturen sind die Tuberositas deltoidea, das Collum anatomicum und das Collum chirurgicum.

Wichtige Bänder des Articulatio humeri sind die Ligg. glenohumeralia, das Lig. coracoacromiale und das Lig. coracohumerale. (Lippert, 2003; Schiebler und Schmidt, 2003)

#### **3.2 Muskulatur**

Das Schultergelenk ist ein hauptsächlich durch Muskeln stabilisiertes Gelenk.

Für die Funktion des Gelenks ist die Rotatorenmanschette besonders bedeutungsvoll. Sie wird durch den M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. teres minor und M. subscapularis gebildet. Bis auf den M. subscapularis, welcher am Tuberculum minus ansetzt, inserieren alle Muskeln der Rotatorenmanschette am Tuberculum majus. Die Rotatorenmanschette dient der Zentrierung des Gelenkes und verleiht gleichzeitig einen großen Bewegungsradius. Sie spielt eine entscheidende Rolle bei der Abduktion, Außen- und Innenrotation.

Eine weitere wichtige Funktion übt der M. deltoideus aus, der aus 3 Teilen besteht: Pars clavicularis, acromialis und spinalis.

Diese setzen gemeinsam an der Tuberositas deltoidea humeri an. Der M. deltoideus ist an Anteversion, Retroversion, Außenrotation, Innenrotation und besonders an der Abduktion beteiligt.

Als weiterer Muskel ist der M. pectoralis major zu nennen, welcher mit seinen 3 Anteilen an Sternum, Rippe und Clavicula entspringt und an der Crista tuberculi majoris ansetzt. Er ist im Schultergelenk für Anteversion, Adduktion und Innenrotation verantwortlich.

Eine wichtige anatomische Struktur bei der operativen Versorgung ist die Sehne des Caput longum des M. biceps brachii. Sie verläuft durch den Sulcus intertubercularis und liegt partiell innerhalb der Gelenkkapsel (Lippert, 2003; Schiebler und Schmidt, 2003). Die Bizepssehne stellt häufig ein Repositionshindernis dar (Ruchholtz und Nast-Kolb, 2003).

### **3.3 Leitungsbahn**

Die Gefäßversorgung des Humeruskopfs übernehmen hauptsächlich die Aa. circumflexae humeri anterior und posterior. Beide entspringen aus der A. axillaris.

Die A. circumflexa humeri anterior verläuft ventral um das Collum chirurgicum. Ihr Ramus anterolateralis verläuft durch den Sulcus intertubercularis und tritt schließlich in den Humeruskopf ein. Ihre intraossäre Endast, die A. arcuata, versorgt den Hauptanteil des Humeruskopfes.

Die A. circumflexa humeri posterior verläuft gemeinsam mit den Vv. circumflexae posteriores humeri und dem N. axillaris durch die laterale Achsellücke. Sie versorgt lediglich einen kleinen Teil des Tuberculum majus und den posteroinferioren Humeruskopfanteil (Gohlke und Janßen, 2002; Brunner, 2002; Schiebler und Schmidt, 2003).

Natürlich spielen bei der Humeruskopffraktur auch nervale Leitungsbahnen eine wichtige Rolle. Verletzungsgefährdet sind der N. axillaris und der N. musculocutaneus (Wiedemann, 2009). Bei Auslaufen der Fraktur bis in die Humerusdiaphyse ist eine Verletzung des N. radialis möglich.

### **3.4 Bewegung**

Um die Sagittalachse erfolgt die Bewegung in Abduktion und Adduktion. Hier entspricht der Bewegungsumfang in der Neutral-Null-Methode:  $180^\circ - 0^\circ - 40^\circ$ . Für die Abduktion sind hauptsächlich der M. deltoideus und der M. supraspinatus zuständig. Zu den Adduktoren zählen der M. latissimus dorsi, der M. pectoralis major, der M. teres minor, der M. teres major sowie der M. coracobrachialis.

Anteversion und Retroversion erfolgt um die Transversalachse mit  $170^\circ - 0^\circ - 40^\circ$ . Die Retroversion erfolgt hauptsächlich durch den M. latissimus dorsi, M. teres major und teilweise durch den M. deltoideus. Der M. pectoralis major, gemeinsam mit dem M. coracobrachialis und Teilen des M. deltoideus sind für die Anteversion des Armes verantwortlich.

Die Außenrotation bzw. Innenrotation haben einen physiologischen Bewegungsumfang von 40° - 0° - 95°. Für die Außenrotation verantwortliche Muskeln sind: M. infraspinatus, M. teres minor und Teile des M. deltoideus.

M. subscapularis, M. teres major, M. pectoralis major, M. coracobrachialis und Teile des M. deltoideus sind wichtig für die Innenrotation.

Die Elevation bezeichnet das Heben des Armes über die Horizontale. Diese Bewegung erfordert die Rotation der Scapula, welche in erster Linie durch den M. serratus anterior erfolgt. (Lippert, 2003; Voigt und Lill, 2007b)

## **4 Die proximale Humerusfraktur**

### **4.1 Pathomechanismus und Risikofaktoren**

Die Osteoporose ist ein entscheidender Faktor für die zunehmende Inzidenz der Humeruskopffraktur im Alter. Deshalb sind beim älteren Patienten diese Frakturen häufig Folge eines Niedrigenergie-traumas, wie z.B. ein einfacher Sturz aus Standhöhe auf den Arm oder auf die Schulter (Schipping, 1999; Lill und Josten, 2001; Köstler et al., 2003; Ruchholtz und Nast – Kolb, 2003; Szyszkowitz und Philipp et al., 2004; Marquess et al., 2007).

Bei Kindern und Jugendlichen kommt diese Art der Fraktur sehr selten vor und ist dann häufig durch ein Hochrasanztrauma bedingt. Meist kommt es dabei zur Luxation bzw. Luxationsfraktur (Szyszkowitz und Schipping, 1999; Truka et al., 1999; Ruchholtz und Nast-Kolb, 2003; Philipp et al., 2004; Marquess et al., 2007). Stromunfälle oder epileptische Anfälle können ebenfalls zu Humeruskopffrakturen führen (Brunner, 2002).

Neben der postmenopausalen Osteoporose stellen auch ein chronischer Alkoholabusus, ein Hypogonadismus oder eine Kortikoidtherapie Risikofaktoren für eine Humeruskopffraktur dar (Lill und Josten, 2001; Marquess et al., 2007).

### **4.2 Frakturmorphologie**

Bei der Humeruskopffraktur sind 4 Fragmente von wesentlicher Bedeutung: Kopfkalotten-, Schaft-, Tuberculum majus und -minus Fragment (Brunner, 2002; Marquess et al., 2007). Durch den muskulären Zug dislozieren die Fragmente in verschiedene Richtungen. Das Tuberculum majus disloziert durch den Zug des M. supraspinatus, M. infraspinatus und M. teres minor nach kranial-dorsal, das Tuberculum minus durch M. subscapularis nach medial. Der Humerusschaft wird durch Zug des M. pectoralis major nach medial verschoben (Brunner, 2002; Ruchholtz und Nast-Kolb, 2003).

Ob die Fraktur entlang des chirurgischen- oder anatomischen Halses verläuft, ist prognostisch bedeutsam.

Frakturen im Bereich des Collum anatomicum weisen ein besonders hohes Risiko für eine aseptische Knochennekrose auf. Bei Dislokation der Fragmente ist ein Abriss des medialen Periostschlauches und damit eine Schädigung der Gefäßversorgung wahrscheinlich.

Frakturen im Bereich des Collum chirurgicum sind dagegen aufgrund eines geringeren Nekrosorisikos bei häufig erhaltener Gefäßversorgung für die konservative- oder kopferhaltende Therapie prognostisch wesentlich günstiger (Trupka et al., 1997; Brunner, 2002; Marquess et al., 2007; Voigt and Lill, 2007).

Eine Sonderform stellt die valgisch impaktierte Fraktur dar. Da die mediale Gefäßversorgung meist erhalten bleibt, ist eine kopferhaltende Therapie Erfolg versprechend (Brunner, 2002; Marquess et al., 2007).

Weitere Sonderformen sind die Head-splitting Frakturen sowie die vorderen und hinteren Luxationsfrakturen. Bei 95% aller Luxationsfrakturen handelt es sich um eine vordere Luxationsfraktur (Marquess et al., 2007).

### **4.3 Frakturklassifikation**

#### **4.3.1 Klassifikation nach Neer**

Die Klassifikation nach Neer ist die am häufigsten verwendete Klassifikation. Die Einteilung erfolgt nach der Frakturfragmentenanzahl, basierend auf Codman, und deren Dislokation (Neer, 1970a; Tingart et al., 2001a; Brunner, 2002; Marquess et al., 2007).

Es werden 4 Fragmente unterschieden: Tuberculum majus, Tuberculum minus, Kopfkalotten- und Schaftfragment (Neer, 1970a; Brunner, 2002)

Definitionsgemäß spricht man bei einer Fragmentverschiebung von mehr als 1cm oder einer Achsenfehlstellung von mehr als 45° von Dislokation (Neer, 1970a; Szyszkowitz und Schippinger et al., 1999; Brunner, 2002; Ruchholtz und Nast-Kolb, 2003). Nach Neer sollte bei vorliegender Dislokation die Fraktur operativ versorgt werden (Strohm et al., 2008).

Folgende Gruppen werden von Neer unterschieden:

- I nicht dislozierte Frakturen
- II dislozierte Frakturen am anatomischen Hals
- III dislozierte Frakturen am chirurgischen Hals
- IV Dislokation des Tuberculum majus
- V Dislokation des Tuberculum minus
- VI vordere- und hintere Luxationsfrakturen.

Bei Gruppe IV, V und VI spricht man je nach Anzahl der Fragmente von 2-, 3- oder 4-Fragmentfraktur. Die Head-Split- und Impressionsfrakturen werden gesondert aufgeführt (Neer, 1970; Brunner, 2002; Habermeyer et al., 2006; Marquess et al., 2007). Mit der Anzahl der Fragmente verschlechtert sich die Prognose (Tingart et al., 2001a; Marquess et al., 2007).

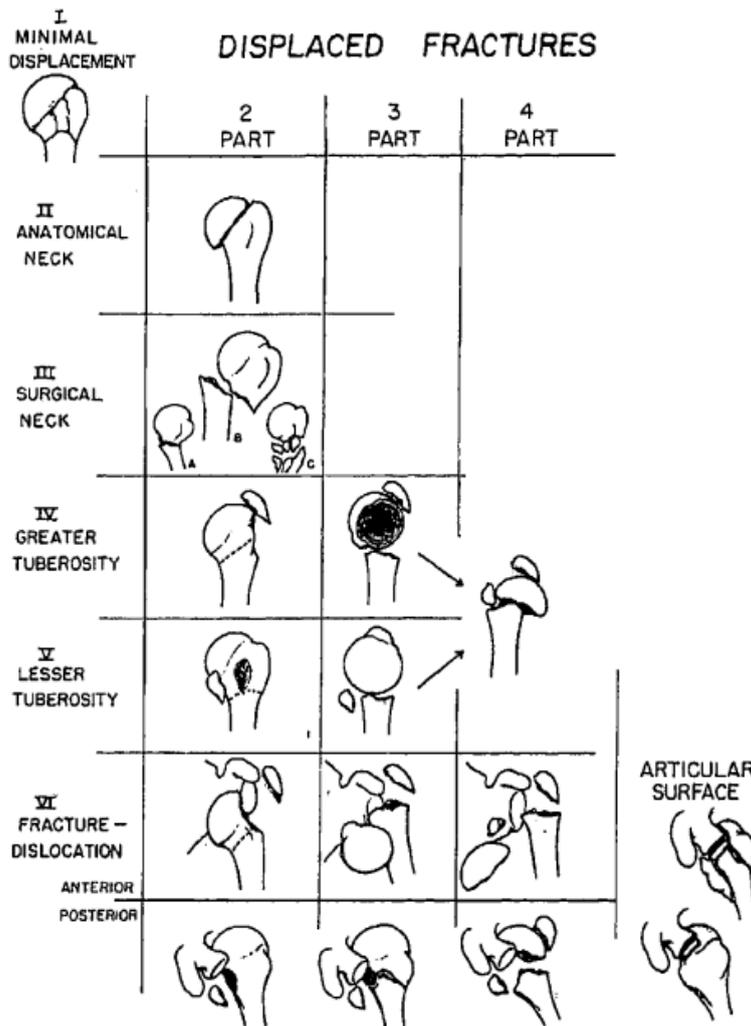


Abbildung 1: Neer-Klassifikation (Habermeyer et al., 2006)

#### 4.3.2 Klassifikation nach AO

Die AO-Klassifikation (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) ermöglicht eine sehr genaue Einteilung, allerdings findet sie auf Grund des Umfangs im klinischen Alltag eher selten Anwendung (Brunner, 2002; Philipp et al., 2004).

Die erste Ziffer bezeichnet den betroffenen Knochen, der Humerus trägt die Nummer 1.

An zweiter Stelle wird die Lokalisation näher beschrieben: proximal = 1, diaphysär = 2, distal = 3. Der nun folgende Buchstabe beschreibt die Fraktur näher:

Typ A die Fraktur liegt extrakapsulär, 2 Fragmente;

Typ B intra- und extrakapsuläre Frakturlage, 3 Fragmenten;

Typ C intrakapsuläre Fraktur, 4 Fragmente.

Das höchste Nekroserisiko hat eine Fraktur vom Typ C. Eine Zahl zwischen 1 und 3 gibt Hinweis auf den Schweregrad der Fraktur (Brunner, 2002; Habermeyer et al., 2006; Marquess et al., 2007).

### 4.3.3 Habermeyer-Klassifikationen

Die Habermeyer-Klassifikation berücksichtigt intra- und extrakapsuläre Frakturverläufe.

Es gibt folgende Typen:

Typ-0 alle nicht bzw. gering dislozierte Frakturen,

Typ A Frakturen mit Dislokation im Bereich des Tuberculum majus (Typ AI) oder minus (Typ AII),

Typ-B Frakturen im Bereich des Collum chirurgicum, Typ-

C Frakturen im Bereich des Collum anatomicum,

Typ B und C werden entsprechend der Anzahl der Fragmente (2-4 Fragmente) in Grad I-III unterteilt. Luxationsfrakturen werden mit X gekennzeichnet. (Trupka et al., 1997; Loitz und

Reilmann, 2001; Brunner, 2002; Habermeyer et al., 2006; Marquess et al., 2007). Die

Klassifikation der Luxationsfraktur erfolgt erst nach Reposition (Trupka et al., 1997; Marquess et al., 2007).

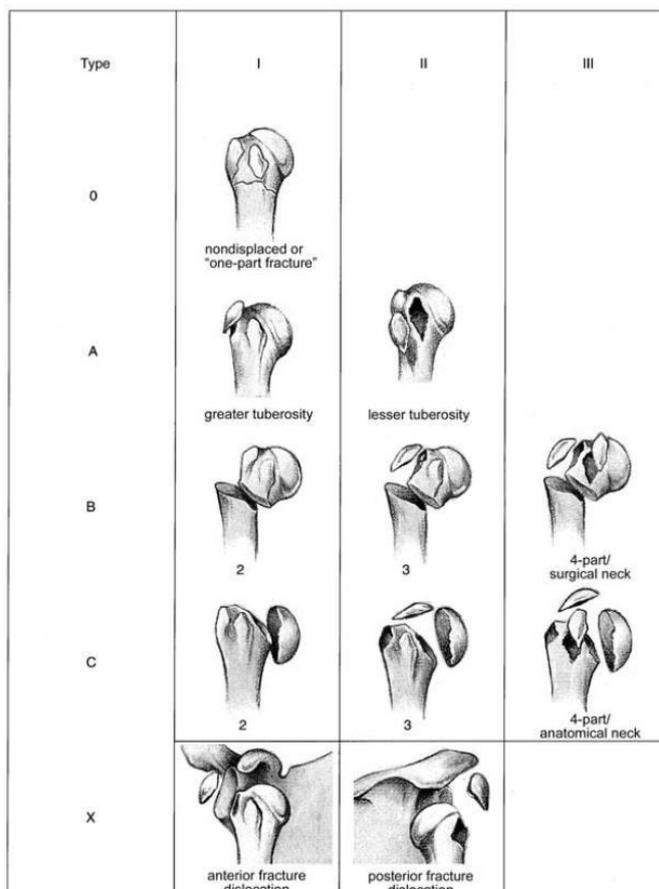


Abbildung 2: Habermeyer-Klassifikation (Habermeyer et al, 2006)

## **4.4 Frakturversorgung**

### **4.4.1 Therapieoptionen**

Bei der Versorgung der Humeruskopffrakturen gibt es verschiedene Therapiemöglichkeiten. Die Wahl der Therapie ist abhängig vom Frakturtyp, dem bestehenden Nekroserisiko und patientenspezifischen Faktoren.

Bei nicht dislozierten Humeruskopffrakturen oder reponierbaren stabilen Frakturen ist eine konservative Versorgung mit Ruhigstellung im Gilchristverband möglich (Brunner, 2002; Hepp et al., 2007b).

Von einigen Autoren wird auch bei einer 3 Fragmentfraktur ein konservatives Vorgehen, besonders beim älteren Patienten, empfohlen (Lill und Josten, 2001). Bei älteren Patienten stellt die Einschränkung bei alltäglichen Verrichtungen häufig ein Problem dar. Eine schnelle Mobilisation und Entlassung aus dem Krankenhaus ist anzustreben, um die Selbstständigkeit zu erhalten (Lill und Josten, 2001).

Bei dislozierten Frakturen ist eine individuelle Wahl der Operationsmethode abhängig von Frakturtyp, Patientenalter, Dislokationsgrad, Instabilität, Weichteilschaden, Nekroserisiko, Osteoporose, Arthrose und dem Bestehen von Repositionshindernissen notwendig (Hepp et al., 2007b).

Neer empfiehlt eine operative Versorgung bei einer Dislokation von mehr als 1cm oder größer als 45° und Habermeyer eine operative Versorgung bei Dislokation des Tuberculum majus mehr als 5mm bzw. einer Abknickung des Schafts größer als 30°.

Die percutane Kirschner-Draht-Stabilisierung ist ein Verfahren, das häufig bei Kindern und Jugendlichen Einsatz findet (Lill und Josten, 2001; Ruchholtz und Nast-Kolb, 2003; Strohm et al., 2008). Bei Erwachsenen zeigt sich bei Versorgung mit Kirschnerdrähten bei vorliegender Osteoporose und 3- oder 4-Fragmentfraktur häufig ein schlechtes Ergebnis. Es besteht die Gefahr der Drahtwanderung und Frakturdislokation (Lill und Josten, 2001).

Insbesondere bei Mehrfragmentfrakturen ist die Plattenosteosynthese die meist angewendete Operationsmethode (konventionell oder winkelstabil). Einige Autoren beschrieben eine erhöhte Nekroserate bei 4-Fragment- und Luxationsfrakturen (Loitz und Reilmann, 2001; Hente et al., 2004). Weiterhin sind bei einfacheren Frakturtypen Nägel, intramedulläre Drähte und Schraubenosteosynthesen möglich (Loitz und Reilmann, 2001; Schoepp et al., 2008).

Eine stabile Verankerung im Knochen ist bei all diesen Verfahren unverzichtbar (Köstler, 2003). Insbesondere bei osteoporotischen Frakturen mit vielen Fragmenten stellt dies ein Problem dar. Die stabile Frakturversorgung gelingt bei Mehrfragmentfrakturen und hochgradiger Osteoporose nur selten (Ruchholtz und Nast-Kolb, 2003). Darum zeigen ältere Patienten, besonders mit 4-Fragmentfrakturen, häufig nach konservativer oder operativer kopferhaltender Therapie ein schlechteres Ergebnis als jüngere Patienten

(Lill und Josten, 2001; Hepp et al., 2007b). Bei einer kopferhaltenden Therapie sollte diese innerhalb von 48 Stunden erfolgen (Lill und Josten, 2001).

Bei älteren Patienten mit Osteoporose und dislozierter Mehrfragmentfraktur stellt die Implantation einer Humeruskopfprothese eine Alternative zur kopferhaltenden Therapie dar. Die primäre Implantation zeigt in den meisten Studien ein besseres funktionelles Ergebnis als die sekundäre Implantation (Tingart et al., 2001a; Jerosch, 2005; Brunner und Köhler, 2007). Außerdem kann den Patienten oft ein weiterer operativer Eingriff erspart werden.

#### **4.4.2 Indikation und Kontraindikation zur Versorgung mit einer Prothese**

Rheumatische, degenerative und posttraumatisch bedingte Omarthrosen, Frakturen, Humeruskopfnekrosen und Tumore des proximalen Humerus stellen Indikationen zur Implantation einer Endoprothese dar (Habermeyer und Magosch, 2007). Im Folgenden soll lediglich auf die Humeruskopffraktur mit Implantation einer Humeruskopfprothese eingegangen werden.

Ob eine Prothesenimplantation notwendig oder ob ein anderer therapeutischer Ansatz möglich ist, hängt ab von der Reponierbarkeit und Retinierbarkeit, der Fragmentanzahl sowie dem Nekroserisiko der Fraktur (Jerosch, 2005).

Individuelle Gegebenheiten sollten berücksichtigt werden. So stellen der Grad der Osteoporose, ein hohes Alter des Patienten oder ein bestehender Alkoholabusus negative Prognosefaktoren für eine kopferhaltende Therapie dar (Wiedemann et al., 2004; Habermeyer und Magosch, 2007). Bei bestehender Osteoporose zeigt Osteosynthesematerial häufig einen reduzierten Halt (Rüter und Schittko, 2003a).

Ebenso spricht die Unterbrechung der vaskulären Versorgung für die Implantation einer Prothese. Die Wahrscheinlichkeit für die Unterbrechung der Gefäßversorgung ist besonders hoch bei dislozierten Frakturen im anatomischen Hals oder Lateralisation des Kalottenfragmentes zum Schaft um mehr als 6mm (Trupka et al., 1997; Wiedemann et al., 2004; Voigt and Lill, 2007; Strohm et al., 2008; Lill und Voigt, 2010). Dies führt zum Zerreißen des medialen Periosts und damit zur Zerstörung der Gefäßversorgung (Köstler et al., 2003; Wiedemann et al., 2004; Habermeyer und Magosch, 2007). Wegen des erhöhten Nekroserisikos sollte hier, insbesondere beim älteren Patienten, eine Prothesenimplantation erwogen werden (Stangl und Hennig, 2000).

Von Bedeutung für die Therapieentscheidung ist die Anzahl der Fragmente. Eine steigende Anzahl der Fragmente erhöht die Wahrscheinlichkeit für eine primär ungenügende Stabilität der Osteosynthese und für die Entstehung einer Humeruskopfnekrose. Bei mehr als 3 Fragmenten

sollte darum eine Prothesenimplantation in die therapeutischen Überlegungen einbezogen werden (Pötzl, 2005; Marquess et al., 2007).

Nur 5-15% der Patienten zeigen nach dislozierten Mehrfragmentfrakturen mit konservativer Therapie ein zufrieden stellendes Ergebnis (Plötzl, 2005; Habermeyer und Magosch, 2007). Die Inzidenz einer Nekrose bei dislozierter 4-Fragmentfraktur wird mit bis zu 60% angegeben (Plötzl, 2005; Habermeyer und Magosch, 2007).

Bereits Neer empfahl die Implantation einer Prothese bei vorliegender 4-Fragmentfraktur (Neer, 1970b; Robinson et al., 2003; Padua et al., 2004).

Eine Studie von Vrancken Peeters et al. von 2001 zeigten bei Patienten mit Neer IV-VI Frakturen eine langsame und unbefriedigende Wiederherstellung der Funktion des betroffenen Schultergelenkes nach konservativer Therapie. Bei weniger als 10% der Betroffenen fand sich ein befriedigendes Ergebnis nach konservativer Therapie von 3- und 4-Fragmentfrakturen. Es konnte ein Zusammenhang zwischen dem vorliegenden Frakturtyp und dem posttraumatischen Bewegungsumfang nachgewiesen werden (Vrancken Peeters et al., 2001).

Bei älteren Patienten zeigte sich in vielen Studien nach Prothesenimplantation ein besseres Ergebnis (Costan and Ashwood, 2008; Kelsch et al., 2008).

Bei nicht rekonstruierbarem Schaden der Kalotte sollte ebenfalls eine Prothese implantiert werden. Dies ist der Fall bei einer Impression der Kalotte von mehr als 40% (einige Autoren >50%) und einer Head Splitting Fraktur (Loitz und Reilmann, 2001; Robinson et al., 2003; Pötzl, 2005; Padua, 2004; Habermeyer und Magosch, 2007; Brunner et al., 2007; Brunner und Köhler, 2007; Lill und Voigt, 2010). Lill und Josten sehen beim alten Patienten mit Head-Splitting-Fraktur eine absolute Indikation zur Prothesenimplantation (Lill und Josten, 2001).

Bei jüngeren Patienten unter 65 Jahre empfehlen die meisten Autoren, wenn möglich eine Kopfrekonstruktion, da diese funktionell der Prothese überlegen ist (Loitz und Reilmann, 2001; Povacz, 2001; Ruchholtz und Nast-Kolb, 2003; Brunner et al., 2007; Habermeyer und Magosch 2007; Voigt and Lill, 2007; Kontakis et al., 2008; Schoepp et al., 2008).

Robinson et al. haben beim älteren Patienten ein überwiegend schlechtes Ergebnis nach Prothesenimplantation nachgewiesen. Die Patienten waren zwar schmerzfrei, die Schulter aber in der Bewegung stark eingeschränkt. Die Autoren ziehen darum zunächst eine konservative Therapie in Betracht und erst bei weiter bestehenden Schmerzen empfehlen sie eine Prothesenimplantation (Robinson et al., 2003). Diesem Ansatz steht entgegen, dass die Ergebnisse bei primärer Prothesenversorgung besser sind als bei sekundärer Implantation (Ruchholtz und Nast-Kolb, 2003; Habermeyer und Magosch, 2007; Brunner et al., 2007). Eine absolute Kontraindikation für die Implantation einer Prothese ist das Vorliegen einer floriden Infektion. Als relative Kontraindikationen gelten Paresen des N. axillaris und des

Plexus brachialis, sowie fehlende Compliance und Alkoholismus. Ist die Fraktur rekonstruierbar und besteht die Möglichkeit einer Osteosynthese, ist die Prothesenimplantation ebenfalls kontraindiziert (Wiedemann et al., 2004; Habermeyer und Magosch, 2007). Natürlich ist auch bei fehlender OP-Fähigkeit eine konservative Therapie anzustreben.

#### **4.4.3 Humeruskopfprothesen**

Bevor die Versorgung mit Frakturodoprothesen erläutert wird, sollten folgende Begriffe geklärt werden:

Retroversion: beträgt 15-30° und beschreibt die Neigung der humeralen Gelenkfläche zur transepikondylären Achse des Ellenbogens (Liem et al., 2007; Loitz und Reilmann, 2001).

Inklination: ist der Winkel zwischen dem anatomischen Hals und der metaphysären Schaftachse, er beträgt 30-55° (Liem et al., 2007).

Offset: beschreibt die Position des Zentrums des Humeruskopfes in Relation zur Schaftmitte. Das Kopfzentrum ist um 4 - 14mm nach medial und um 2 - 10mm nach posterior versetzt. (Liem et al., 2007)

Im Jahr 1893 implantierte Pean die erste Prothese aus Kautschuk bei einem 30-jährigen Patienten mit tuberkulöser Zerstörung des Humeruskopfes. Die Prothese musste wegen einer auftretenden schweren Infektion entfernt werden (Rüter, 2001; Jerosch und Heisel, 2003).

In den 50er Jahren stellte Charles Neer seine Typ I Prothese vor, es handelte sich dabei um eine Monoblockprothese (Liem et al., 2007).

Neer stellte mit der Typ II Prothese 1971 einen Gelenkersatz vor, welcher einen Pfannenersatz vorsieht. Auch hier handelte es sich um eine nichtmodulare Monoblockprothese. Es stehen mehrere Schaftlängen und -dicken sowie verschiedene Kopfgrößen zur Verfügung (Habermeyer und Engel, 2002; Wiedemann, 2006; Habermeyer und Magosch, 2007; Liem et al., 2007). Die von Neer entwickelten Modelle werden als Prothesen der 1. Generation bezeichnet.

In den 80er-Jahren entwickelten Dines und Warren die modulare Biomet-Prothese, eine Prothese der 2. Generation. Der Fortschritt besteht in der freien Kombinierbarkeit von verschiedenen Schaft- und Kalottengrößen (Habermeyer und Engel, 2002; Wiedemann, 2006). Der Schaft muss durch eine Resektionsschablone an die Prothese angepasst werden, die Richtung und die Position des eröffneten Markraums bestimmen die Positionierung des Kopfes (Habermeyer und Ebert, 1999; Habermeyer und Engel, 2002).

Eine Weiterentwicklung stellen die Prothesen der 3. Generation dar. Der Kopf verfügt über einen variablen Inklinationswinkel 125° bis 140° (Neigung von Kopf zu Schaft in der

Koronarebene) und das Zentrum des Kopfes ist nach dorsal und medial verschoben (dorsomediales Offset) (Habermeier und Ebert, 1999; Wiedemann, 2006).

Die Retroversion der Kalotte gegenüber dem Schaft ist bei Prothesen (z.B. Univers, Arthrex) der 4. Generation frei wählbar. Dies gewährleistet eine stufenlose Modularität um alle 3 Achsen: Schaftachse (Ante- und Retroversion), Koronarebene (Inklination), Sagittalebene (dorsomedial Offset) (Habermeier und Ebert, 1999; Habermeier und Engel, 2002; Wiedemann, 2006).

Für die Frakturversorgung stehen Hemi- und Totalprothesen zur Verfügung. Die Entscheidung sollte in Abhängigkeit vom Zustand des Glenoids getroffen werden (Brunner und Köhler, 2007). Alle Patienten der vorliegenden Promotionsschrift haben eine Hemiprothese erhalten, so dass an dieser Stelle auf weitere Erläuterung des totalen Gelenkersatzes verzichtet wird.

Es sei aber darauf hingewiesen, dass es auch inverse Schulterendoprothesen gibt. Bei dieser Prothese ist der am Glenoid implantierte Teil konvex, der am Schaft eingebrachte konkav. Diese Prothesen haben den Vorteil, dass sie aufgrund ihres Designs den Hebelarm des Deltamuskels verbessern und einen Hochstand des Prothesenkopfes verhindern. Darum ist eine Abduktion von über 90° trotz defekter Rotatorenmanschette möglich (Tischer et al., 2007).

So ist bei postoperativem Defekt der Tubercula mit Rotatorenmanschetteninsuffizienz und dadurch entstehenden Prothesenhochstand, die Implantation einer inversen Prothese möglich (Ruchholtz und Nast-Kolb, 2003). Bei offensichtlichem Rotatorenmanschettendefekt ist nach Tischer et al., 2007 über eine primäre inverse Prothesenimplantation nachzudenken. Einige Autoren empfehlen sogar grundsätzlich die primäre Implantation der inversen Prothese bei Patienten über 75 Jahre (Tischer et al., 2007). So favorisiert Terragnoli et al., 2007 bei 3 und 4 Fragmentfrakturen bei alten Patienten eine inverse Prothese. Vorteil ist die schnelle und schmerzfreie Mobilisation, da anders als bei konventionellen Prothesen keine Rücksicht auf die Einheilung der Tubercula genommen werden muss. Problematisch bei diesem Vorgehen ist die Tatsache, dass es im Fall einer notwendigen Revision nahezu keine Alternativen gibt (Terragnoli et al., 2007). Insbesondere die erhöhte Lockerungsrate der Glenoidkomponente muss bedacht werden.

Es gibt zementierte und zementfreie Prothesensysteme. Die verwendeten Materialien sind Edelstahl, Kobaltchromlegierung und Titan (Habermeier und Ebert, 1999; Liem et al., 2007;).

Bei den in dieser Arbeit untersuchten Patienten wurden drei verschiedene Prothesen von folgenden Firmen implantiert:

Firma Wright - Olympia

Firma Arthrex - Univers

Firma Mathys- Artikula

Die verwendete Univers-Prothese der Firma Arthex ist eine Prothese der 4. Generation (Wiedemann, 2006). Die Prothese der Firma Mathys, sowie die Olympia-Prothese der Firma Wight sind Prothesen der 3. Generation

#### **4.4.4 Operatives Vorgehen bei Prothesenimplantation**

Vor Durchführung ist eine Operationsplanung mit Hilfe von Röntgenaufnahmen in mindestens 2 Ebenen (z.B. a.p., axial) oder eine Computertomographie notwendig. Die Implantation einer Humeruskopfprothese stellt keinen Notfalleingriff dar, sollte jedoch innerhalb von 7 Tagen erfolgen, da es sonst zu Vernarbung, Kontrakturen und heterotopen Ossifikationen kommen kann (Pötzl, 2005; Habermeyer und Magosch, 2007; Voigt and Lill, 2007).

Alle Patienten dieser Studie wurden auf dem Schultertisch in Beach-Chair-Position gelagert. Der Oberkörper liegt dabei etwa 30° erhöht. Der Patient liegt soweit am Rand des Operationstisches, dass die Schulter frei bewegt werden kann (Wiedemann et al., 2004; Habermeyer und Magosch, 2007).

Bei allen Patienten dieser Arbeit erfolgte der deltoideopectorale Zugang (Habermeyer und Magosch, 2007).

Der Hautschnitt beim deltoideopectoralen Zugang beginnt am Processus coracoideus und folgt dem Verlauf des Sulcus deltoideopectoralis (Wiedemann et al., 2004; Voigt und Lill, 2007a). Es folgt die stumpfe Präparation des Fettgewebes und das Aufsuchen der deltoideopectoralen Fascie. Die V. cephalica, begrenzt vom M. pectoralis major und M. deltoideus, wird dargestellt. Nach stumpfem Trennen der beiden Muskeln und Lateralisation der Vene wird der Deltamuskel mobilisiert. Die claviculopectorale Faszie wird durchtrennt. Das Lig. coracoacromiale sollte unbedingt erhalten werden.

Der M.biceps brachii caput breve und der M. coracobrachialis werden durch Haken nach medial weggehalten. Die lange Bizepssehne als Landmarke wird aufgesucht. Es finden sich verschiedene Angaben über Resektion oder Erhalt der langen Bizepssehne. Kontakis et al. favorisieren die Tenotomie, da die lange Bizepssehne aufgrund ihrer Lage zur Behinderung der Beweglichkeit führen kann (Rüter, 2001; Rüter und Schittko, 2003b; Kontakis et al., 2009).

Dieses Verfahren wurde auch beim vorliegenden Patientenkollektiv bevorzugt.

Der Humeruskopf wird stumpf frei präpariert. Dabei müssen Tuberculum majus und minus identifiziert, mobilisiert und angeschlungen werden, die periostale Verbindung zum Schaft sollte dabei nach Möglichkeit erhalten bleiben (Rüter, 2001; Wiedemann et al., 2004).

Die Kalottenfragmente werden vollständig entfernt und die Präparation des Markraums für die Protothesenimplantation wird durchgeführt. Mit Hilfe von Probeprothesen und Positionierungshilfen erfolgt die korrekte Einstellung. Dabei muss die natürliche Retroversion

beachtet werden. Die Prothesen können je nach Modell zementiert oder zementfrei eingebracht werden.

Die Kopfgröße wird durch Vermessung der Originalkalotte bestimmt (Rüter, 2001; Habermeyer et al., 2002; Wiedemann et al., 2004; Jerosch et al., 2005). Wird ein zu großer Prothesenkopf verwendet, bestehen postoperative Einschränkungen der Bewegung (Habermeyer und Engel, 2002). Wird der Kopf zu klein gewählt, besteht eine erhöhte Luxationstendenz.

Nachdem die Prothese korrekt sitzt, werden die Tubercula mittels nichtresorbierbaren Nahtmaterials refixiert. Die Ergebnisse sind signifikant besser, wenn das Tuberculum majus erhalten ist (Brunner und Köhler, 2007).

Die verschiedenen Prothesenmodelle bieten hierfür verschieden Möglichkeiten. Das Tuberculum majus sitzt korrekt 5mm unterhalb des höchsten Kalottenpunktes (Wiedemann et al., 2004; Habermeyer und Magosch, 2007). Es ist wichtig, dass zwischen Schaft und Tuberculum ein knöcherner Kontakt besteht. Meist erfolgt eine Spongiosaplastik, das dafür notwendige Material stammt aus der Kalotte (Habermeyer et al., 2002; Wiedemann et al., 2004; Jerosch, 2005; Habermeyer und Magosch, 2007). Der festen Fixierung der Tubercula mit nicht resorbierbarem Nahtmaterial mit hoher Reißfestigkeit kommt eine besondere Bedeutung zu. Es erfolgt eine abschließende Röntgenkontrolle und die Einlage einer Drainage. Die Wunde wird verschlossen.

Als Kriterien für ein gutes postoperatives Ergebnis gelten folgende Faktoren: die Wiederherstellung der Humeruslänge, die Rekonstruktion des Rotationszentrums und des humeralen Offsets, die anatomische Wiederherstellung der Retrotorsion der Prothese und die Einheilung der Tubercula (Habermeyer und Ebert, 1999).

#### **4.4.5 Intra- und postoperative Komplikationen**

Zu den wichtigsten intraoperativen Komplikationen zählt die Humerusschaftfraktur. Ein weiteres Problem stellen Nerven- oder Plexusschäden dar. Diese können traumatisch oder operativ bedingt sein (Wiedemann et al., 2004; Lill und Voigt, 2010). Meist sind der N. axillaris oder der Plexus beschädigt, eine Schädigung des N. suprascapularis und N. musculocutanes ist seltener, aber möglich (Loitz und Reilmann, 2001). Die Wahrscheinlichkeit für eine Nervenverletzung ist bei einer 4-Fragmentfraktur, im Gegensatz zu weniger komplexen Frakturen 4-fach erhöht (Padua et al., 2004).

Tiefe postoperative Infektion führen oft zur Entfernung des Implantates (Wiedemann et al., 2004; Habermeyer und Magosch, 2007).

Prothesenluxationen und -fehlstellungen indizieren eine Revision. Dies sollte besonders bei erneuter Dislokation der Tubercula in Betracht gezogen werden. Eine intakte

Rotatorenmanschette ist entscheidend für das postoperative Ergebnis (Terragnoli et al., 2007; Tischer et al., 2007).

Eine Revision sollte in den ersten zwei Wochen erfolgen, da nur dann ein Erfolg zu erwarten ist (Wiedemann et al., 2004; Habermeyer und Magosch, 2007). Wiedemann et al. empfehlen bei Patienten über 75 Jahre auf eine Revision zu verzichten und ggf. eine inverse Prothese zu implantieren (Wiedemann et al., 2004).

Weitere postoperative Komplikationen sind die Lockerung der Prothese, die Einsteifung der Schulter, die Entwicklung einer sekundären Glenoidarthrose oder die Entstehung heterotroper Ossifikationen (Wiedemann et al., 2004; Lill und Voigt, 2010).

#### **4.4.6 Postoperative Therapie**

Die postoperative Ruhigstellung erfolgt mittels eines Abduktionskissens, sie unterstützt die Einheilung der Tubercula.

In den ersten 3 Tagen postoperativ erfolgen lediglich die Beübung der angrenzenden freien Gelenke und die Lymphdrainage. Ab dem 4. Tag nach Prothesenimplantation sind zusätzlich Spannungsübungen möglich.

In der 3. bis 4. Woche wird mit der passiv-assistiven Bewegung begonnen, dabei können Abduktion und Anteversion bis 60° erfolgen, der Arm sollte nicht außenrotiert werden. Die Innenrotation ist unbegrenzt erlaubt.

Ab der 5. Woche wird die passiv-assistive Bewegung in Abduktion und Anteversion auf 90° erweitert, weiterhin darf keine Außenrotation erfolgen. Ab der 7. Wochen ist die aktive, freie Bewegung ohne Widerstand möglich, die Außenrotation wird nun schrittweise freigegeben. Mit Kraft- und Widerstandsübungen kann ab dem 3. Monat postoperativ begonnen werden (Habermeyer et al., 2002; Habermeyer und Magosch, 2007; Lill und Voigt, 2010).

## **5 Studienbeschreibung**

Es wurden Patienten nach Humeruskopffraktur mit primärer Implantation einer Humeruskopfprothese untersucht. Die Untersuchung erfolgte 3(±4Wochen) und 12(±4Wochen) Monate nach Implantation.

Zunächst wurden die Bewegungsumfänge gemessen (Ab- und Adduktion, Ante- und Retroversion, Innen- und Außenrotation aus Neutral-Nullstellung und 90° Abduktion). Die Intensität der Schmerzen wurde mittels visueller Analogskala bestimmt. Die Fähigkeit zum Schürzen- bzw. Nackengriff wurde erfasst. Die Beurteilung der bei beiden Untersuchungen in 2 Ebenen angefertigten Röntgenaufnahmen erfolgte mittels Score.

Folgende Scores kamen zur Anwendung: Neer-Score, Constant-Score, Barthelindex und DASH-Score.

Weiterhin wurden die Patienten nach durchgeführter Rehabilitation, Physiotherapie, selbstständigen Üben und Zufriedenheit befragt.

Ziel dieser Studie ist es, die klinischen Ergebnisse des eigenen Patientengutes zu erfassen. Dabei wird besonders auf die Beurteilung der Fähigkeiten, den Alltag zu bewältigen, mittels DASH-Score und Barthelindex wertgelegt.

## **6 Methoden**

### **6.1 Patienten**

Die Untersuchung erfasst Patienten mit Humeruskopffraktur und anschließender primärer Prothesenimplantation im Zeitraum vom November 2006 bis Februar 2009. Insgesamt wurden 70 Patienten operiert und zur Nachuntersuchung angeschrieben. Davon wurden insgesamt 50 Patienten 3 Monaten postoperativ untersucht. Von den 20 nicht untersuchten Patienten konnten 6 Patienten wegen eines zu schlechten Allgemeinzustandes nicht untersucht werden, weitere 6 Patienten waren verstorben. Bei 8 Patienten konnte der Grund für die Abwesenheit nicht festgestellt werden.

34 Patienten erschienen nach 12 Monaten zur Nachuntersuchung. Diese 34 Patienten wurden in die Auswertung einbezogen. Ein Patient schied aus, da sich sein Allgemeinzustand, von der Prothese unabhängig, von der 1. zur 2. Untersuchung so verschlechtert hatte, dass er nicht untersucht werden konnte. 9 Patienten mussten ausgeschlossen werden und wurden darum kein zweites Mal untersucht. Davon hatten drei Patienten eine sekundäre Prothesenimplantation nach vorheriger konservativer bzw. osteosynthetischer Versorgung erhalten, drei Patienten konnten wegen fortgeschrittener Demenz bzw. Korsakow-Syndrom nicht untersucht werden, davon hatte ein Patient zusätzlich eine traumatisch bedingte Plexusparese. Bei drei Patienten wurden die festgelegten Untersuchungszeitpunkte nicht eingehalten.

6 Patienten waren zur 2. Untersuchung aus unbekanntem Grund nicht erschienen.

Es lassen sich folgende Ein- und Ausschlusskriterien zusammenfassen.

#### **Einschlusskriterien:**

- Primäre Humeruskopfprothesenimplantation nach Humeruskopffraktur

#### **Ausschlusskriterien:**

- Sekundäre Prothesenimplantation
- Einschränkungen der Geistes- oder Allgemeinzustandes, die eine korrekte Durchführung der angewendeten Tests nicht möglich machen
- Teilnahme an nur einem Untersuchungstermin
- Der vorgegeben Untersuchungszeitraums 3(±4Wochen) und 12(±4Wochen)Monate postoperativ wurde nicht eingehalten.

## **6.2 Erfassung der Bewegungsumfänge und Armumfänge**

Die Messung der Bewegungsumfänge ist am Schultergelenk sowohl mit fixierter, als auch mit freier Scapula möglich. In dieser Arbeit erfolgte nur die Messung der freien Beweglichkeit, da wir besonders auf die Erfassung der Funktionalität des Schultergelenkes Wert legten. Die Messung des Bewegungsumfanges erfolgte beidseits mittels Winkelmesser nach der Neutral-Null-Methode. Erfasst wurden Abduktion (max. 180°), Adduktion (max. 40°), Anteversion (max. 170°), Retroversion (max. 40°), Außenrotation (max. 40°) und Innenrotation (max. 95°) aus der Neutralstellung und wenn möglich in 90° Abduktion (max. 90°) (Voigt und Lill 2007b). Dabei fällt auf, dass in der Literatur verschiedenen Bewegungsumfänge angegeben werden. Neer und Constant vergeben in Ihren Scores die Höchstpunktzahl bei einer Anteversion von 180 ° und einer Außenrotation von 60° (Voigt und Lill 2007b; Neer, 1970; Constant and Murley, 1987).

## **6.3 Röntgen**

Bei beiden Untersuchungsterminen erfolgten Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen. Lagen bereits aktuelle auswärtige Aufnahmen vor, wurden diese verwendet. Auf eine Röntgenaufnahme der Gegenseite wurde verzichtet. Die Auswertung erfolgte mit Hilfe des im folgenden Text erläuterten Röntgenscores (Tabelle 6), dabei sind maximal 10 Punkte zu erreichen.

## **6.4 Scores**

Die folgenden Scores wurden allen Patienten mündlich vorgetragen und die entsprechenden Antworten notiert, da einige Patienten auf Grund von Sehstörungen nicht in der Lage waren, die Frage zu lesen. So sollten Verzerrungen durch unterschiedliche Fragestellungen vermieden werden.

### 6.4.1 Constant-Score

Der Constant-Score wurde zur Beurteilung von verschiedenen Verletzungen im Schulterbereich entwickelt und 1987 in englischer Sprache veröffentlicht (Constant and Murley, 1987; Tingart et al., 2001b; Boehm et al., 2004). Es werden subjektive und objektive Parameter in 4 Qualitäten erfasst und entsprechend mit Punkten bewertet: Schmerz (max. 15 Punkte), Alltagsaktivitäten (max. 20 Punkte), Bewegungsumfang (max. 40 Punkte), Kraft (max. 25 Punkte). Insgesamt können 100 Punkte erreicht werden (Constant and Murley, 1987; Hepp und Rose, 2007).

In der Literatur werden 2 verschiedene Messpunkte für die Erfassung der Kraft angegeben: am Handgelenk oder am Ansatz des M. deltoideus (Constant and Murley, 1987; Boehm et al., 2004). Unsere Messung erfolgte am Handgelenk, da diese Methode als reproduzierbarer gilt (Hepp et al., 2007a). Constant selbst gab das Handgelenk als Messpunkt in der englischen Originalarbeit an (Constant and Murley, 1987; Boehm et al., 2004).

Die Messung wurde in 90° Abduktion in Pronationsstellung durchgeführt, der Patient musste dabei schmerzfrei sein (Boehm et al., 2004; Hepp et al., 2007a). Sollte eine Abduktion von 90° nicht möglich sein, wird dies in einigen Arbeiten mit 0 Punkten bewertet (Hepp et al., 2007a). Dietrich et al. vergeben die Punkte in diesem Fall bei maximal möglicher Abduktion (Constant and Murley, 1987; Dietrich et al., 2008). Da der größte Anteil der untersuchten Patienten nicht in der Lage war, den Arm bis 90° zu abduzieren, erfolgte die Messung ebenfalls bei maximaler Abduktion.

Tabelle 1: Constant-Score (Constant and Murley, 1987; Krämer und Maichel, 1993; Hepp et al., 2007):

	<b>Beurteilung</b>	<b>Punktzahl</b>
<b>Schmerzen</b>		
	Keine	15
	Leichte	10
	Mäßige	5
	Starke	0
<b>Alltagsaktivitäten</b>		
Arbeitsfähigkeit	Normal	4
	Leicht eingeschränkt	3
	Stark eingeschränkt	2
	Nicht arbeitsfähig	0
Freizeitaktivität	Normal	4

	Leicht eingeschränkt	3
	Stark eingeschränkt	2
	Nicht möglich	0
Schlaf	Ungestört	2
	Unterbrochen	1
	Schlafunfähig	0
Handreichweite	Gürtel	2
	Xiphoid	4
	Hals	6
	Scheitel	8
	Über Kopf	10
<b>Bewegungsumfang</b>		
Innenrotation	Handrücken auf Oberschenkelaußenseite	0
	Handrücken auf Gesäß	2
	Handrücken auf lumbosakralen Übergang	4
	Handrücken auf LWK 3	6
	Handrücken auf Th12	8
	Handrücken zwischen Schulterblatt (Th7)	10
Außenrotation	Hand auf Hinterkopf Ellenbogen nach vorn	2
	Hand auf Hinterkopf Ellenbogen nach unten	4
	Hand auf Scheitel Ellenbogen nach vorn	6
	Hand auf Scheitel Ellenbogen nach unten	8
	Volle Elevation	10
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
<b>Kraft</b>		
max. 25 Punkte = 11,34 kg = 25 Pfund		

Die Höchstpunktzahl erhalten die Patienten bei 11,34 Kilo. Da ältere Patienten untersucht wurden, erfolgte die Verwendung des alters- und geschlechtsadaptierten Scores nach Constant. Dieser berechnet sich durch Rohdaten/Constant-Norm x 100 (Hepp et al., 2007a), die Werte werden darum in Prozent angegeben.

Tabelle 2: Constant-Norm (Hepp et al., 2007a):

Alter	Männer	Frauen
18-29	98	97
30-39	93	90
40-49	92	80
50-59	90	73
60-69	83	70
>69	75	69

Constant selbst gibt keine direkte Wertung der Punktzahl an, gebräuchlich ist folgende Einschätzung:

Tabelle 3: Bewertung Constant-Score (Habermeyer et al., 2006; Hepp et al., 2007a):

Ausgezeichnet	91-100%
Gut	81-90%
Befriedigend	71-80%
Ausreichend	61-70%
Schlecht	<60%

#### 6.4.2 Neer-Score

Der Neer-Score wurde für die Bewertung nach konservativer und operativer Versorgung von proximalen Humeruskopffrakturen entwickelt (Tingart et al., 2001b). Es werden für folgende 4 Kriterien insgesamt 100 Punkte vergeben: Schmerz (max. 35 Punkte), Funktion (max. 30 Punkte), Beweglichkeit (max. 25 Punkte), Anatomie/Röntgen (max. 10 Punkte) (Hepp et al., 2007a).

Tabelle 4: Neer-Score (Neer, 1970a; Krämer et al., 1993; Hepp et al., 2007a)

	<b>Beurteilung</b>	<b>Punktzahl</b>
<b>Schmerzen</b>		
	Keine	35
	Leicht, gelegentlich, keinen Einfluss auf Aktivitäten	30
	Mild, keinen Einfluss auf normale Aktivitäten	25
	Mäßig, tolerabel	15
	Deutliche Einschränkung	5
	Komplette Einschränkung	0
<b>Funktion</b>		
<b>Kraft</b>	Normal	10
	Gut	8
	Befriedigend	6
	Schlecht	4
	Ansatzweise	2
	Keine	0
<b>Reichweite</b>	Kopf	2
	Mund	2
	Gürtelschnalle	2
	Axilla der Gegenseite	2
	BH-Verschluss	2
<b>Stabilität</b>	Heben	2
	Werfen	2
	Hängend	2

	Schiebend	2
	Überkopftätigkeit	2
<b>Beweglichkeit</b>		
Anteversion	180°	6
	170°	5
	130°	4
	100°	3
	80°	2
	<80°	1
Abduktion	180°	6
	170°	5
	140°	4
	100°	3
	80°	2
	<80°	1
Retroversion	45°	3
	30°	2
	15°	1
	<15°	0
Außenrotation	60°	5
	30°	3
	10°	1
	<10°	0
Innenrotation	90° (Th6)	5
	70° (Th12)	4
	50° (L5)	3
	30° (gluteal)	2
	<30°	0

Neer gibt folgende Kriterien für die Beurteilung der Anatomie an: Rotation, Angulation, Gelenkinkongruenz, retrahierte Tubercula, Implantatversager, Myositis, Pseudarthrose, Humeruskopfnekrose.

Tabelle 5: Einschätzung der Anatomie nach Neer (Neer, 1970a ; Schmal et al., 2004)

Anatomische Veränderung	Punkte
Keine	10
Gering	8
Moderate	4
Beträchtlich	0-2

Diese Kriterien sind nach Implantation einer Prothese nur bedingt anwendbar.

Um die vergebende Punktzahl reproduzierbar zu machen, wurde darum die Bewertung nach Schmal, Klemt und Südkamp angewendet. Von insgesamt 10 Punkten werden entsprechend des Defekts Punkte abgezogen. (Schmal et al., 2004)

Tabelle 6: Radiologische Beurteilung (Schmal et al., o. J.)

Pathologie	Punktanzug
Regelrecht	0
Subluxation	2
Luxation	7
Omarthrose	1
Tuberculum majus-Defekt	1
Tuberculum minus Defekt	Bis 3
Heterotrope Ossifikation	1
Pfannenpathologie	1
Schaftpathologie	1
Kopfhochstand	2
Kopfhochstand mit Tuberculum majus Defekt	1
Kopftiefstand	2
Lysesaum	Bis 2

Die erhaltene Gesamtpunktzahl wird nach Neer wie folgt bewertet:

Tabelle 7: Bewertung Neer-Score (Neer, 1970a; Hepp et al., 2007a):

Sehr gut	90-100 Punkte
Befriedigend	80-89 Punkte
Unbefriedigend	70-79 Punkte
Schlecht	<70 Punkte

### 6.4.3 DASH-Score

Der DASH-Score (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) dient der subjektiven Erfassung der Funktion der oberen Extremität in der letzten Woche vor der Untersuchung (Voigt und Lill, 2007b). Dabei ist es unerheblich, wie der Patient bestimmte Tätigkeiten durchführt, es wird nur erfasst, ob der Patient dazu fähig ist (Hepp et al., 2007a). Es wird nach Fähigkeiten des täglichen Lebens gefragt, wie z.B. Waschen oder Anziehen. Weiterhin wird nach Beschwerden und Beeinträchtigungen wie z.B. Schmerzen gefragt. Die endgültige Punktzahl wird wie folgt berechnet:

DASH-Punktzahl =  $\frac{\text{Gesamtpunktzahl} - 30(\text{Minimalpunktzahl})}{1,2}$  (Bandbreite) (Hepp et al., 2007a)

Bei 100 Punkten ist der Patient maximal behindert, bei 0 Punkten besteht keine Behinderung (Hepp et al., 2007a).

Tabelle 8: DASH-Score (Hepp et al., 2007a)

Aktivitäten	Schwierigkeiten				Unfähig
	Keine	Leichte	Mäßige	Starke	
Neues Schraubglas öffnen	1	2	3	4	5
Schreiben	1	2	3	4	5
Schlüssel drehen	1	2	3	4	5
Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
Schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
Gegenstand über Kopf auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
Schwere Hausarbeit	1	2	3	4	5
Gartenarbeit	1	2	3	4	5
Betten machen	1	2	3	4	5
Tasche tragen	1	2	3	4	5
>4,5kg tragen	1	2	3	4	5
Glühbirne über Kopf wechseln	1	2	3	4	5
Haare waschen	1	2	3	4	5
Rücken waschen	1	2	3	4	5
Pullover anziehen	1	2	3	4	5
Mit einem Messer schneiden	1	2	3	4	5
Leichte Aktivitäten	1	2	3	4	5
Aktivitäten mit Schlagbelastung	1	2	3	4	5

Aktivitäten bei denen der Arm frei bewegt wird	1	2	3	4	5
Teilnahme am Straßenverkehr	1	2	3	4	5
Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5
Beeinträchtigung	Überhaupt nicht	Ein wenig	mäßig	ziemlich	Sehr
Soziale Aktivitäten	1	2	3	4	5
Alltägliche Aktivitäten	1	2	3	4	5
Schlaf	1	2	3	4	5
Beschwerden	Keine	Leichte	mäßige	starke	Sehr starke
Schmerzen	1	2	3	4	5
Schmerzen bei Tätigkeiten	1	2	3	4	5
Kribbeln	1	2	3	4	5
Schwäche	1	2	3	4	5
Steifheit	1	2	3	4	5
Weniger Selbstvertrauen	1	2	3	4	5

#### 6.4.4 Barthel-Index

Der Barthelindex wurde 1965 von F. Mahoney und D. Barthel veröffentlicht. Der Barthelindex erfasst pflegerelevante Kriterien wie z.B. Benutzung der Toilette. Wir benutzten den sogenannten Frühreha-Barthel-Index, dabei werden für besondere Umstände, wie z.B. ein Tracheostoma, Punkte abgezogen. Maximal sind 100 Punkte bei kompletter Selbstständigkeit erreichbar (Nikolaus, 2008).

Tabelle 9: Barthel-Index (Nikolaus, 2008)

	15	10	5	0
Essen		Unabhängig	Mit Hilfe	Muss gefüttert werden
Waschen			Ohne Hilfe	Nur mit Hilfe
Körperpflege			Ohne Hilfe	Nur mit Hilfe
Anziehen		Unabhängig	Nur mit Hilfe	Völlig abhängig

Stuhlkontrolle		Unabhängig	Geleg. unfreiwilliger Abgang, Hilfe nötig	Inkontinenz
Harnkontrolle		Unabhängig	Geleg. unfreiwilliger Abgang, Hilfe nötig	Inkontinenz
Toilettenbenutzung		Unabhängig	Mit Hilfe	Bettlägerig
Transfer (Bett- Rollstuhl)	Unabhängig	Minim. Unterstützung	Kann sitzen, braucht aber massive Unterstützung	Bettlägerig
Bewegungsfähigkeit	50 Schritte (ggf. mit Gehhilfe)	Mit Hilfe 50 Schritte	Mit Rollstuhl 50 Schritte	Kann Rollstuhl nicht bewegen
Treppensteigen		Unabhängig	Mit Hilfe	Nicht möglich
Punktabzug wenn: absaugpflichtiges Tracheostoma, Intensivüberwachung/intermittierende Beatmung, beaufsichtigungspflichtige Verwirrtheit, beaufsichtigungspflichtige Verhaltensstörung mit Eigen– oder Fremdgefährdung, beaufsichtigungspflichtige Schluckstörung oder schwere Sprach- und Kommunikationsstörung				

#### 6.4.5 Visuelle Analogskala

Die visuelle Analogskala dient der Erfassung des Schmerzes. Dabei sind 0 keine Schmerzen und 100 Punkte der am stärksten vorstellbare Schmerz. Auch die Einteilung von 0 bis 10 ist gebräuchlich (Habermeyer et al, 2006).

#### 6.5 Statistik

Für die statistische Auswertung fanden die Programme Excel und SPSS Anwendung. Die metrischen Variablen wurden zunächst auf ihre Normalverteilung getestet. Bei fehlender Normalverteilung wurde der Wilcoxon-Test angewendet. Der T-Test für abhängige Stichproben erfolgte bei vorliegender Normalverteilung. Weiterhin wurden die Korrelation nach Pearson und der T-Test für unabhängige Stichproben angewendet. Das verwendete Signifikanzniveau lag bei 0,05. Die Überprüfung von Zusammenhängen kategorialer binärer Variablen erfolgte mittels

Chi-Quadrat-Test. Die errechneten Mittelwerte werden gemeinsam mit der Standardabweichung angegeben.

Auf Grund der erhobenen Datenmenge besteht das Problem des multiplen Testens. Die Testung der oben formulierten Hauptannahme erfolgt darum confirmatorisch. Das Testen der weiteren sekundären Annahme ist rein explorativ. Es kann darum nicht von einem signifikanten Ergebnis gesprochen werden, dazu müssen weitere Studien erfolgen.

Zwei Patienten wurden bei der statistischen Auswertung teilweise ausgeschlossen. Eine Patientin hatte eine mittels Philosplatte versorgte subkapitale Humerusfraktur (Neer III/2). Diese Verletzung erfolgte zeitgleich mit der Fraktur auf der prothesenversorgten Seite. Die zweite Patientin zeigte eine Anteversion von nur 90° auf der nicht operierten Seite, sie hatte sich im Rahmen eines epileptischen Anfalls einen Abriss der Rotatorenmanschette zugezogen. Beide Patienten zeigten auf der nicht prothesenversorgten Seite eine deutlich eingeschränkte Funktion. Darum wurden diese Patientinnen bei der Auswertung der Bewegungsumfänge im Vergleich zwischen beiden Seiten ausgeschlossen. Zusätzlich wurden sie beim Barthel- und DASH-Score nicht erfasst.

## 7 Ergebnisse

### 7.1 Patienten

Die untersuchten Patienten waren am Operationstag zwischen 55 und 95 Jahre alt. Es ergibt sich ein durchschnittliches Patientenalter von 73,21( $\pm$ 8,90) Jahren.

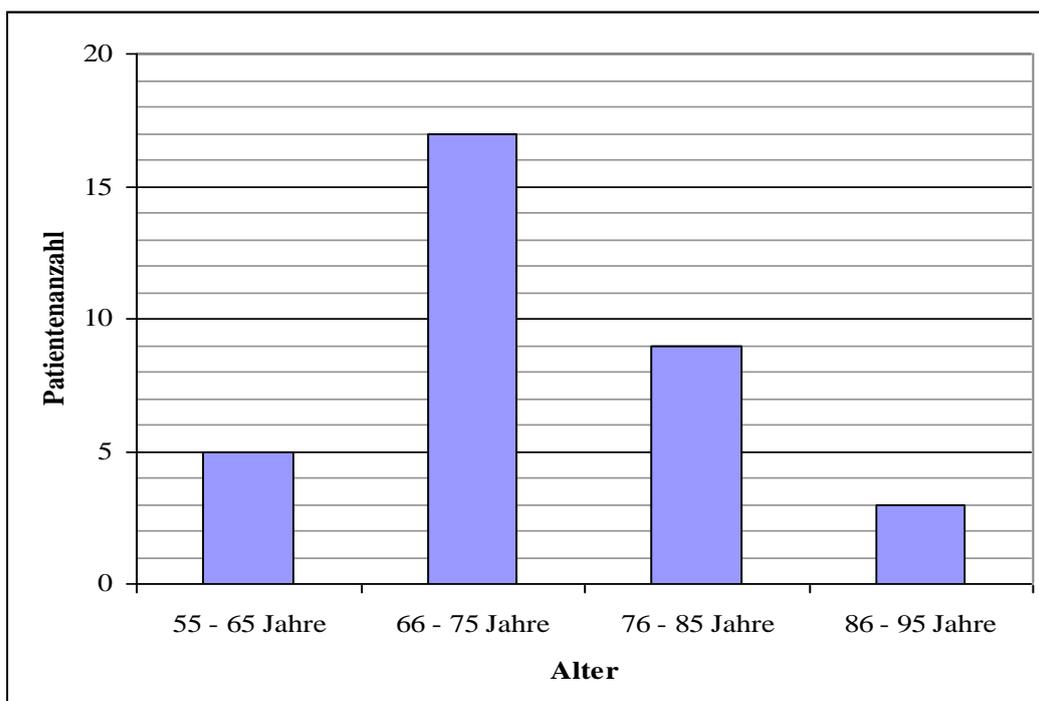


Abbildung 3: Altersverteilung

Von 34 untersuchten Patienten waren 6 männlich und 28 weiblich.

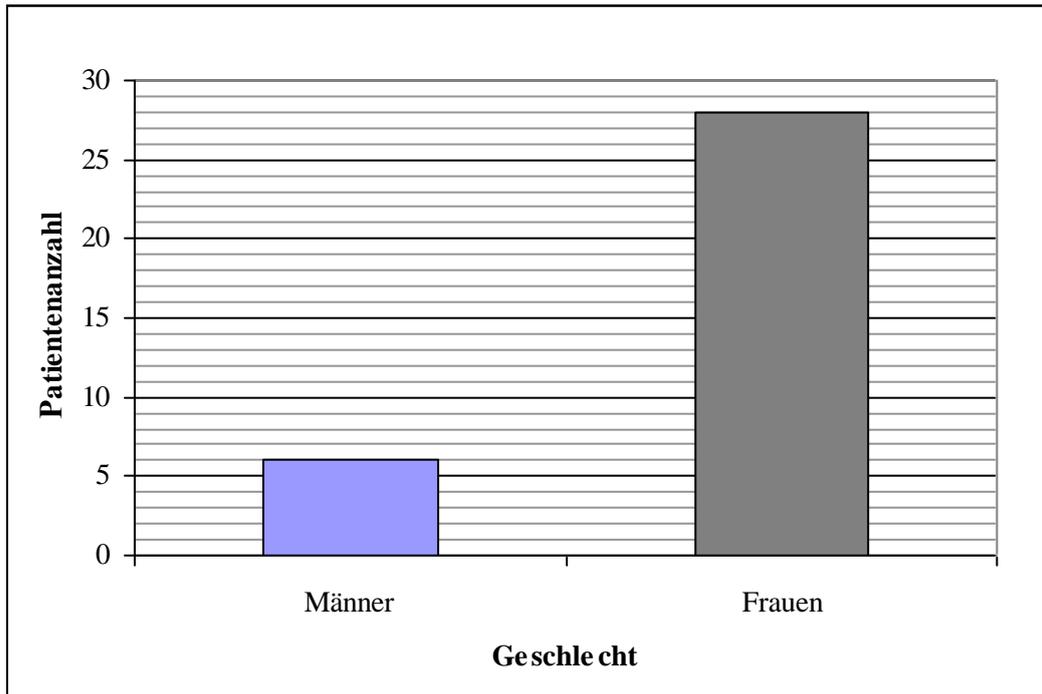


Abbildung 4: Geschlechtsverteilung

Berufstätig waren 2 der untersuchten Patienten, beide waren zum Zeitpunkt der 1. Untersuchung unfallbedingt nicht in der Lage, ihren Beruf auszuüben. Nach 12 Monaten konnte eine der beiden Patientinnen ihren Beruf wieder ausüben, sie arbeitete in einem Büro. Die zweite Patientin arbeitete vor dem Unfall als Keramikerin. Sie war 12 Monaten postoperativ nicht in der Lage, die Tonmassen zu bewegen. Sie konnte darum ihren Beruf nicht ausüben.

Bei den operierten Patienten waren folgende Begleiterkrankungen bekannt:

Tabelle 10: Begleiterkrankungen

Erkrankungen	Patientenanzahl
Demenz/Psychose/ Korsakowsyndrom	4
Parkinson	1
Wirbelsäulenfrakturen/Morbus Bechterew	2
Verletzung oder Operation des anderen Armes	3
Gehbehinderung oder gehunfähig	2
Tumorerkrankung	2
Herzerkrankung	4

Ein Patient erlitt vor Durchführung der 2. Untersuchung eine Humerusschaftspiralfaktur, diese wurde osteosynthetisch versorgt.

Bei einer Patientin musste am gleichen Arm eine Olecranonfraktur mittels Schraubenosteosynthese versorgt werden.

Eine Patientin hatte bei ausgeprägter degenerativer Veränderung der Rotatorenmanschette eine Rotatorenmanschettenruptur, diese wurden rekonstruiert. Eine Glenoidfraktur, welche mittels Schraubenosteosynthese versorgt wurde, fand sich bei einer Patientin.

## **7.2 Seitenverteilung**

30 von 34 Patienten waren Rechtshänder, 3 Patienten waren Linkshänder und eine Patientin gab an, beide Hände gleich zu nutzen. Bei 19 Patienten war der rechte Arm betroffen, bei 15 Patienten der linke. 22 Patienten (64,7%) hatten die Humeruskopffraktur auf der dominanten Seite.

## **7.3 Prothesen und Operationsspezifika**

Die Prothesenimplantation erfolgte durch verschiedene Fachärzte der Klinik. Es wurden bei den untersuchten 34 Patienten 19 Prothesen der Firma Wright, 14 Prothesen der Firma Arthrex und 1 Prothese der Firma Mathys implantiert. In den explorativen Tests wurden keine auffälligen p-Werte für den Zusammenhang der gewählten Prothese mit einem vorliegendem Prothesenhochstand ( $p=0,172$ ), einer Omarthrose ( $p=0,353$ ) bzw. dem Zustand des Tuberculum majus ( $p=0,963$ ) gefunden. In diesen Tests wurde die Prothese der Firma Mathys ausgeschlossen.

Dabei wurden 27 Prothesen (79,4%) zementiert und 7 Prothesen zementfrei eingesetzt. Bei 21 Patienten (61,8%) erfolgte eine Spongiosaplastik, bei 13 Patienten wurde darauf verzichtet.

Die Refixation der Tubercula erfolgte bei allen Patienten.

Bei einer Patientin kam es zu einer Wundheilungsstörung mit Nachblutung.

Ein weiterer Patient zeigte postoperativ eine Wundinfektion durch *Staphylococcus epidermidis*.

Die Tubercula mussten entfernt werden, die Wunde wurde gespült. Die Prothese konnte erhalten werden. Der weitere postoperative Verlauf war unauffällig.

Ein Patient wies eine intraoperative Schaftsprennung auf, diese wurde mittels Drahtcerclage versorgt.

#### **7.4 Frakturklassifikation**

Die Frakturen wurden nach Neer klassifiziert. Jeweils 7 Patienten hatten eine Head-Splittingfraktur bzw. eine Luxationsfraktur. 50% der Patienten hatten eine Fraktur Grad IV nach Neer. Bei einer Patientin bestand eine Neer III/2-Fragmentfraktur, die Patientin hatte zudem eine massiv destruierende Arthropathie nach wahrscheinlich alter Fraktur. Nur 2 Patienten hatten eine Neer V Fraktur.

Tabelle 11: Klassifikation der operierten Frakturen nach Neer

Neer-Klassifikation	Patientenanzahl
III/2-Fragmente	1
IV/3-Fragmente	5
IV/4-Fragmente	12
V/4-Fragmente	2
VI/3-Fragmente	1
VI/4-Fragmente	6
Head-Splittingfraktur	7

#### **7.5 Physiotherapie und Kur**

Bis auf 2 Patienten erhielten alle Patienten nach Entlassung eine ambulante Physiotherapie. 21 Patienten nahmen an einer ambulanten oder stationären Rehabilitation teil. 6 Patienten gaben zum Zeitpunkt der zweiten Erhebung an, niemals selbstständig zu Hause Kraft- oder Bewegungsübungen durchgeführt zu haben.

Nicht täglich, aber zu mindestens regelmäßig, übten 8 Patienten selbstständig. 20 Patienten gaben an, täglich die Schulter zu beüben.

#### **7.6 Bewegungsumfänge**

Die Bewegungsumfänge wurden nach 3 und 12 Monaten postoperativ erfasst. Dabei soll im Folgenden auf die erreichten Werte bei Abduktion, Anteversion, Innen- und Außenrotation eingegangen werden.

### 7.6.1 Anteversion

Die Anteversion nach 3 Monaten betrug im Durchschnitt  $47,21^\circ (\pm 29,83^\circ)$ . Einem Patienten war eine Anteversion von  $120^\circ$  möglich. Insgesamt waren nur 3 Patienten (8,9%) zu einer Anteversion über  $90^\circ$  fähig. Einem Patienten war die Anteversion nicht möglich.

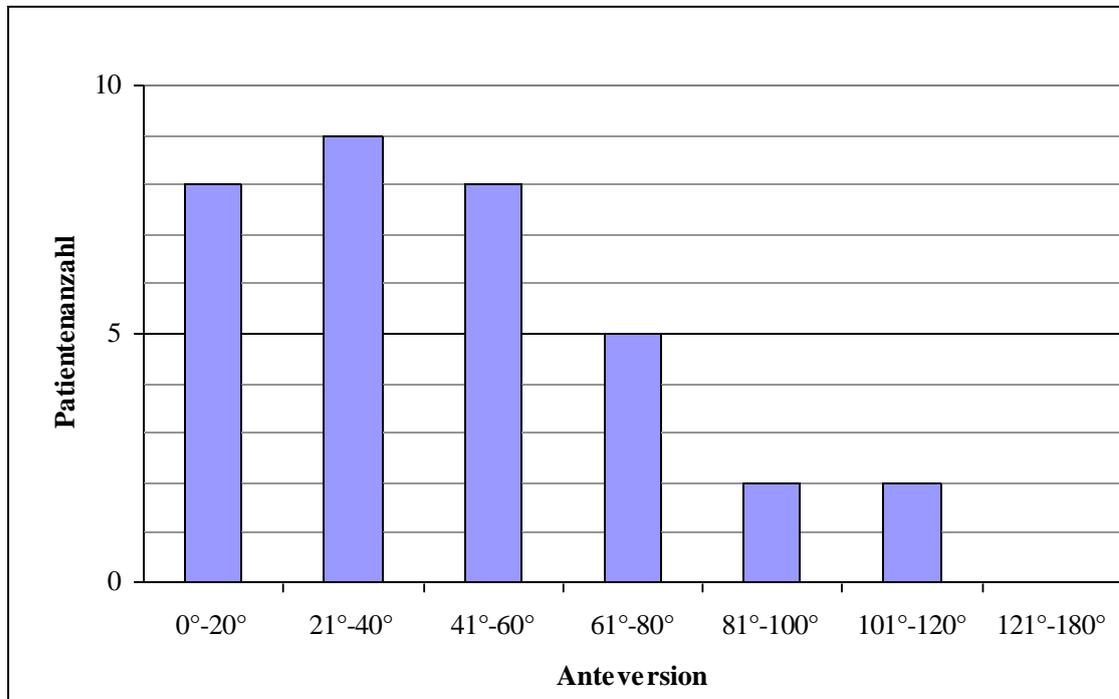


Abbildung 5: Anteversion der prothesenversorgten Seite 3 Monate postoperativ

Nach 12 Monaten waren 2 Patienten zur vollständigen Anteversion in der Lage. 6 Patienten (17,6%) zeigten eine Anteversion von über  $90^\circ$ , ein Patient von  $90^\circ$ .

Nur einem Patienten war die Anteversion nicht möglich. Die durchschnittliche Anteversion nach 12 Monaten lag bei  $64,41^\circ (\pm 43,18^\circ)$ .

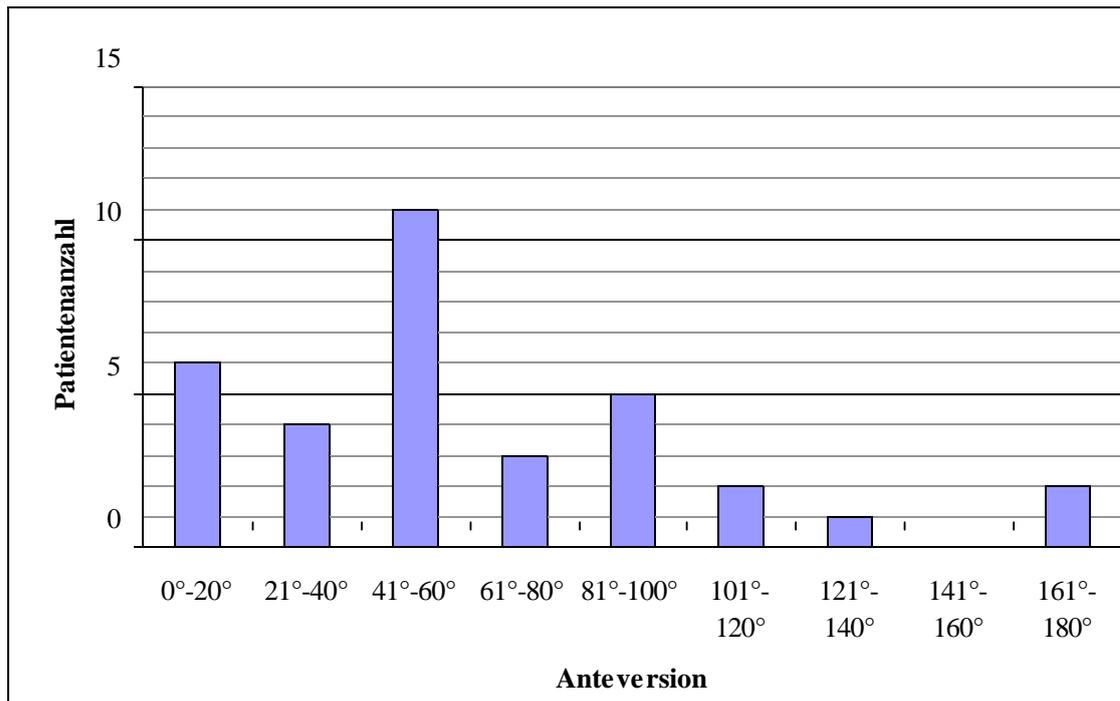


Abbildung 6: Anteversion auf der prothesenversorgten Seite 12 Monate postoperativ

Für den Vergleich der Anteversionsfähigkeit nach 3 und 12 Monaten postoperativ ergibt sich mit  $<0.001$  ein sehr kleiner p-Wert, dies weist auf einen bestehenden Unterschied hin.

Eine Patientin war zum Zeitpunkt der 2. Untersuchung nicht mehr in der Lage, den Arm zu bewegen. Ihre Anteversion verschlechterte sich innerhalb von 9 Monaten um  $60^\circ$ . Es handelte sich hierbei um eine 84 Jahre alte Dame mit demenziellen Syndrom und damit einhergehender Noncompliance. Es zeigten sich außerdem ausgeprägte Ossifikationen und ein Prothesenhochstand im Röntgen, sodass eine Revisionsoperation angeraten werden musste.

Diese wurde jedoch auf Grund des Alters und weitgehender Schmerzfreiheit abgelehnt.

Bei 7 Patienten zeigte sich keine Änderung der Anteversionsfähigkeit zwischen der 1. und 2. Untersuchung. Insgesamt 17 Patienten (50%) zeigten eine Verbesserung um bis zu  $30^\circ$ . Die maximale Verbesserung der Anteversionsfähigkeit betrug  $80^\circ$ . Die durchschnittliche Verbesserung der Anteversion beträgt  $17,21^\circ (\pm 25,30^\circ)$  von der 1. zur 2. Nachuntersuchung.

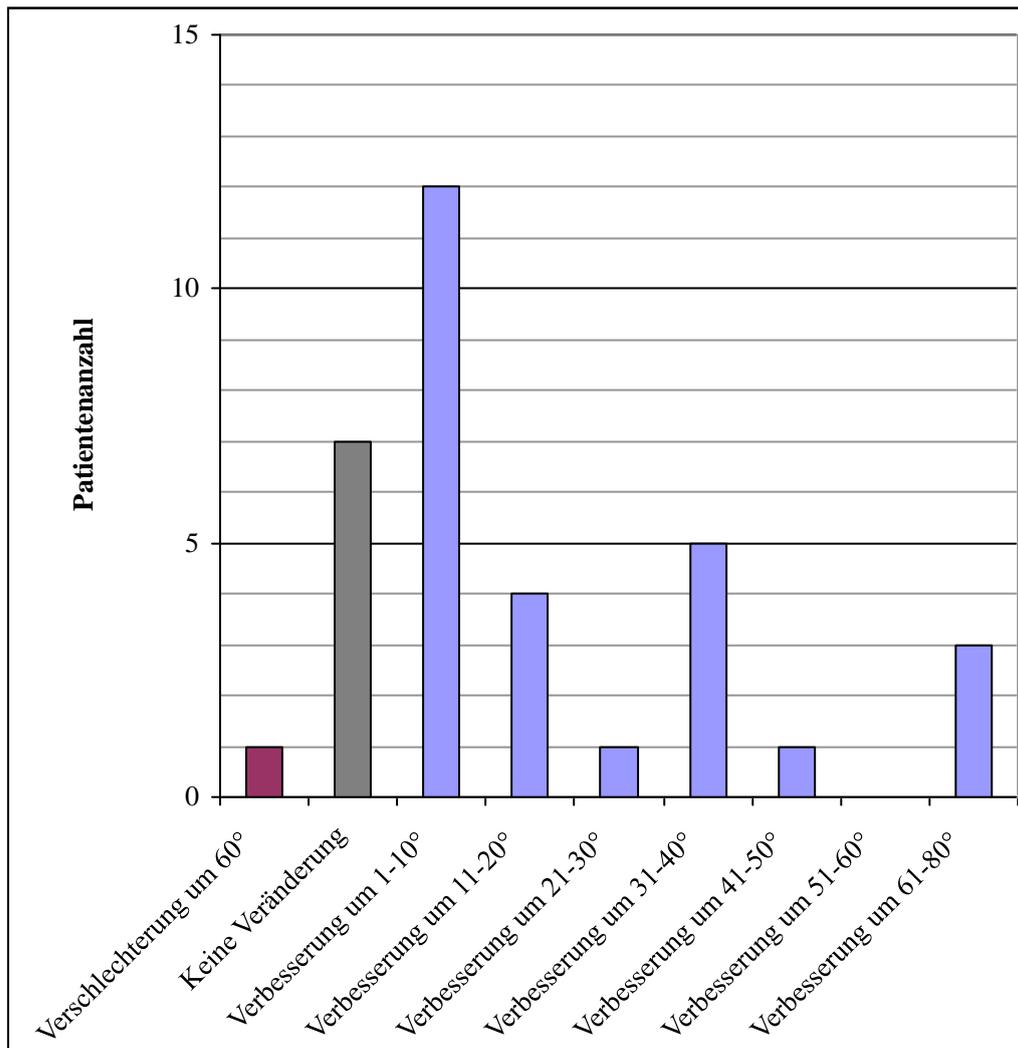


Abbildung 7: Differenz der Anteversion auf der betroffenen Seite zwischen beiden Untersuchungen

Die durchschnittlich mögliche Anteversion auf der nicht prothesenversorgten Seite betrug nach 3 Monaten  $175,94^\circ (\pm 5,60^\circ)$ . Wie bereits oben erwähnt, wurden 2 Patienten nicht in den Vergleich zwischen operierter und nicht operierter Seite mit einbezogen.

Die Differenz der Anteversion der operierten Seite zur gesunden Seite nach 3 Monaten beträgt durchschnittlich  $129,53^\circ (\pm 31,01^\circ)$ . 3 Patienten zeigten eine Differenz bei der Anteversion von  $170^\circ$  zur gesunden Seite, 21 Patienten (65,63%) eine Differenz der Anteversion beider Seiten von über  $\geq 130^\circ$ .

Nach 12 Monaten lag die durchschnittliche Anteversion auf der nicht operierten Seite bei  $175,94^\circ (\pm 5,60^\circ)$ . 2 Patienten zeigen eine bessere Anteversion auf der prothesenversorgten Seite. 2 Patienten zeigen eine Differenz zur gesunden Seite von  $170^\circ$ . Eine dieser Patienten hatte sich in der Funktion verschlechtert, sie war wie bereits erwähnt, bei der 2. Untersuchung zu keiner Armbewegung mehr in der Lage. 14 Patienten (43,75%) zeigten einen Unterschied zur

nicht operierten Seite von  $\geq 130^\circ$ . Der durchschnittliche Unterschied in der Anteversion beträgt  $115.16^\circ (\pm 39,53^\circ)$ .

Für die Differenz von prothesenversorgter Seite zur Gegenseiten ergibt sich sowohl nach 3, als auch nach 12 Monaten ein p-Wert  $<0,001$ , dies weist auf einen bestehenden Unterschied hin.

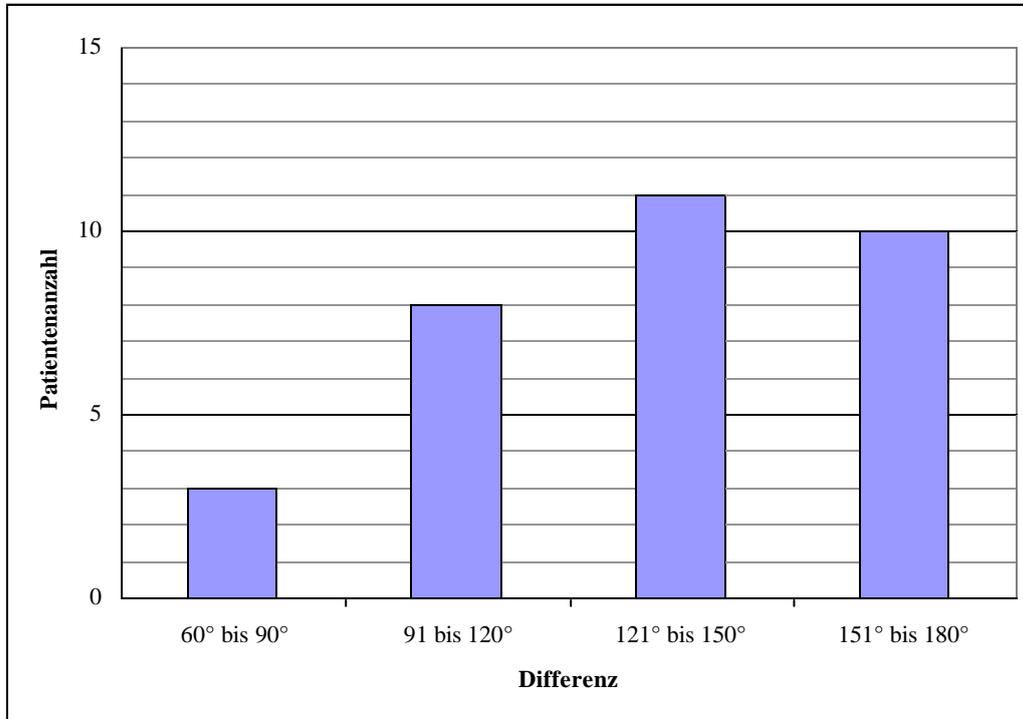


Abbildung 8: Differenz der Anteversion der gesunden Seite im Vergleich zu prothesenversorgten Gegenseite nach 3 Monaten

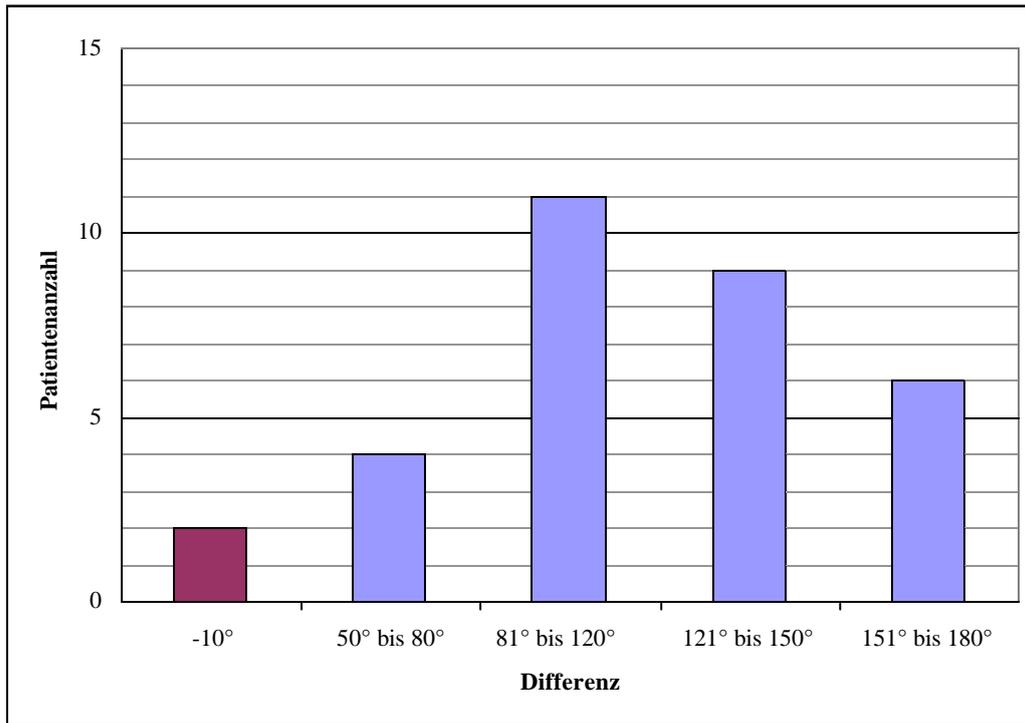


Abbildung 9: Differenz der Anteversion der gesunden Seite im Vergleich zur prothesenversorgten Gegenseite nach 12 Monaten

### 7.6.2 Abduktion

Nach 3 Monaten war nur ein Patient fähig, den Arm auf  $115^\circ$  zu abduzieren, 2 Patienten konnten den Arm auf  $90^\circ$  abduzieren. Ein Patient konnte den Arm nur um  $5^\circ$  abduzieren. Die durchschnittliche Abduktionsfähigkeit beträgt  $49,85^\circ (\pm 24,17^\circ)$ .

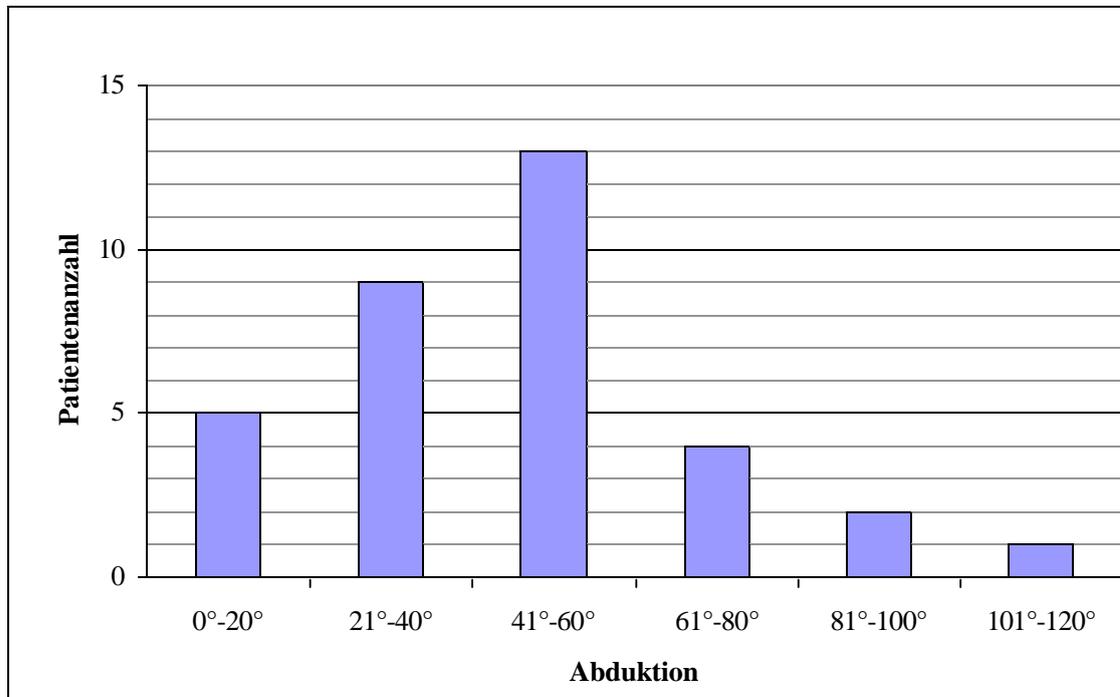


Abbildung 10: Abduktion der prothesenversorgten Seite 3 Monate postoperativ

Nach einem Jahr gelang 6 Patienten die Abduktion  $\geq 90^\circ$ , davon war es 2 Patienten möglich, den Arm vollständig zu abduzieren. Die durchschnittliche Abduktionsfähigkeit nach 12 Monaten beträgt  $66,62^\circ (\pm 39,98^\circ)$ . Eine Patientin konnte, wie oben schon erwähnt, den Arm nicht mehr abduzieren.

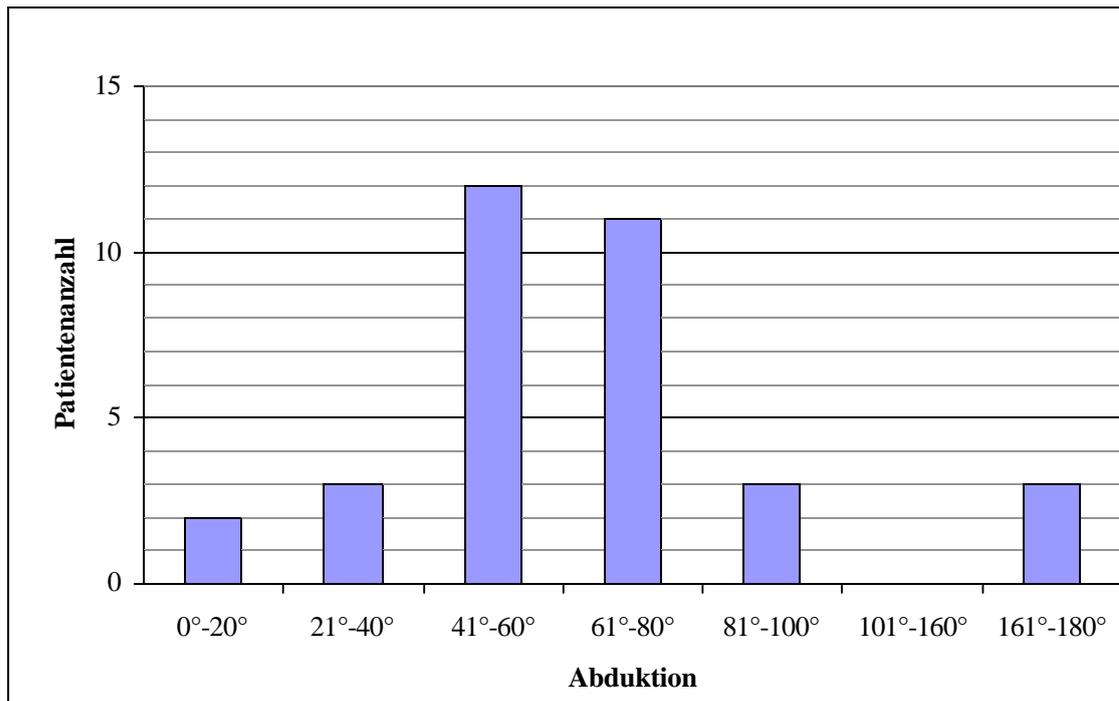


Abbildung 11: Abduktion der prothesenversorgten Seite 12 Monate postoperativ

Zwischen 1. und 2. Untersuchung verschlechterte sich die Abduktionsfähigkeit bei einer Patientin um 40°, sie war zum Zeitpunkt der 2. Nachuntersuchung nicht mehr in der Lage, den Arm zu bewegen. Bei 4 Patienten veränderte sich die Abduktionsfähigkeit gar nicht. Bei den restlichen 29 Patienten kam es zu einer Verbesserung der Abduktionsfähigkeit, bei einem Patienten verbesserte sich die Abduktionsfähigkeit sogar um 90°. 25 Patienten (73.5%) zeigten eine Verbesserung um bis zu 30°. Der Mittelwert der Differenz in der Abduktionsfähigkeit beträgt 16,76° ( $\pm 24,58^\circ$ ). Für die explorative Testung des Unterschiedes ergibt sich ein p-Wert von  $<0,001$ , ein Unterschied ist also möglich.

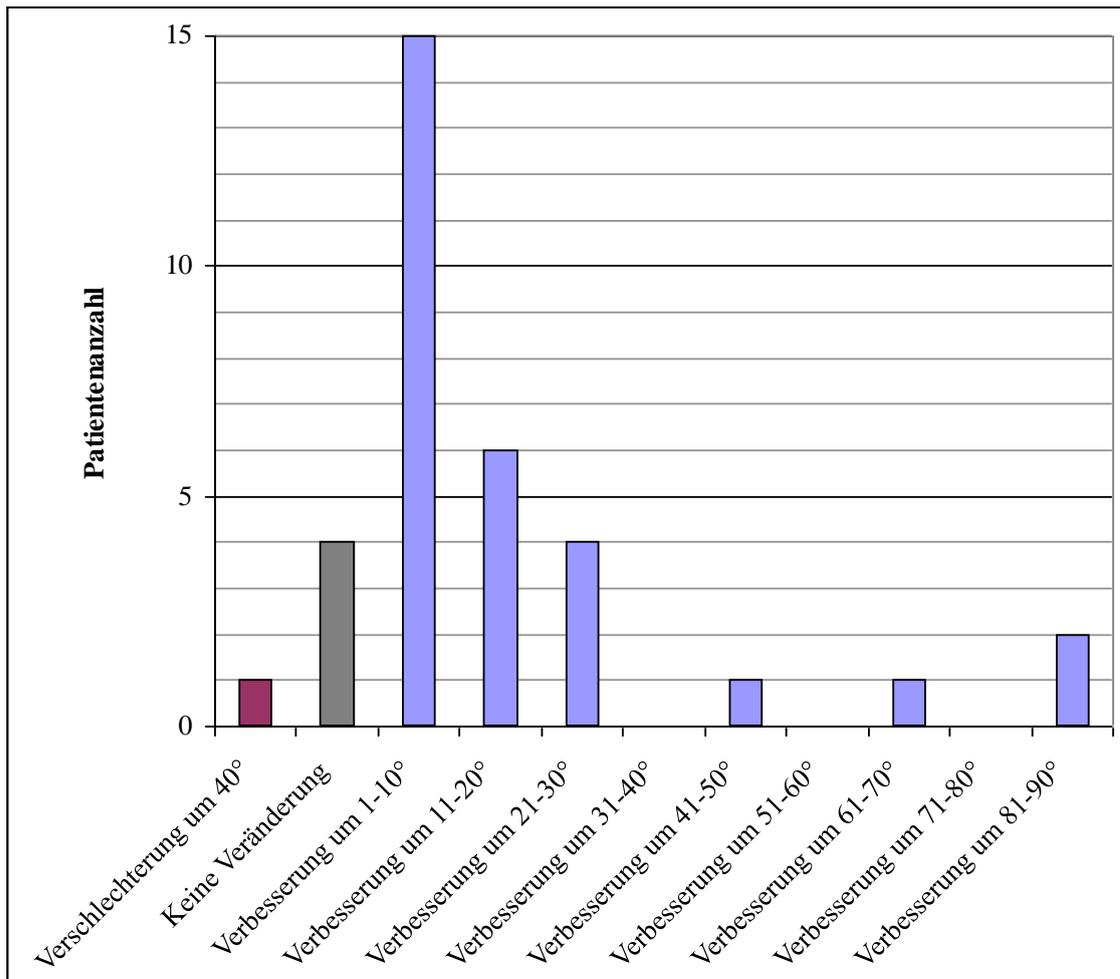


Abbildung 12: Veränderung der Abduktion der prothesenversorgten Seite zwischen 3 und 12 Monaten postoperativ

Die durchschnittliche Abduktion auf der nicht verletzten Seite betrug, bei den in diesem Fall einbezogenen 32 Patienten, nach 3 Monaten  $178.44^\circ (\pm 4,48^\circ)$ . 18 Patienten (56,25%) zeigten eine Seitendifferenz von  $\geq 130^\circ$  bei der Abduktion. Der durchschnittliche Unterschied zwischen beiden Armen beträgt  $127.81^\circ (\pm 23,28^\circ)$  3 Monate postoperativ.

Die durchschnittliche Abduktion auf der gesunden Seite betrug  $178.44^\circ (\pm 4,48^\circ)$  nach 12 Monaten. 2 Patienten wiesen keinen Unterschied der Abduktionsfähigkeit im Vergleich mit der Gegenseite auf. Beide Seiten unterscheiden sich im Durchschnitt um  $105,78^\circ (\pm 42,10^\circ)$ .

In den statistischen Tests ergibt sich für beide Zeitpunkte ein p-Wert von  $<0,001$ , was auf einen bestehenden Unterschied hinweist.

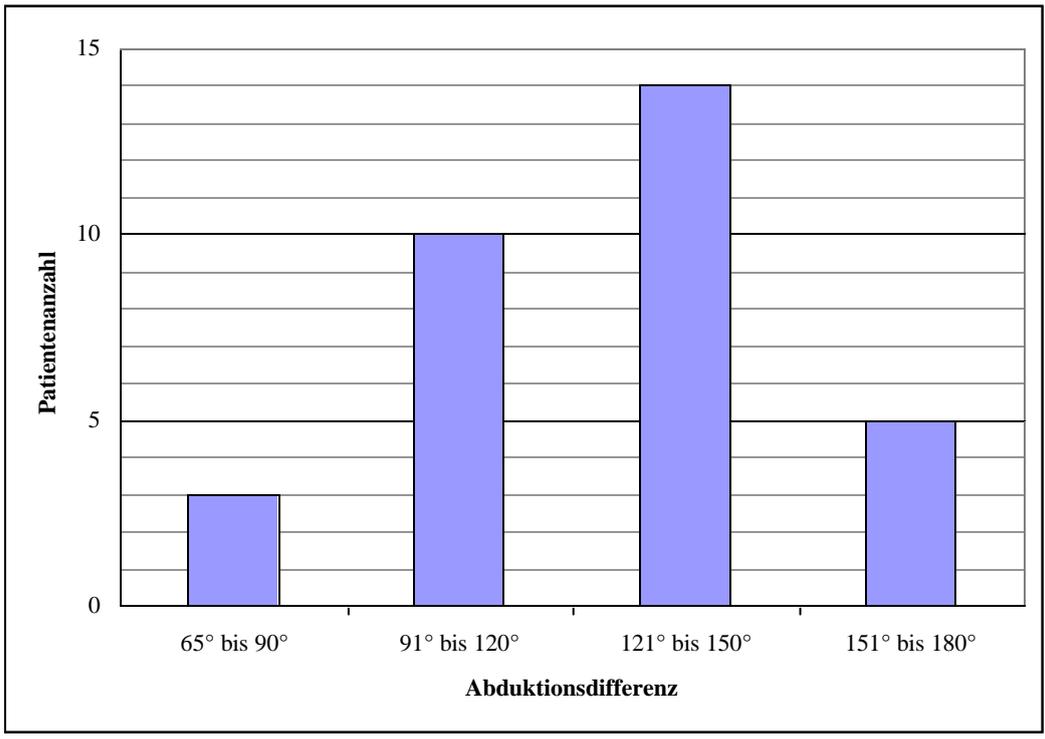


Abbildung 13: Differenz der Abduktion der prothesenversorgten Seite zur Gegenseite 3 Monate postoperativ

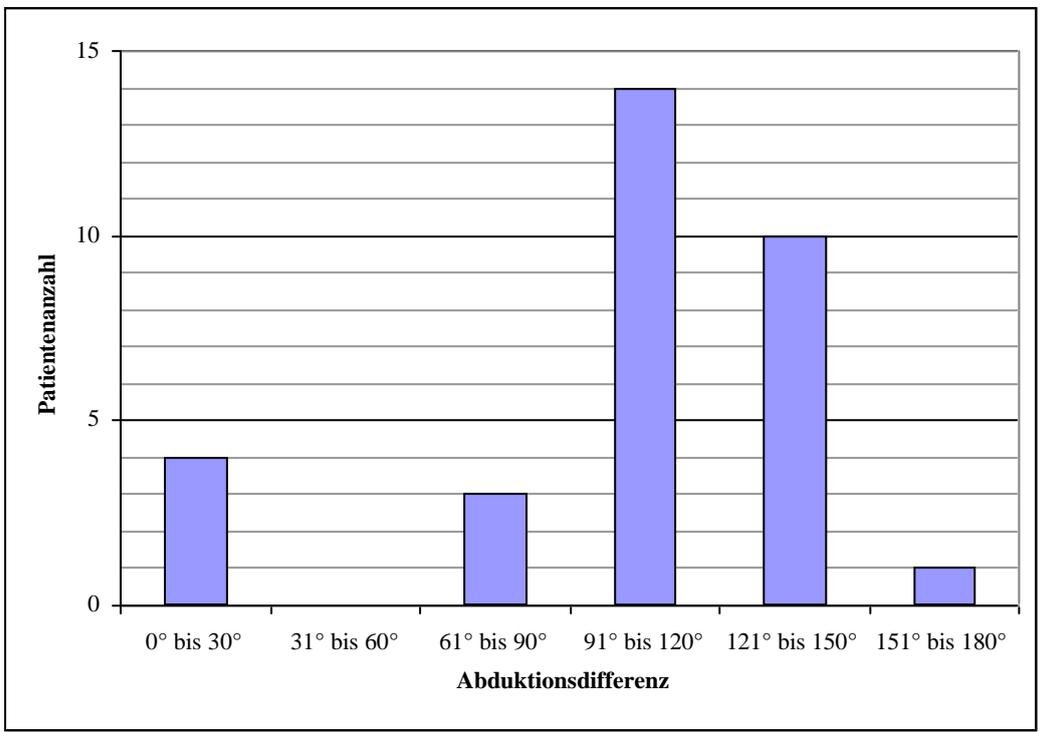


Abbildung 14: Unterschied Abduktion der prothesenversorgten Seite im Vergleich zur Gegenseite nach 12 Monaten

### 7.6.3 Außenrotation

Tabelle 12: Außenrotation des prothesenversorgten Armes 3 und 12 Monate postoperativ

Außenrotation	Patientenanzahl 3 Monate postoperativ	Patientenanzahl 12 Monate postoperativ
0°-10°	23	16
11-20°	8	9
21-30°	1	5
31-40°	2	1
41-55°	0	3
Mittelwert	10,59° ( $\pm 10,86^\circ$ )	16,62° ( $\pm 14,60^\circ$ )

Drei Monate postoperativ sind 8 Patienten (23,5%) zur Außenrotation nicht in der Lage. 23 untersuchte Personen können den Arm um 5° bis 20° außenrotieren. 2 Patienten war eine Außenrotation von 40° möglich. Im Mittelwert beträgt die Außenrotationsfähigkeit nach 3 Monaten 10,59° ( $\pm 10,86^\circ$ ).

Nach einem Jahr sind 6 Patienten nicht zur Außenrotation in der Lage. 20 Patienten (58.82%) können den Arm zwischen 10° und 30° außenrotieren. Ein Patient ist zur Außenrotation von 55° fähig. Die durchschnittliche Außenrotationsfähigkeit beträgt nach 12 Monaten 16,62° ( $\pm 14,60^\circ$ ).

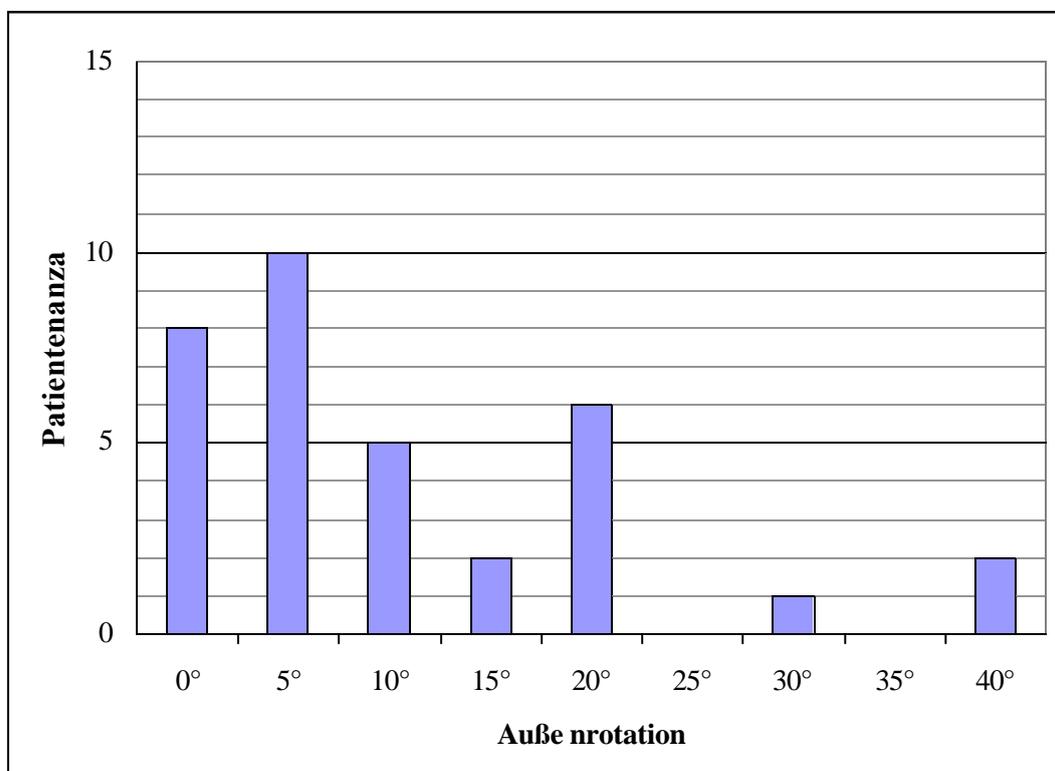


Abbildung 15: Außenrotation der prothesenversorgten Seite 3 Monate postoperativ

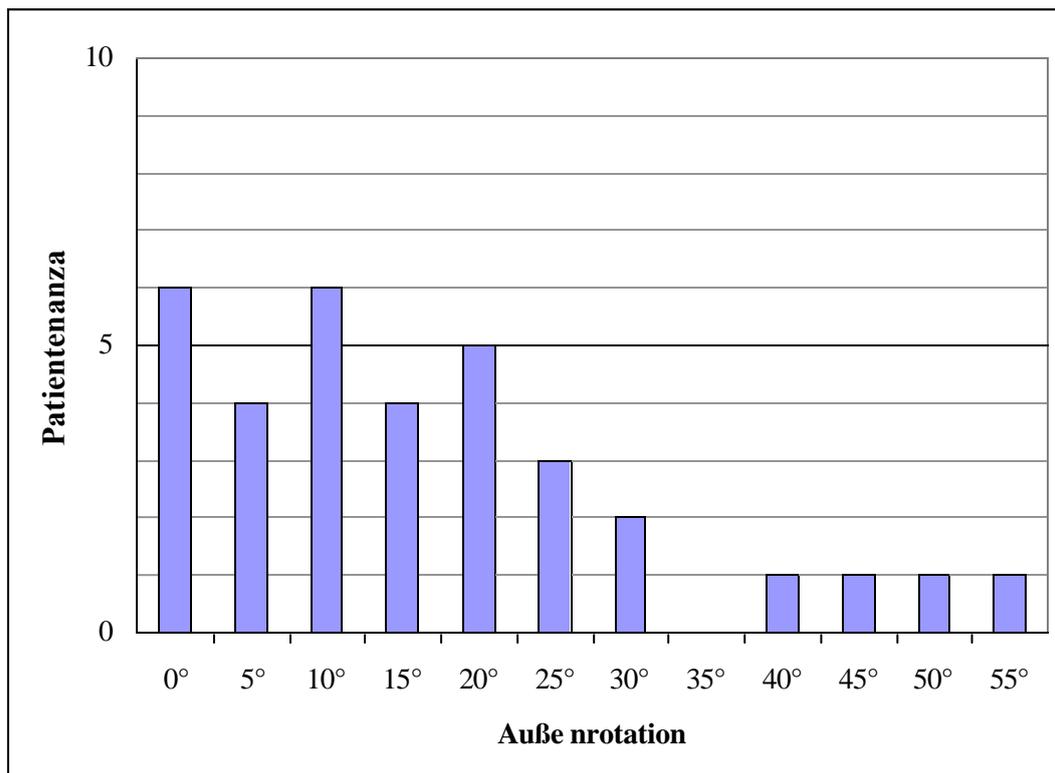


Abbildung 16: Außenrotation der prothesenversorgten Seite 12 Monate postoperativ

Eine Patientin zeigte eine Verschlechterung der Außenrotation auf der prothesenversorgten Seite zwischen beiden Untersuchungen von 20°. Hier handelt es sich um die bereits erwähnte Patientin, welche zum Zeitpunkt der 2. Untersuchung nicht mehr in der Lage war den Arm zu bewegen. 13 Patienten (38,2%) wiesen keinerlei Veränderung bei der Außenrotation innerhalb von 9 Monaten auf. Die durchschnittliche Veränderung zwischen der ersten und der zweiten Untersuchung beträgt 6,03° ( $\pm 11,53^\circ$ ). Der p-Wert bei der explorativen Überprüfung des Unterschiedes zwischen beiden Erhebungen liegt bei 0,005.

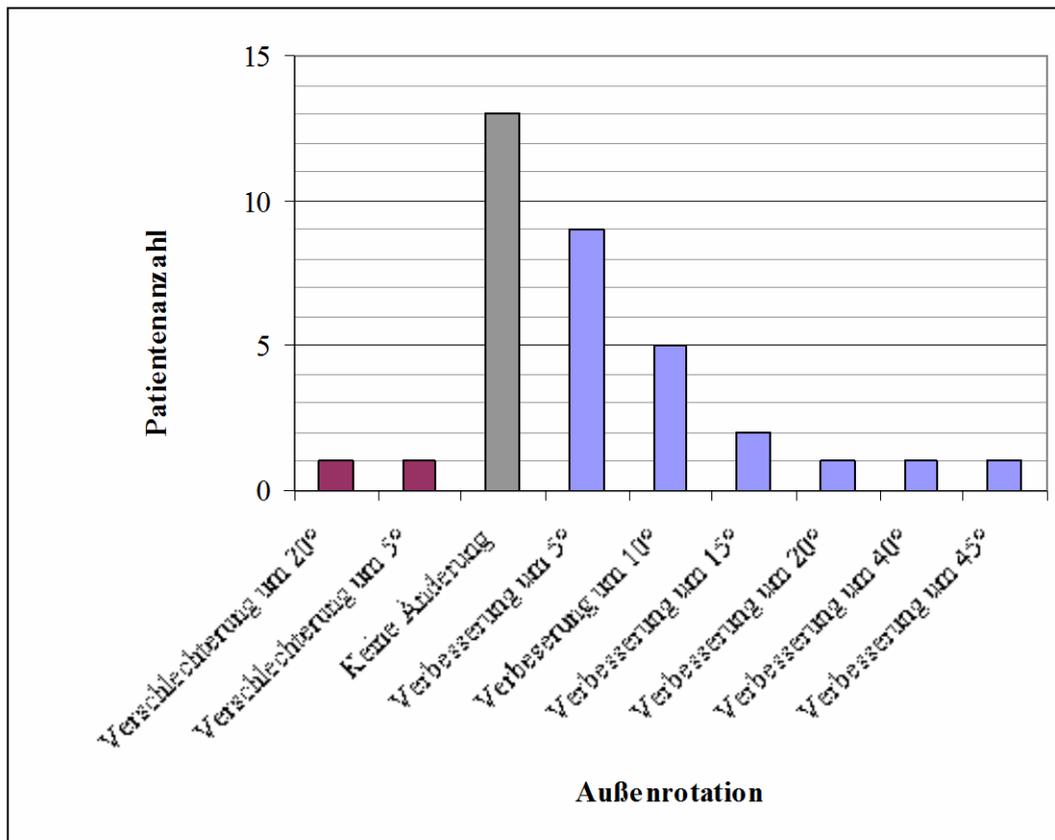


Abbildung 17: Differenz der Außenrotation der prothesenversorgten Seite zwischen dem 3. und 12. postoperativen Monat

Auf der nicht prothesenversorgten Gegenseite der in diesem Fall berücksichtigten 32 Patienten lag nach 3 Monaten der Mittelwert der Außenrotation bei  $34,53^\circ (\pm 16,43^\circ)$ .

Bei 2 Patienten fand sich eine schlechtere Außenrotationsfunktion auf der nicht operierten Seite. Eine gleichwertige Funktion von beiden Seiten fand sich bei einer Person. 7 Patienten zeigen eine Differenz in der Außenrotation der prothesenversorgte Seite zur Gegenseite von  $10^\circ$ . Bei 40.63% (13 Patienten) der Patienten war nach 3 Monaten eine Differenz von  $15^\circ$ - $30^\circ$  zu ermitteln. Maximal findet sich eine Differenz von  $55^\circ$  bei 3 Patienten. Der Mittelwert der Außenrotationsdifferenz zwischen beiden Armen liegt bei  $23,75^\circ (\pm 17,74^\circ)$ . Im T-Test beträgt der p-Wert  $<0,001$ , dies weist auf einen bestehenden Unterschied hin.

Nach 12 Monaten betrug die durchschnittliche Außenrotation auf der gesunden Seite  $34,37^\circ (\pm 16,40^\circ)$ . Bei 2 Patienten war die Fähigkeit zur Außenrotation auf der prothesenversorgten Seite um  $5^\circ$  besser als auf der Gegenseite. Keinen Unterschied zwischen beiden Armen zeigten 3 Patienten. 9 der 32 in diesem Fall eingeschlossenen 32 Patienten (28.12%) wiesen einen Unterschied von  $10^\circ$  auf. Der Mittelwert der Differenz zwischen beiden Armen betrug  $18,60^\circ (\pm 16,57^\circ)$ , es ergibt sich ein sehr kleiner p-Wert von  $<0,001$ , was auf einen bestehenden Unterschied hinweist.

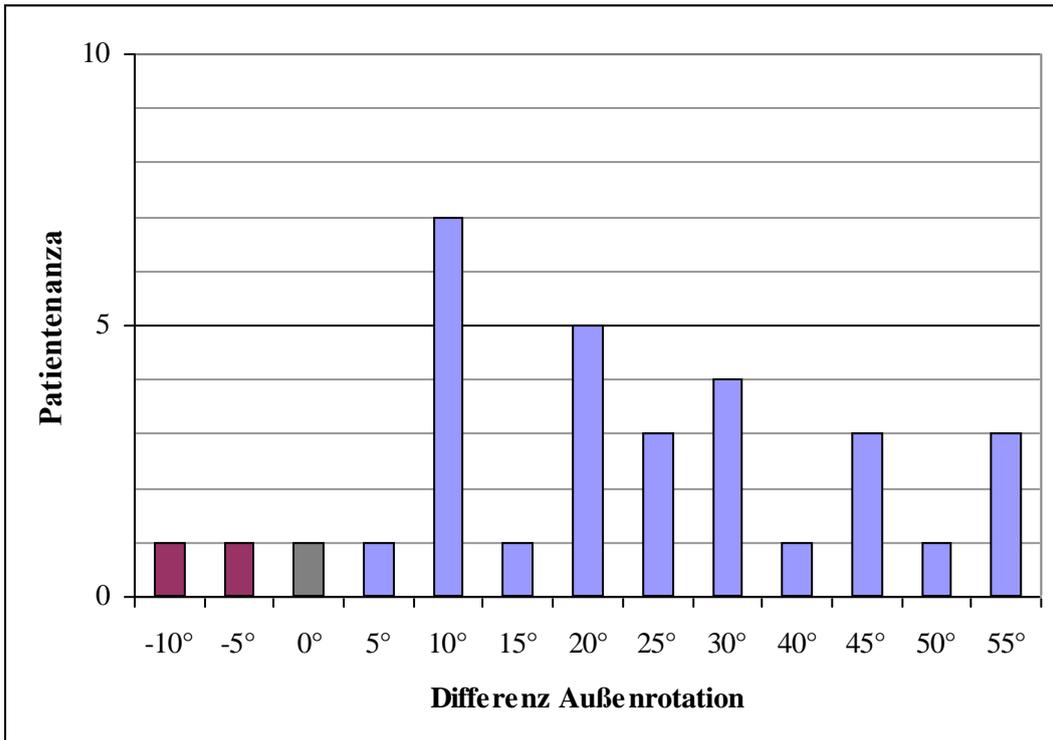


Abbildung 18: Differenz der Außenrotation von prothesenversorgter und nicht operierter Seite nach 3 Monaten

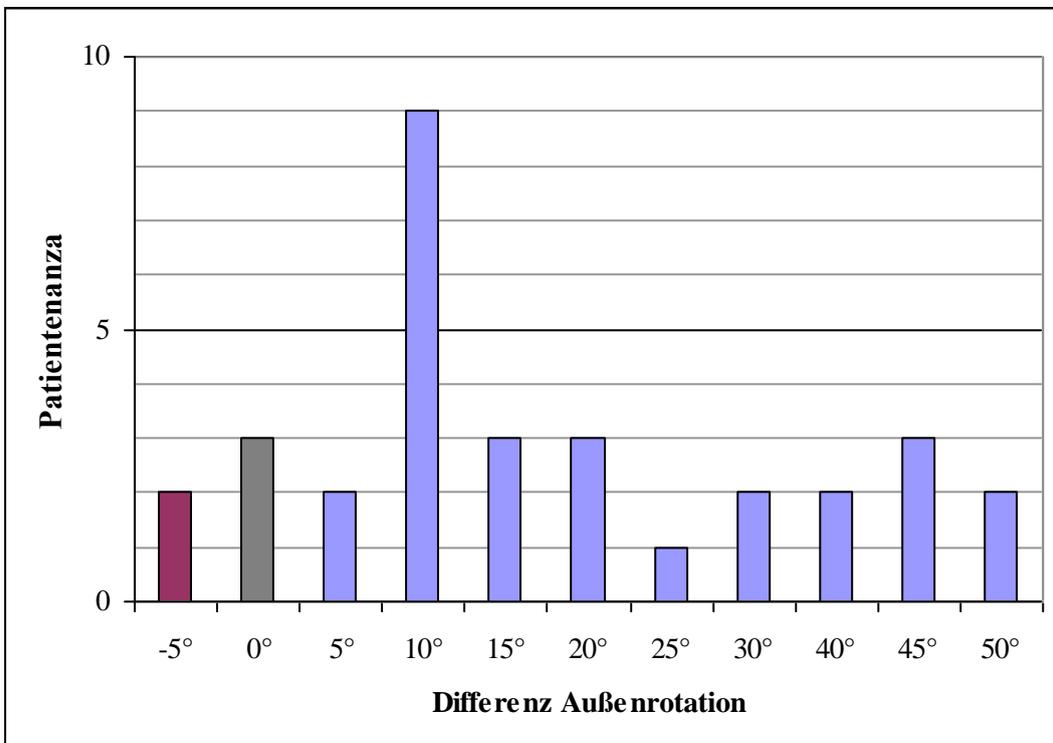


Abbildung 19: Differenz der Außenrotation von prothesenversorgter und nicht operierter Seite nach 12 Monaten

### 7.6.4 Innenrotation

3 Monate nach Prothesenimplantation war ein Patient zur Innenrotation nicht in der Lage. Einem Patienten gelang es, den Arm um  $75^\circ$  nach innen zu rotieren. 16 Patienten (47,1%) waren zu einer Innenrotation von  $40^\circ$  bis  $75^\circ$  in der Lage. Im Mittel war eine Innenrotation von  $34,12^\circ$  ( $\pm 19,13^\circ$ ) möglich.

12 Monate postoperativ konnten 2 Patienten nicht innenrotieren. Ein Patient war zu einer Innenrotation von  $80^\circ$  in der Lage. Zu einer Innenrotation von  $45^\circ$  bis  $60^\circ$  waren 19 Patienten fähig. Durchschnittlich war eine Innenrotation von  $46,92^\circ$  ( $\pm 19,42^\circ$ ) möglich.

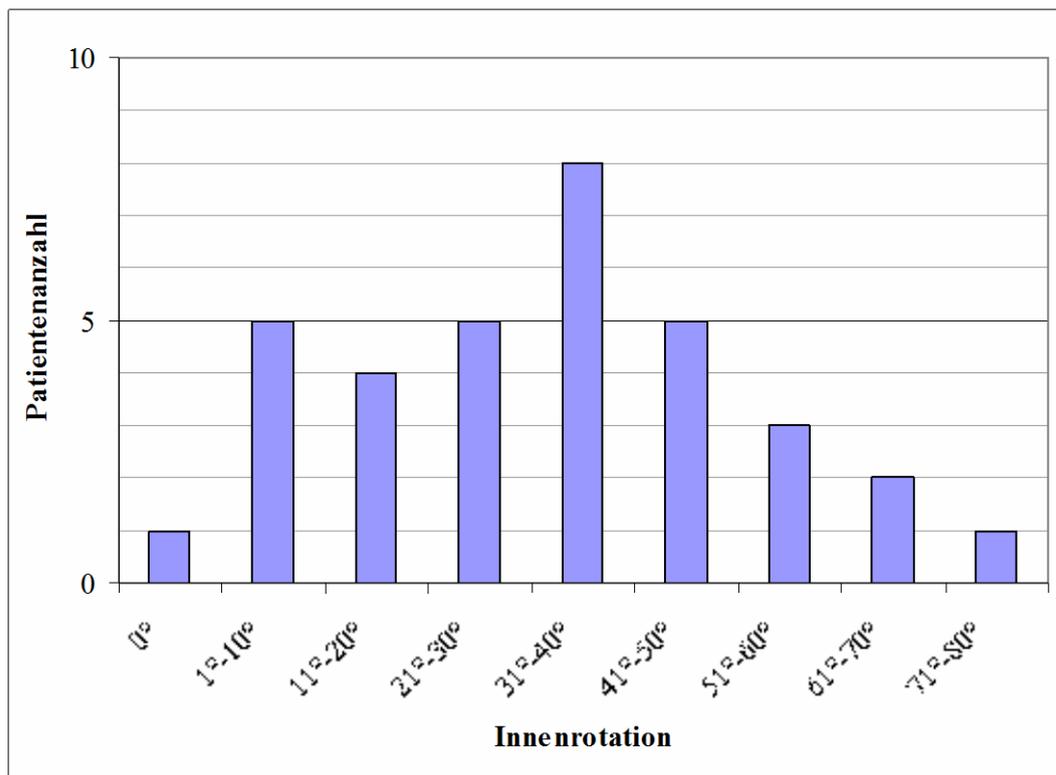


Abbildung 20: Innenrotation der prothesenversorgten Seite 3 Monate postoperativ

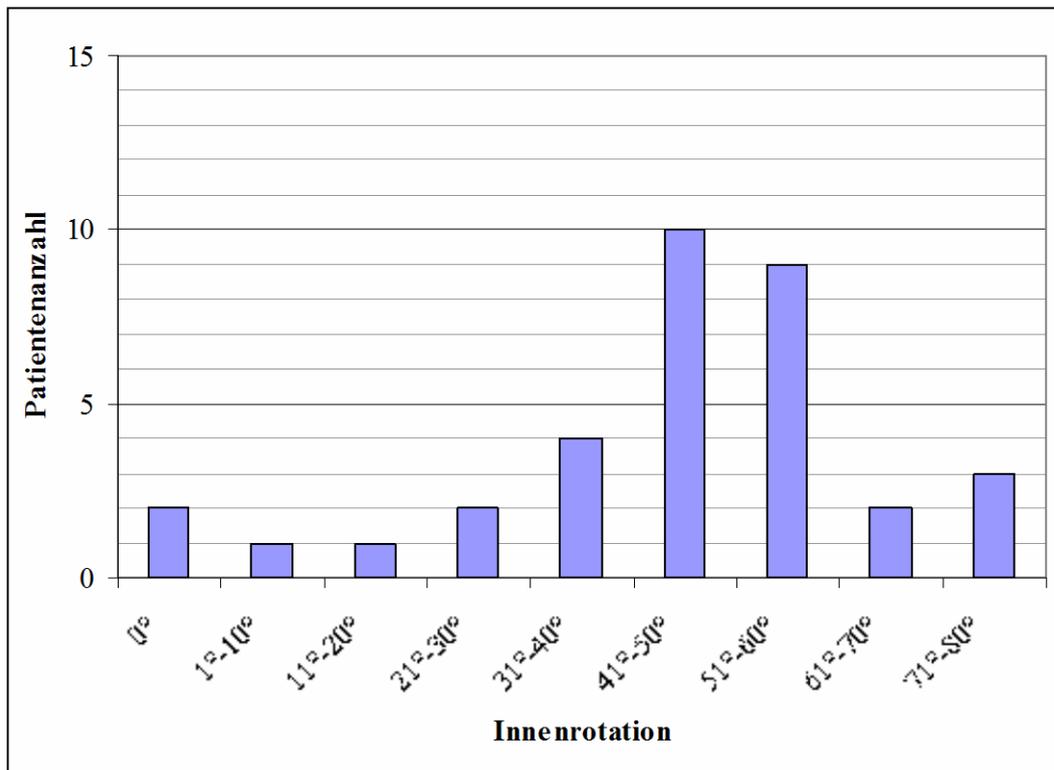


Abbildung 21: Innenrotation der prothesenversorgten Seite 12 Monate postoperativ

Zwischen beiden Untersuchungen zeigte nur 1 Patient eine Verschlechterung in der Fähigkeit, den Arm nach innen zu rotieren. 13 Patienten zeigten keine Veränderung zwischen beiden Untersuchungen. Eine Verbesserung um 50° wiesen 2 Patienten auf. Der Mittelwert der Innenrotationsdifferenz liegt bei 12,79° ( $\pm 16,48^\circ$ ), ein p-Wert von  $<0,001$  weist auf einen bestehenden Unterschied hin.

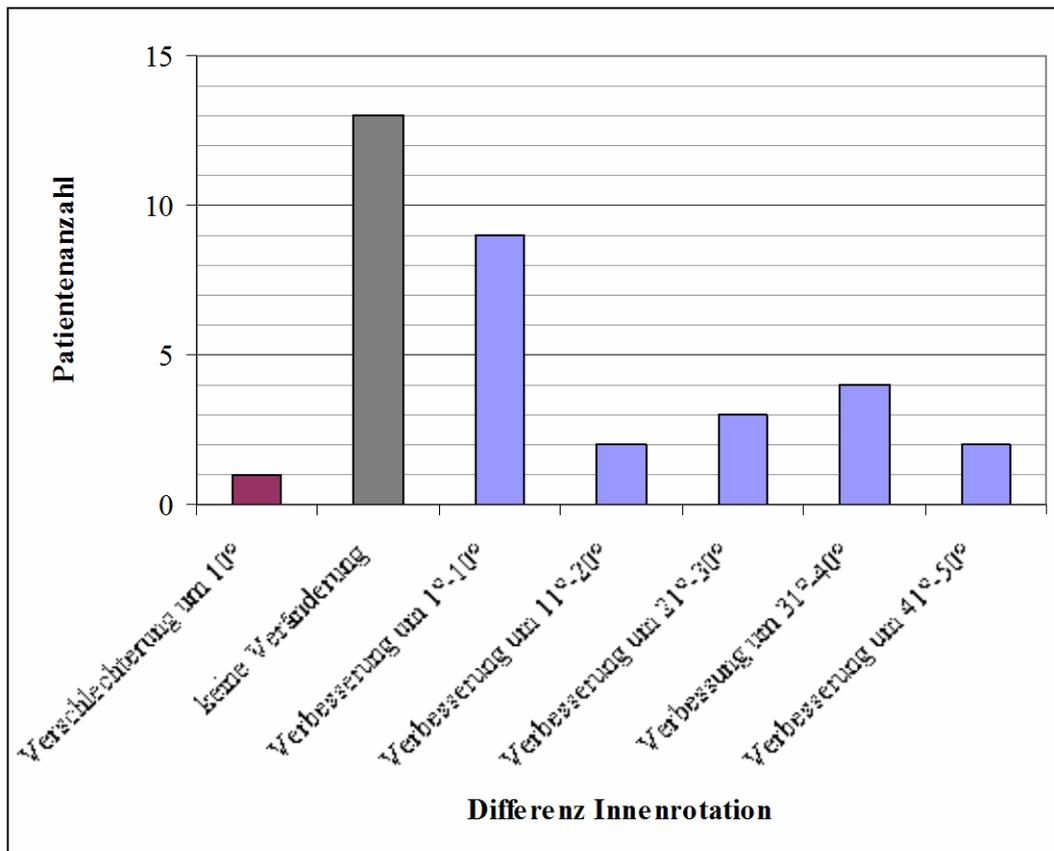


Abbildung 22: Differenz der Innenrotationsfähigkeit auf der prothesenversorgten Seite 3 Monate und 12 Monate postoperativ

Auf der nicht operativ versorgten Gegenseite zeigten 5 Patienten 3 Monate postoperativ eine schlechtere Innenrotation als auf der prothesenversorgten Seite. 9 Patienten wiesen keinen Unterschied zwischen beiden Seiten auf. Eine um  $5^\circ$  bis  $30^\circ$  schlechtere Funktion auf der prothesenversorgten Seite zeigten 13 Patienten. Die größte Differenz zwischen beiden Seiten lag bei  $60^\circ$ . Die durchschnittliche Innenrotationsfähigkeit auf der gesunden Gegenseite betrug  $46,41^\circ (\pm 16,62)^\circ$ . Der Mittelwert der Differenz in der Innenrotationsfähigkeit zwischen beiden Armen liegt bei  $12,5^\circ (\pm 21,78)^\circ$ . Der p-Wert ist mit 0,003 sehr klein.

Bei 10 Patienten wurde auf der prothesenversorgten Seite nach 12 Monate eine bessere Funktion als auf der Gegenseite gemessen. 9 Patienten zeigten keinen Unterschied zwischen beiden Seiten. Bei zwei Patienten wurde eine um  $50^\circ$  schlechtere Innenrotationsfähigkeit nach Prothesenimplantation nachgewiesen. Durchschnittlich konnte die gesunde Gegenseite zum Zeitpunkt der 2. Erhebung um  $47,97^\circ (\pm 17,03)^\circ$  innenrotiert werden. Der Mittelwert der Differenz der Innenrotation von beiden Armen liegt bei  $-1,09^\circ (\pm 21,80)^\circ$ . Im explorativen statistischen Test ist der p-Wert=0,778, dies weist darauf hin, dass kein Unterschied besteht.

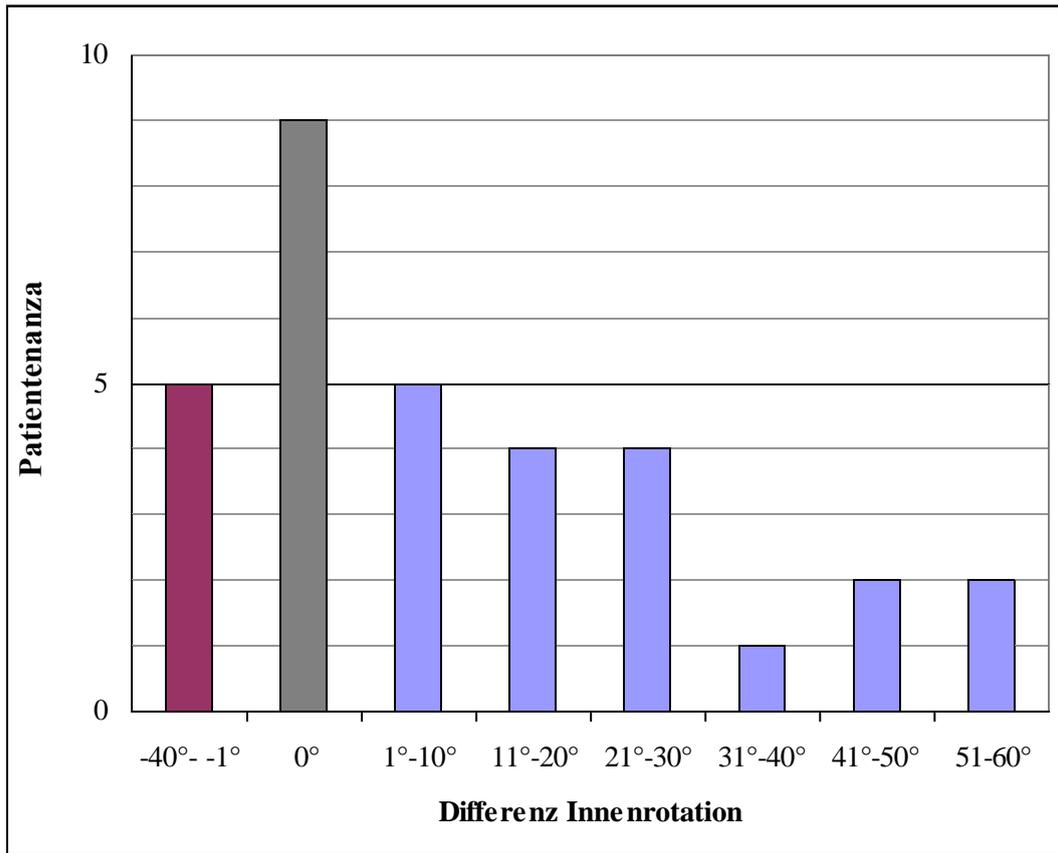


Abbildung 23: Innenrotationsdifferenz beider Arme nach 3 Monaten

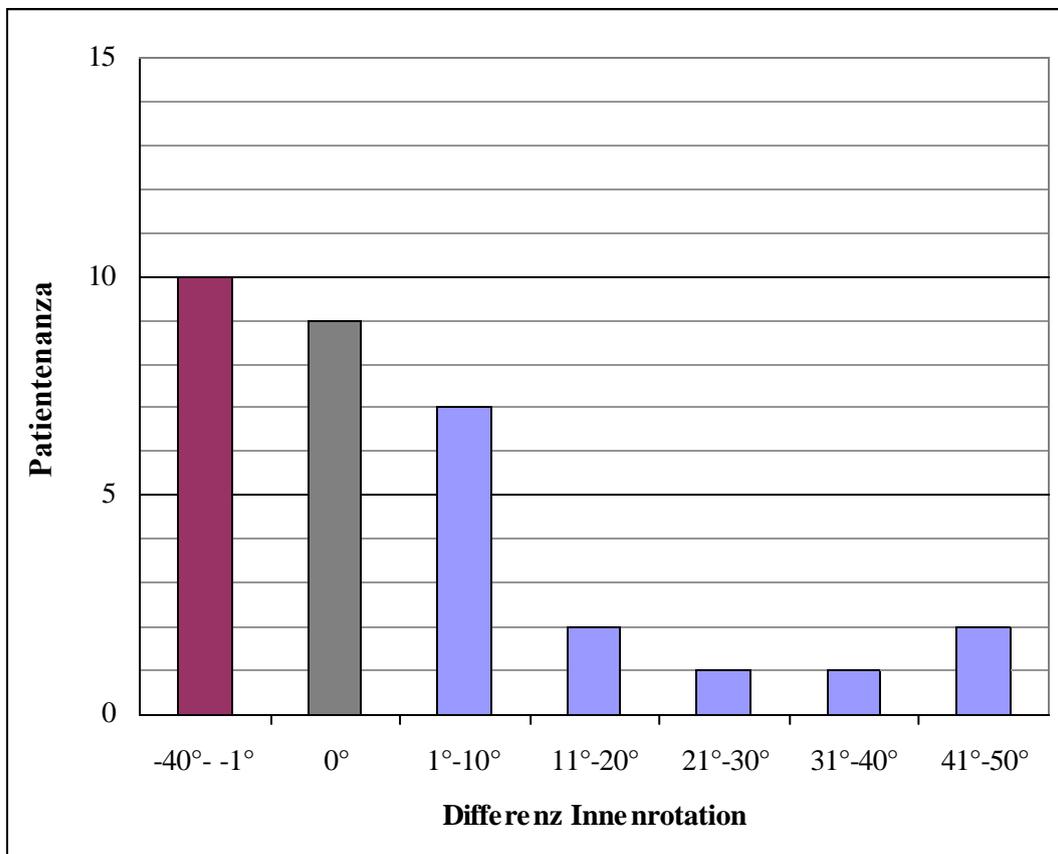


Abbildung 24: Innenrotationsdifferenz beider Arme nach 12 Monaten

## 7.7 Innen- und Außenrotation aus 90° Abduktion

Es war einigen Patienten nicht möglich, den Arm auf 90° zu abduzieren.

Bei der ersten Untersuchung war diese Messung nur bei 3 Patienten durchführbar. Folgende Werte wurden nach 3 Monaten erfasst:

Tabelle 13: Innen- und Außenrotation in 90° Abduktion des prothesenversorgten Armes 3 Monate postoperativ

Patientennummer	Außenrotation 90°	Innenrotation 90°
1	40°	10°
5	0°	10°
22	5°	30°

Nach 12 Monaten war die Messung der Außen- und Innenrotation bei 90° Abduktion bei 6 Patienten durchführbar. Folgende Bewegungsausmaße wurden gemessen:

Tabelle 14: Innen- und Außenrotation in 90° Abduktion des prothesenversorgten Armes 12 Monate postoperativ

Patientennummer	Außenrotation 90°	Innenrotation 90°
1	75°	75°
5	20°	70°
6	50°	70°
11	20°	30°
13	75°	25°
22	70°	70°

## 7.8 DASH-Score

Der DASH-Score erfasst Verrichtungen des täglichen Lebens. In die Auswertung der Ergebnisse des DASH-Scores wurden nur 32 Patienten eingeschlossen. Bei den beiden ausgeschlossenen Patienten lag eine Verletzung beider Arme vor. Da der DASH-Score die Gesamtfähigkeit der Patienten erfasst, würden diese Patienten das Ergebnis verfälschen. Je geringer der Wert, desto weniger die Beeinträchtigung.

Nur 3 Patienten beantworteten alle Fragen bei beiden Untersuchungen. Die restlichen 29 Patienten konnten oder wollten keine Angaben zur sexuellen Aktivität machen.

3 Monate postoperativ hatten nur 3 Patienten  $\leq 10$  Punkte. Ein Patient erreichte mit 8 Punkten die geringste Punktzahl und kam damit am besten im Alltag zurecht. Die höchste Punktzahl, die erzielt wurde, waren 75 Punkte. 10 Patienten (31,25%) hatten einen DASH-Score von 52-75 Punkten. 23-40 Punkte wurden von 13 Patienten erreicht. Der durchschnittliche DASH-Score beträgt 36,59 ( $\pm 19,16$ ) Punkte 3 Monate postoperativ.

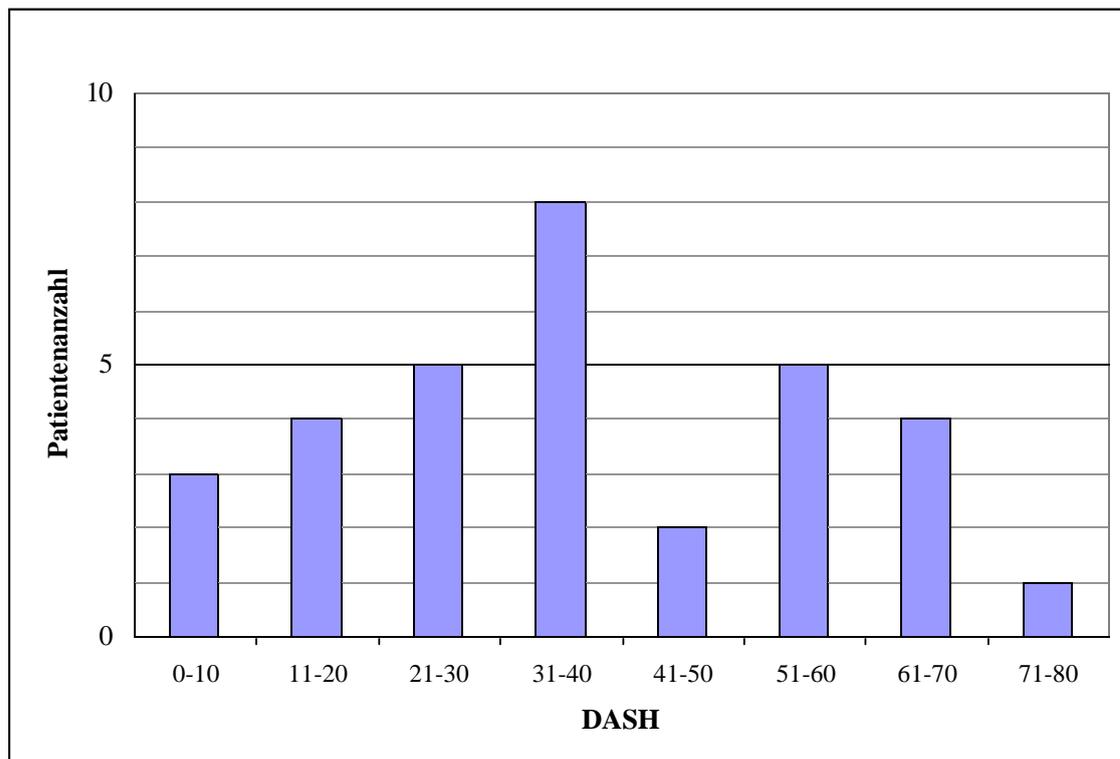


Abbildung 25: DASH-Score 3 Monate postoperativ

7 Patienten zeigten bei der 2. Untersuchung einen DASH-Score von  $\leq 10$  Punkten. Der geringste ermittelte Wert lag bei 5 Punkte. 46,88% der Patienten (15 Patienten) hatten einen DASH-Score von 5 bis 20 Punkten.

Eine Patientin erreichte eine Punktzahl von 83. Sie hatte bereits bei der ersten Untersuchung einen DASH-Score von 75.

12 Patienten erreichten einen DASH-Score von 31 bis 60 Punkten.

Der durchschnittliche DASH-Score nach 12 Monaten beträgt 31,30 ( $\pm 21,70$ ) Punkte.

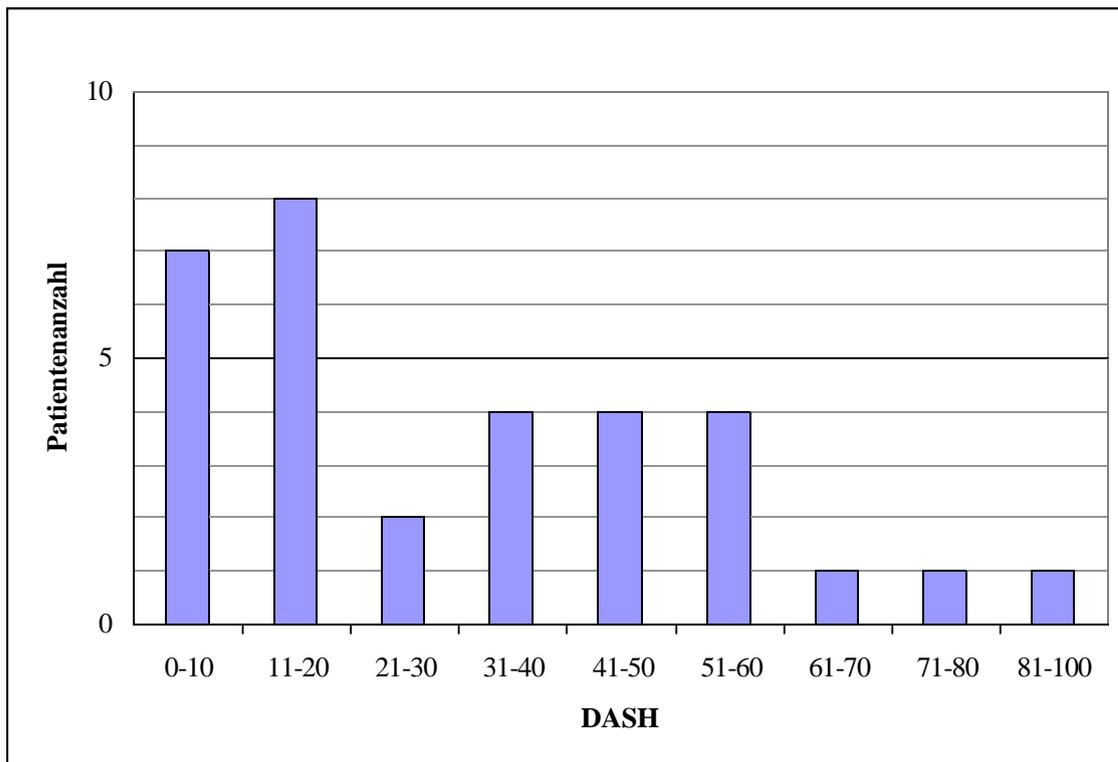


Abbildung 26: DASH-Score 12 Monate postoperativ

7 Patienten zeigten zwischen der 1. und der 2. Untersuchung eine Zunahme der Punktzahl.

Dabei zeigte ein Patient eine Zunahme von 30 Punkten.

Die maximale Reduktion der DASH-Punktzahl beträgt 38 Punkte. Die durchschnittliche Veränderung des DASH-Scores konnte mit 5,29 ( $\pm 13,27$ ) Punkten ermittelt werden. Es ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen erster und zweiter Erhebung für den DASH-Score ( $p=0,031$ ).

Im explorativen Test fand sich ein auffälliger p-Wert ( $p=0,048$ ) für den Zusammenhang zwischen Alter und DASH-Score. Dies weist darauf hin, dass aus einem höheren Alter ein höherer Wert beim DASH-Score resultiert.

Es besteht außerdem ein auffälliger p-Wert für den Zusammenhang zwischen DASH-Score und Zufriedenheit ( $p<0,001$ ).

Keinen auffälligen p-Wert ergibt sich im Zusammenhang des DASH-Scores mit dem selbstständigen Üben zu Hause ( $p=0,247$ ), dem Vorliegen heterotropen Ossifikationen ( $p=0,074$ ), einem Prothesenhochstand ( $p=0,665$ ), dem Zustand des Tuberculum majus ( $p=0,393$ ), einer durchgeführten Rehabilitation ( $p=0,492$ ) bzw. der gewählten Prothesenart ( $p=0,308$ ).

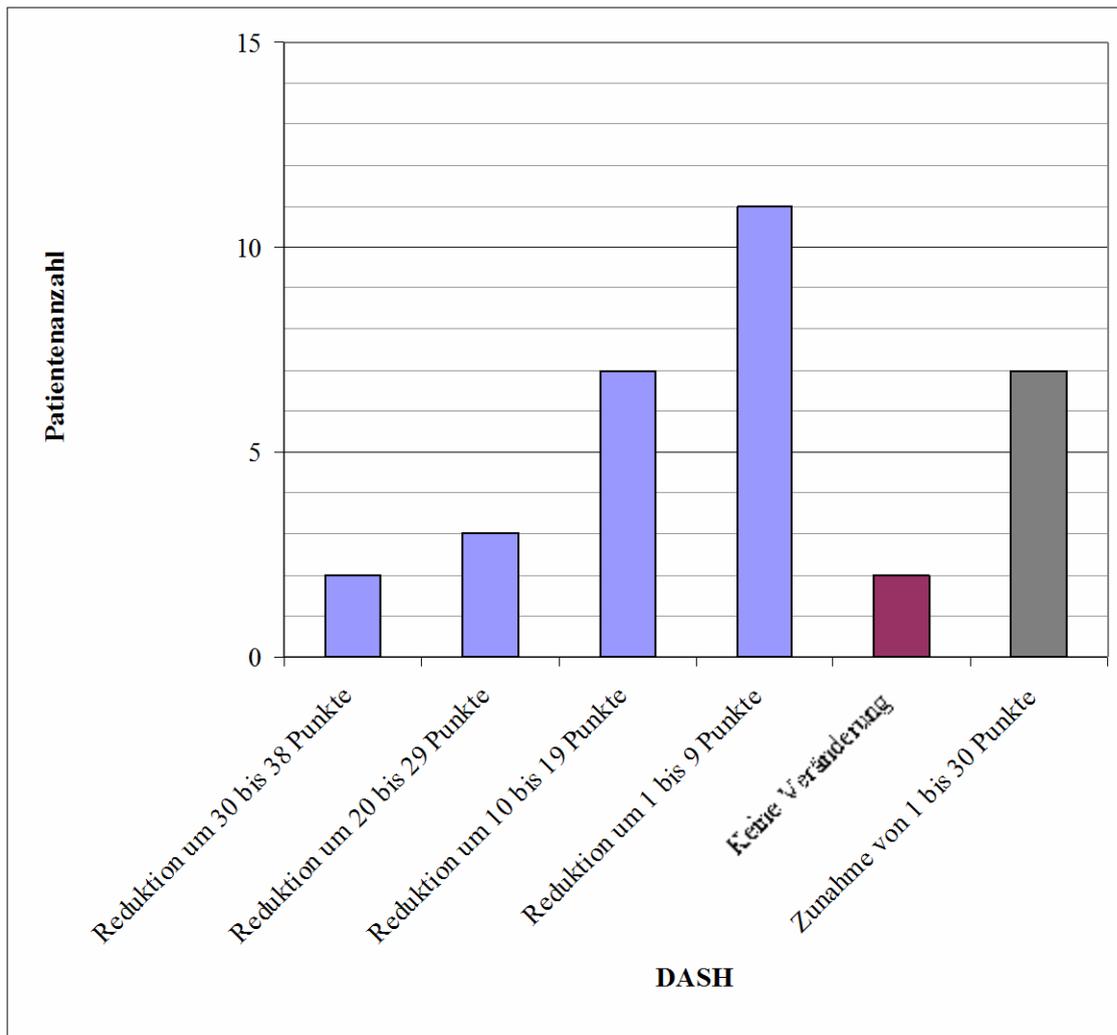


Abbildung 27: Differenz des DASH-Scores zwischen 3 und 12 Monaten postoperativ

## 7.9 Der alters- und geschlechtsadapierte Constant-Score

3 Monate postoperativ zeigten 31 Patienten (91,2%) ein schlechtes Ergebnis im Constant-Score ( $\leq 60\%$ ). Nur 3 Patienten konnten ein ausreichendes Ergebnis (61-70%) aufweisen. Ein Patient erreichte lediglich einen Wert von 3%. Der maximal erreichte Wert betrug 67%. Der Durchschnitt nach 3 Monaten postoperativ lag bei 42,26 ( $\pm 13,15$ )%, auf der Gegenseite bei 84,50 (11,97)%. Es ergibt sich im Mittel eine Differenz zwischen prothesenversorgter Seite und Gegenseite von 42,06( $\pm 16,80$ )%. Ein p-Wert von  $<0,001$  weist auf einen bestehenden Unterschied zwischen beiden Seiten hin.

3 Monate postoperativ betrug das durchschnittlich gehaltene Gewicht im Rahmen des Constant-Scores 2,32kg ( $\pm 1,86$ kg). 3 Patienten waren nicht in der Lage, die Kraftmessung durchzuführen. Die maximal gemessene Kraft lag bei 8,0 kg.

Auf der nicht operativ versorgten Seite konnten durchschnittlich 4,54kg ( $\pm 2,42$ )kg gehalten werden.

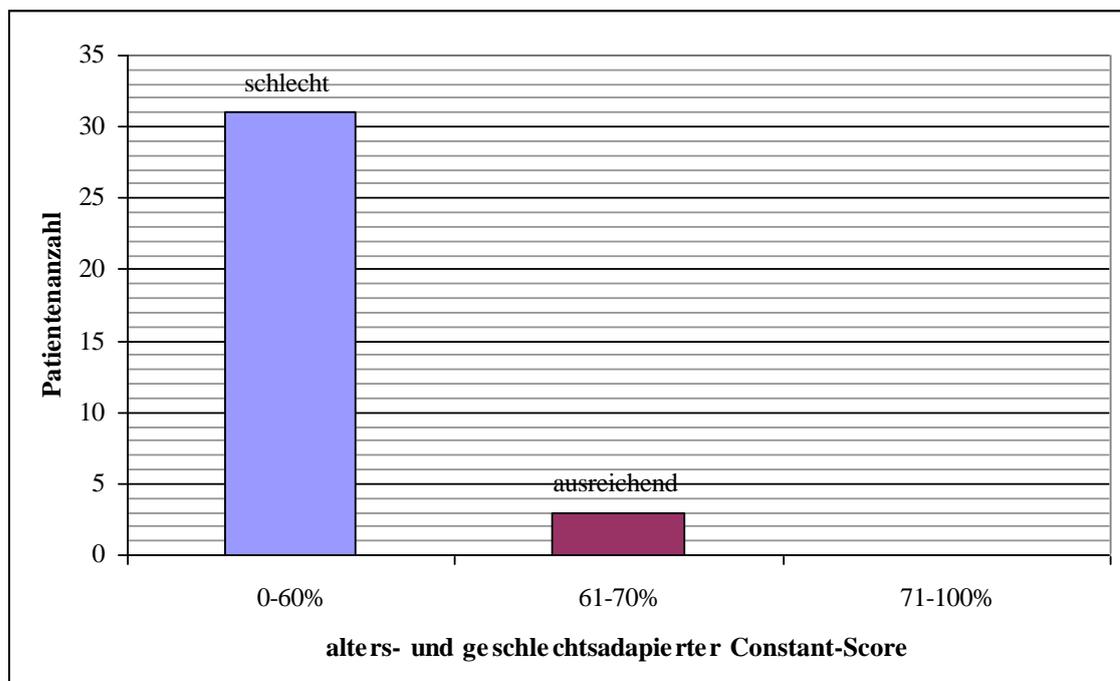


Abbildung 28: alters- und geschlechtsadaptierter Constant-Score der prothesenversorgten Seite 3 Monate postoperativ

12 Monate postoperativ zeigten 82,4% der Patienten (28 Probanden) ein schlechtes Ergebnis beim alters- und geschlechtsadaptierten Constant-Score. Nur 3 Patienten konnten ein ausreichendes Ergebnis erzielen. Je 1 Patient hatte ein befriedigendes, gutes bzw. ausgezeichnetes Resultat. Ein Patient erreichte einen adaptierten Constantwert von nur 3%. Das beste Resultat bei einem Patienten betrug 99%.

Der durchschnittlich erreichte Wert lag bei 48,97( $\pm$ 18,53)%. Auf der Gegenseite fand sich ein durchschnittliches Ergebnis von 88,56( $\pm$ 9,68)%. Der Mittelwert der Differenz zwischen beiden Seiten nach 12 Monaten beträgt 39,19( $\pm$ 15,88)%. Der berechnete p-Wert von  $<0,001$  weist auf einen bestehenden Unterschied zwischen beiden Armen hin.

Nach 12 Monaten lag das gemessene Gewicht bei durchschnittlich 3,07 kg ( $\pm$ 1,91 kg) auf der prothesenversorgten Seite. 3 Patienten konnten kein Gewicht halten, ein Patient dagegen 8,5 kg. Auf der Gegenseite wurden durchschnittlich 4,78 kg ( $\pm$ 2,51 kg) gemessen.

Der Mittelwert der Differenz des adaptierten Constant-Scores der 1. und 2. Erhebung beträgt 6,71( $\pm$ 16,42)%. Ein p-Wert von 0,023 zeigt, dass ein signifikanter Unterschied besteht.

In der explorativen Testung konnte für den Zusammenhang des adaptierten Constant-Scores nach 12 Monaten mit dem selbstständigen Üben zu Hause( $p=0,500$ ), dem Tuberculum majus Zustand ( $p=0,301$ ), einem Prothesenhochstand ( $p=0,285$ ), dem Vorliegen heterotroper Ossifikationen ( $p=0,655$ ), der Durchführung einer Rehabilitation ( $p=0,297$ ), einer Omarthrose ( $p=0,964$ ) oder der gewählten Prothesenart ( $p=0,643$ ) kein auffälliger p-Wert nachgewiesen werden.

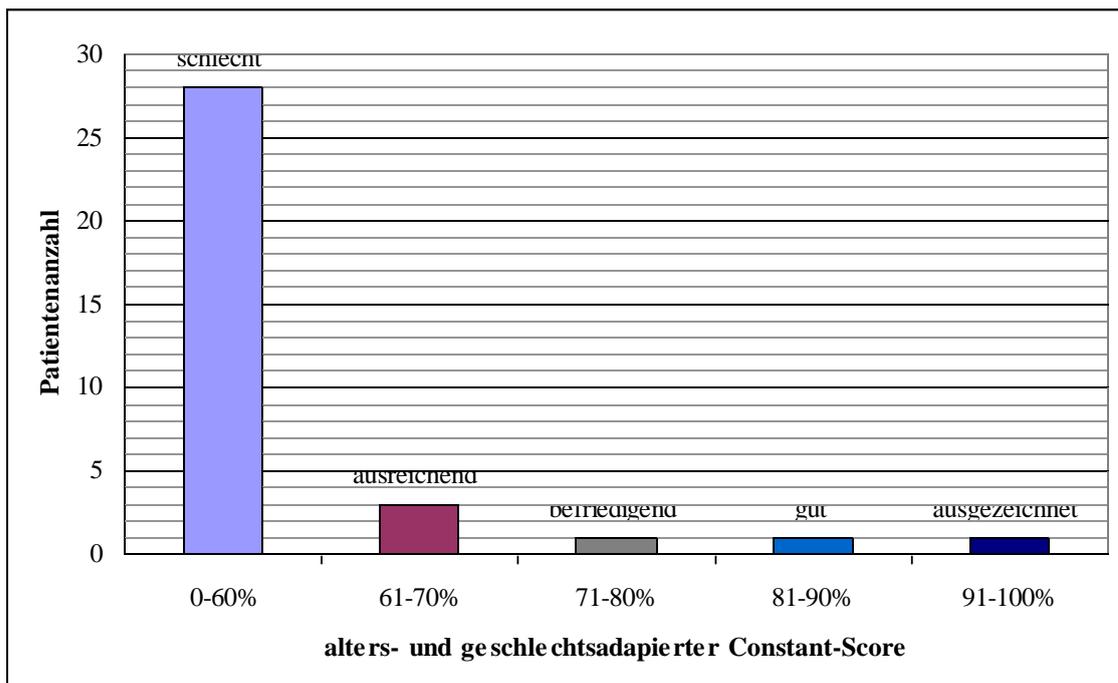


Abbildung 29: alters- und geschlechtsadaptierter Constant-Score der prothesenversorgten Seite 12 Monate postoperativ

## 7.10 Neer-Score

3 Monate postoperativ zeigten beim Neer-Score 32 Patienten ein schlechtes Ergebnis. Nur zwei Patienten erreichten ein unbefriedigendes Ergebnis. Ein Patient erreichte lediglich 10 Punkte, die maximal erreichte Punktzahl lag bei 71 Punkten. Im Mittel wurden 48,29 ( $\pm 13,19$ ) Punkte erreicht.

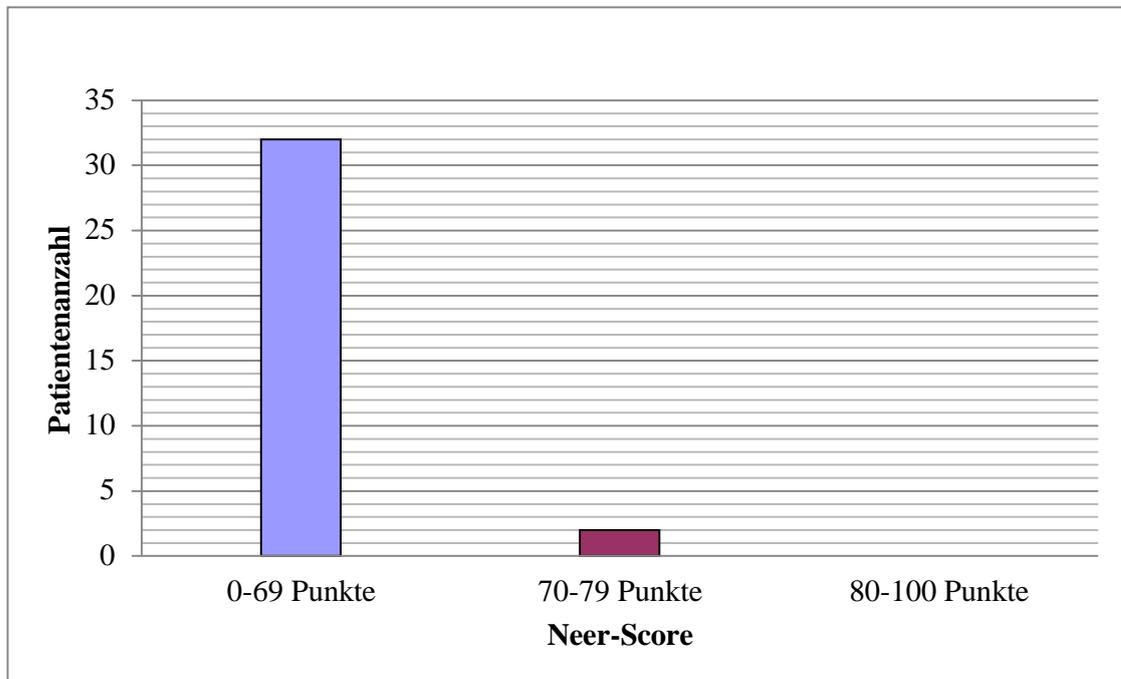


Abbildung 30: Neer-Score der prothesenversorgten Seite 3 Monate postoperativ

21 Patienten (61.8%) wiesen ein Jahr postoperativ ein schlechtes Ergebnis bezüglich des Neer-Scores auf. 10 Patienten zeigten ein unbefriedigendes Ergebnis. Ein befriedigendes Ergebnis wurde von einem Patienten erreicht. 2 Patienten konnten ein sehr gutes Ergebnis erzielen. Der durchschnittliche ermittelte Neer-Score nach 12 Monaten lag bei 60,65 ( $\pm 18,65$ ) Punkten. Die geringste erreichte Punktzahl betrug 8 Punkte, ein Patient erreichte 94 Punkte.

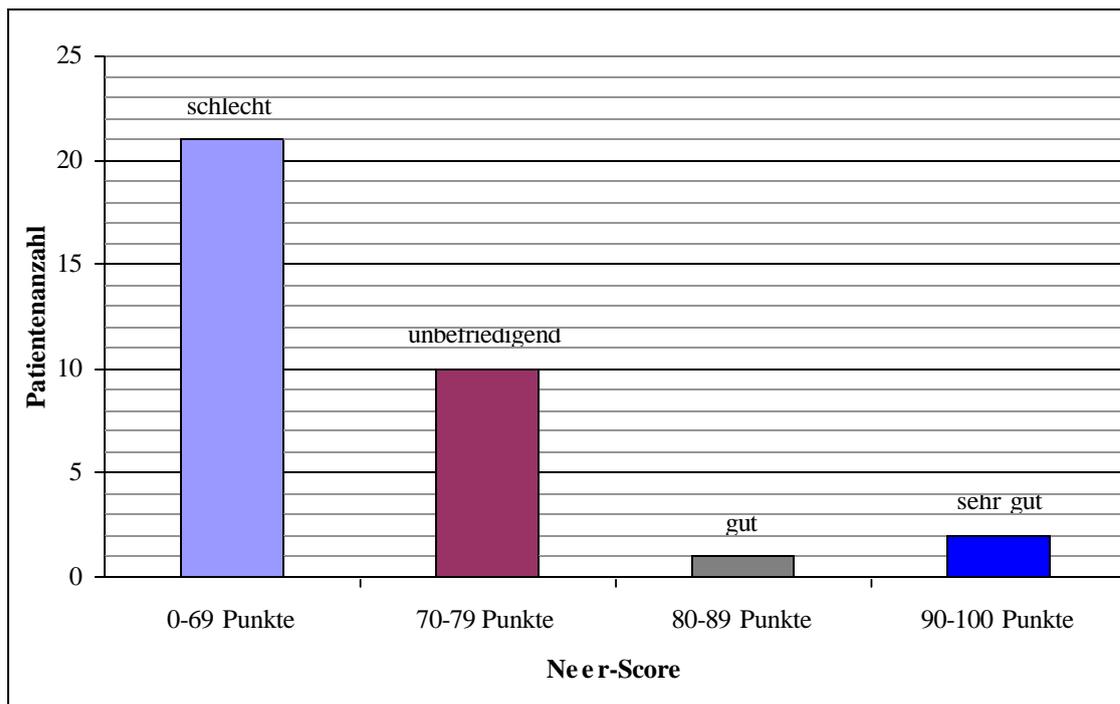


Abbildung 31: Neer-Score der prothesenversorgten Seite 12 Monate postoperativ

Bei 7 Patienten verschlechterte sich der Neer-Score zwischen der 1. und 2. Erhebung um 2 bis 25 Punkte.

Bei einem Patienten änderte sich die erreichte Punktzahl nicht. Die restlichen Patienten zeigten eine Zunahme der Punktzahl. Davon verbesserten sich 20 Patienten um 10 bis 30 Punkte.

Durchschnittlich liegt die Veränderung bei 12,35 ( $\pm 17,44$ ) Punkten. Es zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Untersuchungszeitpunkten ( $p < 0,001$ ).

Rein explorativ kann kein statistischer Zusammenhang zwischen dem Neer-Score nach 12 Monaten mit der Durchführung einer Rehabilitation ( $p = 0,240$ ), dem selbstständigen Üben zu Hause ( $p = 0,329$ ) oder der gewählten Prothese ( $p = 0,347$ ) vermutet werden.

### 7.11 Barthelindex

Bei der statistischen Auswertung des Barthelindex wurden nur 32 Patienten berücksichtigt. 3 Monate postoperativ erreichten 19 Patienten 100 Punkte im Barthelindex. Diese Patienten waren in keiner Weise pflegebedürftig. Der geringste erreichte Wert lag bei 25 Punkten. Durchschnittlich findet sich ein Wert von  $85,94(\pm 22,12)$  Punkten.

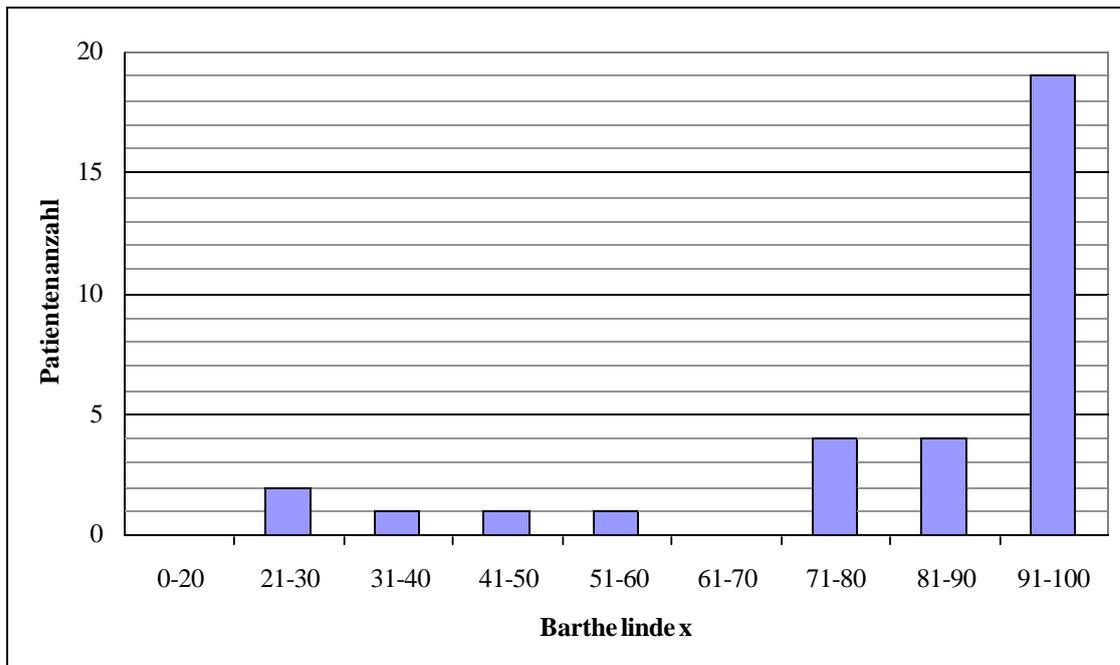


Abbildung 32: Barthelindex 3 Monate postoperativ

12 Monate postoperativ erreichten 21 Patienten einen Barthelindex von 100 Punkten. Der minimal bestimmte Wert lag bei 30. Im Mittel ergab sich eine durchschnittliche Punktzahl von  $88,91(\pm 19,23)$  Punkten.

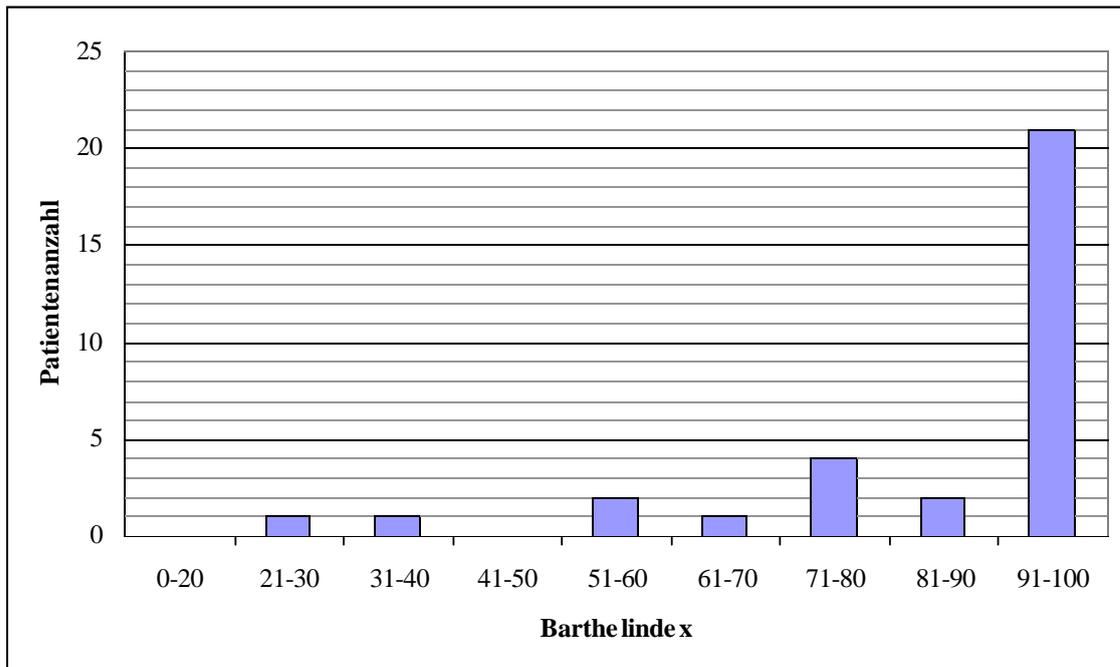


Abbildung 33: Barthelindex 12 Monate postoperativ

Die Differenz des Barthelindex zwischen erster und zweiter Erhebung ergab einen p-Wert von 0,137. Rein explorativ besteht wahrscheinlich kein Unterschied.

## 7.12 Schmerzen

Die Schmerzintensität wurde mittels Visueller Analogskala ermittelt. 8 Patienten gaben an, keinerlei Schmerzen (0 Punkte) zu haben. Ein Patient gab sehr starke Schmerzen an, er markierte die Skala bei 80 Punkten. Die durchschnittliche Schmerzintensität betrug nach 3 Monaten 25,59 ( $\pm 22,25$ ) Punkte.

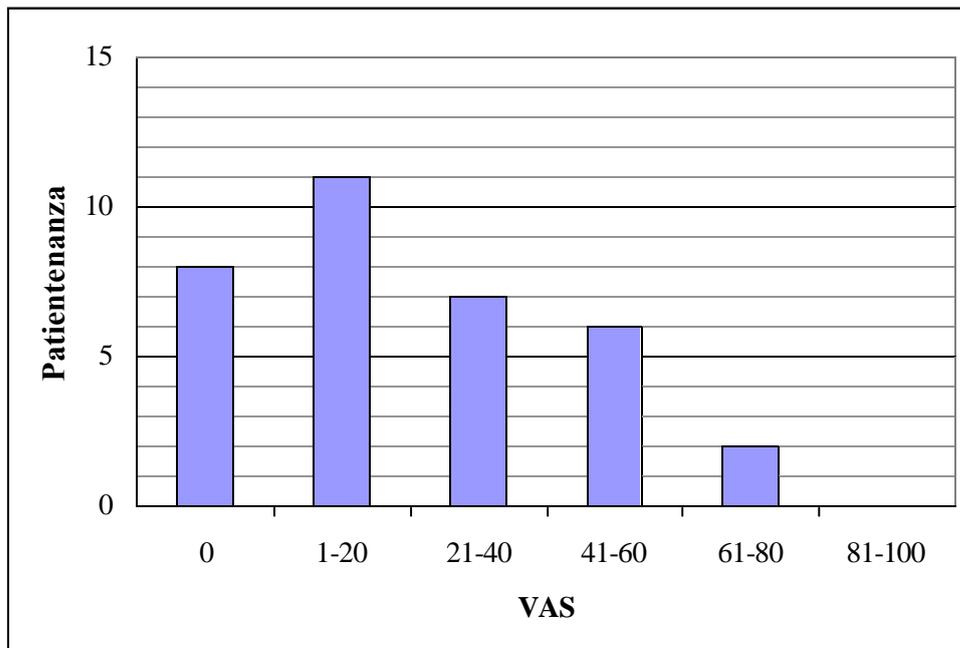


Abbildung 34: Schmerzen mittels Visueller Analogskala (VAS) 3 Monate postoperativ

Bei der 2. Untersuchung nach einem Jahr gaben 12 Patienten (35,3%) keine Schmerzen an. Die maximal angegebene Schmerzintensität lag bei 60 Punkten. Durchschnittlich betrug die Schmerzintensität 12 Monate postoperativ 18,68 ( $\pm 20,35$ ) Punkte. 8 Patienten nahmen 12 Monate nach Operation Schmerzmittel ein. Von diesen Patienten nahmen 3 die Analgetika nicht wegen Schmerzen in der Schulter, sondern aus anderen Gründen.

19 Patienten zeigten zwischen 1. und 2. Untersuchung eine Abnahme der Schmerzintensität. Keine Veränderung der Schmerzen findet man bei 6 Patienten. 9 Patienten gaben bei der 2. Erhebung mehr Schmerzen an als bei der 1. Untersuchung.

Ein p-Wert von 0,089 macht einen Unterschied in der Schmerzintensität zwischen 1. und 2. Untersuchung unwahrscheinlich.

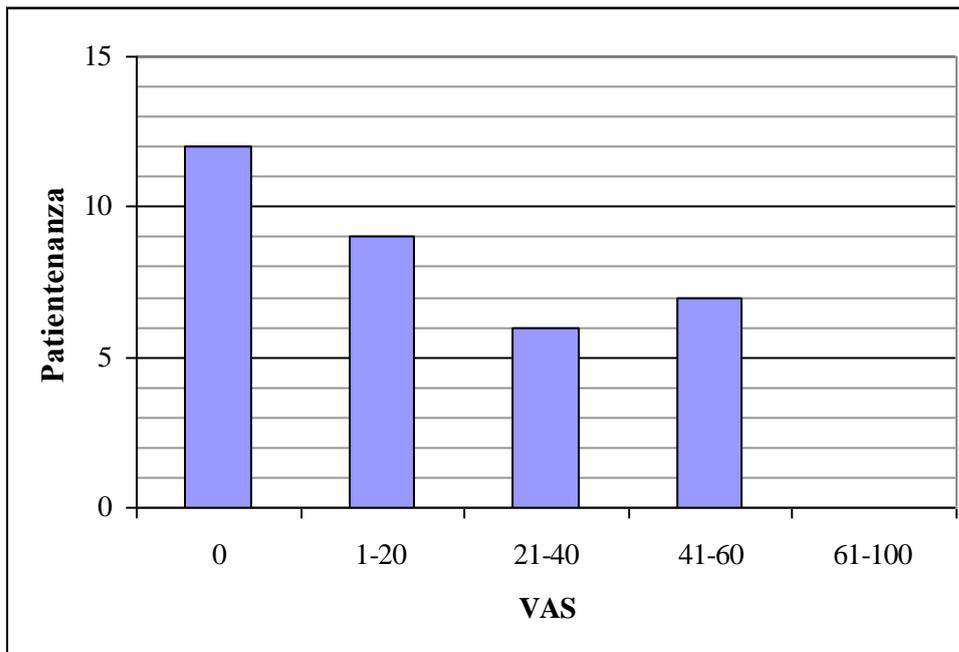


Abbildung 35: Schmerzen mittels Visueller Analogskala (VAS) 12 Monate postoperativ

Im explorativen Test gibt es keinen Hinweis auf eine Abhängigkeit zwischen dem VAS-Wert und einem Prothesenhochstand ( $p=0,884$ ), dem Zustand des Tuberculum majus ( $p=0,609$ ), dem selbstständigen Üben zu Hause ( $p=0,783$ ), einer durchgeführten Rehabilitation ( $p=0,527$ ), dem Vorliegen heterotroper Ossifikationen ( $p=0,949$ ) oder der gewählten Prothese ( $p=0,796$ ).

### 7.13 Schürzen- und Nackengriff

Zur 1. Nachuntersuchung 3 Monate postoperativ war 18 Patienten der Schürzengriff möglich. 16 Patienten waren dazu nicht in der Lage. Zum Nackengriff waren 9 Patienten fähig, 25 Patienten konnten die Hände nicht im Nacken zusammen führen.

Tabelle 15: Schürzen- und Nackengriff 3 Monate postoperativ

	Schürzengriff	Nackengriff
Möglich	17	9
Nicht möglich	15	23

Insgesamt 12 Monate nach der Operation waren 21 Patienten zum Schürzengriff und 19 Patienten zum Nackengriff in der Lage. Dem entsprechend waren 13 Patienten bzw. 15 Patienten dazu nicht fähig. 8 Patienten, die bei der 1. Untersuchung zum Schürzengriff noch nicht in der Lage waren, konnten dies 12 Monate postoperativ. 5 Patienten konnten bei der 1. Untersuchung den Schürzengriff, jedoch nicht bei der zweiten Erfassung.

Den Nackengriff konnten bei der 2. Untersuchung 10 Patienten mehr als bei der 1. Erfassung. Alle Patienten, die bereits zur ersten Untersuchung zum Nackengriff in der Lage waren, waren auch bei der zweiten Nachuntersuchung dazu fähig.

Tabelle 16: Schürzen- und Nackengriff 12 Monate postoperativ

	Schürzengriff	Nackengriff
Möglich	19	17
Nicht möglich	13	15

#### 7.14 Röntgen

Die Bewertung der Röntgenaufnahmen erfolgte nach dem oben beschriebenen Score. Die maximal erreichbare Punktzahl von 10 Punkten erreichten bei der 1. Untersuchung 5 Patienten, 12 Monate postoperativ nur 4 Patienten. 1 Patient bekam 0 Punkte. Durchschnittlich erreichten die Patienten 3 Monate postoperativ 6,97 ( $\pm 2,50$ ) Punkte, nach 12 Monaten 6,74 ( $\pm 2,42$ ) Punkte. 5 Patienten zeigten eine Verschlechterung der Punktzahl von der 1. zur 2. Untersuchung.

Tabelle 17: Röntgen 3 und 12 Monate postoperativ

Punktzahl	Patientenanzahl 1. Untersuchung	Patientenanzahl 2. Untersuchung
0	1	1
1	0	0
2	1	1
3	2	2
4	2	2
5	2	2
6	3	5
7	6	7
8	7	6
9	5	4
10	5	4

Nach 12 Monaten wiesen 6 Patienten keine heterotrope Ossifikationen auf.

Für die explorative Testung des Zusammenhangs von heterotropen Ossifikationen und einer durchgeführten Spongiosaplastik ergibt sich ein unauffälliger p-Wert ( $p=0,513$ ).

Bei 11 Patienten war das Tuberculum majus defekt bzw. nicht mehr nachweisbar. 9 dieser 11 Patienten zeigten einen Hochstand der Prothese.

Bei 10 Patienten war ein Hochstand ohne Tuberculum majus-Schaden nachweisbar. Es ergibt sich im statistischen Test ein auffälliges Ergebnis für den Zusammenhang von Prothesenhochstand und Tuberculum majus-Zustand ( $p=0,041$ ).

Für den Zusammenhang des selbstständigen Übens zu Hause mit einem Prothesenhochstand ( $p=0,681$ ) oder dem Zustand des Tuberculum majus ( $p=0,928$ ) ergibt sich kein auffälliger p-Wert.

Ebenso verhält es sich mit dem Zusammenhang des Zustandes des Tuberculum majus und einer durchgeführten Spongiosaplastik ( $p=0,891$ ).

Lysezeichen wurden bei keinem Patienten festgestellt. Bei einer Patientin zeigte sich eine Subluxation der Prothese. 16 Patienten wiesen Arthrosezeichen auf. 8 Patienten zeigten ein hypertrophes Tuberculum minus auf. Pathologische Schaftveränderungen fanden sich bei 6 Patienten.

Im statistischen Test ergibt sich für den Zusammenhang des Röntgenergebnisse 12 Monate postoperativ mit dem DASH-Score ( $p=0,365$ ), dem Constant-Score ( $p=0,257$ ), der VAS ( $p=0,967$ ), dem selbstständigen Üben zu Hause ( $p=0,642$ ), einer durchgeführten Spongiosaplastik ( $p=0,611$ ), dem gewählten Prothesemodell ( $p=0,462$ ) bzw. dem Patientenalter ( $p=0,263$ ) kein auffälliger p-Wert.

### 7.15 Zufriedenheit

3 Monate postoperativ gaben 5 Patienten an, mit dem Ergebnis sehr zufrieden zu sein, nach 12 Monaten waren 10 Patienten sehr zufrieden. 19 Patienten waren bei der ersten Untersuchung zufrieden, 14 Patienten bei der 2. Untersuchung. Unzufrieden waren nach 3 Monaten 8 Patienten, 6 nach einem Jahr. 2 Patienten waren nach 3 Monaten, 4 nach 12 Monaten sehr unzufrieden.

Tabelle 18: Zufriedenheit 3 bzw. 12 Monate postoperativ

Zufriedenheit	Patientenanzahl 1. Untersuchung	Patientenanzahl 2. Untersuchung
Sehr zufrieden	5	10
Zufrieden	19	14
Unzufrieden	8	6
Sehr unzufrieden	2	4

Nach der explorativen Testung wird ein Zusammenhang der Zufriedenheit mit dem Prothesenhochstand ( $p=0,041$ ), der VAS ( $p<0,001$ ) und dem Neer-Score ( $p<0,001$ ) vermutet.

Kein auffälliger p-Wert ergibt sich für den Zusammenhang zwischen der Zufriedenheit der Patienten mit dem postoperativem Ergebnis und einer Omarthrose ( $p=0,198$ ), dem Tuberculum majus Zustand ( $p=0,382$ ), der gewählten Prothese ( $p=0,411$ ), dem selbstständigem Üben zu Hause ( $p=0,928$ ) und dem Röntgenergebnis ( $p=0,315$ ).

## 8 Diskussion

In dieser Studie wurde untersucht, ob sich die Funktion des Schultergelenks nach Implantation einer Frakturendoprothese im Untersuchungszeitraum verändert. Diese Veränderung konnte mit Hilfe des DASH- und Constant-Score belegt werden.

3 Monate postoperativ zeigten die untersuchten Patienten einen durchschnittlichen adaptierten Constant-Wert von  $42,26 (\pm 13,15)\%$  auf der prothesenversorgten Seite und einen Wert von  $84,50 (\pm 11,97)\%$  auf der kontralateralen Seite.

Bei der 2. Untersuchung nach 12 Monaten lag der durchschnittliche alters- und geschlechtsadaptee Constant-Score im Mittel auf der operierten Seite bei  $48,97 (\pm 18,53)\%$  und auf der Gegenseite bei  $88,56 (\pm 9,68)\%$ .

Um die Untersuchung mit anderen Studien vergleichbar zu machen, muss auch der nicht adaptierte Constant-Score betrachtet werden. Dieser betrug nach 12 Monaten im Mittel  $34,71 (\pm 13,13)$  Punkte auf der prothesenversorgten Seite, auf der kontralateralen Seite lag der Wert bei  $62,84 (\pm 6,83)$  Punkten.

Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen der 1. und 2. Erhebung beim adaptierten Constant-Score ( $p=0,023$ ). Für die Differenz im Constant-Score zwischen beiden Armen zum Zeitpunkt der 1. und 2. Untersuchung ergibt sich ebenfalls ein auffälliger p-Wert (3 und 12 Monate postoperativ:  $p<0,001$ ). Damit ist die 1. Sekundärannahme, dass eine Differenz zwischen prothesenversorgter Seite und Gegenseite besteht, wahrscheinlich.

Im Gegensatz zu unseren ermittelten Werten, sind die in der Literatur gefunden Werte meist besser. Eine Studie von Greiner et al. ermittelte einen Constant-Score von  $52,3 (\pm 17)$  Punkten. Der alters- und geschlechtsadaptee Constant-Score wurde mit  $72,8\% (\pm 23,12\%)$  angegeben (Greier et al, 2009).

Schmal et al veröffentlichten 2004 eine Studie über die Prothesenimplantation nach 4-Fragmentfrakturen, in der 17 Patienten nach 14 Monaten untersucht wurden. Der durchschnittliche Constant-Score betrug bei dieser Studie  $51,7 (\pm 16,9)$  Punkte.

77 Patienten wurden über 49 Monate von Dietrich et al. 2007 beobachtet. Es wurden im Mittel 41 Punkte nach Prothesenimplantation im Constant-Score ermittelt. Der adaptierte Score wurde mit  $62\%$  angegeben. 77 Punkte erreichten die Patienten auf der kontralateralen Seite. Bei der Kraftmessung wurden durchschnittlich  $6,6$  Pfund ( $=2,99\text{kg}$ ) gemessen. Dietrich et al. wiesen

außerdem nach, dass Patienten mit einer guten Funktion weniger Schmerzen haben (Dietrich et al., 2007).

Eine Studie von Reuther et al. untersuchte 102 Patienten nach Frakturprothesenimplantation. Sie ermittelten für den Constant-Score einen Wert von 44,7 ( $\pm 16,7$ ) Punkten (Reuther et al., 2010).

Jerosch ermittelten einen Constant-Score von 61,69 Punkten (Jerosch, 2005).

Kontakis et al. untersuchten 28 Patienten nach Implantation einer Frakturprothese. Die Patienten wurden im Schnitt 39,3 Monate nachuntersucht. Sie konnten einen Constant-Score von durchschnittlich 68,2 Punkten nachweisen (Kontakis et al., 2009).

Eine weitere Studie von Solberg et al. ermittelte nach Versorgung von 3- und 4-Fragmentfrakturen mit einer Schulterendoprothese einen Constant-Score von 60,6 $\pm$ 5,9 Punkten (Solberg et al., 2009).

Tabelle 19: Vergleich Constant-Score

Studie	Constant-Score	Nachbeobachtungszeit	Alter
Eigene Daten	34,71 ( $\pm 13,13$ )	12 Monate	73,21( $\pm 8,90$ ) Jahre
Schmal et al., 2004	51,7 $\pm$ 16,9	14,4 Monate	70,15( $\pm 10,13$ ) Jahre
Kontakis et al., 2009	68,2	39,3 Monate	66(31-85) Jahre
Jerosch, 2005	61,69 (10-85)	2,3-5,2 Jahre	74 Jahre
Reuther et al., 2010	44,7	28,1 Monate	71,5( $\pm 10,1$ ) Jahre
Dietrich et al., 2007	41	49 Monate	80(70-93) Jahre
Wiedemann et al., 2005	45 (18-79)	40 (15-70) Monate	72,9(53-84) Jahre
Greiner et al., 2009	52,3( $\pm 17$ )	19,8 $\pm$ 9,4 Monate	70,8( $\pm 9,9$ ) Jahre

Bei all den genannten Vergleichsstudien wurde ein höherer Wert im Constant-Score ermittelt, als in der vorliegenden Studie. Die meisten Studien haben einen längeren

Beobachtungszeitraum als unsere Studie. Eventuell ist die Entwicklung des funktionellen Ergebnisses nach einem Jahr noch nicht abgeschlossen. Im Gegensatz dazu steht eine Studie von Bosch et al.. Sie untersuchten Patienten in einem Zeitraum von 5-98 Monaten und fanden keinen signifikanten statistischen Zusammenhang zwischen den Scoreergebnissen und dem Untersuchungszeitpunkt (Bosch et al., 1996). Deshalb sollte eine Studie mit längerer Beobachtungszeit und mehreren Untersuchungszeitpunkten der Patienten folgen. Dafür ist aufgrund der geringen Patientenzahl wahrscheinlich eine Multizenterstudie notwendig.

Ein weiterer Grund für das schlechtere Ergebnis in unserer Studie könnte die eventuelle Vorschädigung der Patienten sein. Boss und Hintermann wiesen nach, dass die funktionellen Ergebnisse abhängig sind von der Beweglichkeit vor dem Unfall (Boss and Hintermann, 1999).

Der Constant-Score vor der Operation konnte nicht erfasst werden, da es sich um ein

Akutereignis handelt. Es ist möglich, dass die untersuchten 34 Patienten bereits vor Untersuchung einen schlechteren Constant-Score hatten, als die Patienten in den Vergleichsstudien. Einen Anhaltspunkt gibt der nicht adaptierte ermittelte Constant-Score auf der gesunden Seite (n=32Patienten): 62,83(±6,82)Punkte. Der alters- und geschlechtsadaptierte Constant-Score lag nach 12 Monaten auf der nicht prothesenversorgten Seite bei 88,56(±9,68)%. Es liegen also auf der gesunden Seite Funktionseinschränkung vor, dies könnte auch auf der prothetisch versorgten Seite der Fall gewesen sein.

Für die 2. Sekundärannahme, dass sich die Bewegungsumfänge zwischen der 1. und 2. Erhebung verändern, spricht ein auffälliger p-Wert von <0,001. Nach 12 Monaten konnten wir eine Abduktion von 66,62 (±39,98)° und eine durchschnittlichen Anteversion von 115,16 (±39,53)° nachweisen.

In der Literatur werden bessere und schlechtere Werte bei Anteversion und Abduktion erreicht. Kontakis et al. veröffentlichten 2008 eine Literaturstudie, die insgesamt 16 Studien mit 810 Prothesen nach Humeruskopffraktur einbezogen. Es wurde eine durchschnittliche Anteversion von 105,7° und eine Abduktion von 92,4° angegeben (Kontakis et al., 2008).

Eine Studie von Reuther et al. verfolgte 102 Patienten 28 Monate nach. Sie ermittelten folgende Werte: Anteversion 62,6° und Abduktion 60°.

Padua et al. beobachteten 21 Patienten über 41 Monate. Es wurde eine durchschnittliche Anteversion von 112,67° und eine Abduktion von 87,50° beschrieben. Der DASH-Score betrug in dieser Studie 39,29 (±19,43)Punkte (Padua et al., 2008). Wir verwendeten diesen Score ebenfalls, um Rückschlüsse auf die Alltagsfähigkeit der Patienten zu ziehen.

Eine weitere Studie von Greiner et al. ermittelte einen DASH-Score-Wert von 41 (±21,4) Punkten. Die von uns ermittelten Werte sind etwas kleiner. 3 Monaten postoperativ wurde ein Mittelwert beim DASH-Score von 36,59 (±19,16) Punkten nachgewiesen. Nach 12 Monaten lag der Wert durchschnittlich bei 31,30 (±21,70) Punkten. Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Untersuchungen (p=0,031). Damit wird der 2. Teil der Hauptannahme, dass sich der Wert zwischen beiden Erhebungen verändert, bestätigt.

Die 3. Sekundärannahme, dass sich der Neer-Score zwischen der 1. und der 2. Untersuchung verändert, kann mit einem p-Wert von <0,001 als wahr angenommen werden. Nach 3 Monaten wurde ein mittlerer Neer-Score von 48,29 (±13,19)Punkten ermittelt. 2 Patienten hatten ein unbefriedigendes Ergebnis, die restlichen 32 Patienten hatten ein schlechtes Ergebnis.

Der durchschnittliche Neer-Score lag nach 12 Monaten bei 60,65 (±18,65)Punkten. 2 Patienten erreichten ein sehr gutes, 1 Patient ein befriedigendes, 10 Patienten ein unbefriedigendes und 21 Patienten ein schlechtes Ergebnis. Dieser Score wird in der Literatur nur sehr selten verwendet.

In der bereits erwähnten Literaturstudie von Kontakis et al. von 2008 wurde von 40% der Patienten sehr gutes bzw. befriedigendes Ergebnis erreicht. Nur 8,8% der Patienten der vorliegenden Studie erreichten diese Ergebnisse. Kontakis et al. geben nicht an, wie lange die Patienten in den verwendeten Studie nach verfolgt wurden, eventuell war der Zeitraum wesentlich länger gewählt. Dies könnte, wie bereits oben erläutert, die mögliche Ursache für die schlechteren Ergebnisse unserer Studie sein.

Für den Neer-Score existiert keine altersadaptierte Variante. Da im Alter der Bewegungsumfang eingeschränkt ist und dieser ein wesentlicher Teil des Neer-Scores ist, sollte eventuell eine altersadaptierte Variante erstellt werden.

Für die explorative Testung der 4. Sekundärannahme, dass ein Zusammenhang zwischen Alter und DASH-Score besteht, ergab sich ein auffälliger p-Wert ( $p=0,048$ ). Diese Annahme ist also wahrscheinlich richtig. Die Werte im DASH-Score sind vermutlich umso kleiner, je jünger der Patient ist. Der DASH-Score erfasst hauptsächlich Alltagstätigkeiten, welche mit dem Alter häufig nur eingeschränkt ausgeübt werden können. Ein Zusammenhang ist also zu erwarten. Döhler et al. haben dies bereits 2001 bestätigt (Döhler et al., 2001).

Für die 5. Sekundärannahme, dass ein Zusammenhang zwischen DASH und Zufriedenheit besteht, ergab sich in unserer Untersuchung ebenfalls ein auffälliger p-Wert ( $<0,001$ ). Dieses Ergebnis ist ebenfalls rein explorativ. Es müssen weitere Studien erfolgen, um den Zusammenhang des DASH-Scores mit dem Alter bzw. der Zufriedenheit sicher zu bestätigen. 70,6% unserer Patienten waren sehr zufrieden bzw. zufrieden. Dies steht im Gegensatz zu den verhältnismäßig schlechten ermittelten Werten beim Constant- und Neer-Score. Dietrich et al. stellen in diesem Zusammenhang fest, dass insbesondere ältere Patienten nach Prothesenimplantation ihr Ergebnis wegen bestehender Schmerzfreiheit im Wesentlichen positiv einschätzen (Dietrich et al, 2008).

Eine weitere Studie von Tingart et al. konnte zeigen, dass ältere Patienten ihren Zustand wesentlich positiver einschätzten, als es die ermittelten Scorewerte vermuten ließen. Dies gilt sowohl für den Neer- als auch für den Constant-Score. Sie wiesen eine steigende Tendenz zur Unterbewertung des Zustandes mit zunehmendem Alter nach. Die Patienten beurteilen eher die Schmerzfreiheit und die Fähigkeit zur Verrichtung von Alltagstätigkeiten, als die Beweglichkeit und die Kraft (Tingart et al., 2001b). Der DASH-Score beinhaltet Alltagstätigkeiten und Schmerz, dies erklärt, warum wahrscheinlich ein Zusammenhang zwischen DASH-Score und Zufriedenheit besteht.

Von den 34 untersuchten Patienten gaben 24 Patienten an, mit dem Ergebnis sehr zufrieden bzw. zufrieden zu sein. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt die Studie von Wiedemann et al.. Sie

beschrieben im untersuchten Patientengut eine überwiegend gute Zufriedenheit (Wiedemann et al., 2004). 49,12% der Patienten waren in der bereits erwähnten Studie von Antuña et al. sehr zufrieden (Antuña et al., 2008).

Die Aqualis-Multizenterstudie untersucht das Ergebnis nach Implantation einer Prothese der 3. Generation. 80,5% der Patienten waren zufrieden bzw. sehr zufrieden (Habermeier und Magosch, 2007).

Nach der rein explorativen Testung kann ein Zusammenhang zwischen der Zufriedenheit der Patienten und dem ermittelten Schmerzwert bei der Visuellen Analogskala ( $p < 0,001$ ) vermutet werden. Dies könnte die 6. Sekundärannahme bestätigen.

In unserer Studie gaben 12 Monate postoperativ in der Visuellen Analogskala 35,3% der Patienten an, keine Schmerzen zu haben.

Die meisten Autoren verwenden jedoch diese Skala nicht. Sie beschreiben die Schmerzen mit Hilfe des Constant-Scores. Es werden von den meisten Untersuchern leichte und keine Schmerzen zusammengefasst. In unserer Untersuchung gaben 76,5% der Patienten keine oder nur leichte Schmerzen an.

2004 veröffentlichten Kralinger et al. eine Studie mit 167 Patienten nach Frakturprothesenimplantation. 40,1% der Patienten gaben an, keine Schmerz zu haben (Kralinger et al., 2004).

Die bereits erwähnte Studie von Reuther et al. ermittelt keine oder leichte Schmerzen bei 76,5% der untersuchten Patienten. Die Autoren beobachteten die Patienten 28,1 Monate (Reuther et al., 2010). In einer weiteren Studie von Antuña et al. geben 84% der Patienten an, keine, leichte oder nur nach ungewöhnlichen Aktivitäten Schmerzen zu haben (Antuña et al., 2008). Die ermittelten Werte von Antuña et al. und Reuther et al. ähneln den von uns ermittelten Werten.

Um uns einen Überblick über die Pflegebedürftigkeit der Patienten zu verschaffen, verwendeten wir den Barthel-Index. Nach 12 Monaten erreichten 65,6% der Patient 100 Punkte im Barthelindex.

Für die Annahme, dass ein Unterschied des Barthelindex zwischen der 1. und 2. Erhebung besteht, ergibt sich ein p-Wert von 0,137. Die 7. Sekundärannahme bestätigt sich also eher nicht. Rein explorativ besteht kein Unterschied zwischen beiden Untersuchungen. Die Frage, ob aus einer Humeruskopffraktur eine Pflegebedürftigkeit resultiert, kann in dieser Studie nicht beantwortet werden, da der Barthelindex vor der Prothesenimplantation nicht erfasst wurde.

In unserer Studie zeigten 55,9% der Patienten ein proximales Wandern der Prothese. Wir konnten 12 Monate postoperativ für den Zusammenhang zwischen Prothesenhochstand und Constant-Score ( $p=0,285$ ), der Visuellen Analogskala ( $p=0,796$ ) bzw. dem DASH-Score ( $p=0,665$ ) keinen auffälligen p-Wert nachweisen. Der von uns in der 8. Sekundärannahme angenommene Zusammenhang kann damit wahrscheinlich nicht bestätigt werden. Im Gegensatz dazu stehen teilweise die Aussagen in der gefundenen Literatur. Dietrich et al. zeigten, dass aus dem proximalen Wandern der Prothese eine verminderte Kraft und ein kleinerer Bewegungsumfang resultierten. Sie fanden keinen Hinweis auf einen Zusammenhang von Schmerz und Prothesenhochstand (Dietrich et al., 2007). Jerosch untersuchte Schulterendoprothesen nach 3- bzw. 4-Fragmentfrakturen, sie wiesen einen Zusammenhang zwischen Constant-Score und akromiohumeraler Distanz nach (Jerosch, 2005). Kontakis et al. berichteten in 6,8% der Fälle über eine proximale Migration der Prothese (Kontakis et al., 2008).

32,4% der untersuchten Patienten dieser Studie wiesen einen Defekt des Tuberculum majus auf. Wir konnten für den Einfluss des Tuberculum majus auf den Constant-Score keinen auffälligen p-Wert nachweisen ( $p=0,301$ ). Die 9. Sekundärannahme wird damit wahrscheinlich nicht bestätigt. Dem gegenüber stehen einige Ergebnisse aus der Literatur.

Die bereits oben erwähnte Studie von Kralinger et al. zeigte, dass die anatomische Einheilung der Tubercula den Constant-Score und die postoperative Zufriedenheit beeinflusst. Eine Studie von Kontakis et al. wies nach, dass der Zustand der Tubercula der wichtigste Faktor für ein unbefriedigendes Ergebnis ist (Kontakis et al., 2009). Auch Plötzl beschrieb die essentielle Bedeutung der Tubercula für das postoperative Ergebnis (Pötzl, 2005).

Dietrich et al. zeigten ebenfalls, dass ein Defekt des Tuberculum majus mit einer schlechteren Schulterfunktion assoziiert ist (Dietrich et al., 2007). Antuña et al. beschrieben bei 80,7% der Patienten eine gute Einheilung der Tubercula (Antuña et al, 2008).

Ursächlich für die zu unserer Studie gegensätzlichen Aussagen könnte eventuell unsere relativ kleine Patientenzahl sein. Weiterhin ist zu betonen, dass die von uns durchgeführten statistischen Testes zur Bedeutung des Tuberculum majus rein explorativ sind. Es müssen weitere Studien mit einem größeren Patientengut folgen.

Wir konnten für den Zusammenhang zwischen Prothesenhochstand mit einem Tuberculum majus Defekt einen auffälligen p-Wert zeigen ( $p=0,041$ ). Damit wird die 10. Sekundärannahme möglicherweise bestätigt. Dieser Zusammenhang war zu erwarten, wenn man bedenkt, dass viele Muskeln der Rotatorenmanschette am Tuberculum majus ansetzen.

Bei 17,7% unserer Patienten wurden heterotrope Ossifikationen nachgewiesen.

Wir konnten keinen auffälligen p-Wert für den Zusammenhang zwischen Constant-Score und heterotropen Ossifikationen nachweisen ( $p=0,655$ ). Die 11. Sekundärannahme wird damit möglicherweise nicht bestätigt.

Die oben bereits erwähnte Literaturstudie von Kontakis et al. von 2008 beschreibt heterotrope Ossifikation bei 8,8% der Patienten (Kontakis et al., 2008).

Boss und Hintermann geben für die Häufigkeit ektooper Ossifikationen nach Protheseimplantation 10-15% an (Boss und Hintermann, 1997).

Fialka et al. untersuchten 35 Patienten nach Frakturprothesenimplantation und kamen zu einem ähnlichen Ergebnis. Sie konnten keinen Einfluss von heterotropen Ossifikationen, Glenoidschaden oder Subluxation auf das postoperative Ergebnis finden. (Fialka et al., 2008).

Dem gegenüber steht eine Studie von Wiedemann et al.. Diese untersuchten Patienten nach Implantation einer Humerkopfprothese bei 3- bzw. 4-Fragmentfrakturen. Die Autoren konnten zeigen, dass sekundäre Ossifikationen das postoperative Ergebnis negativ beeinflussen (Wiedemann et al., 2004).

Ein möglicher Grund für die entgegenstehenden Ergebnisse könnten die wenigen von uns untersuchten Patienten sein. Es müssen also weitere Studie folgen, dabei sollte auch auf mögliche Ursachen der Entstehung dieser Ossifikationen eingegangen werden.

21 der untersuchten Patienten erhielten eine ambulante oder stationäre Rehabilitation. Wir konnten keinen auffälligen p-Wert für einen Zusammenhang einer durchgeführten Rehabilitation mit dem Neer-Score ( $p=0,240$ ), dem adaptierten Constant-Score ( $0,297$ ) oder dem Wert der Visuellen Analogskala ( $p=0,527$ ) finden. Die Patienten wurden danach befragt, ob sie selbstständig zu Hause Kraft- oder Bewegungsübungen machten. Es konnte kein auffälliger p-Wert für einen Zusammenhang des selbstständigen Übens mit dem Ergebnis des adaptierten Constant-Score ermittelt werden ( $p=0,500$ ). Die explorativen Tests geben keinen Hinweis darauf, dass unsere 12. Sekundärannahme zutrifft.

Die Aqualismultizenterstudie zeigte jedoch im Gegensatz dazu einen Effekt der Rehabilitation und Ruhigstellung auf das postoperative Ergebnis (Habermeyer und Magosch, 2007). Nur wenige Studien erfassen den Effekt einer Rehabilitation bzw. des selbstständigen Übens auf das postoperative Ergebnis. Weitere Studien sind erforderlich, um bestmögliche Empfehlungen an den Patienten weiterzugeben und damit das Ergebnis zu optimieren.

Wir konnten in der explorativen Testung keinen auffälligen p-Wert für den Zusammenhang des Prothesenmodells mit dem Röntgenergebnis ( $p=0,462$ ), dem Schmerz ( $p=0,796$ ), dem adaptierten Constant-Score ( $p=0,643$ ) und dem Neer-Score ( $p=0,347$ ) zeigen. Die 13. Sekundärannahme bestätigte sich wahrscheinlich. Greier et al. konnten ebenfalls keine Effekt

des Prothesenmodells auf die Einheilung der Tubercula und die klinischen Ergebnisse zeigen (Greier et al., 2009).

Einschränkend für die Aussagekraft der vorliegenden Studie könnte dennoch sein, dass verschiedene Prothesenmodelle implantiert wurden.

In dieser Untersuchung wurde ein möglicher Einfluss des vorliegenden Frakturtyps nicht berücksichtigt. Die bereits mehrfach erwähnte Studie von Dietrich et al. konnte keinen Zusammenhang zwischen der Art der Fraktur und der postoperativen Funktion oder dem Schmerz nachweisen (Dietrich et al., 2007). Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt die Aqualismultizenterstudie. Auch sie zeigte keinen Zusammenhang des postoperativen Ergebnisses mit dem Frakturtyp (Habermeyer und Magosch, 2007). Ein Einfluss ist also eher unwahrscheinlich, aber möglich.

In dieser Studie konnte ebenfalls keine Beziehung des Ergebnisses zum Operationszeitpunkt (<10/10.-20.Tag), der Bizepssehnenresektion oder einer gleichzeitigen Rotatorenmanschettenrekonstruktion gefunden werden (Habermeyer und Magosch, 2007). Dem entgegen steht die Literaturstudie von Kontakis et al. von 2008, wonach eine frühe Implantation bessere Ergebnisse zeigt als eine spätere (Kontakis et al., 2008). Fialka et al. konnten keinen signifikanten Einfluss der Bizepssehne auf den postoperativen Schmerz finden (Fialka et al., 2008).

Diese Faktoren wurden nicht in dieser Studie erfasst und sollten späteren Untersuchungen vorbehalten werden.

In Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt sich, dass die meisten Patienten ein schlechtes Ergebnis im Constant- und Neer-Score aufweisen. Ebenso bestehen Einschränkungen beim DASH-Score. Dennoch kann festgestellt werden, dass etwa 2/3 der Patienten (n=21 Patienten) 12 Monate postoperativ nicht pflegebedürftig waren und 76,5% der Patienten keine oder nur leichte Schmerzen hatten. Die Patienten sind also trotz eingeschränkter Funktion und Kraft meist schmerzfrei und nicht pflegebedürftig sowie mit dem Endergebnis zufrieden.

Eine Studie von Dietrich et al. vergleicht die Versorgung mittels winkelstabiler Plattenosteosynthese und Prothesenimplantation nach Humeruskopffraktur. Sie zeigten, dass die Ergebnisse bei Beweglichkeit und Kraft nach Versorgung mittels Philosplatte deutlich besser sind als nach Humeruskopfprothesenimplantation. Die Autoren stellten fest, dass ältere Patienten ihr Ergebnis wegen bestehender Schmerzfreiheit wesentlich positiver einschätzen. Dietrich et al. empfehlen beim älteren Patienten eine Prothesenimplantation, weil seltener Revisions Eingriffe notwendig sind. Außerdem sind die Patienten zufrieden, weitgehend selbstständig und schmerzfrei (Dietrich et al., 2008).

Schittko und Rüter ermittelten, dass das frühfunktionelle Ergebnis nach primärer Prothesenimplantation gegenüber kopferhaltender Osteosynthese geringgradig besser ist. Die Rate der Frühkomplikationen ist niedriger und die Patienten sind schneller schmerzfrei. Sie empfehlen darum ebenfalls die Implantation einer Prothese beim älteren Patienten (Schittko und Rüter, 2003b).

Hente et al. versorgten dislozierte rekonstruierbare 3- und 4- Fragmentfrakturen und Luxationsfrakturen mit einem winkelstabilen Plattenfixateur in Kombination mit einer Zuggurtung der Rotatorenmanschette. Sie wiesen bei geringer Komplikationsrate gute Ergebnisse auch bei osteoporotischem Knochen nach. Bei Luxationsfrakturen zeigten 40% der Patienten ein befriedigendes Ergebnis. Der mittlere Constant-Score lag bei 72 ( $\pm 20$ ) Punkten. Sie favorisieren darum die Versorgung mittels Plattenfixateur und nicht mittels Prothese (Hente et al., 2004).

Eine Studie von Solberg et al. vergleicht die Versorgung von 3- und 4-Fragmentfrakturen mittels winkelstabiler Platte bzw. Schulterendoprothese. Nach Versorgung mittels Platte wurden 68,6 ( $\pm 9,5$ ) Punkte im Constant-Score erreicht, nach Schulterendoprothese waren es 60,6 ( $\pm 5,9$ ) Punkte. Sie zeigten, dass die Versorgung mittels Platte der Prothese bei 3-Fragmentfrakturen überlegen ist. Dies trifft nicht für 4-Fragmentfrakturen zu. Sie zeigten aber auch, dass die Komplikationsrate bei Versorgung durch eine Platte höher ist als beim Einsatz einer Prothese. Die Autoren empfehlen bei vorliegender Valgus-Fehlstellung die kopferhaltende Therapie, bei Varus-Fehlstellung wird hingegen eine Prothese favorisiert (Solberg et al., 2009).

Bastian und Hertel veröffentlichten 2009 eine Studie, die Osteosynthese und Humeruskopfprothese zur Versorgung der Humeruskopffraktur vergleicht. Sie ermittelten für die Versorgung mittels Osteosynthese einen Constant-Score von 77 und im Gegensatz dazu einen Constant-Score von 70 für die Prothese. Sie schlussfolgerten, dass eine Osteosynthese durchaus in Betracht gezogen werden sollte. Jedoch ist die Prothese eine gute Alternative bei Osteoporose oder nicht rekonstruierbarer Fraktur. Beide Verfahren haben vergleichbare Ergebnisse (Bastian and Hertel, 2009).

Povac et al. empfehlen ebenfalls aufgrund der postoperativen Zufriedenheit beim alten Menschen die Implantation einer Frakturprothese (Povac et al., 2001).

Eine Studie von Cazeneuve und Cristofari von 2010 empfiehlt bei Patienten, bei denen keine gute Einheilung der Tubercula zu erwarten ist, die Implantation einer inversen Prothese. Sie stellten jedoch bei 63% der Patienten radiologisch eine Glenoidlösung fest (Cazeneuve and Cristofari, 2010).

Da die meisten Patienten mit dem postoperativen Ergebnis zufrieden sind, sie schmerzfrei sind und die Komplikationsrate bei der Prothesenimplantation deutlich geringer ist, sollte trotz des eingeschränkten Ergebnisses im Constant- oder Neer-Score eine Prothesenimplantation beim alten Patienten favorisiert werden. Den Patienten könnte so ein zweiter Eingriff erspart bleiben

und eine schnellere Entlassung nach Hause ermöglicht werden. Festzustellen ist aber, dass die Humeruskopfprothese eine Kompromisslösung und keinesfalls eine optimale Versorgung darstellt, dafür ist das funktionelle Ergebnis zu unbefriedigend. Es sind weitere Studien notwendig, um die Faktoren, welche das postoperative Ergebnis beeinflussen, besser zu erfassen und eventuelle negative Prognosefaktoren auszuschalten. Es sollten Vergleichstudien zwischen konventioneller Prothese und inversen Prothesenmodellen erfolgen.

## **9 Zusammenfassung**

Es wurden in dieser Studie 34 Patienten 3 und 12 Monate nach primärer Prothesenimplantation bei vorliegender Humeruskopffraktur untersucht.

Dabei wurde der Constant-, Neer- und DASH-Score verwendet. Zudem setzten wir den Barthelindex und die Visuelle Analogskala ein. Wir befragten die Patienten nach ihrer Zufriedenheit. Bei beiden Untersuchungen wurde eine Röntgenaufnahme angefertigt. Es musste festgestellt werden, dass die Patienten überwiegend ein schlechtes Ergebnis im Neer- bzw. Constant-Score erzielten. Der DASH-Score zeigte ebenfalls Einschränkungen. Dennoch gab ein großer Anteil der Patienten keine oder nur leichte Schmerzen an. Die meisten Patienten waren mit dem postoperativen Ergebnis zufrieden.

Es konnte eine signifikante Verbesserung zwischen der 1. und 2. Erhebung beim Constant- und DASH-Score gezeigt werden. In den explorativen Tests wurde für den Einfluss des Zustandes des Tuberculum majus, dem Vorliegen von heterotropen Ossifikation, der Prothesenposition, dem selbstständigen Üben bzw. einer durchgeführten Rehabilitation kein auffälliger p-Wert gefunden. Diesem Ergebnis stehen teilweise Ergebnissen der Literatur entgegen. Es müssen also weitere Studien erfolgen.

Die Prothesenimplantation sollte aufgrund der Funktionseinschränkung nur bei älteren Patienten erfolgen, wenn eine Rekonstruktion des Kopfes nicht möglich erscheint. So kann oft eine Folgeoperation erspart werden. Eine schmerzfreie und schnelle Entlassung ist möglich.

## 10 Literaturverzeichnis

Antuña SA, Sperling JW, Cofield RH (2008) Shoulder hemiarthroplasty for acute fractures of the proximal humerus: A minimum five-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 17: 202-209.

Bastian JD, Hertel R (2009) Osteosynthesis and hemiarthroplasty of fractures of the proximal humerus: Outcomes in a consecutive case series. *J Shoulder Elbow Surg* 18: 216-219.

Boehm D, Wollmerstedt N, Doesch M, Handwerker M, Mehling E, Gohlke F (2004) Entwicklung eines Fragebogens basierend auf dem Constant-Murely-Score zur Selbstevaluation der Schulterfunktion durch den Patienten. *Unfallchirurg* 107: 397-402.

Bosch U, Fremerey W, Skutek M, Lobenhofer P, Tscherne H (1996) Die Hemiarthroplastik-Primär- oder Sekundärmaßnahme für 3- und 4-Fragment-Frakturen des proximalen Humerus beim älteren Menschen?. *Unfallchirurg* 99: 656-664.

Boss AP, Hintermann B (1999) Primary endoprosthesis in comminuted humeral head Frakturen in patients over 60 years of age. *Intern Orthopaed* 23: 172-174.

Boss A, Hintermann B (1997) Primäre Versorgung der Humeruskopfrümmerfraktur beim älteren Patienten mit einer Kopfprothese. *Unfallchirurg* 100: 867-873.

Brunner, UH: Humeruskopffraktur. In: Habermeyer P (Hrsg): *Schulterchirurgie*. 3. Auflage Urban und Fischer, München, 2002, S. 403-437.

Brunner U, Boileau P, Köhler S: Ergebnisse und Konsequenzen in der Prothetik aus einer großen Multizenterstudie. In: Lill H (Hrsg): *Die proximale Humerusfraktur*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 2007, S. 163-173.

Brunner U, Köhler S (2007) Schulterendoprothetik bei posttraumatischen Deformitäten durch Frakturfolgen. *Orthopäde* 36: 1037-1049.

Constant CR, Murley AHG (1987) A Clinical Method of Funktional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 214: 160-164.

Constant CR, Gerber C, Emery RJH, Søjbjerg JO, Gohlke F, Boileau P (2008) A review of the Constant score: Midifications and guidelines for its use. *J Shoulder Elbow Surg* 17: 355-361.

- Costan L, Ashwood N (2008) Injuries to the proximal humerus. *Trauma* 10: 175-182
- Cazeneuve JF., Critsofari DJ 2010: The reverse shoulder prosthesis in the treatment of fractures of the proximal humerus in the elderly. *Br J Bone Joint Surg* 4: 535-539.
- Dietrich M, Meier C, Lattmann T, Zingg U, Grüniger P, Platz A (2008) Komplexe proximale Humerusfraktur beim alten Menschen – Winkelstabile Platte vs. Hemiarthroplastik. *Chirurg* 79: 231-240.
- Dietrich M, Meier C, Zeller D, Grueninger P, Berbig R, Platz A (2007) Primary hemiarthroplasty for proximal humeral fractures in the elderly: long-term functional outcome and social implications. *Eur J Trauma Emerg Surg* 5: 512-519.
- Döhler C, Busse M, Gahr RH (2001) Validierung des DASH-Scores am modifizierten Neer-Score. *Klinische Sportmedizin* 2: 57-66.
- Fialka C, Stampfl P, Arbes S, Reuter P, Oberleiter G, Vécsei V (2008) Primary hemiarthroplasty in four-part fractures of the proximal humerus: Randomized trial of two different implant systems. *J Shoulder Elbow Surg* 17: 210-215.
- Gohlke F, Janßen E: Anatomie und Entwicklungsgeschichte. In Gohlke F, Hedtmann A (Hrsg): *Orthopädie und orthopädische Chirurgie – Schulter*. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 2002, S. 25-28.
- Grechenig W, Pichler W, Weiglein A (2008) Frakturen des proximalen Humerus – Mögliche Ursachen von Fehlschlägen bei Osteosynthese. *Trauma und Berufskrankheiten* 10[Suppl 1]: 53-58.
- Greiner SH, Diederichs G, Kröning I, Scheibel M, Perka C (2009) Tuberosity position correlates with fatty infiltration of rotator cuff after hemiarthroplasty for proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surgery* 18: 431-436.
- Habermeyer P, Ebert T (1999) Aktuelle Entwicklungsstand und Perspektiven der Schulterendoprothetik. *Unfallchirurg* 102: 668-683.
- Habermeyer P, Engel G: Endoprothetik. In: Habermeyer P (Hrsg): *Schulterchirurgie*. 3. Auflage Urban und Fischer, München, 2002, S. 497-555.

Habermeyer P, Magosch P: Primäre und sekundäre Frakturprothetik. In: Lill H (Hrsg): Die proximale Humerusfraktur. Georg Thieme Verlag, Stuttgart-New York, 2007, S. 135-162.

Habermeyer P, Magosch P, Lichtenberg S: Classification and Scores of the Shoulder. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 2006, 119-280.

Habermeyer P, Magosch M, Wolf P: Primäre und sekundäre Frakturprothetik. In: Habermeyer P (Hrsg): Schulterchirurgie. 3. Auflage Urban und Fischer, München, 2002, S. 449-497.

Hatzinger R, Nagel H: SPSS Statistics – Statistische Methoden und Fallbeispiele. Pearson Studium, München, 2009, S. 95-293.

Hein B: Gesundheits- und Krankheitslehre. 3. Auflage Urban und Fischer, München, 2007, S. 38.

Hente R, Kampshoff J, Kinner B, Füchtmeier B, Nerlich M (2004) Die Versorgung der dislozierten 3 und 4-Fragmentfraktur des proximalen Humerus mit einem winkelstabilen Plattenfixateur. Unfallchirurg 107: 769-782.

Hepp P, Rose T, Lill H: Kriterien zur Evaluation der klinischen und radiologischen Ergebnisse. In: Lill H (Hrsg): Die proximale Humerusfraktur. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 2007a, S. 28-36.

Hepp P, Voigt C, Josten C: Die konservative Therapie der proximalen Humerusfraktur. In: Lill H (Hrsg): Die proximale Humerusfraktur. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 2007b, S. 40-45.

Jerosch J (2005) Schulterendoprothetik nach Oberarmkopffraktur. Phys Med Rehab Kuror 15: 105-113.

Jerosch J, Heisel J (2003) Schulterendoprothetik eine Standortbestimmung. Dtsch Arztl 37. A2366-A2377.

Kelsch G, Röderer G, Gebhard F, Ulrich C (2008) Primäre Hemiarthroplastik bei Humeruskopfmehrfragmentfrakturen – Ergebnisse in Abhängigkeit der Prothesengeneration. Z Orthop Unfall 146: 325-332.

- Kontakis G, Koutras C, Tosounidis T, Giannoudis P (2008) Early management of proximal humerus fractures with hemiarthroplasty. *Br J Bone Joint Surg* 11: 1407-1413.
- Kontakis GM, Tosounidis TI, Christoforakis Z, Hadjipavlou AG (2009) Early management of complex proximal humeral fractures using the aequalis fracture prosthesis. *Br J Bone Joint Surg* 90B: 1335-1340
- Köstler W, Strohm PC, Südkamp NP (2003) Die proximale Humerusfraktur im hohen Lebensalter – Versorgung mit der winkelstabilen Plattenosteosynthese. *Chirurg* 74: 985-989
- Kralinger F, Schwaiger R, Wambacher M, Farrell E, Menth-Chiari W, Lajtai G, Hübner C, Resch H (2004) Outcome after primary hemiarthroplasty for fracture of the head of the humerus. *Br J Bone Joint Surg* 2: 217-219
- Krämer KL, Maichel FP: Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in der Orthopädie und Traumatologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1993, S. 4-29.
- Liem D, Marquardt B, Witt KA, Steinbeck J (2007) Schulterendoprothetik- Biomechanik und Design. *Orthopäde* 36: 1027-1036.
- Lill H, Josten C (2001) Konservative oder operative Versorgung der Humeruskopffraktur beim alten Menschen? *Chirurg* 72: 1224-1234.
- Lill H, Voigt C (2010) Proximale Humerusfraktur. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie* 148: 353-362.
- Lippert H: Lehrbuch Anatomie. 6.Auflage. Urban&Fischer, München-Jena, 2003, S. 709-727.
- Loitz D, Reilmann H (2001) Frakturen des Humeruskopfes. *Chirurg* 72: 1514-1529.
- Marquass B, Hepp P, Voigt C: Grundlagen. In: Lill H (Hrsg): Die proximale Humerusfraktur. Georg Thieme Verlag, Stuttgart-New York, 2007, S. 1-14.
- Neer CS (1970a) Displaces proximal humeral Fractures: Part I. Classification and Evaluation. *The Journal of Bone & joint surgery* 52: 1077-1089.

Neer CS (1970b) Displaces proximal humeral Fractures: Part II. Treatment of Three-part and four-part displacement. The Journal of Bone & joint surgery 52: 1090-1103.

Nikolaus T: Assessment-Instrumente. In: Zeyfang A, Hagg-Grün U, Nikolaus T: Basiswissen Medizin des Alters und des alten Menschen. Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2008, S. 13-28.

Padua R, Padua L, Bondi R, Insola A, Ceccarelli E, Campi A (2004) Neurological impairment in proximal humeral fractures-dislocations undergoing shoulder replacement. J Orthopaed Traumatol (2) 113-118.

Padua R, Bondi R, Ceccarelli E, Campi A, Padua L (2008) Health-related quality of life and subjective outcome after shoulder replacement for proximal humeral fractures. J shoulder Elbow Surg 17: 261-264.

Philipp MO, Philipp-Hauser S, Gäbler C, Breitensteiner M (2004) Das akute ossäre Trauma des Schultergürtels. Radiologe 44: 562-568.

Pötzl W (2005) Primäre Schulterendoprothese bei Oberarmkopffraktur. Orthopädie und Rheuma 5: 26-28.

Povacz P, Podlaha A, Aschauer E, Resch H (2001) Die Behandlung der proximalen Oberarmfraktur mit der HAS-Prothese. Eu J Trauma E-Suppl.1:133-135.

Reuther F, Mühlhäusler B, Wahl D, Nijs S (2010) Functional outcome of shoulder hemiarthroplasty for fractures: a multicentre analysis. Injury 41: 606-612.

Robinson CM, Page RS, Hill RMF, Sanders DL, Court-Brown CM, Wakefield AE (2003) Primary Hemiarthroplasty for treatment of proximal humeral fractures. The Journal of Bone & joint surgery 85: 1215-1223.

Ruchholtz S, Nast-Kolb D (2003) Die Oberarmkopffraktur. Unfallchirurg 106: 498-513.

Rüter A (2001) Indikation und Technik der Schulterendoprothese bei der Frakturversorgung. Chirurg 72: 1246-1252.

- Rüter A, Schittko A (2003a) Die proximale Humerusfraktur im hohen Lebensalter – Der primärer Humeruskopfersatz – doch eine Alternative?. *Chirurg* 74: 990-993.
- Rüter A, Schittko A (2003b): Möglichkeiten der endoprothetischen Versorgung von Oberarmkopfmehrfragmentfrakturen. *Trauma Berufskrankh* 5[Suppl 1]: S11-S16.
- Schiebler TH, Schmidt W (Hrsg): *Anatomie*. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 2002, S. 274-313.
- Schmal H, Klemt C, Südkamp N.P (2004) Stellenwert der Schulterprothese bei Behandlung der 4-Fragmentfraktur des Oberarmkopfes. *Unfallchirurg* 107: 575-582.
- Schmal H, Klemt C, Südkamp N.P (o. J.) Stellenwert der Schulterprothese bei der Behandlung der 4-Fragmentfraktur des Humeruskopfes. URL: <http://e-poster.org/Poster/Poster/8/poster.htm>. Stand: 25.01.2010.
- Schoepp C, Oswald D, Schofer M, Kortmann HR (2008) Standardverfahren zur Behandlung proximaler Humerusfrakturen. *Trauma Berufskrankh* 10: 59-65.
- Solberg BD, Moon CN, Franco DP, Paiement GD (2009) Surgical Treatment of three and four-part proxiaml humeral fractures. *Am J Bone joint surg* 91: 1689-1697.
- Speck M, Regazzoni P (1997) 4-Fragmentfrakturen des proximalen Humerus. *Unfallchirurg* 100: 349-353.
- Stangl R, Hennig F (2000) Schultergelenknahe Oberarmfrakturen einschließlich Endoprothetik. *Trauma Berufkrankh* 2[Suppl 2]: S180-S185.
- Strohm PC, Köstler W, Südkamp NP (2008) Proximale Humerusfrakturen – Was sollen wir tun?. *Z Orthop Unfall* 146: 312-317.
- Szyszkowitz R, Schippinger G (1999) Die Frakturen des proximalen Humerus. *Unfallchirurg* 102: 422-428.
- Terragnoli F, Zattoni G, Damiani L, Cabrioli A, Li Bassi G (2007) Treatment of proximal und humeral fractures with reverse prostheses in elderly patients. *J Orthopaed Traumatol* 8: 71-76

- Tingart M, Bähris H, Bouillon B, Tiling T (2001a) Die dislozierte proximale Humerusfraktur: Gibt es gesicherte Therapiekonzepte?. *Chirurg* 72: 1284-1291.
- Tingart M, Bähris H, Lefering R, Bouillon B, Tiling T (2001b) Constant-Score und Neer-Score- Ein Vergleich von Scoreergebnis und subjektiver Patientenzufriedenheit. *Unfallchirurg* 11: 1048-1054.
- Tischer T, Rose T, Imhoff AB. In: Lill H (Hrsg): Die proximale Humerusfraktur. Georg Thieme Verlag, Stuttgart-New York, 2007, S. 173-180.
- Trupka A, Wiedemann E, Ruchholtz S, Brunner U, Habermeyer P, Schweiberer L (1997) Dislozierte Mehrfragmentfrakturen des Humeruskopfes. *Unfallchirurg* 100: 105-110.
- Victor A, Elsässer A, Hommel G, Blettner M (2010) Wie bewertet man die p-Wert-Flut?. *Dtsch Arzteb* 107: 50-56
- Voigt C, Lill H: Indikation zur Operation und operative Differentialtherapie. In: Lill H (Hrsg): Die proximale Humerusfraktur. Georg Thieme Verlag, Stuttgart-New York, 2007a, S. 46-78.
- Voigt C, Lill H: Begutachtung. In: Lill H (Hrsg): Die proximale Humerusfraktur. Georg Thieme Verlag, Stuttgart-New York, 2007b, S. 36-39.
- Voigt C, Lill H (2007) Primary joint replacement in proximal humeral fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg* 4: 375-382.
- Vrancken Peeters MJ, Kastelein GW, Breslau PJ (2001) Proximal humerus fractures – A Prospektive Study of the functional outcome after conservative treatment. *Eu J Trauma* 3: 133-136.
- Wiedemann E (2006) Schulterendoprothetik. *Unfallchirurg* 109: 1073-1084.
- Wiedemann E, Brunner U, Hauptmann S, Mutschler W (2004) Implantation einer Endoprothese bei Humeruskopffraktur. *Operat Orthop Traumatol* 16: 1-27.
- Wiedemann E: Verletzungen der Schulter. In: Wirth CJ, Mutschler W (Hrsg): Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart-New York, 2009, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, S. 817-822.

## 11 Thesen

1. Die Inzidenz der Humeruskopffraktur ist steigend.
2. Eine generelle Empfehlung für die Versorgung der dislozierten Humeruskopffraktur besteht nicht.
3. Zwischen 3 und 12 Monaten nach Implantation einer Humeruskopfprothese verändern sich wahrscheinlich die Bewegungsumfänge.
4. Eventuell ist die Entwicklung des funktionellen Ergebnisses nach einem Jahr noch nicht abgeschlossen.
5. Es wird ein Zusammenhang zwischen Alter und DASH-Score vermutet, da dieser Score hauptsächlich Alltagsaktivitäten erfasst.
6. Wahrscheinlich besteht kein Zusammenhang zwischen Prothesenhochstand und Constant-Score bzw. Visueller Analogskala.
7. Es kann ein Zusammenhang zwischen Schmerzfreiheit und Zufriedenheit vermutet werden.
8. Für ältere Patienten ist eine postoperative Schmerzfreiheit entscheidender, als ein gutes funktionelles Ergebnis.
9. Die meisten Patienten sind mit dem postoperativem Ergebnis zufrieden und schmerzfrei. Darum sollte bei älteren Patienten eine primäre Prothesenimplantation favorisiert werden.
10. Die Humeruskopfprothese stellt für die Humeruskopffraktur eine Kompromisslösung und keinesfalls eine optimale Versorgung dar. Das funktionelle Ergebnis ist dafür zu unbefriedigend.

## **Lebenslauf**

**Name** Anne Nettleau, geborene Schäfer  
**Adresse** Geschwister-Scholl Straße 29  
06118 Halle/Saale  
**Geburtsdatum** 05. März 1984  
**Geburtsort** Halle/Saale  
**Staatsangehörigkeit** deutsch  
**Familienstand** verheiratet, 1 Sohn

## **Schulbildung**

1990-1994 Grundsule Wittekind, Halle/Saale  
1994-2003 Hanns-Eisler Gymnasium, Halle/Saale  
2003 Abitur

## **Studium**

2003-2009 Studium der Humanmedizin an der  
Martin-Luther-Universität Halle  
14.09.2005 1. Abschnitt der ärztlichen Prüfung  
01.12.2009 2. Abschnitt der ärztlichen Prüfung

## **Praktische Tätigkeiten**

2005 wissenschaftliche Hilfskraft im Kurs der makroskopischen  
Anatomie der  
Martin-Luther-Universität Halle

## **Praktisches Jahr**

18.08. - 07.12.2008 Innere Medizin, Gastroenterologie  
(Universitätsklinikum, Halle)  
08.12. - 29.03.2009 Chirurgie, Unfallchirurgie  
(Universitätsklinikum, Halle)  
30.3. - 19.7.2009 Dermatologie  
(Universitätsklinikum, Halle)

## **Bisherige berufliche Tätigkeiten**

01.02. – 31.10.2010 Assistenzärztin im Krankenhaus Köthen,  
Klinik für Gastroenterologie  
Seit 01.01.2011 Assistenzärztin im Diakoniekrankenhaus Halle,  
Klinik für Gastroenterologie

Halle/Saale, den 15.05.2014

Anne Nettleau

## **Selbstständigkeitserklärung**

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Die Regeln zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis wurden beachtet.

Ich versichere, dass ich für die inhaltliche Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- und Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen habe. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Halle (Saale), den 15.05.2014

Anne Nettlau

## **Erklärung über früher Promotionsversuche**

Hiermit erkläre ich, dass ich keine früheren Promotionsversuche mit dieser oder einer anderen Dissertation unternommen habe. Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Halle (Saale), den 15.05.2014

Anne Nettleau

## **Danksagung**

Ich danke Fr. Dr. med. M. Huschak für ihre Hilfe beim Studiendesign und der fachliche Beratung zu Beginn der Studie.

Hr. Dr. med. R. Neef und Hr. Prof. Dr. med. Delank für die Unterstützung und Beratung beim Fertigstellen der Arbeit.

Weiterhin danke ich meinen Eltern und meinem Mann für ihre Motivation und Unterstützung.

Bei den Mitarbeitern der Ambulanz der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie und Fr. Ritter bedanke ich mich für die Koordination der Untersuchungen.

Des Weiteren danke ich den Patienten für die freiwillige Teilnahme an dieser Studie.

Ich danke außerdem Prof. Dr. rer. nat. habil. A. Wienke vom Institut für Medizinische Epidemiologie, Biometrie und Informatik für die statistische Beratung.

Nicht zuletzt gebührt mein Dank CA Dr. med. G.H. Hübner für seine Unterstützung und Schaffung des zeitlichen Rahmens zum Schreiben der Arbeit.