

Aus der  
Orthopädischen Klinik und Poliklinik  
der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Direktor: Prof. Dr. med. Dipl. Ing. V. Jansson

# **Ersatz des Schultergelenkes durch eine anatomische Schulterendoprothese**

Dissertation  
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Kerstin Meier

aus Berchtesgaden

2008

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. M. Pfahler

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. T. Heinzeller

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser, FACR

Tag der mündlichen Prüfung: 27.11.2008

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Methodik	10
2.1	Studiendesign	10
2.2	Patientenkollektiv	10
2.3	Prothesenmaterial	10
2.4	Indikationen	13
2.5	Standardisierte Befunderhebung	13
2.5.1	Klinische Befunderhebung	13
2.5.2	Angewandte Scores	14
2.5.2.1	Constant-Score	14
2.5.2.2	Wülker-Score	18
2.5.3	Radiologische Befunderhebung	22
2.5.3.1	Konventionelles Röntgen	22
2.5.3.2	Schichtbildaufnahmen	27
2.6	Präoperative Diagnostik	27
2.7	Postoperative Diagnostik	28
2.8	Aktuelle Diagnostik	28
2.9	Implantation der Komponenten	28
2.9.1	Schaftimplantation mit Kalotte	28
2.9.2	Glenoidkomponente	29
2.9.3	Nachbehandlung	30
2.10	Statistische Auswertung	30
2.10.1	Deskriptive Statistik	30
2.10.2	Statistische Testung	31

3	Ergebnisse	32
3.1	Studienteilnehmer	32
3.2	Prothesenmaterial	36
3.3	Indikationen	38
3.4	Altersverteilung in den Ätiologieklassen	39
3.5	Radiologische Befunderhebung	40
3.5.1	Präoperative Befunde	40
3.5.2	Aktuelle Befunde	42
3.6	Verlaufsanalyse aller Studienteilnehmer	44
3.6.1	Klinische Untersuchung	44
3.6.2	Auswertung der Scores	45
3.6.2.1	Constant-Score	45
3.6.2.2	Wülker-Score	48
3.7	Vergleich der Ergebnisse von Hemi- und Totalendoprothese (HEP/TEP)	51
3.7.1	Klinische Untersuchung	51
3.7.1.1	Totalendoprothese	51
3.7.1.2	Hemiendoprothese	51
3.7.2	Auswertung der Scores	53
3.7.2.1	Constant-Score	53
3.7.2.2	Wülker-Score	58
3.8	Vergleich der Ergebnisse unterschiedlicher Ätiologien	63
3.8.1	Vergleich der Ergebnisse akuter Traumen/Frakturfolge	63
3.8.1.1	Klinische Untersuchung	63
3.8.1.2	Auswertung der Scores	65
3.8.2	Vergleich der Ergebnisse von Frakturfolgen unterschiedlicher Ausprägung	75

3.8.2.1	Klinische Untersuchung	75
3.8.2.2	Auswertung der Scores	77
3.8.3	Vergleich der Ergebnisse nichttraumatischer Ätiologie	87
3.8.3.1	Klinische Untersuchung	87
3.8.3.2	Auswertung der Scores	90
3.9	Untersuchung von Einflussfaktoren	102
3.9.1	Patientenalter bei Operation	102
3.9.2	Patientenalter bei aktueller Befunderhebung	102
3.9.3	Standzeit der Prothese	103
3.9.4	Radiologische Auffälligkeiten	103
3.9.4.1	Subluxation	103
3.9.4.2	Sekundäre Glenoidarthrose	108
3.9.4.3	Lockerungszeichen	111
3.9.5	Voroperation	113
3.9.5.1	Klinische Untersuchung	113
3.9.5.2	Auswertung der Scores	116
3.10	Komplikationen	119
4	Diskussion	120
5	Zusammenfassung	133
6	Anhang	136
6.1	Literaturverzeichnis	136
6.2	Tabellenverzeichnis	146
6.3	Diagrammverzeichnis	146
6.4	Abbildungsverzeichnis	154
6.5	Lebenslauf	155
6.6	Danksagung	157



# 1 Einleitung

Als Pionier der Schulterendo-prothetik kann der Chirurg Jules Emile Péan (1830–1898) bezeichnet werden. Im Jahr 1893 implantierte er in Paris die erste Schulterprothese, deren Schaft aus Platin gefertigt war, mit einem Kopf aus Hartgummi, um ein durch Tuberkulose zerstörtes Schultergelenk zu ersetzen. Inspiriert wurde er von den Arbeiten des deutschen

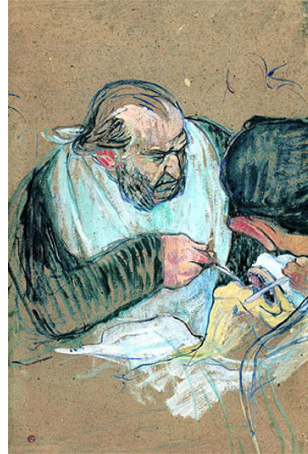


Abbildung 1: Dr. Péan operating (1891), Henri Toulouse-Lautrec, Sterling and Francine Clark, Art Institute, Museums Collections

Professors Themistocles Gluck (1853–1942), der bereits mehrere durch Infektionen destruierte Gelenke gegen Elfenbeinprothesen ausgetauscht hatte. Obwohl die Prothese aufgrund einer Infektion nach zwei Jahren wieder entfernt werden musste, zeigte Péan doch die Möglichkeit auf, das Glenohumeralgelenk durch künstliche Implantate zu ersetzen.

Nach diesen wenig überzeugenden Anfängen folgten einige unfruchtbare, sporadische Versuche, die Evolution der Schulterendoprothetik stagnierte mehr oder weniger.

1950 konstruierte Neer in New York eine zementierte Prothese im Monoblock-Design, deren vielversprechende Ergebnisse 1955 veröffentlicht wurden. Es handelte sich in allen zwölf Fällen um Patienten, die eine Humeruskopffraktur oder eine Luxationsfraktur erlitten hatten. Diese Prothese der ersten Generation stellte lange Zeit den Standard in der Schulterendoprothetik dar, obwohl es aufgrund der Konstruktion zu Dislokationen und frühzeitigen Lockerungen des Implantates kam. Das Drehzentrum lag zu weit lateral, was ein hohes Drehmoment zur Folge hatte.

Neer entwickelte 1990 ein modulares Prothesensystem, bei dem die Schaftlänge und der Schaftdurchmesser sowie die Kalottengrößen individuell gewählt werden konnten. Dies stellte ein positives Zugeständnis an die vorgegebene Anatomie dar.

Die Weiterentwicklung des Schulterersatzes kehrte zu ihren historischen Anfängen nach Frankreich zurück, als Boileau und Walch 1993 nach umfassenden anatomischen Studien eine Schulterprothese der dritten Generation vorstellten. Das Konzept des anatomischen Systems berücksichtigte zusätzlich die individuelle Retroversion und Inklination des Humeruskopfes ebenso wie das hintere und mediale Offset, also den Abstand des Kalottenzentrums zur Humerusschaftachse. Die Kalotte konnte in Durchmesser und Höhe entsprechend gewählt werden. Früher wurde der Kopf meist zu groß bestimmt, was eine unbefriedigende Abduktion zur Folge hatte.

Zum ersten Mal seit Entwicklung einer Schulterendoprothese musste nicht die glenohumerale Anatomie dem Prothesendesign angepasst werden, sondern es konnte durch Auswahl und Kombination variabler Komponenten die Prothese an die bestehende Anatomie adaptiert werden. Durch die Berücksichtigung der physischen Vorgaben des Glenohumeralgelenkes konnte ein größerer Bewegungsradius erreicht werden und das komplexe Zusammenspiel der Muskeln der Rotatorenmanschette erhalten werden. Da die Schulter kein gewichttragendes Gelenk darstellt, lebt ihre Funktion von diesem koordinierten Zusammenwirken von Ligamenten und Muskeln, im Gegensatz zu den Implantaten der unteren Extremität, bei denen vor allem die knöchernen Strukturen bewertet werden müssen. Die Beachtung dieses Gesichtspunktes erhöht die Überlebenszeit der Implantate erheblich.

Die Aequalis-Prothese wird nun seit 15 Jahren klinisch erfolgreich zur Behandlung von Verletzungen des Humeruskopfes und nicht verletzungsbedingten Schultergelenksveränderungen eingesetzt, weltweit sind über 40 000 Implantationen erfasst.

Obwohl die Schulterendoprothetik historisch noch vor den Hüftimplantaten beschrieben wurde, wird der Schulterprothese mit großer Zurückhaltung begegnet. In Deutschland werden pro Jahr lediglich 3000 Schulterendoprothesen implantiert, in den Vereinigten Staaten stehen laut der American Academy of Orthopaedic Surgeons den ca. 23 000 pro Jahr



durchgeführten Schultergelenkersatzoperationen 740 000 Hüft- und Knieprothesen gegenüber. Die Akzeptanz eines künstlichen Schultergelenkes scheint bislang in der Bevölkerung nur gering ausgeprägt zu sein. Zudem werden Schulterschmerzen lange toleriert und die Dringlichkeit eines prothetischen Ersatzes auch von Seiten der Ärzte nicht anerkannt, selbst wenn eine unbefriedigende Schulterfunktion mit einem hohen Schmerzpotenzial große Einbußen der Lebensqualität bedeutet.

Zielsetzung der vorliegenden Studie war es, Antworten auf folgende Fragestellungen zu finden, um mehr Informationen und Sicherheit in Bezug auf den Ersatz des Glenohumeralgelenkes zu gewinnen:

- Wie sind die Ergebnisse des Patientenkollektives des Klinikums Großhadern zu bewerten?
- Ist die Totalendoprothese einer Hemiprothese vorzuziehen?
- Stellt die anatomische Schulterprothese für frische Traumen des Humeruskopfes die Therapieoption der ersten Wahl dar?
- Wie sind die Resultate bei nichttraumatischer Genese zu beurteilen?

## **2 Methodik**

### **2.1 Studiendesign**

Die Verlaufsanalyse der Studienteilnehmer wurde als prospektive Studie angelegt. Untersucht wurden alle Patienten, die in der orthopädischen Klinik des Universitätsklinikums München Großhadern von 1994 bis einschließlich 2005 eine anatomische Schulterendoprothese erhalten hatten.

### **2.2 Patientenkollektiv**

Es wurden im Zeitraum von 1994 bis zum Jahr 2005 insgesamt 113 Patienten mit einer anatomischen Schulterprothese versorgt, davon waren 76 weiblich, 37 männlich. 59-mal wurde das rechte Schultergelenk ersetzt, 54-mal das linke, wobei 12 Patienten an beiden Schultern operiert wurden. In 54 Fällen entsprach die operierte Seite der dominanten, in 59 der nicht dominanten.

Das Durchschnittsalter bei der Operation betrug 65,8 Jahre, mit einer Spanne von 42 bis 86 Jahren. Die Frauen waren im Schnitt mit 68,7 Jahren älter als die Gruppe der Männer mit einem Altersmedian von 59,7 Jahren. 41 der Patienten wurden mit einer Totalendoprothese versorgt, in 72 Fällen wurde das Glenoid nicht ersetzt.

### **2.3 Prothesenmaterial**

Der Schultergelenkersatz erfolgte ausschließlich durch eine anatomische Standard-Schulterendoprothese vom Typ Aequalis mit deren entsprechenden Komponenten.

Dieses Prothesendesign bietet vier unterschiedliche Inklinationswinkel (in 5°-Stufen von 125° bis 140° reichend) sowie drei Schaftdiameter (6,5 mm, 9 mm und 12 mm) an.

Für den Kalottenersatz stehen zehn, in Höhe und Durchmesser unterschiedliche Größen zur Wahl.

Die Rückseite der Kalotte ist mit acht exzentrisch angeordneten Verankerungspolen ausgestattet, um einer eventuellen dorsalen

Translation gerecht zu werden und eine optimale Kongruenz mit der Resektionsfläche herzustellen.

Für einen zementierten Glenoidersatz stehen Polyethylenpfannen in den Größen klein, mittel und groß zu Verfügung.

Für einen zementfreien Pfannenersatz wird eine Spreizdübelpfanne entsprechenden Formats angeboten.



Abbildung 2<sup>1</sup>: Aequalis Standard-Schulterprothese, Ansicht von hinten mit exzentrischem Drehscheibensystem und Ansicht von der Seite

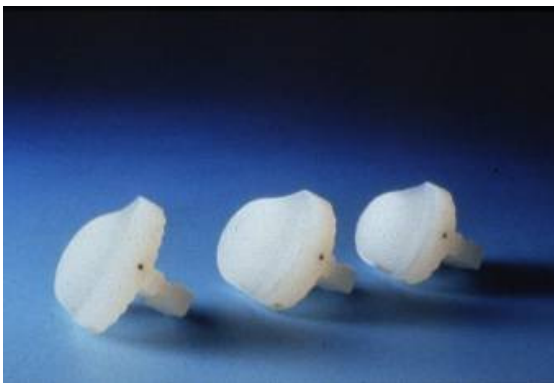


Abbildung 3<sup>2</sup>: Polyethylen-Glenoid-Komponente in drei verschiedenen Größen

---

<sup>1</sup> Quelle: Tornier, Vertriebs- und Beratungsgesellschaft für Medizintechnik mbH



Abbildung 4<sup>3</sup>: Kalottenersatz

---

<sup>2</sup> Quelle: Tornier, Vertriebs- und Beratungsgesellschaft für Medizintechnik mbH

<sup>3</sup> Quelle: Tornier, Vertriebs- und Beratungsgesellschaft für Medizintechnik mbH

## **2.4 Indikationen**

In der vorliegenden Studie wurden alle Ätiologien, die zu einem glenohumeralen Gelenkersatz führen, berücksichtigt. Generell können zwei große Gruppen unterschieden werden:

- Indikationen mit nichttraumatischer Ätiologie
- Indikationen mit traumatischer Ätiologie

Zur ersten Gruppe gehören die primäre Omarthrose, die Humeruskopfnekrose, die Rheumatoide Arthritis, die Instabilitärsarthropathie, die Rotatorenmanschetten-Defekarthropathie sowie alle Revisionen.

Die zweite Gruppe bilden die frischen Humeruskopffrakturen und die Frakturfolgen. Verletzungen, nicht älter als 6 Monate und ohne bisherige operative Therapie, wurden als akutes Trauma definiert. Die Frakturfolgen wurden als fehlgeschlagene Osteosynthesen oder als konservativ versorgte Fraktur älter als sechs Monate mit unbefriedigendem Ergebnis festgelegt.

Die genaue Klassifizierung der Gelenkschäden wird in Abschnitt 2.5.3 erörtert.

## **2.5 Standardisierte Befunderhebung**

### **2.5.1 Klinische Befunderhebung**

Die klinischen Daten wurden bei jedem Patienten in gleicher Form erhoben. Bei entkleidetem Oberkörper wurde der Schultergürtel auf Asymmetrien, Muskelatrophien, Schwellungen und andere Auffälligkeiten inspiziert. Die Palpation schloss die Narbenverschieblichkeit, Druckdolenzen und Überwärmung ein.

Die reinachsigen Bewegungen wurden nach der Neutral-Null-Methode mittels Winkelmesser ermittelt, bei den kombinierten Bewegungen dienten Dornfortsätze der Wirbelsäule und anatomische prominente Punkte als Landmarken.

Die Patienten wurden zunächst im Stand aufgefordert, die betreffende Schulter aktiv so weit wie möglich in die Anteversion, anschließend in die Abduktion zu führen. Die Außenrotation wurde mit angelegtem Oberarm in 0°-Abduktion getestet. Es folgte der Griff in den Nacken, eine Kombination von Abduktion, Flexion und Außenrotation, wobei die Ellbogen so weit wie möglich zur Seite gehalten werden sollten. Der Schürzengriff, der Innenrotation und Retroversion beinhaltet, schloss die aktive Bewegungsprüfung ab.

In Rückenlage wurde die passive Gelenkmobilität überprüft. Der Untersucher bewegte die betroffene Schulter in die oben genannten Richtungen, wobei auf Schmerz, Krepitation und Ausweichbewegungen geachtet wurde.

Beurteilt wurde jeweils das größtmögliche Bewegungsausmaß, das von den Patienten aktiv erreicht werden konnte.

## **2.5.2 Angewandte Scores**

Zur Objektivierung der Funktionsfähigkeit und der eigenen subjektiven Einschätzung der Patienten wurden zwei, vor allem in Europa etablierte Scores verwendet.

### **2.5.2.1 Constant-Score**

Der Score von Constant und Murley, 1987 vorgestellt, bietet den Vorteil, sowohl subjektive als auch objektive Items im Verhältnis 35 zu 65 Prozent zu enthalten, was seine Genauigkeit unterstreicht (Constant 1991).

Die subjektiv zu beantwortenden Fragen wurden durch einen Arzt erfragt, die objektiven untersucht.

Der Fragebogen ist in vier Kategorien gegliedert. Die Items Schmerz sowie Alltagsaktivität mit Arbeitshöhe sind vom Patienten subjektiv zu beantworten, das Bewegungsausmaß und die Kraft gehören zu den objektivierbaren Kriterien. Insgesamt kann ein Maximalwert von 100 Punkten erreicht werden.

Um den erlangten Punktwert in Relation zum Alter und Geschlecht des Patienten zu setzen, wurde dieser korrigiert. Dieser so genannte Adjusted Constant-Score gibt in Prozentangaben die Abweichung des erzielten Wertes von der Normalbevölkerung an. Für diese Korrektur steht eine Tabelle zur Verfügung

## Adjusted Constant- Score

Alter in Jahren	Männer	Frauen
21–30	98	97
31–40	98	90
41–50	92	80
51–60	90	73
61–70	83	70
71–80	75	69
81–90	66	64
91–100	56	52

Tabelle 1: Adjusted Constant-Score

Zunächst wird vom Patienten der Schmerz beschrieben. Eine schmerzfremde Schulter erhält den Wert 15, für stark verspürte Schmerzen gibt es keinen Punkt. 5 oder 10 Punkte werden für die dazwischen liegenden Abstufungen leichter und mäßiger Schmerz vergeben.

Die Alltagsaktivitäten werden in vier Unterpunkte eingeteilt:

Arbeitsfähigkeit, Freizeitaktivität bzw. Sportfähigkeit, Beeinträchtigung beim Schlaf und die Höhe, in der Arbeit verrichtet werden kann.

Die Untergruppe der Arbeitsfähigkeit und der Freizeitaktivität kann je 0 bis 4 Punkte erzielen, ein nicht gestörter Schlaf erhält den Wert 2, ist ein Durchschlafen aufgrund der Schulter nicht möglich, wird kein Punkt vergeben.

## Schmerz

	Pkt.
Keiner	15
Leicht	10
Mäßig	5
Stark	0

Tabelle 2: Schmerzeinteilung im Constant-Score

## Alltags- aktivitäten

		Pkt.
Arbeitsfähigkeit		0–4
Freizeitaktivitäten		0–4
Schlaf		0–2
Arbeitshöhe	Bis Gürtelhöhe	2
	Bis Xiphoid	4
	Bis zum Hals	6
	Bis zum Scheitel	8
	Über den Kopf hinaus	10

Tab. 3: Alltagsaktivitäten im Constant-Score

Das Bewegungsausmaß wurde am stehenden Patienten mit entkleidetem Oberkörper untersucht.

Die Abduktion und die Flexion wurden mit einem Winkelmesser bestimmt. Entsprechend der erreichten Winkelgrade erhielten die Studienteilnehmer jeweils ein Punktwert von 0 bis maximal 10. Bei den kombinierten Bewegungen der Außenrotation und der Innenrotation wurden anatomische Landmarken als Orientierungshilfe verwendet und die Punkte ebenso von 0 bis 10 verteilt.



**Bewegungsausmaß**

		<b>Winkelgrade</b>	<b>Pkt.</b>
<b>Bewegungsausmaß</b>	Ante-version	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>Armposition</b>	<b>Pkt.</b>
Außenrotation	Hand am Hinterkopf mit Ellbogen nach vorne	2	
	Hand am Hinterkopf mit Ellbogen seitlich	2	
	Hand auf Scheitel mit Ellbogen nach vorne	2	
	Hand auf Scheitel mit Ellbogen seitlich	2	
	Nackengriff bis zur BWS, Ellbogen seitlich	2	
Innen-rotation	Handrücken auf Außenseite des Oberschenkels	0	
	Handrücken auf Gesäß	2	
	Handrücken auf lumbosakralem Übergang	4	
	Handrücken auf Gürtellinie	6	
	Handrücken auf BWK 12	8	
	Handrücken zwischen Schulterblättern (BWK 7)	10	

Tabelle 4: Bewegungsausmaß im Constant-Score

Die isometrische Kraftmessung erfolgte mit einer Federwaage. Der stehende Patient wurde aufgefordert, mit 80° Abduktion, 30° Anteversion in Scapula-Ebene mit leicht flektiertem Ellbogen gegen die Waage mit

einer Schlinge am Handgelenk zu ziehen. Für die maximal entgegengebrachte Kraft in Kilopond wurden Punktwerte von 0 bis 25 vergeben.

Isometrische Kraftmessung	Widerstand in kp		Pkt.	Widerstand in kp		Pkt.
		0	0	7,5	17	
		1,0	2	8,0	18	
		2,0	4,5	8,5	19	
		3,0	6,5	9,0	20	
		4,0	9	9,5	21	
		5,0	11	10,0	22	
		6,0	13	10,5	23	
		6,5	14	11,0	24	
		7,0	16	11,5	25	

Tabelle 5: Isometrische Kraftmessung im Constant-Score

### 2.5.2.2 Wülker-Score

Wülker et al. führten 1991 ein Schema zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit des Schultergelenkes ein. Dieser Score enthält ebenfalls sowohl subjektive (Schmerz und Funktion) wie auch objektivierbare Anteile (Kraft, Stabilität und Bewegungsausmaß). Sie stehen im Verhältnis 40 zu 60.

In der vorliegenden Studie wurde der Wülker-Score zur Ergänzung und Erhärtung der nach dem Bewertungsschema von Constant und Murley gewonnenen Ergebnisse gewählt.

Nach Wülker und Kohn kann der Patient in der Kategorie Schmerz 20 Punkte für eine schmerzfreie Schulter vergeben oder 0 Punkte für ein durch Schmerz gebrauchsunfähiges Gelenk. Die Abstufung findet in 4-Punkt-Schritten statt.

		Pkt.
<b>Schmerz</b>	Keiner	20
	Nur bei schwerer Arbeit	16
	Schon bei leichter Arbeit	12
	In Ruhe	8
	In Ruhe und nachts	4
	Bedingt durch Schmerzen gebrauchsunfähig	0

Tabelle 6: Schmerzeinteilung im Wülker-Score

Zur Ermittlung der Funktionsfähigkeit sind 10 einfache Alltagsbewegungen zu bewerten. Ist deren Ausführung möglich, erhält das Item jeweils 2 Punkte, ist sie verhindert, wird kein Punkt vergeben.

		Ausführung möglich	Pkt.
<b>Funktion</b>	Haare kämmen	ja/ nein	2/0
	Hinter Rücken knoten		2/0
	Mit Hand den Mund erreichen		2/0
	Mit der Hand die gegenüber-liegende Axilla erreichen		2/0
	Regal in Kopfhöhe erreichen		2/0
	Auf betroffener Seite schlafen		2/0
	Gegenüberliegende Tasche im Jackett erreichen		2/0
	Gleichseitige Gesäßtasche erreichen		2/0
	Selbstständig be- und entkleiden		2/0
	Selbstständig waschen		2/0

Tabelle 7: Funktionsfähigkeit im Wülker-Score

Für die Rubrik Kraft muss der Patient ein 1 kg schweres Gewicht in die Hand der betroffenen Seite nehmen und in 90° Abduktion halten. Eine Kraftausdauer von 10 s ergibt einen Wert von 15, 5 s von 10 und 2 s von 5 Punkten. Kann die Last nicht gehalten werden oder die Position von 90° Abduktion nicht eingenommen werden, werden 0 Punkte vergeben.

Kraftausdauer in Sekunden		Pkt.
<b>Kraft</b>	Mehr als 10 s	15
	Mehr als 5	10
	Mehr als 2	5
	Ausführung nicht möglich	0

Tabelle 8: Krafteinteilung im Wülker-Score

Die Stabilität des betroffenen Gelenkes wird in vier Ränge aufgeteilt: 15 Punkte erhält ein völlig stabiles Glenohumeralgelenk, 10 ein subjektiv, 5 ein objektiv instabiles. Liegt eine nachvollziehbare Luxationsstellung vor, wird kein Punkt erzielt.

		Pkt.
<b>Stabilität</b>	Keine Instabilität	15
	Subluxationsgefühl ohne klinische Instabilität	10
	Klinische Instabilität ohne vollständige Luxation	5
	Vollständige Luxation, auch rezidivierend	0

Tabelle 9: Stabilitätseinteilung im Wülker-Score

Das Bewegungsausmaß wird ähnlich dem Constant-Score ermittelt. Die Abduktion und die Flexion reichen jeweils von 0° über mehr als 30°, 60°, 90°, 120°, 150° und erzielen dementsprechend Werte von 0 bis 8 Punkten.

Der Nackengriff wird mit maximal 7 Punkten für eine Handreichweite bis zum 7. Dornfortsatz der Brustwirbelsäule bewertet, der Schürzengriff ebenso.

		Pkt.	
<b>Bewegungsausmaß</b>	Abduktion	Mehr als 150°	8
		Mehr als 120°	6
		Mehr als 90°	4
		Mehr als 60°	2
		Mehr als 30°	1
		0°	0
	Flexion	Mehr als 150°	8
		Mehr als 120°	6
		Mehr als 90°	4
		Mehr als 60°	2
		Mehr als 30°	1
		0°	0
	Nackengriff	Bis Th 7	7
		Bis C 7	5
		Bis zum Nacken	3
		Bis zum Ohr	1
		Kopf nicht erreicht	0
	Schürzengriff	Bis Th 7	7
		Bis Th 12	5
Bis L5		3	
Bis zum Gesäß		1	
Gesäß nicht erreicht		0	

Tabelle 10: Bewegungsausmaß im Wülker-Score



Abbildung 5: Bewegungsprüfung

## 2.5.3 Radiologische Befunderhebung

### 2.5.3.1 Konventionelles Röntgen

Bei jedem Patienten wurden konventionelle Röntgenaufnahmen der betroffenen Schulter in zwei Ebenen angefertigt: eine im anterior-posterioren Strahlengang, eine im axialen.

## Klassifizierung der präoperativen Röntgenbilder

Die Beurteilung der präoperativen Aufnahmen erfolgte in den der jeweiligen Ätiologie angepassten und klinisch gängigen Klassifizierungen.

### Primäre Omarthrose

Die verschiedenen Schweregrade einer Omarthrose wurden 1983 von Samilson et al. beschrieben.

Die Röntgenbilder werden an Hand von Osteophyten, subchondraler Sklerose und Gelenkspaltbreite beurteilt.

Grad I	Leichte Arthrose	Exostosen < 3 mm
Grad II	Mäßige Arthrose	Exostosen < 7 mm mit glenohumeralen Unregelmäßigkeiten
Grad III	Schwere Arthrose	Exostosen > 7 mm Subchondrale Sklerose Gelenkspaltverschmälerung

Tabelle 11: Beurteilung der Omarthrose nach Samilson

### Humeruskopfnekrose

Ficat und Arlet führten 1980 eine Klassifizierung der Gelenkveränderungen ein, die mit einer Humeruskopfnekrose einhergehen.

Grad 1	Normale bis diskret veränderte Gelenkstrukturen
Grad 2	Subchondrale Sklerose im Humerkopf
Grad 3	Fraktur im sklerotischen Humerkopf
Grad 4	Impression der humeralen Gelenkfläche Deformierung des Humerkopfes
Grad 5	Wie oben; mit zusätzlicher Destruktion der glenoidalen Gelenkfläche

Tabelle 12: Einteilung der Gelenkveränderungen bei Humeruskopfnekrose nach Ficat und Arlet

## Rheumatoide Arthritis

Zur Einordnung der glenohumeralen Veränderungen beim Krankheitsbild der Rheumatoiden Arthritis kam das Schema von Larsen et al. (1977) zur Anwendung.

Stadium 1	Positiver Befund mindestens einer Läsion: leichte gelenknahe Schwellung der Weichteile, Osteoporose, Gelenkspaltverschmälerung
Stadium 2	Definitive Frühveränderungen: Erosionen, deutliche Gelenkspaltverschmälerung
Stadium 3	Wie oben, mit beginnender Destruktion
Stadium 4	Wie oben, mit schwerer Destruktion und Deformierung
Stadium 5	Massive Destruktionen und Deformierungen, Verlust der Gelenkflächen

Tabelle 13: Einteilung der Gelenkveränderungen nach Larsen et al. bei Rheumatoider Arthritis



## Akutes Trauma

Die Eingliederung frischer Humeruskopffrakturen erfolgte durch die Aufstellung nach Neer (1970).

Eine Fraktur gilt als disloziert, wenn die Lücke der Fragmente größer als 1 cm erscheint oder der Abkippwinkel mehr als 45° beträgt.

Typ 1	Nicht verschobene Fraktur
Typ 2	Fraktur durch den anatomischen Hals
Typ 3	Frakturlinie durch den chirurgischen Hals, 2-Part-Fraktur
Typ 4	Tuberculum-majus-Fraktur, 2-, 3-, 4-Part
Typ 5	Tuberculum-minus-Fraktur, 2-, 3-, 4-Part
Typ 6	Luxationsfraktur

Tabelle 14: Einteilung der Humeruskopffrakturen nach Neer

## Frakturfolgen

Boileau (2006) klassifizierte vier Typen der Folgen von Humeruskopffrakturen. Diese Bewertung fand in der vorliegenden Studie Verwendung.

Typ 1	Arthrose ohne Fehlstellung
Typ 2	Verhakete Luxation
Typ 3	Pseudarthrose
Typ 4	Malposition der Tubercula

Tabelle 15: Einteilung der Frakturfolgen nach Boileau

## Klassifizierung der aktuellen Röntgenbilder

Die Befundung der aktuellen Röntgenaufnahmen wurde nach den Kriterien von Sperling et al. (1998) für die Beurteilung der Schaftkomponente und den RRL-Score von Molé für das Glenoid

durchgeführt. Es wurden jeweils die Grenzflächen zwischen Knochen und Knochenzement bzw. Implantat nach Resorptionslinien beurteilt.

### Schaftkomponente

Grad 0	Kein Resorptionsaum
Grad 1	Inkomplette Resorptionslinie < 1 mm
Grad 2	Komplette Resorptionslinie < 1 mm
Grad 3	Inkomplette Resorptionslinie < 1,5 mm
Grad 4	Komplette Resorptionslinie < 1,5 mm
Grad 5	Resorptionslinie $\geq$ 1,5 mm

Tabelle 16: Beurteilung der Schaftlockerungszeichen nach Sperling

Sperling charakterisierte zusätzlich die Subluxation glenohumeral, wobei der Kalottenmittelpunkt und der tiefste Punkt im Glenoid die Referenzpunkte bilden.

Glenohumerale Luxation < 25 %	Leichte Luxation
Glenohumerale Luxation < 50 %	Mäßige Luxation
Glenohumerale Luxation > 50 %	Schwere Luxation

Tabelle 17: Beschreibung der glenohumeralen Luxation nach Sperling

Bei den Totalendoprothesen wurde auch auf eine mögliche Pfannenerosion geachtet.

### Glenoidkomponente

Zur Bewertung des Glenoids wurden die Grenzflächen zwischen Knochen und Implantat in 6 Bereiche unterteilt. Jedes Gebiet wurde einzeln bezüglich Lysesaum charakterisiert, wobei die Summe der unten beschriebenen erreichten Punktwerte den Scorewert ergibt. Ab einem

Score von 12 oder mehr Punkten ist laut Pfahler (2001) eine Lockerung der Glenoidkomponente wahrscheinlich.

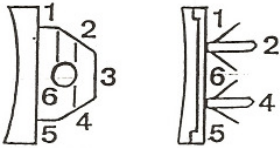


Abbildung 6: Einteilung der Glenoidzonen bei einem zementierten Glenoidimplantat (linke Abb.) und einer Spreizdübelpfanne (rechte Abb.)

	<b>Pkt.</b>
Keine Resorptionslinien	0
Resorptionslinien < 1 mm	1
Resorptionslinie < 2 mm	2
Resorptionslinie > 2 mm	3

Tabelle 18: Beurteilung des Glenoids

### 2.5.3.2 Schichtbildaufnahmen

Die Patienten wurden gebeten, sich computertomographischen bzw. kernspintomographischen Untersuchungen zu unterziehen. Diese Aufnahmen dienen neben der präoperativen Planung auch der Einteilung der Glenoidmorphologie nach Walch (1998).



Abbildung 7: Glenoidmorphologie nach Walch: Typ A1, Typ A2, Typ B1, Typ B2 und Typ C (von links nach rechts)

## 2.6 Präoperative Diagnostik

Die präoperative Diagnostik setzte sich aus der Anamnese, einer schulterspezifischen Untersuchung, der Erhebung der Schulter-Scores nach Constant und Wülker und der radiologischen Befundung zusammen. Diese Diagnostik erfolgte in der Regel wenige Tage vor der Operation.

## **2.7 Postoperative Diagnostik**

Die postoperativen Befunde wurden regelmäßig im Rahmen von Nachkontrollen erhoben. Konventionelle Röntgenbilder wurden etwa 6 Monate nach Implantation aufgenommen, digital dokumentiert und für den Abgleich mit den aktuellen Bildern herangezogen.

## **2.8 Aktuelle Diagnostik**

Zur Evaluation aktueller Ergebnisse wurden alle Patienten schriftlich eingeladen. Eine gründliche klinische Untersuchung des Schultergelenkes sowie die Erhebung der Score-Wertung wurden durchgeführt. Bei 39 der späteren Studienteilnehmer konnten aktuelle Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen erstellt werden.

## **2.9 Implantation der Komponenten**

Die Patienten wurden in Allgemeinanästhesie in Beach-chair-Position mit frei beweglichem Arm gelagert. Eine perioperative Antibioseprophylaxe mit einem Cephalosporin der dritten Generation wurde jedem Patienten routinemäßig verabreicht.

### **2.9.1 Schaftimplantation mit Kalotte**

Der Zugang erfolgt delto-pectoral zwischen Musculus pectoralis major medial und Musculus deltoideus lateralseitig unter Schonung der Vena cephalica. Nach partieller Inzision des Ligamentum coracoacromiale entlang des Processus coracoideus und Spaltung der Faszia clavipectoralis kommt der Musculus subscapularis zur Darstellung. Dieser wird nach Präparation des Nervus axillaris L-förmig auf drei Viertel seiner gesamten Sehnenbreite mit der Gelenkkapsel inzidiert. Der so entstandene freie Schwenklappen gewährleistet die spätere spannungsfreie Reinsertion der Subscapularissehne. Durch Freipräparation des Humeruskopfes durch ein Release nach Matsen sowie die sorgfältige Abtragung von Osteophyten wird das Collum anatomicum dargestellt. Der Humeruskopf wird am anatomischen Hals mit der oszillierenden Säge reseziert. Diese Resektionsfläche bestimmt den späteren Inklinationswinkel sowie die Retroversion. Es folgt die Kennzeichnung der Einbringstelle der ersten

Rundraspel drei Millimeter unterhalb des so genannten speziellen Punktes. Dieser spezielle Punkt wird durch den Schnittpunkt der höchsten Resektionsstelle und der metaphysären Schaftachse definiert. Der Markraum wird mittels Rundraspeln entsprechend des späteren Prothesenschaftdiameters erweitert. Nach Einbringen der Winkellehre, deren Messplatte plan auf der Resektionsfläche zu liegen kommen muss, wird die Aufnahmerille der Prothesenfinne am vorgesehenen Fenster der Lehre mit Festlegung der Retroversion aufgemeißelt. Der Winkel der Inklination wird mit der Winkelmessplatte bestimmt.

Die Markhöhle wird für die Aufnahme des Implantates mit Schafterspeln, die jeweils bis zur Markierung des vorher bestimmten Inklinationswinkels eingeschlagen werden, vorbereitet. Die Probeprotthese wird vorschriftsmäßig montiert und ins Markhöhlenlager eingebracht. Nach Bestimmung der entsprechenden Kalottengröße wird diese so auf die Resektionsfläche aufgebracht, dass eine optimale Deckung gelingt. Hierfür stehen acht exzentrische Verankerungspunkte an der Kopfrückseite zur Verfügung. Es folgt eine Probereposition des Schultergelenkes.

Nach Entfernung der Probeprotthese wird das Originalimplantat unter Einhaltung der zuvor bestimmten Parameter montiert und achsen- sowie rotationsgerecht in das Prothesenlager einzementiert.

Nach Reposition des Glenohumeralgelenkes erfolgt der schichtweise, spannungsfreie Wundverschluss.

## **2.9.2 Glenoidkomponente**

Nach Entfernung der Probeprotthese wird eine Humerusschutzvorrichtung befestigt. Das Labrum wird reseziert. Es wird eine plane Fläche mit Markhöhle als Lager für den Glenoidkiel gefräst, der einzementiert wird. Bei Implantation einer zementfreien Spreizdübelpfanne werden die Verankerungen für die Spreizdübel vorbereitet.

Nach Einbringen der Probekomponenten wird nach Schulterreposition Mobilität, Stabilität sowie die Luxationsneigung geprüft. Die Probeimplantate werden durch die originalen Glenoidkomponenten passgerecht ersetzt.

Nach Pfannenimplantation erfolgt die Einbringung des Prothesenschaftes wie oben beschrieben.

### **2.9.3 Nachbehandlung**

Die Nachbehandlung erfolgte als stationäre Rehabilitationsmaßnahme oder ambulant, wobei die Patienten physiotherapeutisch nach hausinternem Plan betreut wurden.

Das operierte Schultergelenk wurde für die Dauer von etwa vier Wochen in einer Gilchrist-Bandage ruhiggestellt. Die krankengymnastische Behandlung startete mit Mobilisierungsübungen aller distal der Schulter gelegenen Gelenke. Ab Entfernung der Drainagen wurde das operierte Gelenk passiv durch Therapeuten oder auch als Automobilisation beübt, wobei auf Durchführung rein achsengerechter Bewegungen zu achten war. Die Außenrotation war bis zur vollendeten sechsten postoperativen Woche strikt zu vermeiden. Bei Erreichen einer zufriedenstellenden passiven Beweglichkeit wurde ab der dritten Woche mit aktiven Übungen begonnen. Je nach präoperativem Bewegungsausmaß sollte das Schultergelenk um die zehnte postoperative Woche seine volle Mobilität erreicht haben.

Die Patienten wurden angehalten, sich regelmäßig in der orthopädischen Ambulanz des Klinikums Großhadern zu klinischen und radiologischen Kontrollen vorzustellen.

## **2.10 Statistische Auswertung**

Die Statistik der hier vorgelegten Studie wurde unter Verwendung des Programms SPSS® für Windows®, Version 14, deutsch, berechnet. Die erhobenen Daten wurden in einer Access®-Datenbank gesammelt und aufbereitet.

### **2.10.1 Deskriptive Statistik**

Zur graphischen Darstellung des Zusammenhangs wurden Box-Plots gewählt. Im Text wurden jeweils die Standardabweichung (s), der Median (Mittelwert) sowie der minimale (Min.) und maximale Wert (Max.) angegeben. Ausreißer und Extremwerte wurden an den Enden der jeweiligen Box-Plots als Punkte oder Sterne markiert.

## 2.10.2 Statistische Testung

Es wurden jeweils die präoperativen Ergebnisse mit den aktuellen, postoperativen Werten der Studienteilnehmer verglichen.

Die metrisch skalierte Winkelgradeinteilung des jeweils gemessenen Bewegungsausmaßes wurde als stetes, quantitatives Merkmal mit einem t-Test für gepaarte Stichproben berechnet.

Für die ordinale Skalierung der Score-Werte, die diskrete, qualitative Merkmale repräsentieren, wurde ein nicht parametrischer Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben angewandt.

Beim Vergleich der Ergebnisse unterschiedlicher Ätiologien wurde für die Winkelgradangaben der t-Test für unverbundene Stichproben gewählt, für die Score-Werte der U-Test von Mann und Whitney für ungepaarte Stichproben bzw. der Kruskal-Wallis-Test für mehr als zwei unverbundene Stichproben.

Um Aussagekraft über die Genauigkeit der Schätzung beim Vergleich der Mittelwerte bzw. der Mediane zu erhalten, wurde jeweils das 95%ige Konfidenzintervall bei einer festgelegten Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha = 5\%$  kalkuliert.

Dies bedeutet: Bei einer Konfidenzwahrscheinlichkeit von  $1-\alpha = 95\%$ , wird ein Vertrauensintervall, welches den unbekanntem Erwartungswert  $\mu$  aus der Differenz der Mittelwerte enthält, mit einer 95%igen Wahrscheinlichkeit erreicht. Je größer die Stichprobe, umso schmaler fällt das Konfidenzintervall aus.

Liegen die Intervallgrenzen jenseits des Wertes 0 und besteht ein gleichsinniger Zusammenhang, unterscheiden sich die beiden verglichenen Gruppen. Ist der Wert 0 hingegen vom Konfidenzintervall überdeckt, so besteht kein Unterschied zwischen den Blöcken.

Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha = 5\%$ , ist  $p < 0,05$  und damit der Unterschied der Gruppen signifikant.

Um den Zusammenhang möglicher Einflussgrößen aufzudecken, kam die lineare Regressionsanalyse mit Angabe des Bestimmtheitsmaßes  $r^2$ , vom Wert 0 bis 1, zur Anwendung. In Scatter-Plots wurde die Regressionsgerade mit ihrem 95%igen Konfidenzintervall gelegt.

# 3 Ergebnisse

## 3.1 Studienteilnehmer

Von den insgesamt 113 mit einer Aequalis-Schulterprothese versorgten Patienten konnten 102 in die Studie aufgenommen werden (90,3 %). 7 Patienten waren verstorben, 4 unbekannt verzogen.

70 der ausgewerteten Patienten waren weiblich, 32 männlich.

56-mal wurde das rechte, 46-mal das linke Glenohumeralgelenk ersetzt.

12 Patienten erhielten beidseits eine Endoprothese. In 52 Fällen entsprach die operierte Seite der dominanten, in 50 der nicht dominanten.

Das Durchschnittsalter der Studienteilnehmer bei der Operation belief sich auf 65,75 Jahre, wobei der jüngste Patient 43, die älteste Patientin 86 Jahre alt war.

Der Altersmedian der Frauen betrug 68,57 Jahre (Min. 44, Max. 86), die Männergruppe war mit einem Durchschnitt von 59,56 (Min. 43, Max. 80) um 9,01 Jahre jünger.

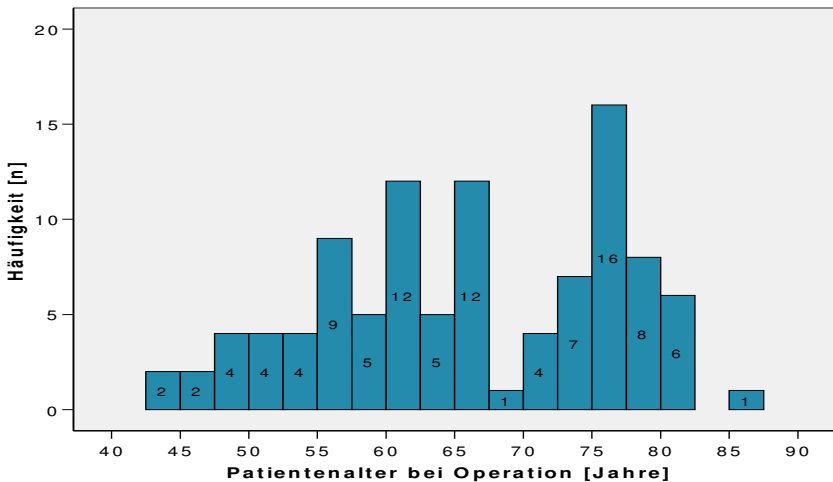


Diagramm 1: Histogramm des Patientenalters zum Zeitpunkt der Operation



Die Patienten waren im Durchschnitt bei der aktuellen Nachuntersuchung 69,93 Jahre alt (Min. 46, Max. 91). Auch hier war folglich die Gruppe der Frauen mit einem Mittelwert von 73,09 Jahren (Min. 46, Max. 91) älter als die der Männer mit einem durchschnittlichen Alter von 63,01 Jahren (Min. 47, Max. 81).

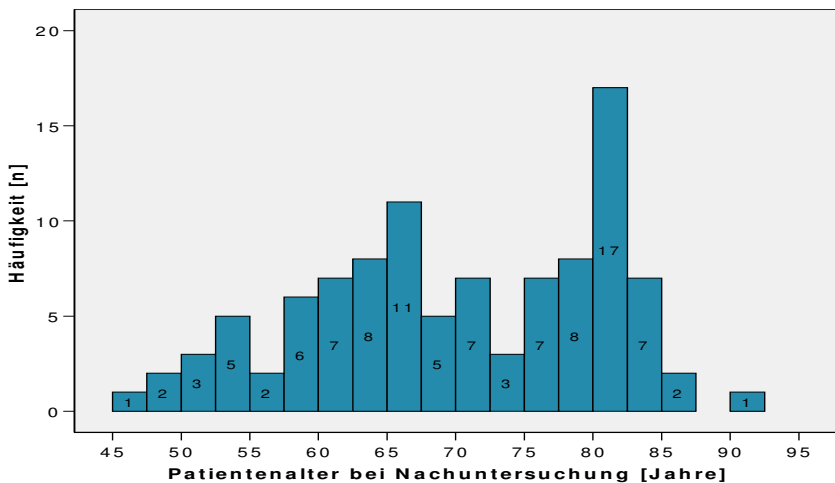


Diagramm 2: Histogramm des Patientenalters zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Bei 64 Schultern wurde eine Hemiprothese implantiert, 38-mal wurde auch das Glenoid ersetzt.

22 Patienten hatten anamnestisch eine Voroperation (22 %), in 3 Fällen wurde zweimal voroperiert (3 %), in 2 Fällen dreimal (2 %). Die Art des jeweiligen Eingriffs wurde nicht näher beschrieben.

Pat.-Nr.	Geschlecht	Schulter	Händigkeit	Ätiologie	Anzahl Vor-OP	Glenoid-Implantat
2	m	re	dom	Frakturfolge	0	HEP
3	m	re	dom	Frakturfolge	0	HEP
4	w	re	n dom	Rheumatoide Arthritis	0	HEP
6	w	re	dom	Humeruskopfnekrose	0	HEP
7	w	li	n dom	Rheumatoide Arthritis	0	TEP
8	w	re	dom	Frakturfolge	0	HEP
9	w	re	dom	Humeruskopfnekrose	0	HEP
10	w	li	n dom	Frakturfolge	0	HEP
11	w	li	n dom	Humeruskopfnekrose	0	TEP
12	w	li	n dom	Rheumatoide Arthritis	0	HEP
13	w	re	dom	Omarthrose	0	HEP
14	w	li	n dom	Omarthrose	0	HEP
17	m	re	n dom	Akutes Trauma	0	HEP
18	w	re	dom	Frakturfolge	1	HEP

20	m	re	dom	Omarthrose	0	HEP
21	w	re	dom	Humeruskopfnekrose	1	HEP
22	w	li	n dom	Frakturfolge	1	HEP
23	m	re	dom	Omarthrose	1	HEP
25	w	re	dom	Frakturfolge	1	HEP
26	w	re	dom	Omarthrose	0	HEP
27	w	li	n dom	Akutes Trauma	0	HEP
28	m	li	dom	RM-Defektarthropathie	0	HEP
29	m	re	n dom	Omarthrose	1	HEP
30	w	re	dom	Omarthrose	0	HEP
31	w	re	dom	Akutes Trauma	0	HEP
32	w	li	n dom	Omarthrose	0	TEP
33	w	li	n dom	Rheumatoide Arthritis	2	HEP
34	m	re	dom	Omarthrose	0	TEP
35	w	re	dom	Omarthrose	0	HEP
36	m	li	n dom	Akutes Trauma	0	HEP
37	w	re	dom	Humeruskopfnekrose	0	HEP
38	m	re	dom	Instabilitätsarthropathie	1	TEP
39	w	li	n dom	Rheumatoide Arthritis	0	HEP
41	w	li	n dom	Omarthrose	0	HEP
42	m	li	n dom	Akutes Trauma	0	HEP
43	w	li	n dom	Frakturfolge	1	HEP
44	w	re	dom	Frakturfolge	1	HEP
45	w	li	n dom	Omarthrose	0	TEP
46	w	re	dom	Humeruskopfnekrose	1	HEP
47	w	li	dom	Rheumatoide Arthritis	0	HEP
48	w	li	n dom	Omarthrose	0	HEP
50	w	li	n dom	Sonstiges	1	TEP
51	w	li	n dom	Frakturfolge	2	HEP
52	w	li	n dom	Omarthrose	0	TEP
53	w	re	dom	Frakturfolge	3	HEP
54	w	li	n dom	Omarthrose	0	TEP
55	w	re	dom	Akutes Trauma	0	HEP
56	w	li	dom	Omarthrose	0	HEP
57	m	re	dom	Omarthrose	0	TEP
58	w	re	dom	Frakturfolge	0	HEP
59	w	re	dom	Omarthrose	0	TEP
60	w	li	n dom	Omarthrose	0	HEP
61	w	li	n dom	Frakturfolge	1	HEP
62	w	li	n dom	Frakturfolge	0	HEP
63	m	li	n dom	Omarthrose	1	TEP
64	m	re	dom	Omarthrose	0	HEP
65	w	li	n dom	Frakturfolge	1	TEP
66	m	li	n dom	Frakturfolge	0	TEP
67	w	re	dom	Omarthrose	0	TEP
68	w	li	n dom	Humeruskopfnekrose	0	TEP
69	m	li	n dom	Instabilitätsarthropathie	1	HEP
70	w	re	dom	Sonstiges	1	HEP
71	m	li	n dom	Akutes Trauma	0	HEP
72	w	li	n dom	Frakturfolge	0	HEP
73	w	li	n dom	Frakturfolge	0	HEP
74	m	re	dom	Instabilitätsarthropathie	0	HEP
75	w	re	dom	Omarthrose	0	TEP
76	w	li	n dom	Omarthrose	0	TEP
77	m	li	n dom	Rheumatoide Arthritis	0	HEP
78	w	li	n dom	Frakturfolge	1	HEP
80	w	re	dom	Humeruskopfnekrose	0	TEP
82	m	re	n dom	Frakturfolge	0	HEP
83	m	re	dom	Sonstiges	1	TEP
84	w	re	dom	Rheumatoide Arthritis	0	TEP
85	m	li	n dom	Omarthrose	0	TEP
86	w	re	dom	Humeruskopfnekrose	0	HEP
87	w	re	dom	Omarthrose	0	HEP
88	w	li	n dom	Omarthrose	0	HEP
89	m	li	n dom	Sonstiges	1	HEP

90	w	re	dom	Sonstiges	1	TEP
91	w	re	dom	Omarthrose	0	HEP
92	w	re	dom	Omarthrose	0	TEP
93	w	re	dom	Frakturfolge	0	HEP
94	w	li	n dom	Omarthrose	0	HEP
95	m	li	n dom	Frakturfolge	0	TEP
96	w	re	dom	Humeruskopfnekrose	0	TEP
97	m	re	dom	Sonstiges	3	TEP
98	w	li	n dom	Omarthrose	0	HEP
99	w	li	n dom	Omarthrose	1	HEP
100	w	re	dom	Frakturfolge	0	TEP
101	w	li	n dom	Omarthrose	0	HEP
102	w	li	n dom	Omarthrose	1	TEP
104	m	li	dom	Omarthrose	0	TEP
105	w	re	dom	Omarthrose	0	TEP
106	m	re	dom	Omarthrose	0	TEP
107	m	li	n dom	Instabilitätsarthropathie	0	TEP
108	w	li	n dom	Omarthrose	0	TEP
109	m	re	dom	Omarthrose	0	TEP
110	m	li	n dom	Omarthrose	0	TEP
111	w	re	dom	Frakturfolge	1	HEP
112	m	re	dom	Omarthrose	2	TEP
113	m	li	dom	Omarthrose	0	TEP

Tabelle 19: Basisdatentabelle aller Studienteilnehmer

## 3.2 Prothesenmaterial

Für die vorliegende Studie wurden ausschließlich anatomische Schulterendoprothesen des Typs Aequalis verwendet. 15-mal wurde der schmale Schaft mit einem Durchmesser von 6,5 mm, 65-mal der mittlere mit 9 mm Durchmesser und 22-mal der 12 mm dicke Schaft implantiert. Bei der Inklination des Winkeladapters wurde 37-mal eine Position von 125°, 44-mal von 130°, 15-mal von 135° und 6-mal von 140° gewählt. Die große Variabilität der Schulteranatomie zeigt die Verwendung von allen 8 exzentrisch angeordneten Verankerungspolen an der Kalottenrückseite, die zur Bestimmung der individuellen Retroversion zur Verfügung stehen.

**Kalotten-einstellung**

	Häufigkeit
1	28
2	9
3	4
4	11
5	4
6	14
7	12
8	20

Tabelle 20: Kalotteneinstellung

Die verwendeten Kalottengrößen werden in folgender Tabelle dargestellt:

**Kalottengröße**

	Häufigkeit
37 mm x 13,5 mm	0
39 mm x 14 mm	3
41 mm x 15 mm	11
43 mm x 16 mm	26
46 mm x 17 mm	26
48 mm x 18 mm	29
50 mm x 16 mm	3
50 mm x 19 mm	4
52 mm x 19 mm	0
52 mm x 23 mm	0

Tabelle 21: Kalottengröße

Die Schaftkomponenten wurden bei allen Studienteilnehmern einzementiert.

Die Schulterpfanne wurde in 38 Fällen ersetzt, wobei 6 Patienten eine zementfreie Spreizdübelpfanne erhielten, 32 ein Polyethylenimplantat, welches einzementiert wurde.

Das verwendete Glenoid entsprach in 12 Fällen der Größe klein, 19-mal wurde die mittlere Pfanne implantiert und 7 Patienten erhielten ein großes Glenoidimplantat.

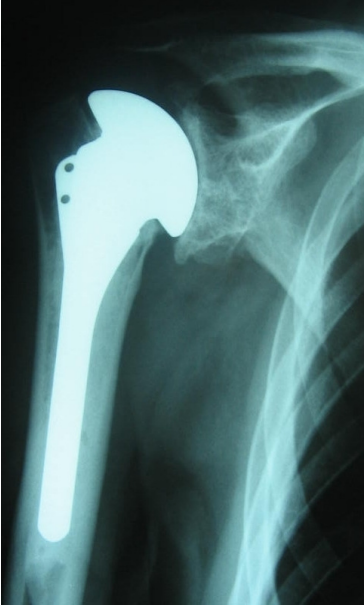


Abbildung 8: Aequalisprothese in situ, Ansicht in zwei Ebenen

### 3.3 Indikationen

Die Indikationsliste führten 42 Patienten mit primärer Omarthrose an. In 24 Fällen wurde eine Frakturfolge festgestellt, dabei wurden 10 Patienten nach einem Typ I oder II nach Boileau klassifiziert, 14 Studienteilnehmer nach einem Typ III oder IV. 10-mal war die Ätiologie der Humeruskopfnekrose vertreten. 8 Studienteilnehmer wiesen den Befund einer Rheumatoiden Arthritis auf, ein akutes Trauma der Schulter hatten 7 Patienten erlitten. Die Indikationsstellung der Instabilitärsarthropathie trat 4-mal auf und bei einem Schultergelenk wurde eine Rotatorenmanschetten-(RM-)Defektarthropathie festgestellt. Alle Revisionsoperationen wurden in einer Gruppe „Sonstiges“ zusammengefasst. Zu dieser Untergruppe, die 6-mal besetzt war, zählten: eine Revisionsoperation des Schaftes bei Fremdprothese, eine Pfannenarrosion bei Hemiprothesenimplantation von auswärts, eine Revision der Kalotte, eine Revision des Schaftes und der Pfanne, eine Pfannenrevision. Bei einer Patientin wurde nachträglich das Glenoid ersetzt.

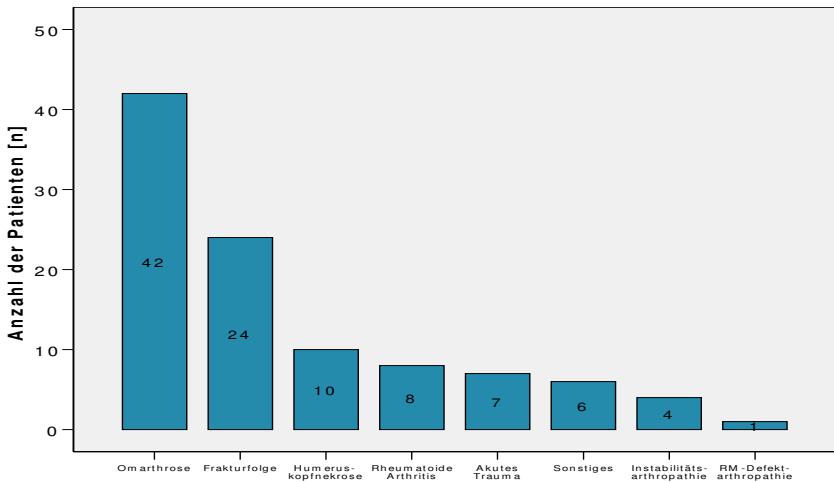


Diagramm 3: Histogramm der unterschiedlichen Ätiologieklassen

### 3.4 Altersverteilung in den Ätiologieklassen

Die Altersverteilung in den definierten Ätiologieklassen war zum Zeitpunkt der Implantation wie folgt:

Die Patientengruppe mit Instabilitätsarthropathie war mit einem Durchschnitt von 52,00 Jahren die jüngste (Min. 43, Max. 62), Studienteilnehmer, die in der Kategorie „Sonstiges“ zusammengefasst wurden, kamen auf einen Altersmittelwert von 59,67 Jahre (Min. 46, Max. 78). Der Altersmedian in der Rubrik Frakturfolge belief sich auf 65,38 Jahre (Min. 48, Max. 86), Patienten mit einem akuten Trauma der Schulter waren im Mittel 66,00 Jahre alt (Min. 55, Max. 75) und die Untergruppe Rheumatoide Arthritis zeigte ein Durchschnittsalter von 67,00 Jahren (Min. 44, Max. 80). Bei Teilnehmern, die an einer Humeruskopfnekrose litten, berechnete sich ein Altersmittelwert von 70,80 Jahren (Min. 52, Max. 82). Die Kategorie Rotatorenmanschetten-Defektarthropathie war lediglich durch einen Patienten besetzt, er war bei der Operation 79 Jahre alt.

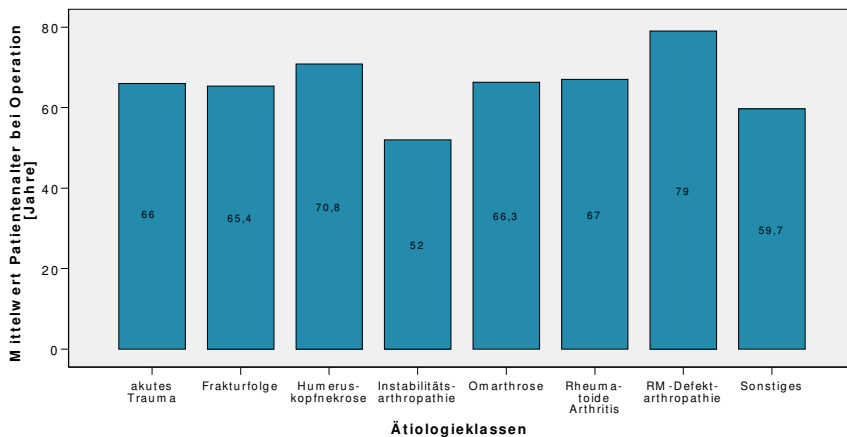


Diagramm 4: Altersverteilung in den definierten Ätiologieklassen

## 3.5 Radiologische Befunderhebung

### 3.5.1 Präoperative Befunde

Bei insgesamt 42 Fällen mit der Ätiologie einer primären Omarthrose wurden ein Patient mit einer leichten, 10 mit einer mittleren und 31 mit einer schweren Omarthrose nach Samilson beschrieben.

Nach der Klassifizierung von Boileau wurden 7 Patienten mit einer Frakturfolge dem Typ I, 3 dem Typ II, 12 dem Typ III und 2 dem Typ IV zugeordnet.

Die Stadien 1 und 2 nach Ficat und Arlet waren bei den Studienteilnehmern mit einer Humeruskopfnekrose nicht besetzt. Im 3. Stadium befanden sich ein Patient, im 4. Stadium 4 und im 5. Stadium 5 Patienten.

Studienteilnehmer mit dem Krankheitsbild der Rheumatoiden Arthritis belegten in den Kategorien nach Larsen 3-mal Rang III, 4-mal Rang IV und einmal Rang V. Leichte Gelenkveränderungen durch die Grunderkrankung (Kategorie I und II) zeigten sich an keiner Schulter.

In 4 Fällen wurde eine Humeruskopftrümmerfraktur mit Luxation radiologisch diagnostiziert. Dies entspricht einer Typ-6-Fraktur nach Neer. Je einmal wies das Röntgenbild auf eine 2-Part-Fraktur am Collum anatomicum (Typ 2) und eine Fraktur am Collum chirurgicum mit



Trümmerzone (Typ 3) hin. Ein Patient erlitt eine 4-Part-Fraktur mit Beteiligung des Tuberculum majus und des Collum chirurgicum (Typ 4). Die folgenden Röntgenbilder zeigen eine Auswahl der unterschiedlichen Ätiologien.



Abbildung 9: Befund einer Omarthrose

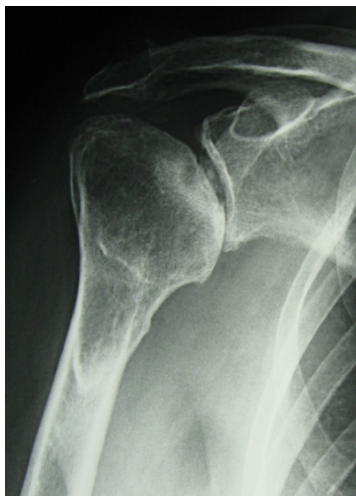


Abbildung 10: Befund einer Humerkopfnekrose



Abbildung 11: Befund einer Rheumatoiden Arthritis



Abbildung 12: Befund einer Instabilitätsarthropathie



Abbildung 13: Befund einer Frakturfolge Typ II nach Boileau (links) und Typ III nach Boileau (rechts)

### 3.5.2 Aktuelle Befunde

Von 39 Studienteilnehmern wurde eine aktuelle Bildgebung angefertigt: 18 Patienten hatten eine Totalendoprothese erhalten, 21 Patienten eine Hemiprothese.

Die Bewertung dieser Röntgenaufnahmen erfolgte anhand von Aufhellungslinien im Prothesenschaftbereich nach Sperling. Bei 31 Bildern (79 %) wurde kein Lyseaum gefunden. 7-mal (18 %) wurde eine inkomplette Resorptionslinie von weniger als 1 mm diagnostiziert (Sperling Grad 1), bei einem Patienten (3 %) Sperling Grad 2.

Zur Beurteilung des Glenoidimplantates wurde als Messinstrument der RLL-Score nach Molé angewandt. 12-mal (67 %) war keine Resorptionslinie sichtbar und es konnte ein Wert von 0 vergeben werden. 4 Aufnahmen (22 %) entsprachen einem RLL-Wert von 2, einmal wurde der Wert 3 vergeben (6 %). Bei einer Patientin (6 %) wurde um die Spreizdübelpfanne eine große Lysezone entdeckt, sie erhielt den Wert 12. 6-mal (29 %) wurde bei den Hemi-Implantaten eine Subluxationsstellung beschrieben. Diese betrug in 5 Fällen jeweils weniger als 25 %, in einem Fall mehr als 25 %. Eine sekundäre Glenoidarthrose war bei 6 Patienten (29 %) ohne Glenoidersatz radiologisch auffällig.



Abbildung 14: Befund einer Subluxation



Abbildung 15: Befund einer sekundären  
Glenoidarthrose

## 3.6 Verlaufsanalyse aller Studienteilnehmer

Die durchschnittliche Standzeit der Prothesen betrug 44,51 Monate (1,30 bis 126,80 Monate).

Die Totalendoprothesen waren im Mittel 30,92 Monate alt (Min. 1,30, Max. 126,80), bei den Hemiprothesen belief sich der Altersmittelwert auf 52,59 Monate (Min. 3,30, Max. 125,10).

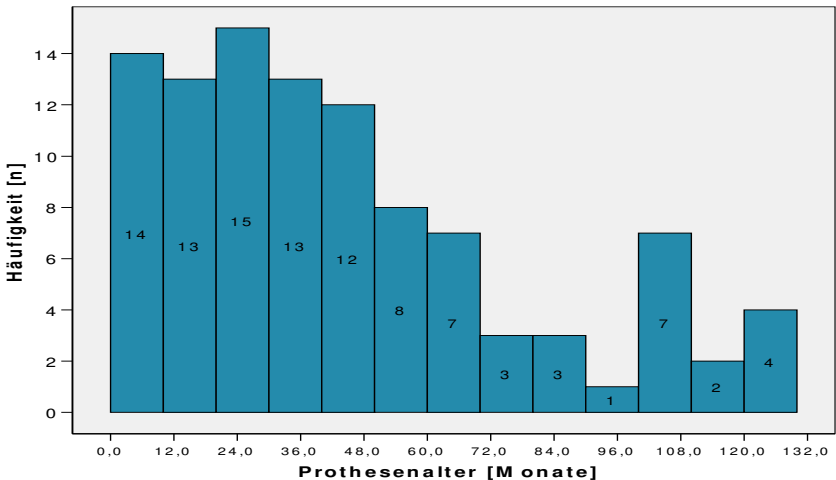


Diagramm 5: Histogramm des Prothesenalters

### 3.6.1 Klinische Untersuchung

Der Mittelwert der präoperativ gemessenen Abduktion von  $62,79^\circ$  (s 39,16) verbesserte sich um  $69,42^\circ$  auf  $132,21^\circ$  postoperativ (s 45,87). Die aktive Flexion stieg, ausgehend von einem Ausgangsmittelwert von  $71,81^\circ$  (s 40,76), um  $68,87^\circ$  auf  $140,69^\circ$  (s 41,85) bei der Nachuntersuchung an. Die Außenrotation nahm vom Wert  $22,79^\circ$  (s 20,08) auf einen Mittelwert von  $60,88^\circ$  zu, bei einer Differenz von  $38,09^\circ$  (s 18,26).

Die Verbesserung der Mittelwerte des Bewegungsausmaßes war für alle drei Bewegungsrichtungen signifikant ( $p < 0,001$ ).

Bei 4 Patienten war eine Verschlechterung des Bewegungsausmaßes festzustellen.

Ein Patient (Pat.-Nr. 38) fiel von den Winkelgraden bei der Abduktion von 170° auf 80°, bei der Anteversion von ebenfalls 170° auf 100° und bei der Außenrotation von 70° auf 30°. Bei ihm wurde 27 Monate nach der Prothesenimplantation eine Revision durchgeführt.

Bei den anderen 3 Studienteilnehmern mit einem schlechteren postoperativen Mobilitätsergebnis waren einzelne Bewegungsrichtungen mit einer Abweichung bis zu 30° aufgefallen.

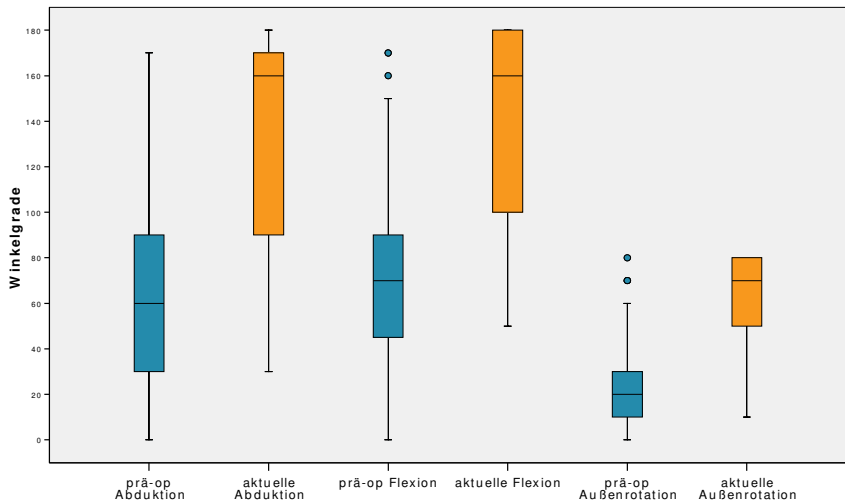


Diagramm 6: Gegenüberstellung des präoperativen und postoperativen Bewegungsausmaßes im Box-Plot ( $p < 0,001$ )

## 3.6.2 Auswertung der Scores

### 3.6.2.1 Constant-Score

Der Mittelwert des Constant-Scores stieg von präoperativ 28,25 Punkten (s 14,59, Min. 2,0, Max. 76,0) auf 63,96 Punkte bei der aktuellen Untersuchung an (s 19,15, Min. 18, Max. 93,0). Die Differenz belief sich auf 35,71 Punkte. Auch im alterskorrigierten Constant-Score war eine Verbesserung um 50,68 % von 37,70 % (s 19,16, Min. 1,0, Max. 101) auf 88,38 % (s 27,03, Min. 20, Max. 133) zu verzeichnen.

In der Kategorie Schmerz steigerte sich der Ausgangswert von 2,25 (s 3,04, Min. 0, Max. 15) auf 11,81 (s 3,57, Min. 0, Max. 15). Die Alltagsaktivitäten

besserten sich von einem Wert von 7,31 präoperativ (s 2,90, Min. 2, Max. 16) auf 15,68 Punkte postoperativ (s 3,93, Min. 6, Max. 28). Das bewertete Bewegungsausmaß erreichte bei einem Startwert von 11,73 (s 7,29, Min. 0, Max. 34) einen Mittelwert von 27,55 (s 9,64, Min. 8, Max. 40). Die Kraftwerte stiegen im Mittel von 6,96 (s 4,93, Min. 0, Max. 25) auf 8,92 Punkte (s 4,57, Min. 0, Max. 20).

	Schmerz	Alltagsaktivität	Bewegungsausmaß
Präoperativ	2,25	7,31	11,73
Postoperativ	11,81	15,68	27,55
Differenz	9,56	8,37	15,82
	Kraft	Punkte im Constant-Score	Adjusted Constant-Score [%]
Präoperativ	6,96	28,25	37,70
Postoperativ	8,92	63,96	88,38
Differenz	1,96	35,71	50,68

Tabelle 22: Gegenüberstellung Constant-Score präoperativ und postoperativ

Die Verbesserungen waren in allen Einteilungen des Constant-Scores signifikant ( $p < 0,001$ ).

6 Patienten erreichten postoperativ schlechtere Werte im Constant-Score ( $p < -8,57$ ).

Für die negativen Ränge gilt:

- $p < -8,57$  für Constant-Score
- $p < -8,62$  für Adjusted Constant-Score
- $p < -8,66$  für Kategorie Schmerz
- $p < -8,64$  für Kategorie Alltagsaktivität
- $p < -8,34$  für Kategorie Bewegungsausmaß
- $p < -3,02$  für Kategorie Kraft.

Bei einem Patienten (Pat.-Nr. 77) nahm der präoperative Scorewert von 22,5 auf 18 Punkte innerhalb von 11 Monaten ab. Eine andere Patientin (Pat.-Nr. 33) verschlechterte sich innerhalb derselben Zeitspanne von 33,5 auf 24 Punkte. Ein weiterer Studienteilnehmer (Pat.-Nr. 38) fiel von einem Ausgangswert von 54 auf einen Punktwert von 39 zurück. Bei diesen Patienten wurde eine Revisionsoperation durchgeführt. Ihre Scores verbesserten sich postoperativ auf 40, 48 bzw. 72 Punkte.

Bei einem Studienteilnehmer (Pat.-Nr. 110) sank der Punktwert von 48 auf 34. Die Nachuntersuchung wurde 9 Monate postoperativ durchgeführt. Bei einem Teilnehmer (Pat.-Nr. 83) wurde ein postoperativ niedrigerer Score von 69 Punkten bei einem Startwert von 76 festgestellt. Die Standzeit betrug 50 Monate, die Schulter wurde bereits im Vorfeld revidiert.

Eine Patientin (Pat.-Nr. 21) verschlechterte sich von 49 auf 48,5 Punkte, die Prothese war bereits vor 9 Jahren implantiert worden.

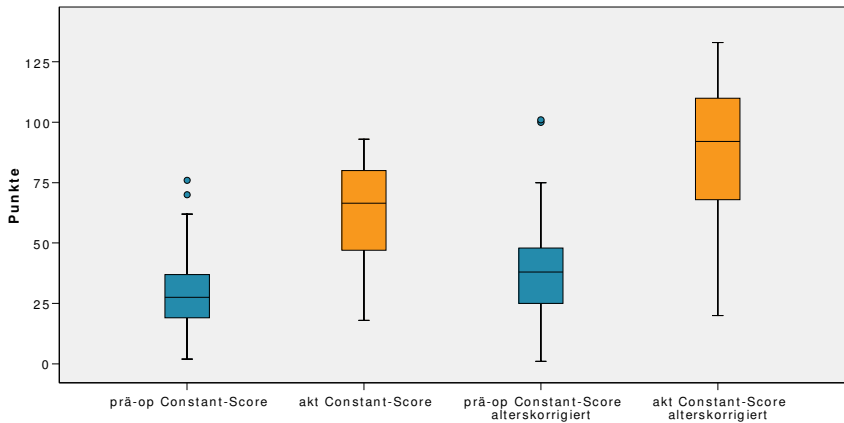


Diagramm 7: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse des Constant-Scores und des alterskorrigierten Constant-Scores im Box-Plot ( $p < 0,001$ )

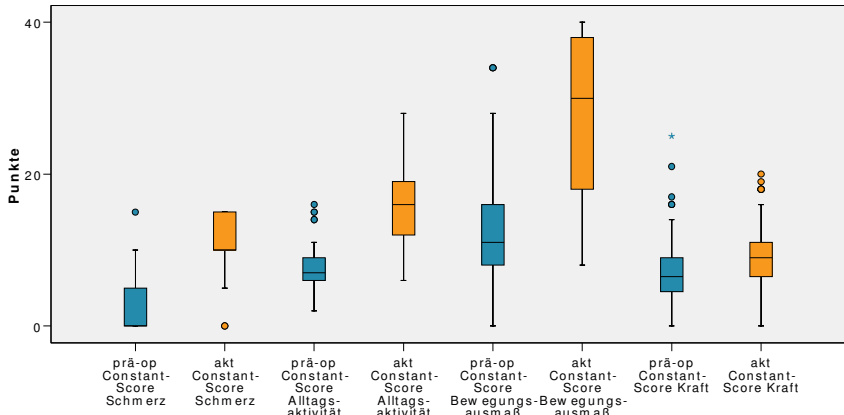


Diagramm 8: Gegenüberstellung der einzelnen Kategorien des Constant-Scores präoperativ und postoperativ im Box-Plot ( $p < 0,001$ )

### 3.6.2.2 Wülker-Score

Die Mittelwerte der Ergebnisse des Wülker-Scores verbesserten sich von einem präoperativen Punktwert von 39,45 ( $s$  15,33, Min. 0, Max. 81) auf postoperativ 77,94 Punkte ( $s$  16,03, Min. 39, Max. 100). Die Bewertung des Schmerzes erreichte präoperativ einen Mittelwert von 4,24 ( $s$  3,27, Min. 0, Max. 12) und postoperativ 16,43 ( $s$  3,86, Min. 4, Max. 20). Im Mittel wurde die Kraft bei der präoperativen Untersuchung mit einem Wert von 2,50 beurteilt ( $s$  2,70, Min. 0, Max. 10), aktuell erhielt sie im Schnitt den Wert 8,82 ( $s$  4,17, Min. 0, Max. 15). Der Mittelwert der Untergruppe Funktion verbesserte sich von 10,25 ( $s$  4,86, Min. 0, Max. 20) auf 17,39 ( $s$  3,51, Min. 6, Max. 20). Beim Bewegungsausmaß wurde vor der Operation ein Mittelwert von 9,86 Punkten berechnet ( $s$  5,75, Min. 0, Max. 24), bei der aktuellen Untersuchung erreichte der Mittelwert 20,29 ( $s$  6,81, Min. 6, Max. 30).



	Schmerz	Kraft	Funktion
Präoperativ	4,24	2,50	10,25
Postoperativ	16,43	8,82	17,39
Differenz	12,19	6,32	7,14
	Stabilität	Bewegungs- ausmaß	Punkte im Wülker- Score
Präoperativ	12,60	9,86	39,45
Postoperativ	15,00	20,29	77,93
Differenz	2,4	10,43	38,48

Tabelle 23: Gegenüberstellung Wülker-Score präoperativ und postoperativ

Bei der Untergliederung der einzelnen Gruppen im Wülker-Score fiel die Veränderung ebenfalls signifikant aus ( $p < 0,001$ ).

Im Wülker-Score schnitt lediglich ein Patient postoperativ schlechter ab (Pat.-Nr. 110). Er rutschte von einem Wert von 59 auf 54 Punkte ab ( $p < -8,76$ ).

Für die negativen Ränge gilt:

- $p < -8,76$  für Wülker-Score
- $p < -8,69$  für die Kategorie Schmerz
- $p < -7,75$  für die Kategorie Kraft
- $p < -8,38$  für die Kategorie Funktion
- $p < -4,71$  für die Kategorie Stabilität.

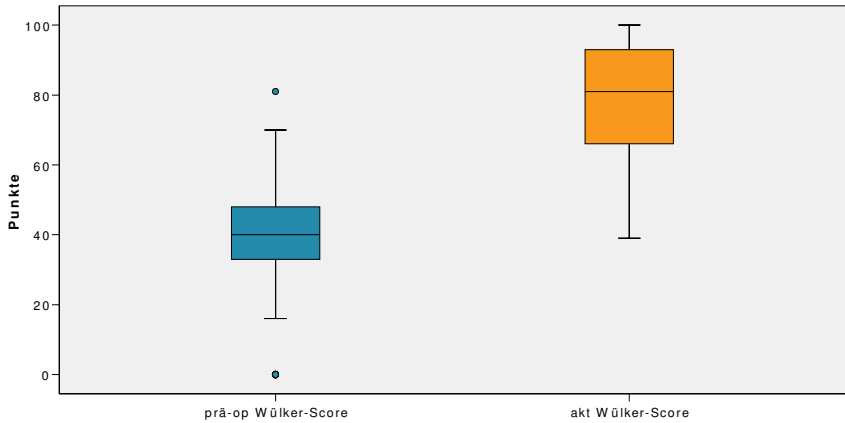


Diagramm 9: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Wülker-Score im Box-Plot ( $p < 0,001$ )

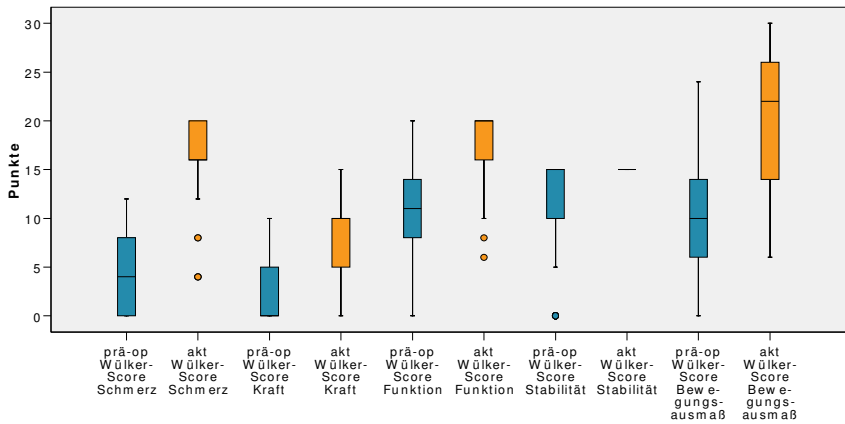


Diagramm 10: Gegenüberstellung der einzelnen Kategorien des Wülker-Scores präoperativ und postoperativ im Box-Plot ( $p < 0,001$ )

## **3.7 Vergleich der Ergebnisse von Hemi- und Totalendoprothese (HEP/TEP)**

Die Resultate der 64 Patienten, die eine Teilprothese erhalten hatten, wurden mit den Ergebnissen der 38 Studienteilnehmer mit komplettem Schulterersatz verglichen.

### **3.7.1 Klinische Untersuchung**

#### **3.7.1.1 Totalendoprothese**

Bei 38 Studienteilnehmern wurde zusätzlich das Glenoid durch ein Implantat ersetzt. Diese Gruppe erzielte in der Abduktion bei einem präoperativen Bewegungsausmaß von  $77,11^\circ$  (s 41,58) einen Mittelwert von  $139,87^\circ$  (s 42,39). Die aktive Anteversion konnte von  $82,24^\circ$  im Mittel vor dem Eingriff (s 40,55) auf durchschnittlich  $145,66^\circ$  gesteigert werden (s 39,72). Die Auswärtsdrehung der Schulter erlangte einen mittleren Wert von  $31,48^\circ$  (s 29,45) präoperativ und  $63,29^\circ$  postoperativ (s 19,12). In dieser Gruppe waren die Unterschiede signifikant ( $p < 0,05$ ).

#### **3.7.1.2 Hemiendoprothese**

64 Patienten wurden mit einer Hemiprothese versorgt. Die aktive Abduktion erreichte, bei einem Ausgangswert von  $54,30^\circ$  (s 35,30), ein durchschnittliches Ausmaß von  $127,66^\circ$  nach der Prothesenimplantation (s 47,56). Die Flexion stieg von einem Mittelwert von  $65,63^\circ$  (s 39,92) auf  $137,73^\circ$  postoperativ (s 43,10). Die Außenrotation verbesserte sich bei einem präoperativen Durchschnittswert von  $17,42^\circ$  (s 16,35) auf  $59,45^\circ$  in der Nachuntersuchung (s 17,64). Alle Änderungen des Bewegungsausmaßes waren auch in der Gruppe der Hemiprothesen signifikant ( $p < 0,05$ ).

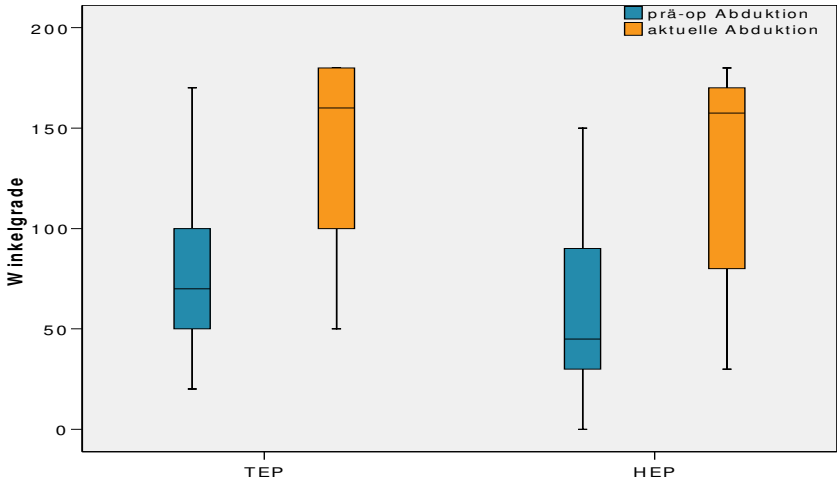


Diagramm 11: Gegenüberstellung der Abduktion präoperativ und postoperativ in der Gruppe der Totalprothesen (TEP) und der Hemiprothesen (HEP) im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

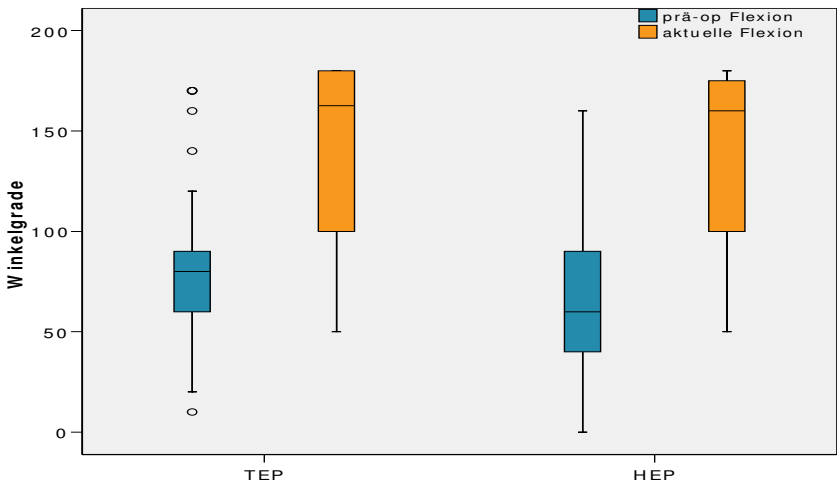


Diagramm 12: Gegenüberstellung der Flexion präoperativ und postoperativ in der Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

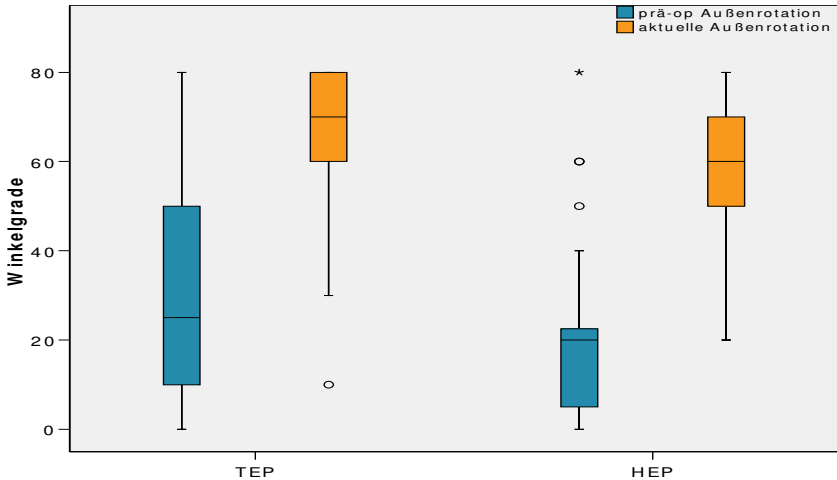


Diagramm 13: Gegenüberstellung der Außenrotation präoperativ und postoperativ in der Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

Die Patientengruppe mit der Totalendoprothese erzielte in allen Bewegungsrichtungen die besseren postoperativen Ergebnisse. Eine Signifikanz der Unterschiede zwischen den Gruppen mit Teil- und Totalprothese konnte nicht nachgewiesen werden ( $p > 0,05$ ).

## 3.7.2 Auswertung der Scores

### 3.7.2.1 Constant-Score

#### Totalendoprothese

Die Patientengruppe, die mit einer Totalendoprothese versorgt wurde, erreichte eine durchschnittliche Gesamtwertung im Constant-Score von 33,45 Punkten präoperativ (s 15,49, Min. 7, Max. 76) und 68,59 Punkten postoperativ (s 18,69, Min. 22, Max. 93). Der Adjusted Constant-Score veränderte sich im Mittel von 43,50 % (s 20,32, Min. 1, Max. 101) auf 92,92 % (s 28,96, Min. 24, Max. 133). Der Schmerz wurde vor dem Eingriff mit 2,37 Punkten beurteilt (s 3,23, Min. 0, Max. 10), aktuell mit 12,11 Punkten (s 3,42, Min. 5, Max. 15). Die Sparte Alltagsaktivität erzielte, bei einem mittleren Ausgangswert von 8,34 Punkten (s 3,07, Min. 2, Max. 16), 16,66 Punkte (s 3,58, Min. 9, Max. 20). Das durchschnittliche

Bewegungsausmaß verbesserte sich von 13,84 Punkten (s 7,95, Min. 0, Max. 34) auf 30,05 Punkte (s 8,57, Min. 8, Max. 40). Die Kategorie Kraft wurde vor der Implantation mit 8,90 Punkten beurteilt (s 6,00, Min. 0, Max. 25), postoperativ mit 9,78 Punkten (s 5,09, Min. 0, Max. 20).

Der einzig nicht signifikante Unterschied war in der Kategorie Kraft zu verzeichnen ( $p > 0,05$ ). In den übrigen Sparten des Constant-Scores konnte eine signifikante Veränderung in der Gruppe der Totalendoprothesen nachgewiesen werden ( $p < 0,05$ ).

## **Hemiendoprothese**

Im gesamten Constant-Score erreichten die Patienten mit Hemiprothese im Mittel 61,20 Punkte postoperativ (s 19,03, Min. 18, Max. 90), bei einem Ausgangsmittelwert von 25,16 Punkten (s 13,22, Min. 2, Max. 62). Der Adjusted Constant-Score stieg von 34,25 % im Durchschnitt (s 17,71, Min. 2, Max. 75) auf 85,69 % nach Implantation (s 25,67, Min. 20, Max. 126). Die Kategorie Schmerz war präoperativ mit 2,19 Punkten (s 2,94, Min. 0, Max. 15), aktuell mit 11,64 Punkten belegt (s 3,68, Min. 0, Max. 15). In der Rubrik Alltagsaktivität erlangten die Studienteilnehmer vor der Operation einen Durchschnittswert von 6,70 Punkten (s 2,61, Min. 2, Max. 14), postoperativ von 15,09 Punkten (s 4,04, Min. 6, Max. 28). Der Mittelwert des Bewegungsausmaßes betrug präoperativ 10,47 Punkte (s 6,62, Min. 0, Max. 26) und erzielte bei der Nachuntersuchung 26,08 Punkte (s 9,98, Min. 10, Max. 40). Die Kraft wurde zunächst mit einem Durchschnittswert von 5,81 angegeben (s 3,77, Min. 0, Max. 16) und steigerte sich postoperativ auf 8,41 Punkte im Mittel (s 4,19, Min. 0, Max. 18).

Alle Veränderungen im Constant-Score waren für die Gruppe der Hemiprothesen signifikant ( $p < 0,05$ ).

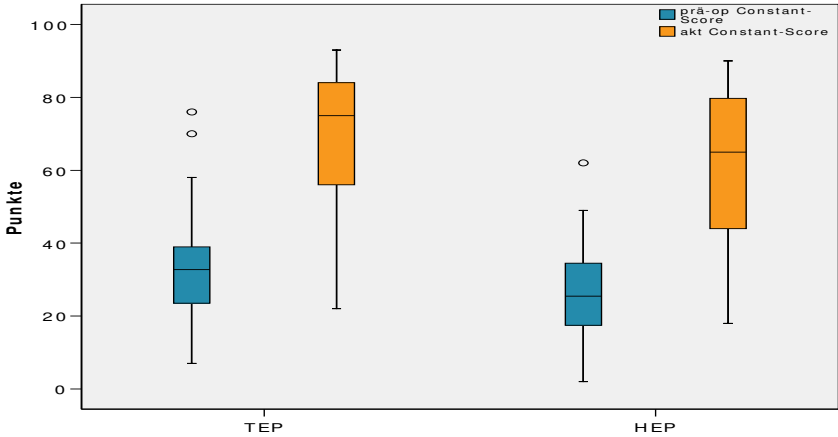


Diagramm 14: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Constant-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

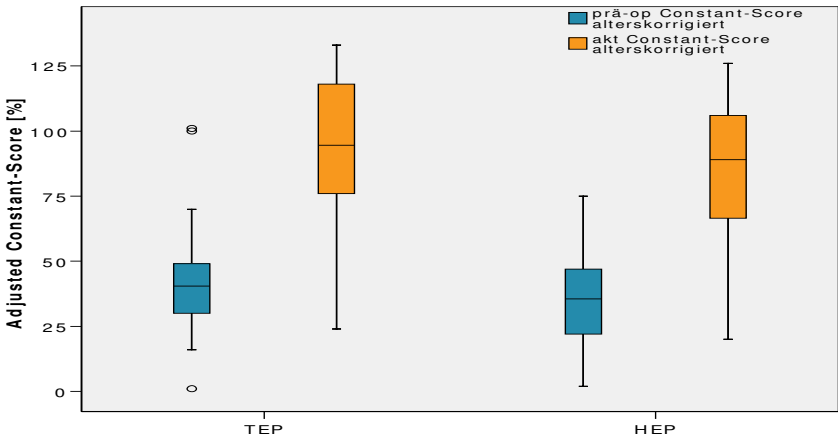


Diagramm 15: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Adjusted Constant-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

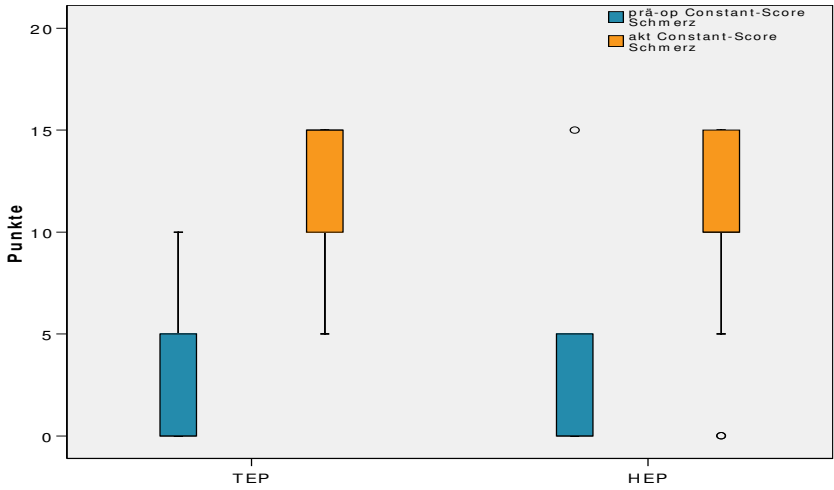


Diagramm 16: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Constant-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

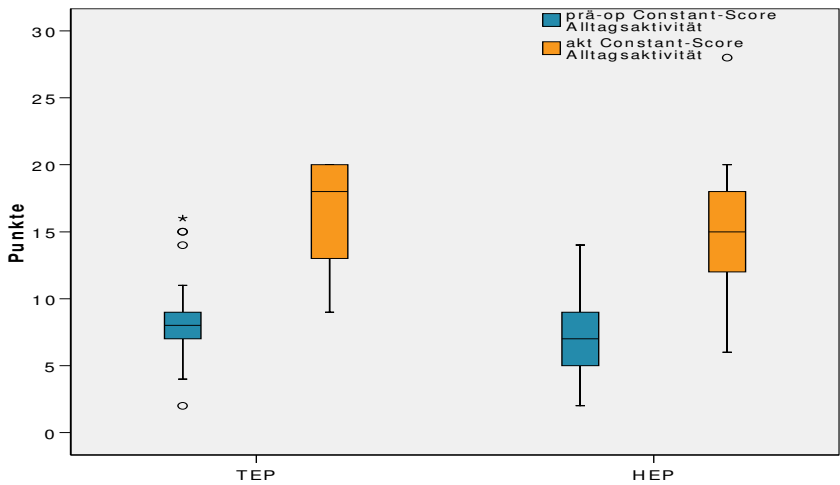


Diagramm 17: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Alltagsaktivität im Constant-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )



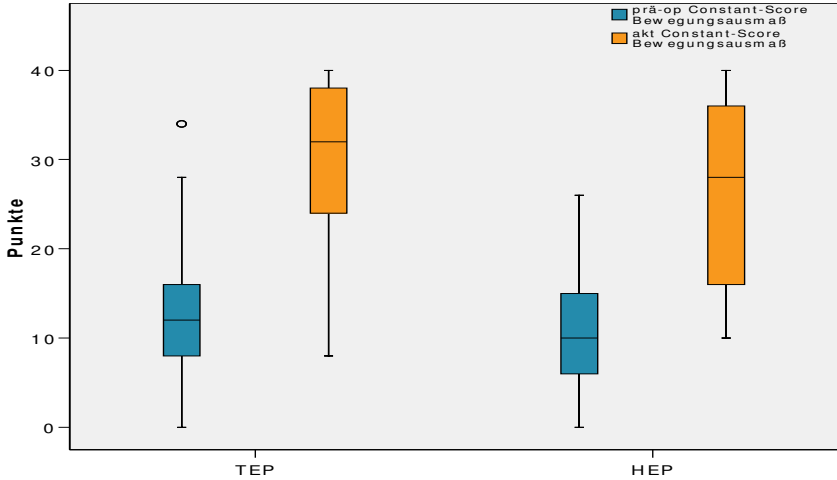


Diagramm 18: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsausmaß im Constant-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

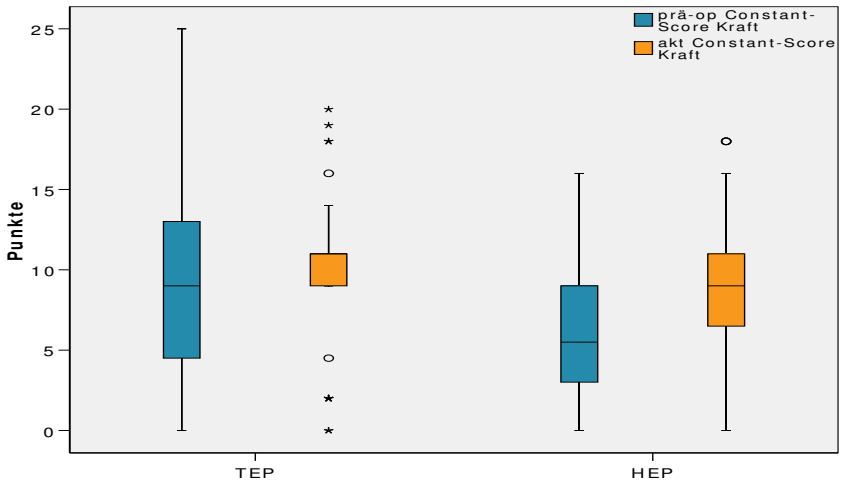


Diagramm 19: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Constant-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ ); für die Gruppe der TEP gilt:  $p > 0,05$

### **3.7.2.2 Wülker-Score**

#### **Totalendoprothese**

Die Patientenfraktion, bei der zusätzlich das Glenoid ersetzt wurde, erhielt in der Gesamtwertung des Wülker-Scores präoperativ 45,45 Punkte im Durchschnitt (s 12,12, Min. 16, Max. 81) und 82,42 nach der Operation (s 14,95, Min. 39, Max. 100). Der Schmerz wurde im Mittel mit 4,21 Punkten vor (s 3,71, Min. 0, Max. 12) und mit 17,16 Punkten nach dem Eingriff bewertet (s 3,47, Min. 8, Max. 20). Für die Rubrik Kraft wurden zunächst 3,55 Punkte vergeben (s 2,83, Min. 0, Max. 10), bei der aktuellen Untersuchung im Mittel 9,74 (s 3,85, Min. 0, Max. 15). In der Funktion erreichten diese Patienten präoperativ einen Mittelwert von 12,26 Punkten (s 3,87, Min. 2, Max. 20), postoperativ von 18,32 Punkten (s 2,77, Min. 6, Max. 20). Die Stabilität erzielte einen Ausgangsmittelwert von 13,29 Punkten (s 2,91, Min. 5, Max. 15) und den Maximalwert von 15 Punkten bei der Nachuntersuchung (s 0,00, Min. 15, Max. 15). Das Bewegungsausmaß lag ausgangs bei einem durchschnittlichen Punktwert von 12,13 (s 5,45, Min. 4, Max. 24) und erzielte nach der Implantation einen Mittelwert von 22,21 Punkten (s 6,32, Min. 6, Max. 30).

In dieser Gruppe der Studienteilnehmer waren die Verbesserungen in allen Kategorien des Wülker-Scores signifikant ( $p < 0,05$ ).

#### **Hemiendoprothese**

Die Patientengruppe mit einer Hemiendoprothese erreichte im Wülker-Score insgesamt einen präoperativen Mittelwert von 35,89 Punkten (s 15,99, Min. 0, Max. 60) und aktuell einen Wert von 75,28 Punkten (s 75,28, Min. 43, Max. 100). Die Kategorie Schmerz wurde zunächst mit einem Durchschnittswert von 4,25 beurteilt (s 3,01, Min. 0, Max. 12), bei der aktuellen Untersuchung mit 16 Punkten (s 4,03, Min. 4, Max. 20). Die Kraft erhielt im Mittel präoperativ 1,88 Punkte (s 2,44, Min. 0, Max. 5) und 8,28 Punkte nach dem Eingriff (s 4,29, Min. 0, Max. 15). In der Sparte Funktion stieg der mittlere Ausgangswert von 9,06 Punkten (s 5,03, Min. 0, Max. 18) auf 16,84 Punkte (s 3,80, Min. 8, Max. 20) und die Stabilität erlangte bei einem durchschnittlichen Startwert von 12,19 Punkten (s 5,19, Min. 0, Max. 15) bei allen Studienteilnehmern die Höchstpunktzahl 15 (s 0,00, Min. 15, Max. 15). Für das Bewegungsausmaß wurde vor der Operation eine durchschnittliche Punktezahl von 8,52 vergeben (s 5,54,

Min. 0, Max. 22), bei der Nachuntersuchung waren es 19,16 Punkte (s 6,88, Min. 6, Max. 30).

Die Signifikanz der Verbesserungen bei den Studienteilnehmern mit einer Hemiprothese konnte ebenfalls in allen Untergliederungen des Wülker-Scores nachgewiesen werden ( $p < 0,05$ ).

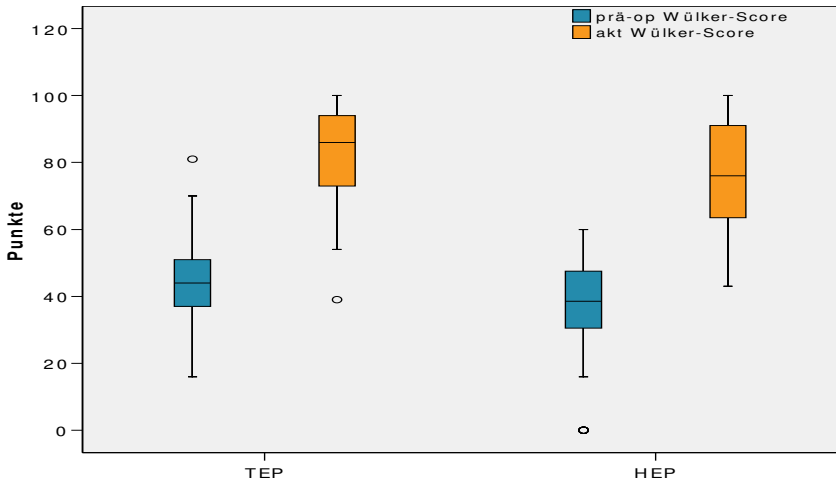


Diagramm 20: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Wülker-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

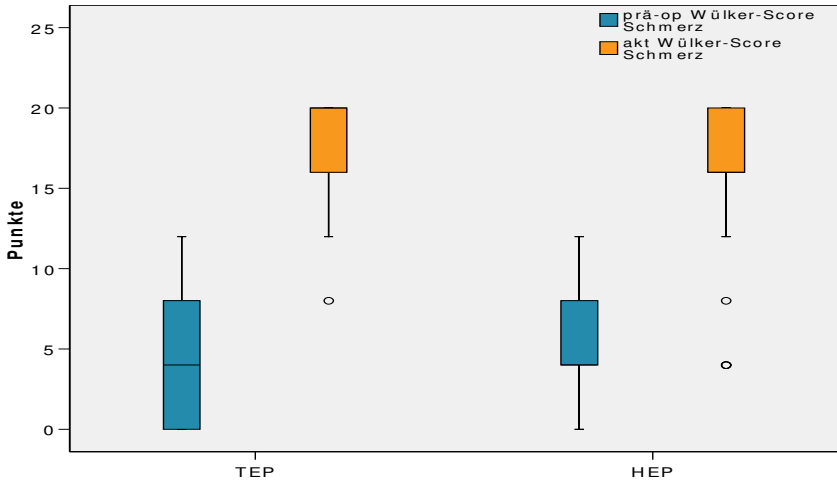


Diagramm 21: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Wülker-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

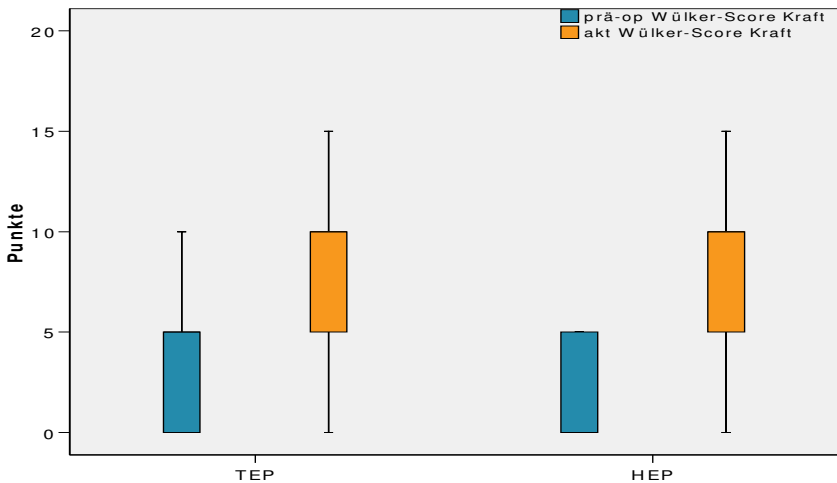


Diagramm 22: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Wülker-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

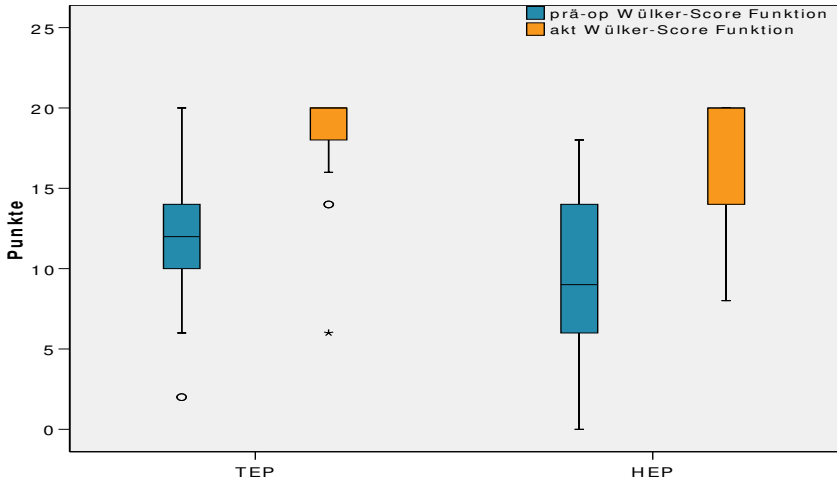


Diagramm 23: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Funktion im Wülker-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen ( $p < 0,05$ )

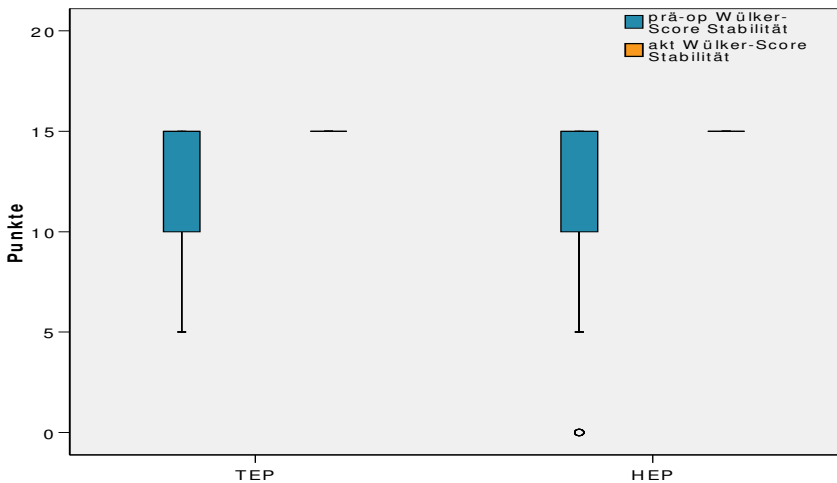


Diagramm 24: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Stabilität im Wülker-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

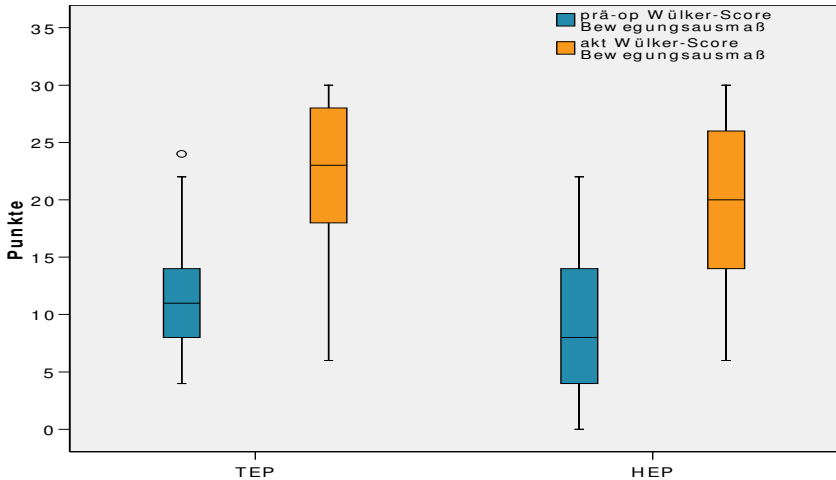


Diagramm 25: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsausmaß im Wülker-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

### Vergleich der Ergebnisse HEP/TEP in den Score-Wertungen

Sowohl im Constant-Score als auch im Wülker-Score erzielte die Patientengruppe mit Totalendoprothese die besseren postoperativen Werte.

Im Constant-Score waren die Unterschiede zwischen den Hemi- und den Totalprothesen in den Kategorien Alltagsaktivität, Bewegungsausmaß und Kraft bei der Nachuntersuchung signifikant ( $p < 0,05$ ).

Im gesamten Wülker-Score sowie in der Rubrik Bewegungsausmaß wurde die Signifikanz der Differenzen zwischen den präoperativen und den postoperativen Ergebnissen nachgewiesen ( $p < 0,05$ ).

## **3.8 Vergleich der Ergebnisse unterschiedlicher Ätiologien**

### **3.8.1 Vergleich der Ergebnisse akuter Traumen/Frakturfolge**

#### **3.8.1.1 Klinische Untersuchung**

##### **Akutes Trauma**

Das aktive Bewegungsausmaß bei den Studienteilnehmern, die eine frische Fraktur des Humeruskopfes erlitten hatten, wurde in jeder Bewegungsrichtung präoperativ mit 0° bewertet.

Für die Abduktion ergab sich ein aktueller Mittelwert von 167,86° (s 9,10). Die Flexion wurde im Mittel mit 173,57° gemessen (s 6,27) und für die postoperative Außenrotation ergab sich ein Durchschnittswert von 68,57° (s 13,45).

Die Verbesserungen waren signifikant ( $p < 0,05$ ).

##### **Frakturfolge**

Der Mittelwert der Abduktion in der Patientengruppe mit veraltetem Trauma lag bei 45,83° (s 24,00) präoperativ und stieg auf 116,25° (s 51,17) postoperativ an. Die aktive Flexion verbesserte sich von einem Durchschnittswert von 53,75° (s 23,14) auf 126,25° (s 45,48). Für die Außenrotation wurde vor der Operation im Mittel ein Wert von 18,75° ermittelt (s 19,46). Postoperativ erreichte diese Bewegung einen Mittelwert von 62,50° (s 15,11).

Die präoperativen Ergebnisse unterscheiden sich von den postoperativen signifikant ( $p < 0,05$ ).

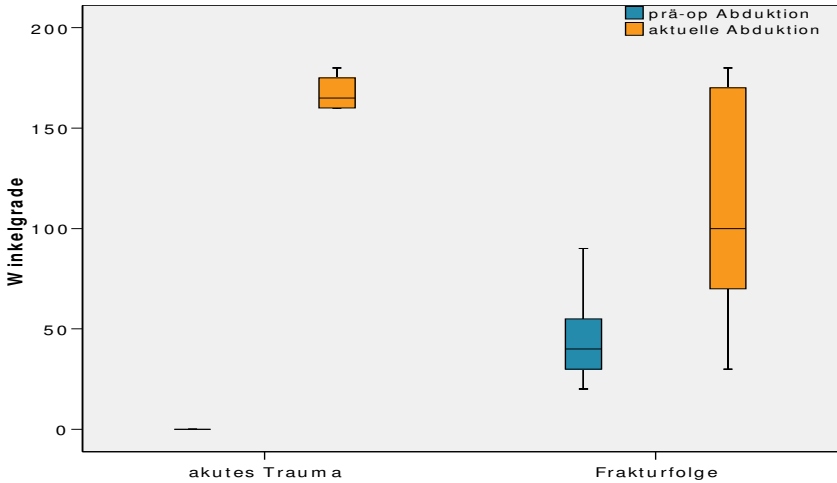


Diagramm 26: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Abduktion in der Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

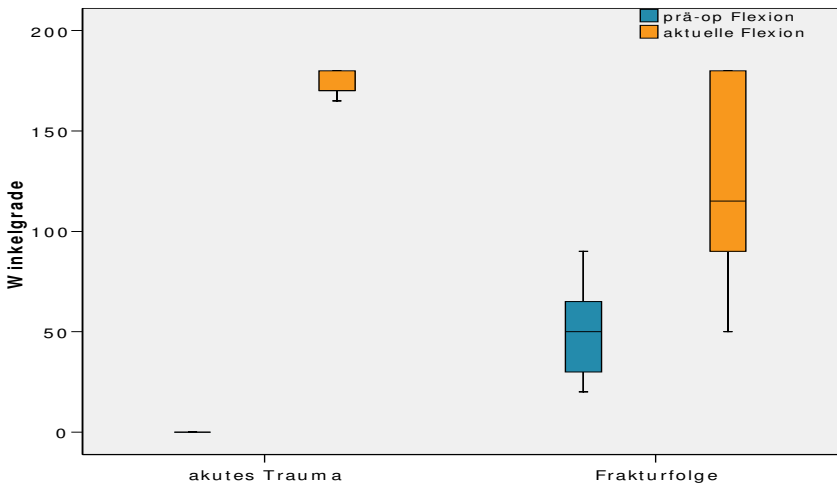


Diagramm 27: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Flexion in der Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )



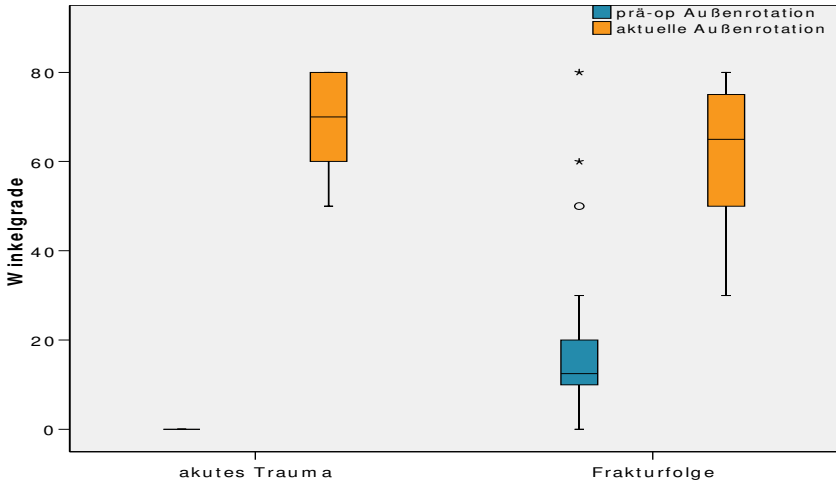


Diagramm 28: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Außenrotation in der Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

Die Patientengruppe mit der frischen Humeruskopffraktur schnitt im Vergleich zu der Gruppe mit Frakturfolge in den Bewegungsrichtungen Abduktion und Flexion signifikant besser ab ( $p < 0,05$ ). Auch bei der Außenrotation erzielten sie ein höheres Ergebnis, dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant ( $p > 0,05$ ).

### 3.8.1.2 Auswertung der Scores

#### Constant-Score

##### Akutes Trauma

Der Mittelwert des Constant-Scores bei den Patienten, die ein akutes Trauma des Oberarmes erlitten hatten, lag präoperativ bei 2 Punkten (s 0,00, Min. 2, Max. 2) und stieg auf einen Mittelwert von 75,57 Punkten (s 7,80, Min. 65,00, Max. 86,00). Im Adjusted Constant-Score konnten sich diese Patienten von einem Mittelwert von 2,57 % (s 0,54, Min. 2,00, Max. 3,00) auf 100,29 % verbessern (s 14,10, Min. 86, Max. 125). Vor der Operation war die Kategorie Schmerz mit 0 Punkten belegt (s 0,00, Min. 0, Max. 0), aktuell erreichte sie im Mittel 13,57 Punkte (s 2,44, Min. 10, Max. 15). In der Rubrik Alltagsaktivitäten lag der Mittelwert präoperativ bei 2 Punkten (s 0,00, Min. 2, Max. 2) und erzielte postoperativ einen

Durchschnittswert von 17,57 Punkten (s 1,72, Min. 16, Max. 20). Das Bewegungsausmaß wurde vor der Prothesenimplantation mit 0 Punkten bewertet (s 0,00, Min. 0, Max. 0) und erlangte bei der Nachuntersuchung einen Mittelwert von 33,43 Punkten (s 5,00, Min. 28, Max. 40). Ebenso wurde die Kraft im Constant-Score präoperativ mit 0 Punkten beurteilt (s 0,00, Min. 0, Max. 0), postoperativ wurde ein Mittelwert von 11 Punkten berechnet (s 2,00, Min. 9, Max. 13).

Die Veränderungen waren in allen Kategorien des Constant-Scores für die Ätiologie akutes Trauma signifikant ( $p < 0,05$ ).

### **Frakturfolge**

Die Studienteilnehmer mit der Ätiologie einer Frakturfolge erzielten einen präoperativen Mittelwert in gesamten Constant-Score von 25,21 Punkten (s 11,27, Min. 7, Max. 58) und verbesserten sich auf einen Durchschnittswert von 62,33 Punkten (s 18,69, Min. 34, Max. 92.). Beim Adjusted Constant-Score stiegen die Mittelwerte von präoperativ 33,83 % (s 13,68, Min. 10, Max. 70) auf aktuell 86,75 % (s 26,87, Min. 44, Max. 129). Der Schmerz wurde vor der Operation im Mittel mit 2,92 Punkten bewertet (s 2,92, Min. 0, Max. 10) und aktuell im Mittel mit 11,88 Punkten (s 3,55, Min. 5, Max. 15). Ein mittlerer Ausgangswert in der Kategorie Alltagsaktivitäten von 6,67 (s 2,04, Min. 3, Max. 11) stieg auf 16 an (s 4,11, Min. 11, Max. 28). Die durchschnittliche Bewertung des vor der Operation ermittelten Bewegungsausmaßes mit 9,25 Punkten (s 4,75, Min. 2, Max. 24) verbesserte sich mit der Prothese auf 25,25 Punkte (s 10,30, Min. 10, Max. 40). In der Kategorie Kraft wurde im Mittel eine Verbesserung von 6,38 (s 4,18, Min. 2, Max. 16) auf 9,21 Punkte erzielt (s 4,60, Min. 2, Max. 19).

Auch in dieser Ätiologiekategorie konnte jeweils eine Signifikanz der Unterschiede festgestellt werden ( $p < 0,05$ ).

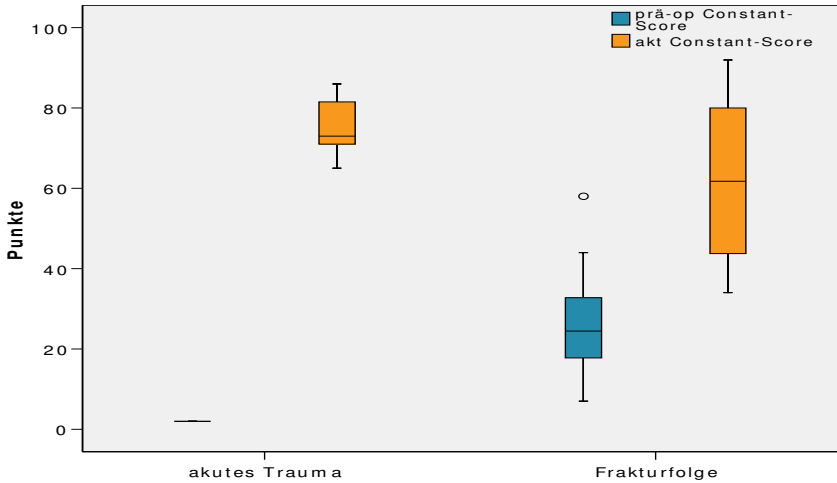


Diagramm 29: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Constant-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

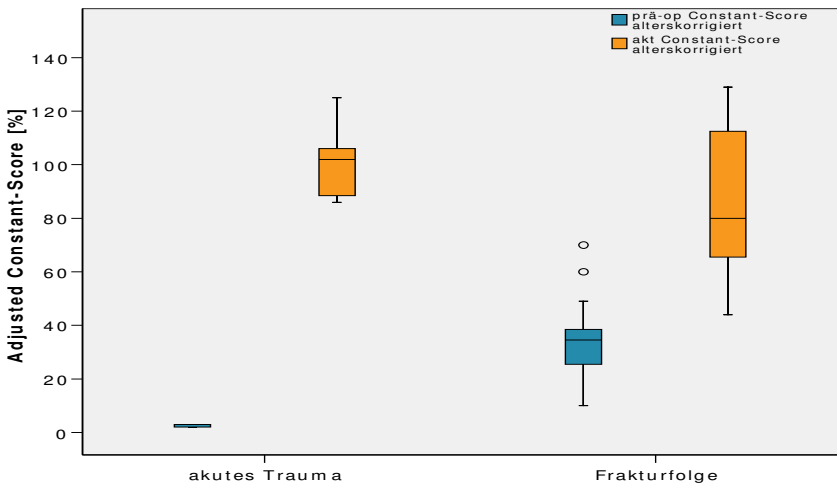


Diagramm 30: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Adjusted Constant-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

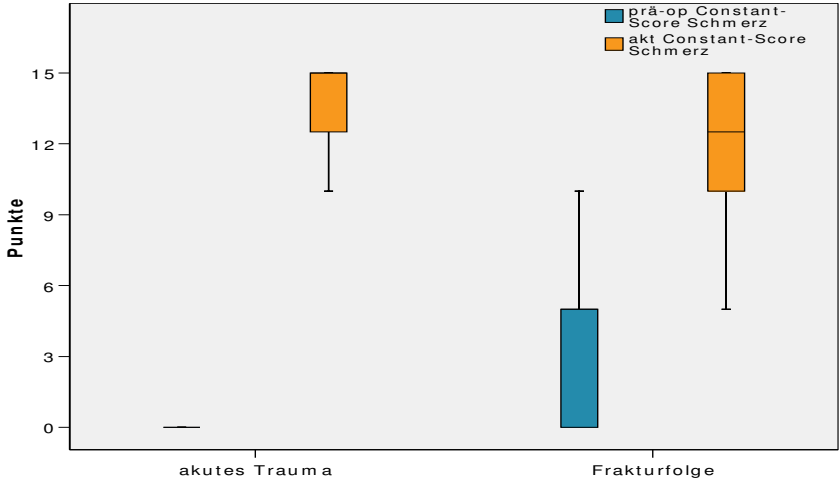


Diagramm 31: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Constant-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )



Diagramm 32: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Alltagsaktivität im Constant-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )



Diagramm 33: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsausmaß im Constant-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )



Diagramm 34: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Constant-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

## **Wülker-Score**

### **Akutes Trauma**

In allen Kategorien des Wülker-Scores wurden bei den Studienteilnehmern mit einer frischen Läsion der Schulter präoperativ 0 Punkte vergeben (s 0,00, Min. 0, Max. 0).

Im gesamten Wülker-Score konnte ein postoperativer Mittelwert von 85 Punkten erreicht werden (s 8,87, Min. 74, Max. 96), für die Untergruppe Schmerz wurde ein mittlerer Wert von 17,14 Punkten berechnet (s 2,00, Min. 16, Max. 20). Die Kraft erlangte Durchschnittswerte von 10 Punkten (s 4,08, Min. 5, Max. 15), die Funktion verbesserte sich im Mittel auf 19,71 Punkte (s 0,76, Min. 18, Max. 20). Bei der Stabilität wurde jeweils der maximale Wert 15 vergeben (s 0,00, Min. 15, Max. 15), das Bewegungsausmaß erreichte aktuell einen Mittelwert von 23,14 (s 4,30, Min. 18, Max. 30).

Eine signifikante Veränderung konnte in allen Rubriken des Wülker-Scores für die Ätiologie des frischen Traumas nachgewiesen werden ( $p < 0,05$ ).

### **Frakturfolge**

Die Patientengruppe mit der Indikationsstellung Frakturfolge kamen bei einer präoperativen Durchschnittswertung im gesamten Wülker-Score von 37,46 Punkten (s 10,81, Min. 16, Max. 60) auf 77,13 Punkte postoperativ (s 15,01, Min. 47, Max. 100). Die Kategorie Schmerz wurde vor Implantation im Mittel mit 5,17 Punkten bewertet (s 3,00, Min. 0, Max. 12) und steigerte sich auf 16,83 Punkte aktuell (s 3,33, Min. 8, Max. 20). Ein Mittelwert von 2,08 Punkten (s 2,92, Min. 0, Max. 10) wurde in der Rubrik Kraft präoperativ ermittelt, dieser stieg auf 9,79 Punkte an (s 4,03, Min. 0, Max. 15). Für die Auswertung der Funktion errechnete sich im Durchschnitt ein Wert von 8,92 Punkten (s 3,91, Min. 2, Max. 16) vor Prothesenversorgung und aktuell von 16,75 Punkten (s 3,43, Min. 10, Max. 20). Die Stabilität erhöhte sich von ursprünglich 13,13 Punkten (s 3,56, Min. 5, Max. 15) auf den maximal möglichen Wert von 15 Punkten (s 0,00, Min. 15, Max. 15). Das Bewegungsausmaß steigerte sich von einem präoperativen Mittelwert von 8,17 Punkten (s 4,76, Min. 1, Max. 18) auf 18,75 Punkte (s 6,97, Min. 8, Max. 30).

Die Verbesserungen waren in allen Untergruppierungen des Wülker-Scores für die Ätiologie der Frakturfolge signifikant ( $p < 0,05$ ).

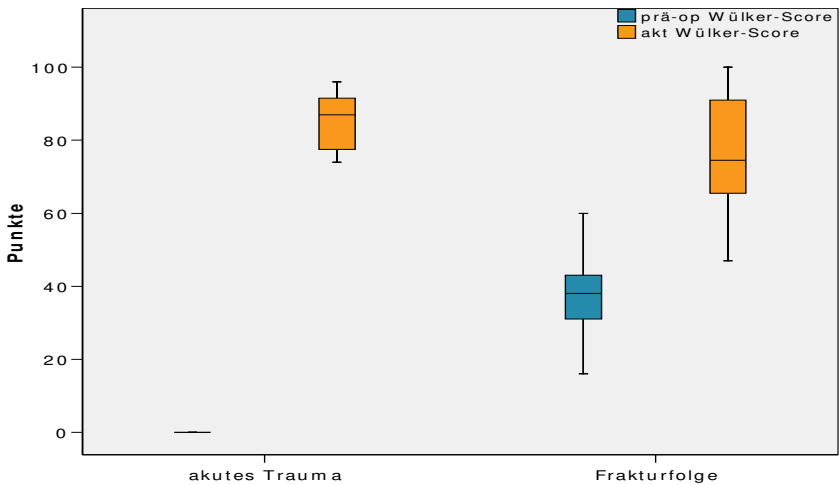


Diagramm 35: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Wülker-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

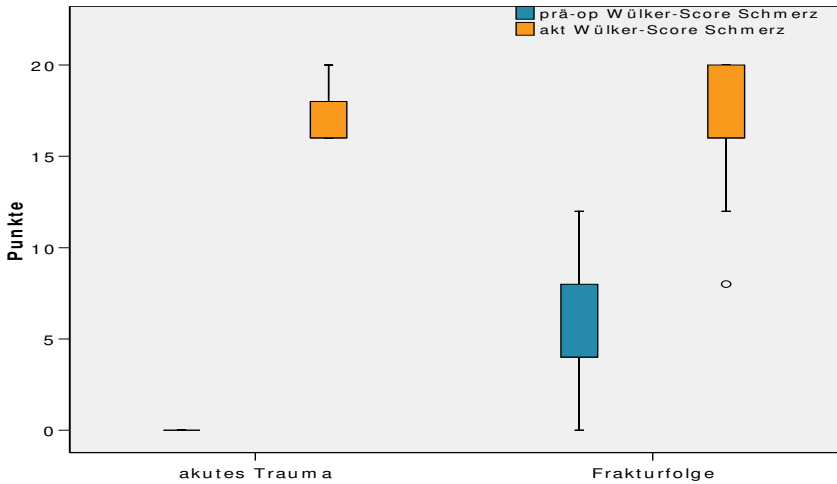


Diagramm 36: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Wülker-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

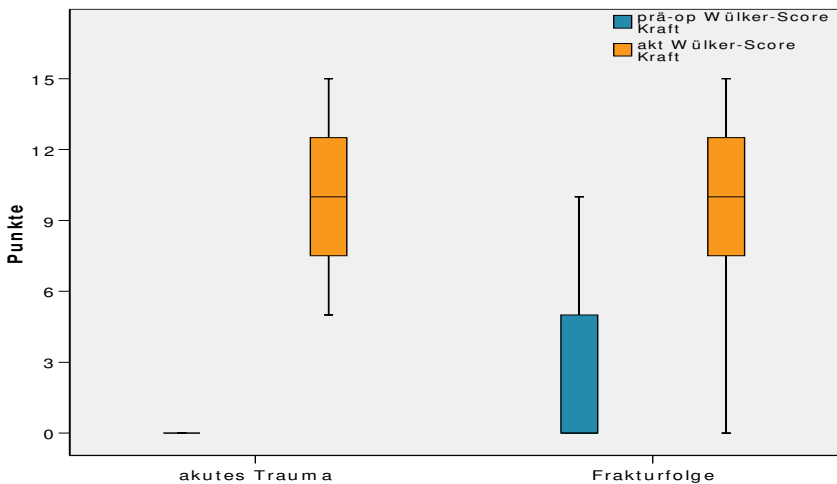


Diagramm 37: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Wülker-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )





Diagramm 38: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Funktion im Wülker-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )



Diagramm 39: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Stabilität im Wülker-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

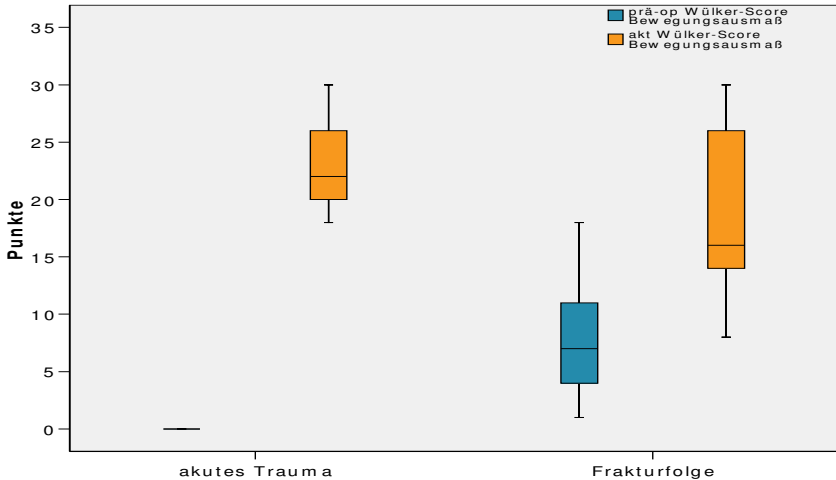


Diagramm 40: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsmaß im Wülker-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

### Vergleich der Ergebnisse akuter Traumen und Frakturfolgen in den Score-Wertungen

Sowohl im Constant-Score als auch im Wülker-Score erzielten die Patienten mit einer frischen Verletzung in jeder Kategorie postoperativ die besseren Werte im Vergleich zu der Gruppe mit Frakturfolgen. Dieser direkte Vergleich wies jedoch, bis auf eine Ausnahme, keine Signifikanz auf ( $p > 0,05$ ). Der Unterschied der aktuellen und postoperativen Funktion im Wülker-Score war in den beiden verglichenen Ätiologiegruppen signifikant ( $p < 0,05$ ).

## **3.8.2 Vergleich der Ergebnisse von Frakturfolgen unterschiedlicher Ausprägung**

Die 24 Patienten mit veraltetem Trauma des Humeruskopfes wurden in zwei Gruppen unterteilt. Eine Kategorie bildeten die 10 Studienteilnehmer, deren Röntgenbilder einen Typ I oder II nach Boileau aufwiesen. Die zweite Gruppe wurde mit den 14 Patienten belegt, die nach Boileau III oder IV klassifiziert wurden.

### **3.8.2.1 Klinische Untersuchung**

#### **Frakturfolge Typ Boileau I und II**

Der Mittelwert der aktiven Abduktion lag in der Gruppe mit einer Frakturfolge Typ I oder II präoperativ bei  $45,50^\circ$  (s 20,06) und erreichte nach der Implantation  $142,00^\circ$  (s 52,45). Für die Anteversion konnten vor der Operation im Mittel  $60,00^\circ$  notiert werden, postoperativ waren es  $152,00^\circ$  (s 42,11). Die Außenrotation erreichte im Durchschnitt vor dem Eingriff  $9,00^\circ$  (s 7,75) und  $71,00^\circ$  danach (s 12,87).

Die Veränderungen waren jeweils signifikant ( $p < 0,05$ ).

#### **Frakturfolge Typ Boileau III und IV**

Für die Abduktion konnten in dieser Gruppe zunächst durchschnittlich  $46,07^\circ$  (s 27,19) berechnet werden, nach der Prothesenimplantation waren es  $97,86^\circ$  (s 43,04). Im Mittel erreichten die Studienteilnehmer in der Flexion, bei einem Ausgangswert von  $49,29^\circ$  (s 22,61), postoperativ  $107,86^\circ$  (s 39,45). Die Außenrotation erzielte präoperative Mittelwerte von  $25,71^\circ$  (s 33,43) und aktuell  $56,43^\circ$  (s 13,93).

Für die Verbesserungen konnte eine Signifikanz nachgewiesen werden ( $p < 0,05$ ).

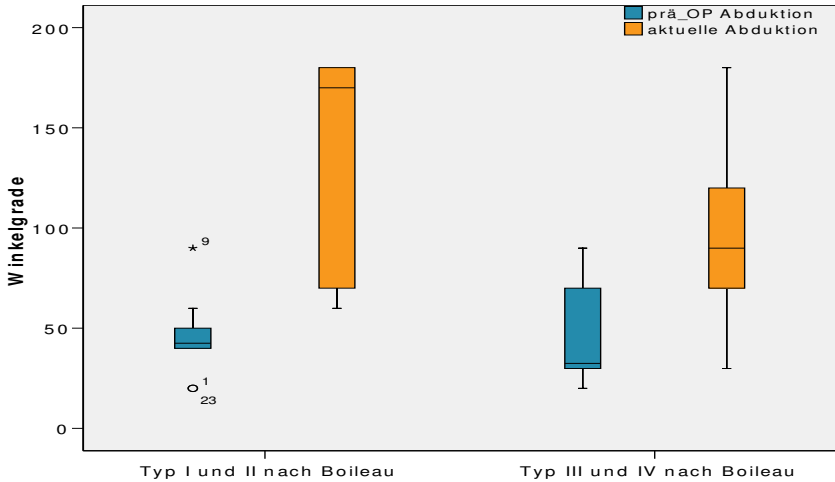


Diagramm 41: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Abduktion in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

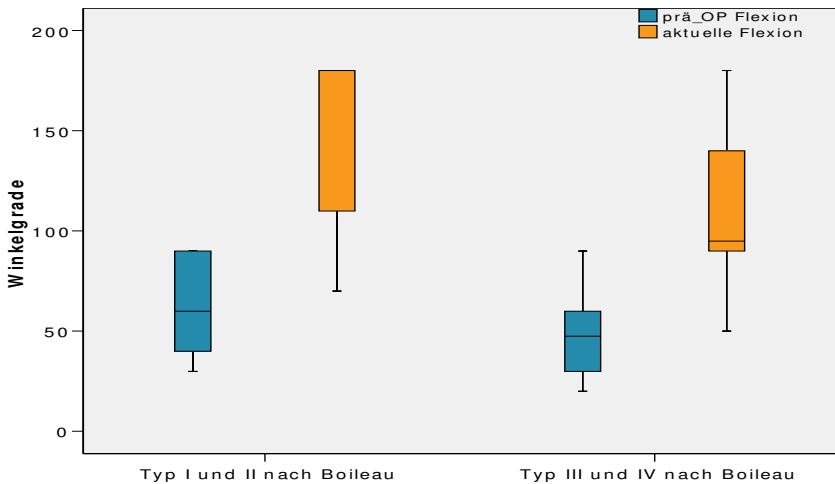


Diagramm 42: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Flexion in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

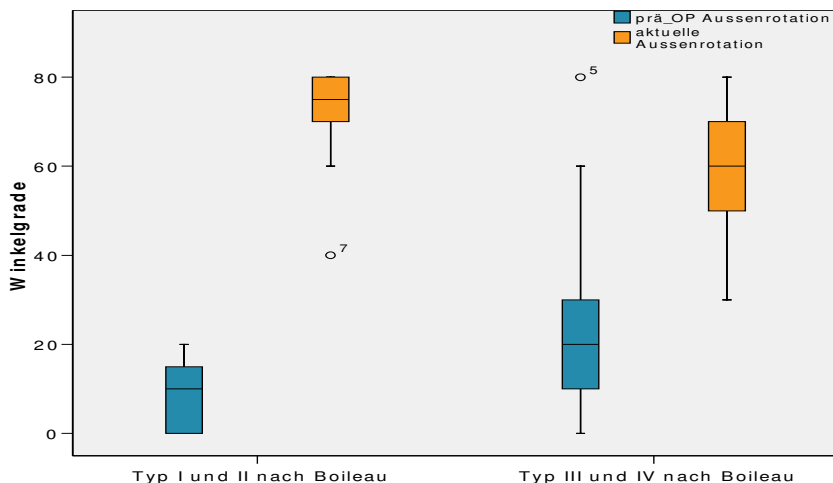


Diagramm 43: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Außenrotation in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

Obwohl die Gruppe, die in der präoperativen Bildgebung die größeren anatomischen Fehlstellungen aufwies, also Typ III oder IV nach Boileau, die höheren Ausgangswerte bei der Abduktion und Außenrotation erzielte, schnitt die Gruppe, die als Typ I oder II nach Boileau klassifiziert worden war, in allen Bewegungsrichtungen signifikant besser ab ( $p < 0,05$ ).

### 3.8.2.2 Auswertung der Scores

#### Constant-Score

##### Frakturfolge Typ Boileau I und II

Der Ausgangswert der Patienten dieser Gruppe lag in der Gesamtwertung des Constant-Scores im Mittel bei 27 Punkten ( $s$  13,18, Min. 9, Max. 58) und steigerte sich auf 74,95 Punkte ( $s$  14,06, Min. 45, Max. 92). Für den Adjusted Constant-Score konnten zunächst durchschnittlich 35,70 % notiert werden ( $s$  15,90, Min. 10, Max. 70), nach der Operation waren es 102,50 % ( $s$  23,38, Min. 64, Max. 128). Die Kategorie Schmerz war vor dem Eingriff im Durchschnitt mit 3,50 Punkten belegt ( $s$  3,38, Min. 0, Max. 10), nachher waren es 14 Punkte ( $s$  2,11, Min. 10, Max. 15). Die Rubrik Alltagsaktivität verbesserte sich bei einem mittleren Startwert von 6,90 ( $s$  2,56, Min. 3, Max. 11) auf 17,40 Punkte ( $s$  2,84, Min. 12, Max. 20).

Präoperativ berechnete sich für das Bewegungsausmaß ein Mittelwert von 9,80 Punkten (s 5,69, Min. 4, Max. 24), nach der Prothesenimplantation waren es 31,60 (s 9,28, Min. 14, Max. 19). Die Patienten erreichten in der Sparte Kraft einen Ausgangswert von 6,80 Punkten (s 4,06, Min. 2, Max. 13), postoperativ waren es im Mittel 11,95 (s 3,85, Min. 6,50, Max. 19).

Für alle Verbesserungen konnte Signifikanz nachgewiesen werden ( $p < 0,05$ ).

### **Frakturfolge Typ Boileau III und IV**

Für die Gesamtwertung des Constant-Scores konnte für diese Studienteilnehmer ein präoperativer Wert von durchschnittlich 23,93 Punkten berechnet werden (s 10,01, Min. 7, Max. 44), nach dem Eingriff waren es 53,32 (s 16,47, Min. 34, Max. 90). Der Adjusted Constant-Score verbesserte sich im Mittel von 32,50 % (s 12,31, Min. 11, Max. 60) auf 75,50 % (s 23,91, Min. 44, Max. 129). In der Kategorie Schmerz wurde präoperativ ein Durchschnittswert von 2,50 Punkten errechnet (s 2,59, Min. 0, Max. 59), nach der Implantation waren es 10,36 (s 3,65, Min. 5, Max. 15). In der Sparte Alltagsaktivität erzielte diese Patientengruppe vor dem Eingriff einen Mittelwert von 6,50 Punkten (s 1,65, Min. 3, Max. 10), postoperativ 15, (s 4,66, Min. 10, Max. 18). Das Bewegungsausmaß wurde präoperativ mit einem durchschnittlichen Wert von 8,86 Punkten bewertet (s 4,13, Min. 2, Max. 18), aktuell waren es 20,71 (s 8,65, Min. 10, Max. 18). Die Kraft verbesserte sich auf einen mittleren Wert von 7,25 Punkten (s 4,15, Min. 2, Max. 18) bei einem Ausgangswert von 6,07 Punkten (s 4,38, Min. 2, Max. 16).

Bis auf die Kategorie Kraft ( $p > 0,05$ ) konnte für alle Kategorien des Constant-Scores eine Signifikanz für die Veränderungen in dieser Patientengruppe berechnet werden ( $p < 0,05$ ).

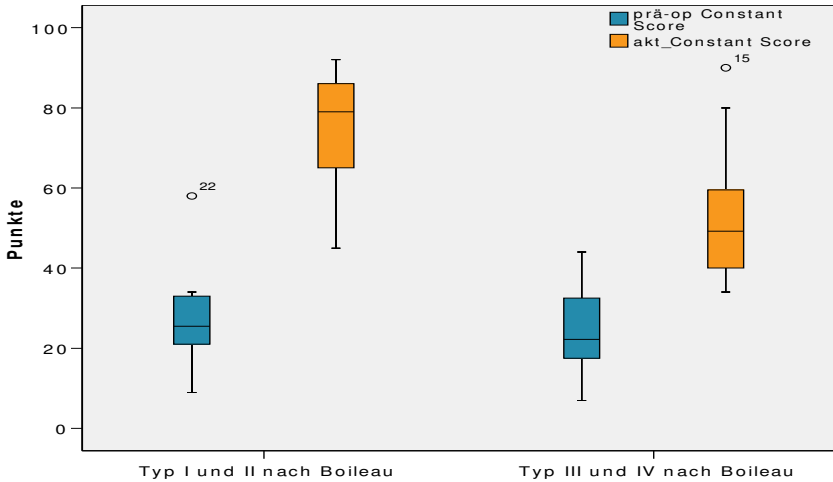


Diagramm 44: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Constant-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

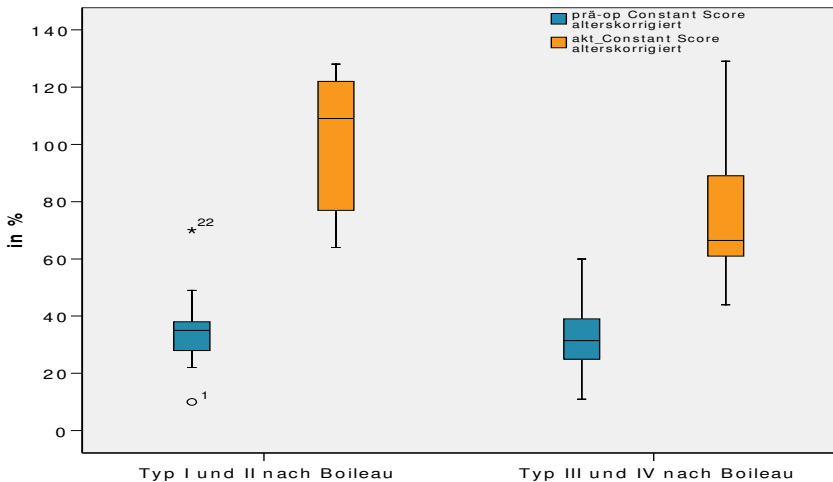


Diagramm 45: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Adjusted Constant-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

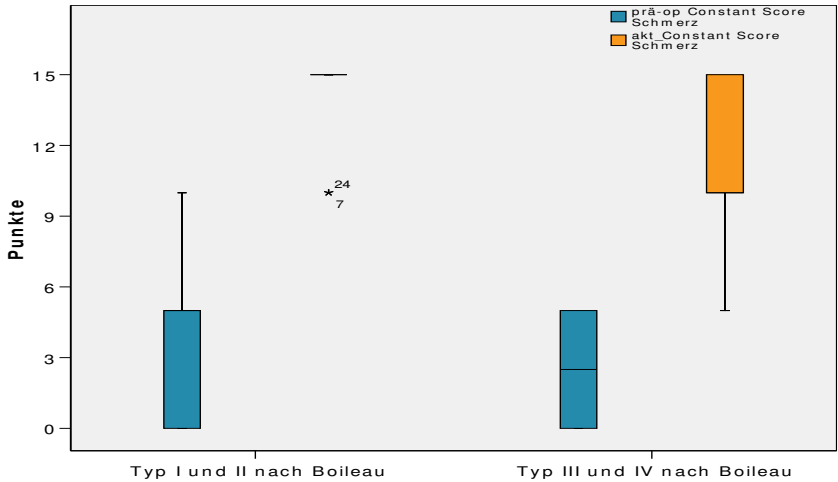


Diagramm 46: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Constant-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

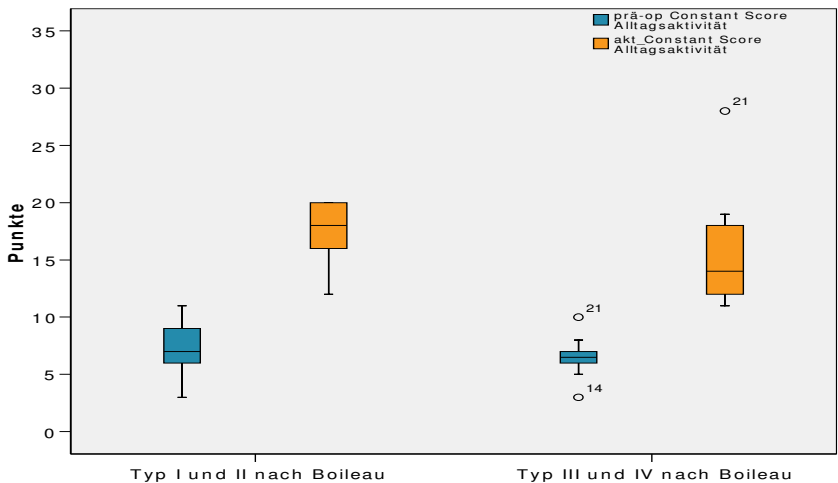


Diagramm 47: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Alltagsaktivität im Constant-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )



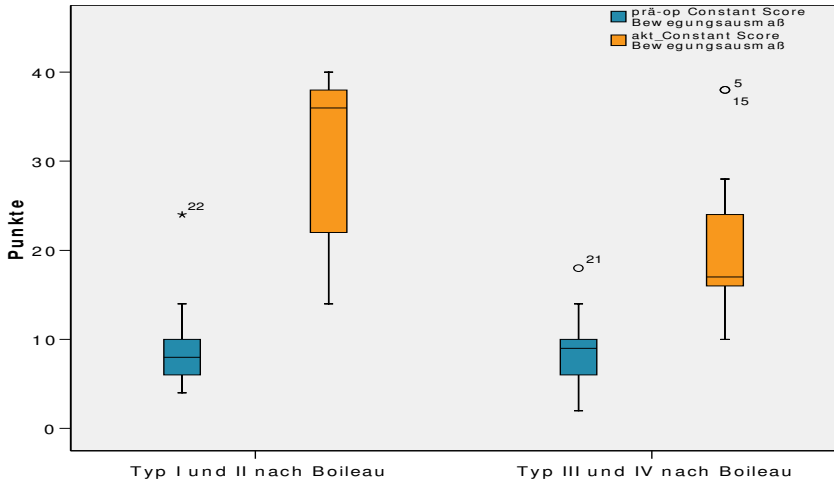


Diagramm 48: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsmaß im Constant-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

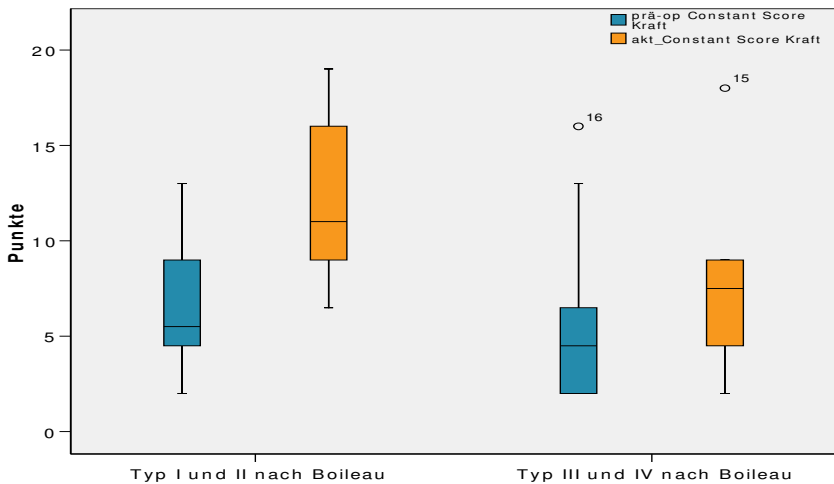


Diagramm 49: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Constant-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ ); für die Gruppe Typ III oder IV nach Boileau gilt:  $p > 0,05$

## **Wülker-Score**

### **Frakturfolge Typ Boileau I und II**

Die Mittelwerte in der Wülker-Wertung stiegen in dieser Gruppe von 40,20 Punkten (s 12,54, Min. 16, Max. 60) auf 87 (s 11,75, Min. 68, Max. 100). Für die Kategorie Schmerz konnten bei einem mittleren Startwert von 5,60 Punkten (s 2,80, Min. 4, Max.12) postoperativ 18,40 Punkte vergeben werden (s 2,07, Min. 16, Max. 20). Für die Kraft wurden im Durchschnitt vor dem Schulterersatz 1,50 Punkte berechnet (s 3,38, Min. 0, Max. 10), aktuell waren es 12 (s 3,50, Min. 5, Max. 15). In der Rubrik Funktion erreichten die Patienten präoperativ durchschnittlich 10 Punkte (s 3,89, Min. 4, Max. 16), bei der Nachuntersuchung waren es 18,8, (s 2,15, Min. 14, Max. 20). Für die Stabilität konnten Mittelwerte von 14 Punkten vor der Operation (s 3,16, Min. 5, Max. 15) und 15 Punkte postoperativ vergeben werden (s 0,00, Min. 15, Max. 15). In der Kategorie Bewegungsausmaß erzielten die Patienten mittlere Startwerte von 9,10 Punkten (s 4,95, Min. 3, Max. 18), aktuell waren es 22,80 (s 6,75, Min. 12, Max. 30).

Bis auf die Sparte Stabilität ( $p > 0,05$ ) waren alle Verbesserungen in der Wertung nach Wülker signifikant ( $p < 0,05$ ).

### **Frakturfolge Typ Boileau III und IV**

In der Gruppe der Studienteilnehmer mit hoher Klassifizierung nach Boileau konnten für die Gesamtwertung nach Wülker präoperativ im Mittel 35,50 Punkte notiert werden (s 9,37, Min.18, Max. 53), aktuell waren es 70,07 Punkte (s 13,35, Min. 47, Max. 98). Die Rubrik Schmerz war vor dem Eingriff durchschnittlich mit 4,86 Punkten belegt (s 3,21, Min. 0, Max. 8), postoperativ mit 15,71 (s 3,67, Min. 8, Max. 20). Für die Kraft im Wülker-Score wurden zunächst im Durchschnitt 2,50 Punkte berechnet (s 2,59, Min. 0, Max. 5), bei der Nachuntersuchung 8,21 (s 3,73, Min. 0, Max. 15). Ein mittlerer Ausgangswert von 8,14 Punkten für die Funktion (s 3,88, Min. 2, Max. 16) verbesserte sich auf 15,29 Punkte (s 3,47, Min. 10, Max. 20). Der errechnete Durchschnittswert für die Stabilität erhöhte sich von 12,50 Punkten (s 3,80, Min. 5, Max. 15) auf aktuell 15 (s 0,00, Min.15, Max.15). Die Studienteilnehmer erzielten einen präoperativen Mittelwert von 7,50 Punkten (s 4,69, Min. 1, Max. 18) in der Kategorie Bewegungsausmaß,

postoperativ stieg dieser Wert auf 15,86 Punkte an (s 5,74, Min. 8, Max. 28).

Die Unterschiede waren in allen Rubriken des Wülker-Scores signifikant ( $p < 0,05$ ).

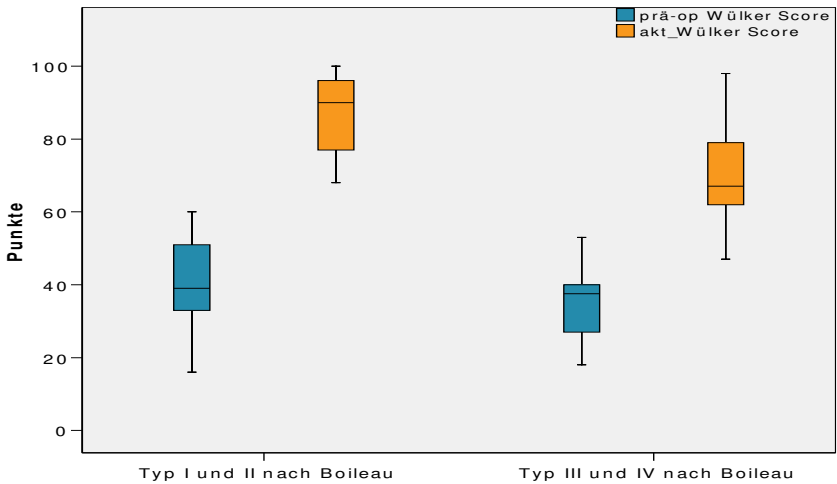


Diagramm 50: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Wülker-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

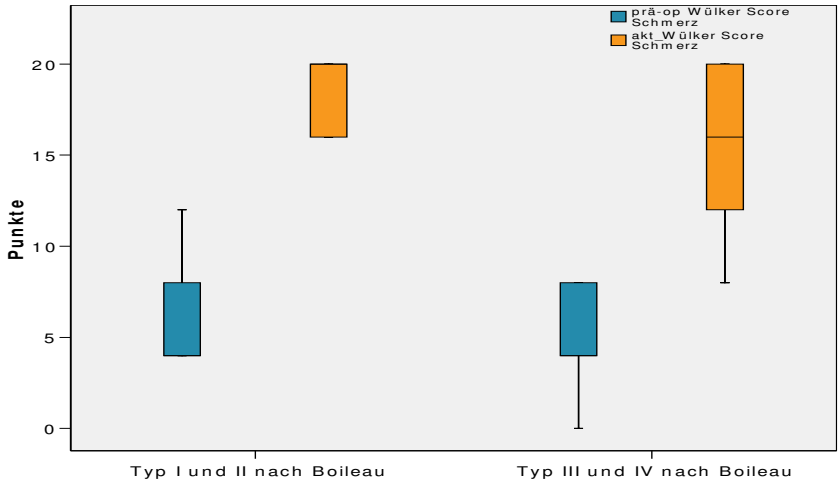


Diagramm 51: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Wülker-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

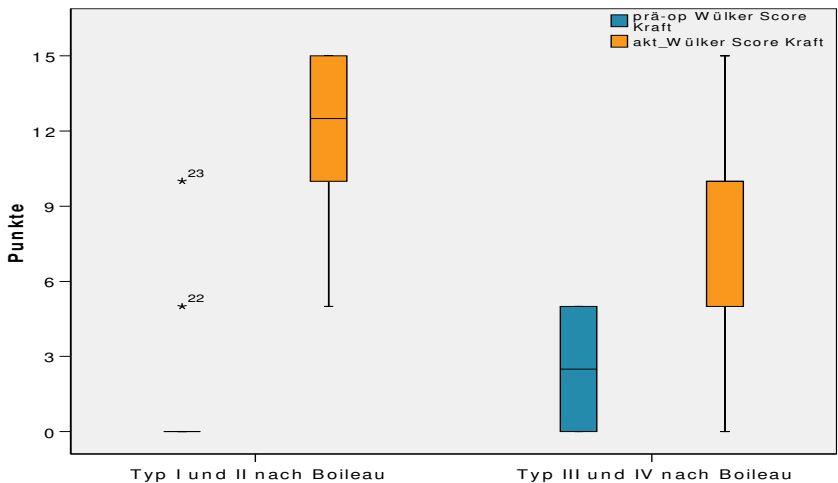


Diagramm 52: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Wülker-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

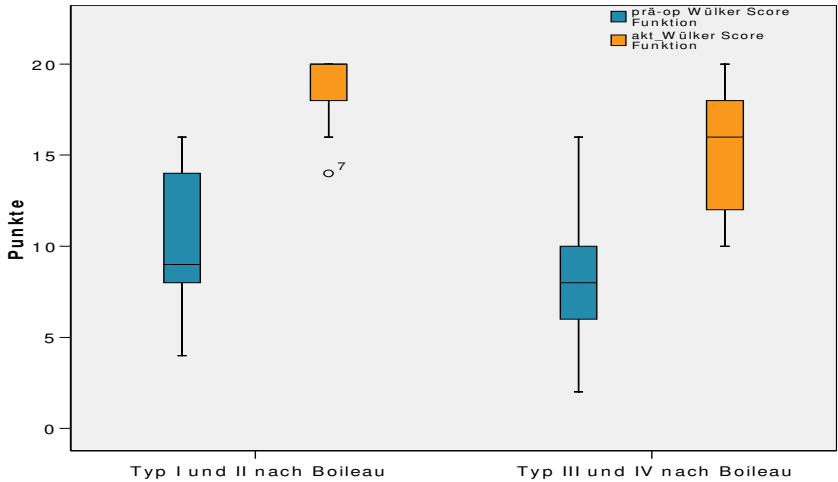


Diagramm 53: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Funktion im Wülker-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

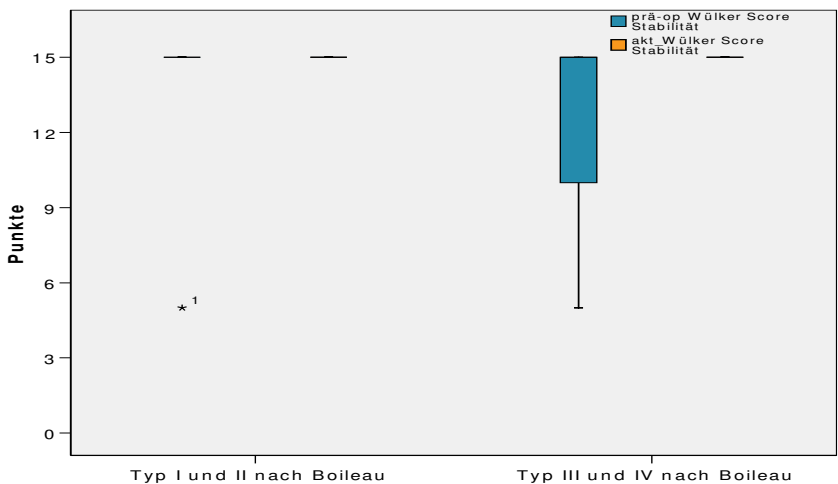


Diagramm 54: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Stabilität im Wülker-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ ); für die Gruppe Typ I oder II nach Boileau gilt:  $p > 0,05$

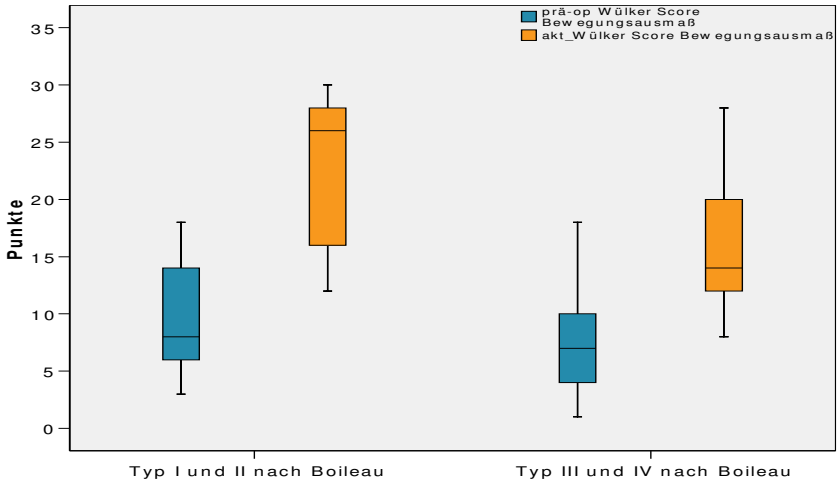


Diagramm 55: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsausmaß im Wülker-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

### **Vergleich der Ergebnisse der Frakturfolgen unterschiedlicher Ausprägung in den Score-Wertungen**

Der Vergleich der beiden Gruppen zeigte ein signifikant besseres Abschneiden in allen Kategorien des Constant-Scores bei den Studienteilnehmern, die nach Typ I oder II eingeteilt wurden ( $p < 0,05$ ).

Auch im Wülker-Score erzielten die Studienteilnehmer mit einer Klassifizierung Typ I oder II nach Boileau gegenüber der Vergleichsgruppe mit Typisierung III oder IV die höheren aktuellen Bewertungen. Es konnte eine Signifikanz der Unterschiede für die gesamte Wertung nach Wülker nachgewiesen werden sowie für die Kategorien Kraft, Funktion und Bewegungsausmaß ( $p < 0,05$ ). Für die besseren Resultate in der Sparte Schmerz und Stabilität konnte keine Signifikanz berechnet werden ( $p > 0,05$ ).

### **3.8.3 Vergleich der Ergebnisse nichttraumatischer Ätiologie**

Zu den Ätiologiegruppen mit nichttraumatischer Genese zählen die Humeruskopfnekrose, die Omarthrose, die Rheumatoide Arthritis, die Instabilitätsarthropathie und die Rotatorenmanschetten-Defektarthropathie. Da die zuletzt genannte Sparte lediglich mit einem Patienten belegt war, wurde auf einen Vergleich verzichtet.

In der graphischen Darstellung wurden die am stärksten belegten Ätiologieklassen (Humeruskopfnekrose, Omarthrose, Arthritis) einander gegenübergestellt.

#### **3.8.3.1 Klinische Untersuchung**

##### **Humeruskopfnekrose**

Für die Patientengruppe mit Humeruskopfnekrose wurde präoperativ eine mittlere Abduktion von  $61,50^\circ$  ermittelt (s 33,34), nach der Operation von  $133,50^\circ$  (s 37,57). Die Flexion betrug vor dem Eingriff  $81,50^\circ$  (s 30,92), danach  $146,00^\circ$  (s 35,42). Die Außenrotation verbesserte sich von einem Mittelwert von  $20,50^\circ$  (s 17,71) auf  $61,00^\circ$  (s 13,90).

Alle Veränderungen waren signifikant ( $p < 0,05$ ).

##### **Omarthrose**

In dieser Gruppe stieg die Abduktion von  $73,45^\circ$  (s 30,43) auf einen Durchschnittswert von  $138,57^\circ$  postoperativ (s 47,05). Die Flexion erreichte, bei einem Ausgangswert von  $81,67^\circ$  (s 35,86), einen mittleren Wert von  $144,05^\circ$  (s 45,29). Für die Außenrotation konnte zunächst ein Wert von  $25,12^\circ$  berechnet werden (s 18,59), nach der Prothesenimplantation von  $61,67^\circ$  (s 19,12).

Auch hier war die Signifikanz der Differenzen nachweisbar ( $p < 0,05$ ).

##### **Rheumatoide Arthritis**

Bei dieser Ätiologie betrug die Abduktion im Vorfeld  $49,38^\circ$  (s 21,45), postoperativ  $103,13^\circ$  (s 38,26). Für den mittleren Flexionswert konnten präoperativ  $62,50^\circ$  notiert werden (s 18,32), bei der aktuellen Untersuchung  $121,25^\circ$  (s 37,20). Die Außenrotation erlangte, bei einem

mittleren Ausgangswert von  $30,63^\circ$  (s 21,78), einen postoperativen Wert von  $40,00^\circ$  (s 20,00).

Bis auf die Außenrotation waren diese Unterschiede signifikant ( $p < 0,05$ ).

## Instabilitätsarthropathie

Die Abduktion erzielte einen präoperativen Mittelwert von  $132,50^\circ$  (s 35,00), bei der Nachuntersuchung  $152,50^\circ$  (s 48,39). Für die Flexion wurden im Mittel  $135,00^\circ$  gemessen (s 31,09), postoperativ  $156,25^\circ$  (s 37,72). Die Außenrotation belief sich vor Implantation auf  $37,50^\circ$  (s 27,538), danach auf  $62,50^\circ$  (s 23,63).

In dieser Ätiologiegruppe konnte keine Signifikanz der Verbesserungen nachgewiesen werden ( $p > 0,05$ ).

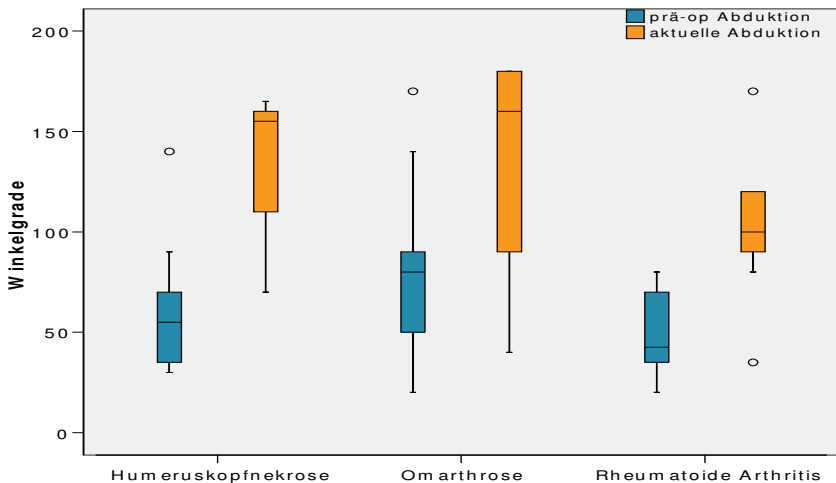


Diagramm 56: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Abduktion in der Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )



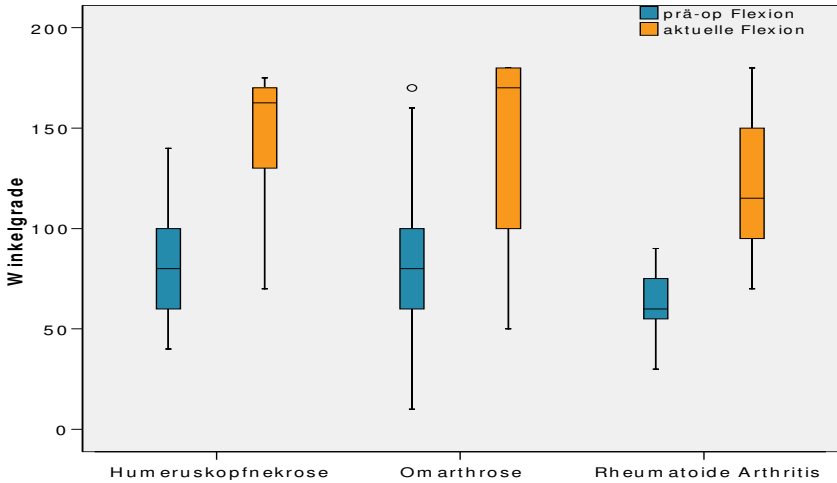


Diagramm 57: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Flexion in der Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

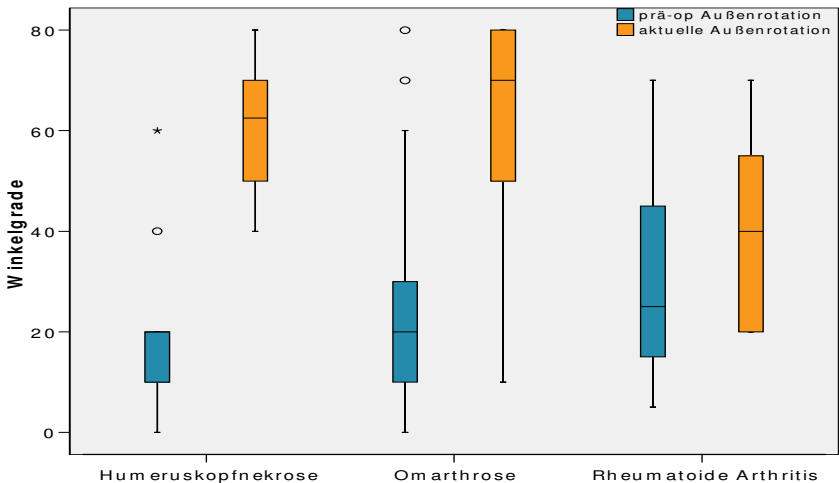


Diagramm 58: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Außenrotation in der Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ ); für die Rheumatoide Arthritis gilt:  $p > 0,05$

Beim Vergleich des bei der Nachuntersuchung erzielten Bewegungsausmaßes schnitt die Patientensparte mit der Ätiologie Instabilitärsarthropathie am besten ab. Diese Gruppe war mit 4 Patienten jedoch schwach belegt. Es konnte auch keine Signifikanz der Veränderungen nachgewiesen werden.

Zwischen der Gruppe mit Omarthrose und Humeruskopfnekrose konnte kein signifikanter Unterschied gezeigt werden.

Im direkten Vergleich der beiden Patientengruppen mit Omarthrose und Rheumatoider Arthritis war die Differenz bei der Abduktion und der Außenrotation signifikant ( $p < 0,05$ ).

Die Unterschiede zwischen den Kategorien Instabilitärsarthropathie und Rheumatoide Arthritis waren in allen Bewegungsrichtungen signifikant ( $p < 0,05$ ).

### **3.8.3.2 Auswertung der Scores**

#### **Constant-Score**

##### **Humeruskopfnekrose**

Die Gesamtwertung im Constant-Score für diese Ätiologiesparte betrug im Mittel 64,10 Punkte (s 16,21, Min. 38, Max. 84), der Adjusted Constant-Score erzielte 94 % (s 21,91, Min. 60, Max. 122). In der Kategorie Schmerz erreichten die Patienten bei der aktuellen Untersuchung 12,50 Punkte (s 2,64, Min. 10, Max. 15), in der Alltagsaktivität waren es 15,60 (s 3,27, Min. 10, Max. 20). Für das Bewegungsausmaß konnte ein Mittelwert von 28,20 Punkten berechnet werden (s 9,26, Min. 14, Max. 38), für die Kraft 7,8 (s 2,59, Min. 4,5, Max. 11).

Für die Ausgangswerte berechneten sich für den Constant-Score 28,65 Punkte (s 12,43, Min. 13, Max. 49), für den korrigierten Constant-Score 41,10 % (s 16,78, Min. 20, Max. 67), für die Kategorie Schmerz 2 Punkte (s 2,58, Min. 0, Max. 5) und für die Alltagsaktivität 7,60 Punkte (s 1,78, Min. 5, Max. 10). Das Bewegungsausmaß erhielt vor dem Eingriff im Mittel 12,20 Punkte (s 6,22, Min. 4, Max. 26), die Kraft 6,85 (s 5,25, Min. 0, Max. 16).

Auch in dieser Patientengruppe waren die Unterschiede bis auf die Sparte Kraft signifikant ( $p < 0,05$ ).

## **Omarthrose**

Die Patienten mit dieser Indikationsstellung erreichten im gesamten Constant-Score einen Mittelwert von 65,60 Punkten (s 20,04, Min. 22, Max. 93), im Adjusted Constant-Score erzielten sie 91,38 % (s 28,54, Min. 24, Max. 133). In der Kategorie Schmerz konnte ein Mittelwert von 12,02 Punkten berechnet werden (s 3,14, Min. 5, Max. 15), für die Rubrik Alltagsaktivität waren es im Mittel 15,93 Punkte (s 3,85, Min. 8, Max. 20). Das Bewegungsausmaß erlangte durchschnittlich 28,62 Punkte (s 9,98, Min. 8, Max. 40), der Durchschnittswert für die Sparte Kraft lag bei 9,02 Punkten (s 5,02, Min. 0, Max. 20).

Die durchschnittlichen Ausgangswerte bei dieser Patientengruppe waren für den Constant-Score 30,81 Punkte (s 11,40, Min. 7, Max. 57), für den Adjusted Constant-Score 41,02 % (s 15,18, Min. 1, Max. 70). In der Kategorie Schmerz wurden präoperativ 2,14 Punkte vergeben (s 2,74, Min. 0, Max. 10), in der Sparte Alltagsaktivität 7,74 Punkte (s 2,65, Min. 2, Max. 15) und für das Bewegungsausmaß 12,81 Punkte (s 5,71, Min. 0, Max. 28). In der Rubrik Kraft wurden 8,12 Punkte berechnet (s 4,93, Min. 0, Max. 25).

Bis auf die Kategorie Kraft waren alle Veränderungen im Constant-Score signifikant ( $p < 0,05$ ).

## **Rheumatoide Arthritis**

Der Mittelwert in der Berechnung des Gesamt-Constant-Scores betrug postoperativ 49,25 Punkte (s 21,62, Min. 18, Max. 84), für den alterskorrigierten Constant-Score ergab sich ein Wert von 70,50 % (s 33,12, Min. 20, Max. 121). Die Kategorie Schmerz lieferte im Mittel 8,75 Punkte (s 5,83, Min. 0, Max. 15), in der Sparte Alltagsaktivität waren es 12,25 (s 4,71, Min. 6, Max. 20). Für das Bewegungsausmaß wurde ein durchschnittlicher Punktwert von 20,75 berechnet (s 8,28, Min. 10, Max. 36), in der Kategorie Kraft waren es nach der Implantation 7,5 (s 5,15, Min. 2, Max. 16).

Die Ausgangswerte innerhalb dieser Patientengruppe betrugen 26,25 Punkte für den Constant-Score (s 4,89, Min. 17,5, Max. 33,5), 36,13 % für den Adjusted Constant-Score (s 7,57, Min. 24, Max. 44), 1,88 Punkte für die Rubrik Schmerz (s 2,59, Min. 0, Max. 5) und 8,13 Punkte für die der Alltagsaktivität (s 1,81, Min. 6, Max. 11). Das Bewegungsausmaß erreichte

10,75 Punkte (s 4,13, Min. 6, Max. 18) und die Kraft 5,5 (s 1,07, Min. 4,5, Max. 6,5).

Die Veränderungen waren, wie in den anderen Ätiologiegruppen, mit Ausnahme der Kategorie Kraft signifikant ( $p < 0,05$ ).

### **Instabilitätsarthropathie**

Diese Indikationsgruppe erreichte einen mittleren Gesamtwert im Constant-Score von 73,50 Punkten (s 23,04, Min. 39, Max. 87), wobei der Adjusted Constant-Score postoperativ im Mittel 82,75 % betrug (s 27,38, Min. 42, Max. 101). Für die Sparte Schmerz wurden durchschnittlich 12,50 Punkte berechnet (s 5,00, Min. 5, Max. 15), für die Alltagsaktivität waren es 17,00 (s 4,76, Min. 10, Max. 20). Für die Durchschnittswerte des Bewegungsausmaßes wurden 33,50 Punkte vergeben (s 8,06, Min. 22, Max. 40), für die Kraft waren es 10,50 (s 6,56, Min. 2, Max. 18).

Als präoperative Werte wurden in dieser Indikationsgruppe für den Constant-Score 47,50 Punkte (s 12,79, Min. 34, Max. 62), für den korrigierten Constant-Score 53,75 % (s 16,76, Min. 38, Max. 75), für die Kategorie Schmerz 5 Punkte (s 7,07, Min. 0, Max. 15) und für die Rubrik Alltagsaktivität 9,5 Punkte notiert (s 3,12, Min. 7, Max. 14). Im Bewegungsausmaß erzielten die Patienten 23 Punkte (s 9,02, Min. 12, Max. 34), in der Kraft 10 Punkte (s 2,00, Min. 9, Max. 13).

Für keine der festgestellten Verbesserungen konnte eine Signifikanz nachgewiesen werden ( $p > 0,05$ ).

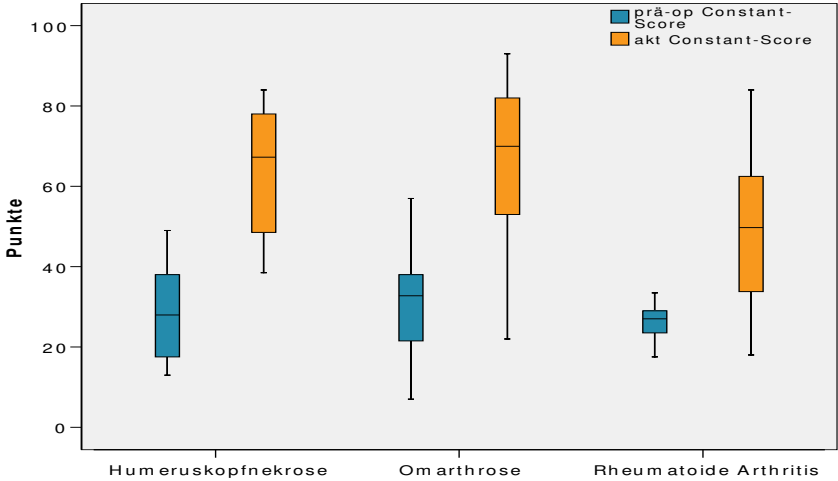


Diagramm 59: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Constant-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

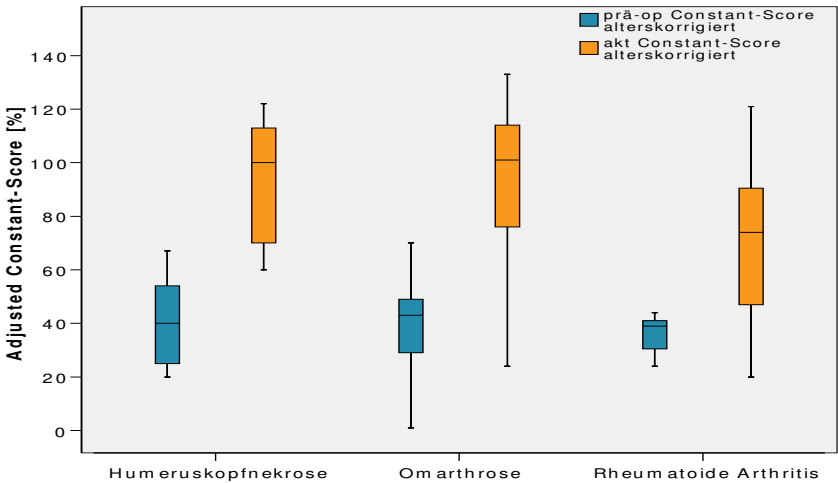


Diagramm 60: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Adjusted Constant-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

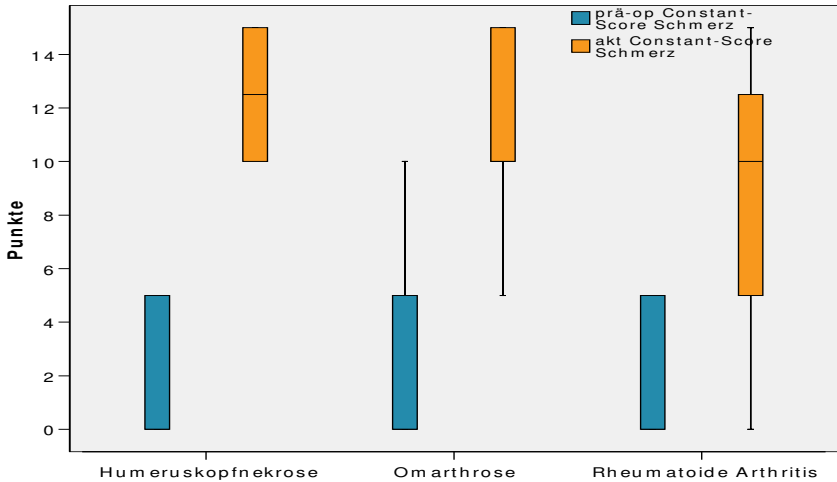


Diagramm 61: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Constant-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

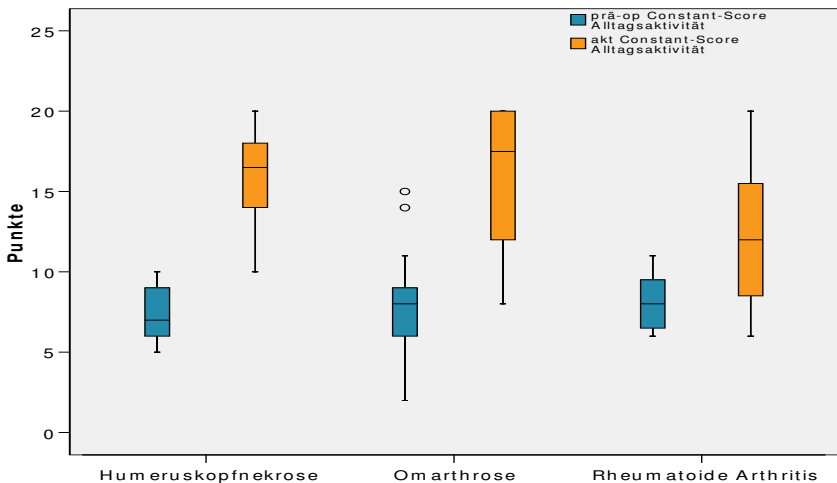


Diagramm 62: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Alltagsaktivität im Constant-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

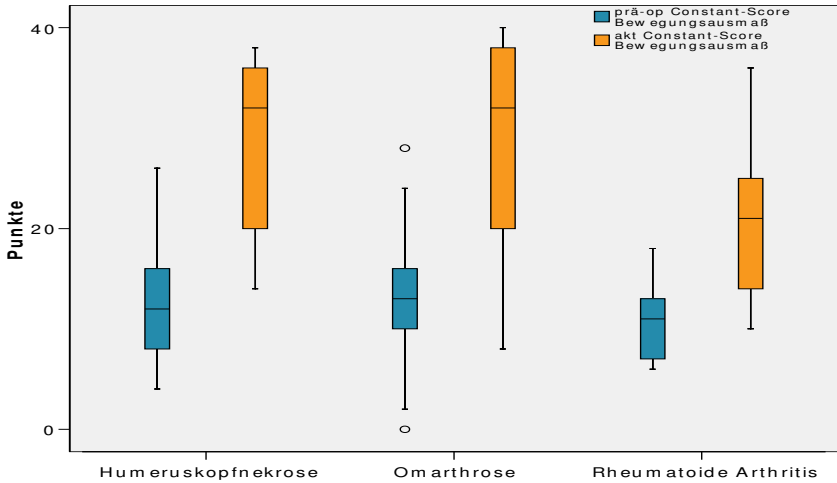


Diagramm 63: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsausmaß im Constant-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

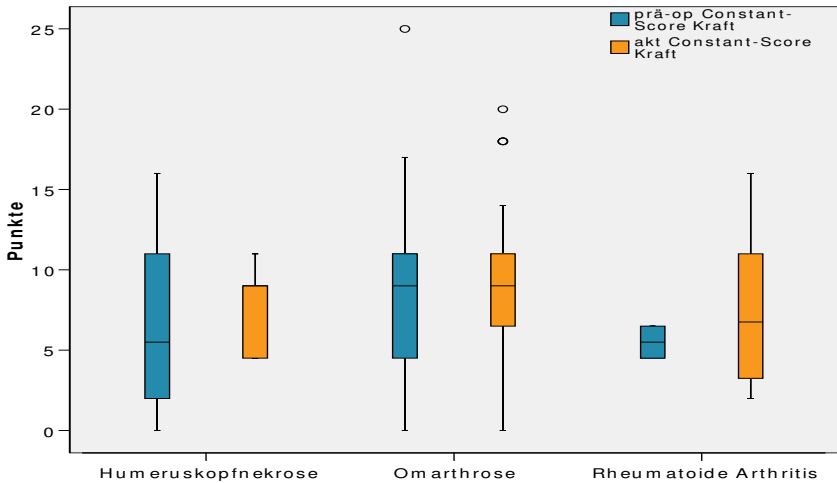


Diagramm 64: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Constant-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p > 0,05$ )

## **Wülker-Score**

### **Humeruskopfnekrose**

Der Mittelwert des gesamten Wülker-Scores betrug in dieser Ätiologiekategorie 76,30 Punkte (s 16,02, Min. 49, Max. 91), für die Kategorie Schmerz wurden im Mittel 16,40 Punkte erreicht (s 3,50, Min. 12, Max. 20), in der Kraft waren es 6,50 (s 4,11, Min. 0, Max. 10). Die Funktion erzielte durchschnittlich 17,60 Punkte (s 3,50, Min. 12, Max. 20), die Stabilität erlangte den Höchstwert von 15 Punkten (s 0,00, Min. 15, Max. 15). Für das Bewegungsausmaß wurde ein Durchschnittswert von 20,80 berechnet (s 6,34, Min. 10, Max. 28).

Als Ausgangswerte wurden in dieser Patientengruppe für den Wülker-Score 41,00 Punkte berechnet (s 11,98, Min. 26, Max. 60), für die Kategorie Schmerz 4,40 (s 3,50, Min. 0, Max. 12) und für die Kraft 2,50 Punkte (s 2,64, Min. 0, Max. 5). Die Funktion erzielte 10,40 Punkte (s 4,60, Min. 2, Max. 16), die Stabilität 14,00 (s 2,11, Min. 10, Max. 15) und für das Bewegungsausmaß wurden 9,70 Punkte vergeben (s 4,69, Min. 3, Max. 18).

Mit Ausnahme des Parameters Stabilität war die Verbesserung in allen Kategorien des Wülker-Scores signifikant ( $p < 0,05$ ).

### **Omarthrose**

In der durchschnittlichen Gesamtwertung des Wülker-Scores erreichte diese Patientengruppe 80,14 Punkte (s 16,93, Min. 39, Max. 100), in der Kategorie Schmerz wurden im Mittel 16,86 Punkte erzielt (s 3,80, Min. 4, Max. 20) und in der Rubrik Kraft 9,05 (s 4,31, Min. 0, Max. 15). Für den Durchschnittswert der Funktion wurden 17,86 Punkte bei der Nachuntersuchung berechnet (s 3,55, Min. 6, Max. 20), in der Sparte Stabilität wurde der Maximalwert von 15 Punkten vergeben (s 0,00, Min. 15, Max. 15) und beim Bewegungsausmaß waren es 21,38 Punkte (s 7,36, Min. 6, Max. 30).

Die Studienteilnehmer erreichten präoperative Werte von 43,69 Punkten im Wülker-Score (s 11,01, Min. 16, Max. 70), 4,29 Punkten in der Kategorie Schmerz (s 3,11, Min. 0, Max. 12), 2,74 Punkten in der Sparte Kraft (s 2,52, Min. 0, Max. 5) und 11,57 Punkten in der Funktion (s 4,06, Min. 2, Max. 18).



20). Für die Stabilität wurden 13,93 Punkte vergeben (s 2,08, Min. 10, Max. 15) und für das Bewegungsausmaß 11,17 (s 4,74, Min. 4, Max. 22).

Für jede Veränderung konnte eine Signifikanz festgestellt werden ( $p < 0,05$ ).

## **Rheumatoide Arthritis**

Für die mittlere Berechnung des gesamten Wülker-Scores wurde nach der Prothesenversorgung ein Ergebnis von 63,25 Punkten notiert (s 17,50, Min. 43, Max. 94). Die Rubrik Schmerz erreichte einen Mittelwert von 12,50 Punkten (s 5,83, Min. 4, Max. 20), die der Kraft 6,25 (s 5,18, Min. 0, Max. 15), die Funktion wurde postoperativ durchschnittlich mit 14,25 Punkten bewertet (s 3,92, Min. 10, Max. 20). Die Stabilität wurde mit dem Maximalwert von 15 (s 0,00, Min. 15, Max. 15) bewertet, für das Bewegungsausmaß wurden im Mittel 15,25 Punkte vergeben (s 4,89, Min. 8, Max. 24).

Die präoperativen Mittelwerte in dieser Kategorie erreichten im gesamten Wülker-Score 38,88 Punkte (s 4,36, Min. 32, Max. 46), in der Rubrik Schmerz 3,5 (s 3,34, Min. 0, Max. 8) und in der Kraft 1,88 Punkte (s 2,59, Min. 0, Max. 5). Für die Funktion wurden 10,75 Punkte vergeben (s 2,82, Min. 6, Max. 14), für die Stabilität 15,00 (s 0,00, Min. 15, Max. 15) und für das Bewegungsausmaß 7,75 (s 2,66, Min. 3, Max. 12).

Die Sparten Gesamtwertung, Schmerz und Bewegungsausmaß lieferten einen signifikanten Unterschied im Score von Wülker ( $p < 0,05$ ), die Verbesserungen in der Rubrik Kraft, Funktion und Stabilität waren nicht signifikant ( $p > 0,05$ ).

## **Instabilitätsarthropathie**

Die Patienten mit Instabilitätsarthropathie erreichten im Wülker-Score einen durchschnittlichen Gesamtwert von 85,25 Punkten (s 15,50, Min. 62, Max. 93), für die Kategorie Schmerz wurden postoperativ im Mittel 18,00 Punkte vergeben (s 4,00, Min. 12, Max. 20), für die der Kraft 8,75 (s 2,50, Min. 5, Max. 10). Bei der Berechnung der Funktion wurde ein Durchschnittswert von 19,00 Punkten erzielt (s 2,00, Min. 16, Max. 20), bei der Stabilität war es der Maximalwert von 15 Punkten (s 0,00, Min. 15,

Max. 15). Das mittlere Bewegungsausmaß stieg nach der Operation auf 24,50 Punkte (s 7,00, Min. 14, Max. 28).

Vor dem Eingriff wurden für den Wülker-Score in dieser Sparte 49,50 Punkte berechnet (s 1,92, Min. 48, Max. 52), für die Kategorie Schmerz 5,00 (s 3,83, Min. 0, Max. 8) und für die Kraft 5,00 Punkte (s 0,00, Min. 5, Max. 5). In der Funktion erreichten die Patienten 15 Punkte (s 2,58, Min. 12, Max. 18), in der Stabilität 5,00 (s 0,00, Min. 5, Max. 5) und im Bewegungsausmaß 19,50 Punkte (s 3,77, Min. 14, Max. 22).

Auch im Wülker-Score war innerhalb dieser Ätiologiekategorie lediglich eine Signifikanz der Veränderungen für den Parameter Stabilität nachzuweisen ( $p < 0,05$ ).

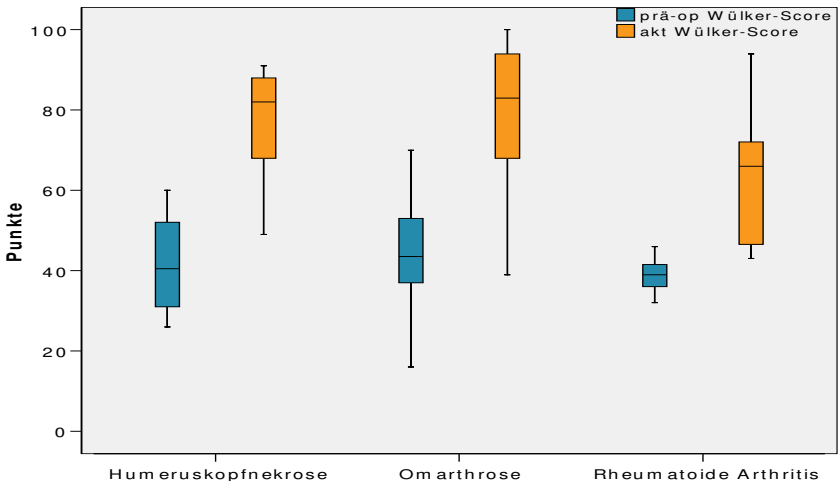


Diagramm 65: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Wülker-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

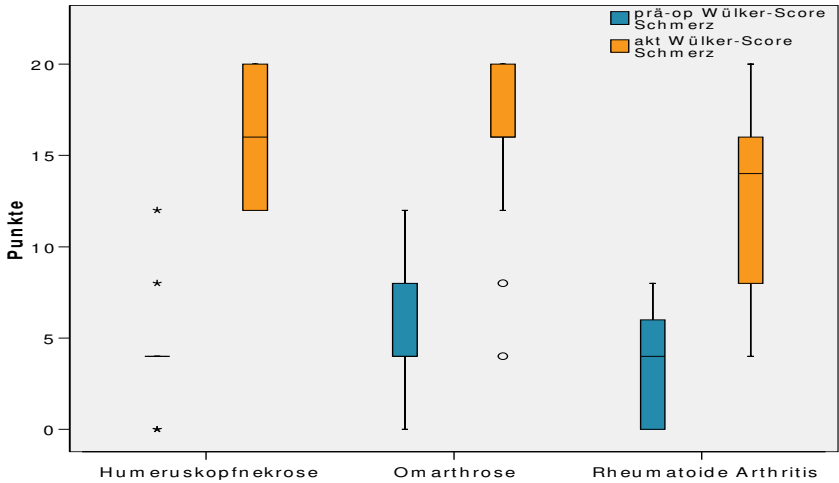


Diagramm 66: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Wülker-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

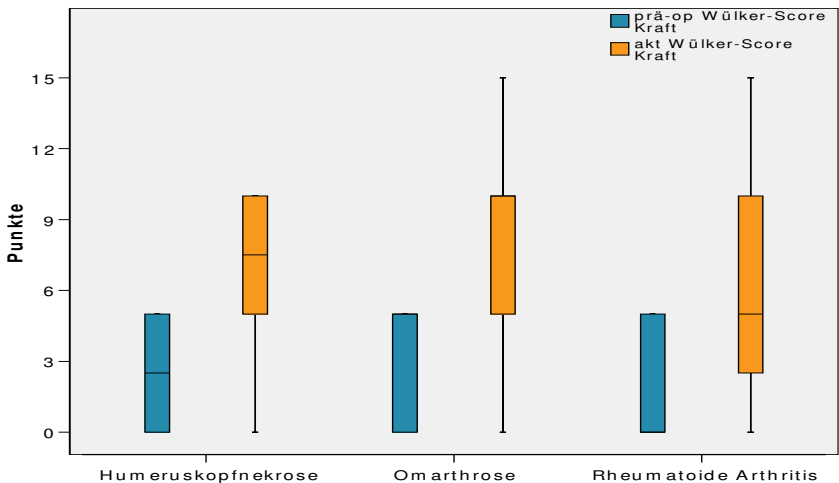


Diagramm 67: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Wülker-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ ); für die Rheumatoide Arthritis gilt:  $p > 0,05$

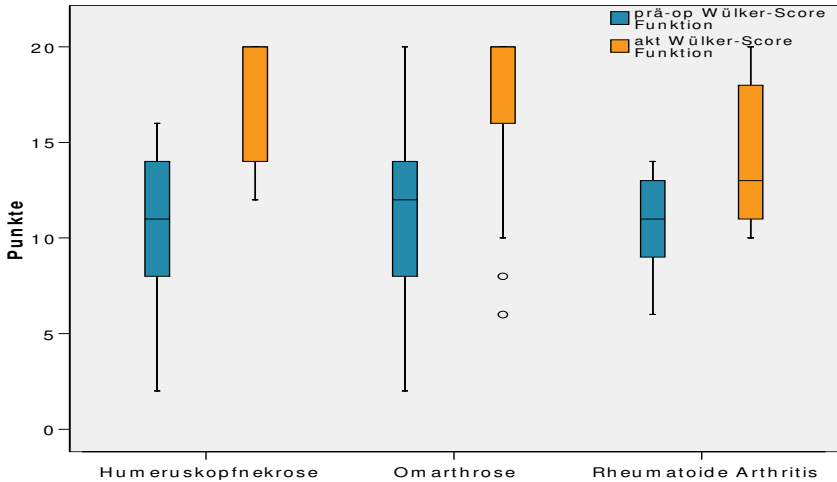


Diagramm 68: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Funktion im Wülker-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ ); für die Rheumatoide Arthritis gilt:  $p > 0,05$

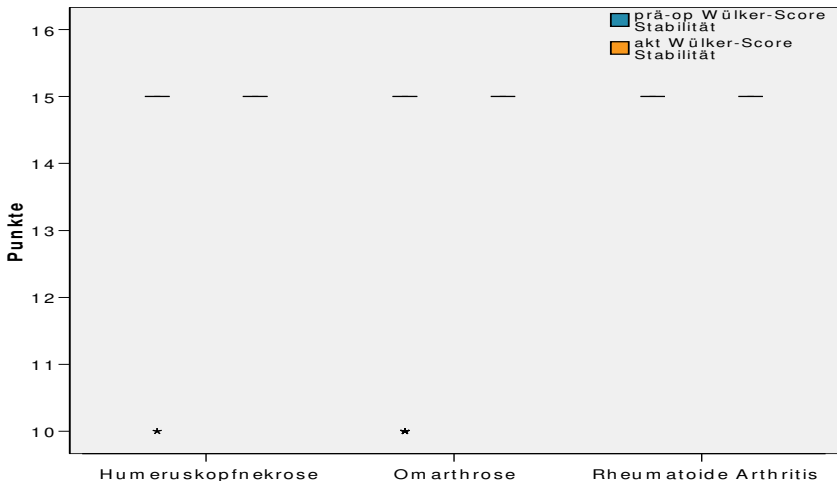


Diagramm 69: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Stabilität im Wülker-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ ); für die Humeruskopfnekrose und die Rheumatoide Arthritis gilt:  $p > 0,05$

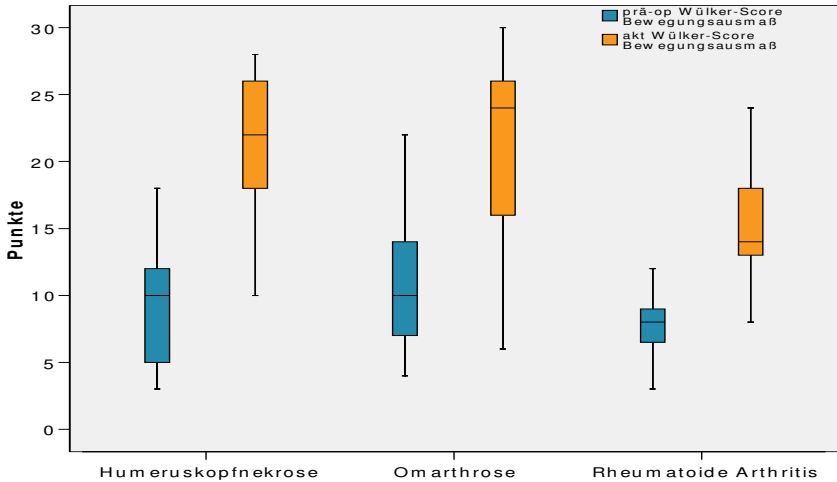


Diagramm 70: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsausmaß im Wülker-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

## Vergleich der Ergebnisse nichttraumatischer Ätiologie in den Score-Wertungen

In den Wertungen der beiden Scores schnitt die Patientengruppe mit Instabilitätsarthropathie bei den postoperativen Ergebnissen am besten ab. Die Veränderungen der präoperativen zu den postoperativen Resultaten waren jedoch im Vergleich zu den anderen Ätiologien lediglich in der Kategorie Stabilität im Wülker-Score signifikant.

Die Klasse der Omarthrose führte die anderen Indikationsgruppen in Bezug auf die postoperativ erreichten Erfolge an, gefolgt von der Sparte der Humeruskopfnekrose.

Die Patientengruppe mit der rheumatischen Grunderkrankung lieferte im direkten Vergleich der Ergebnisse bei der Nachuntersuchung das schlechteste Resultat. Die Auswirkungen waren aber vor allem bei den Gesamtwertungen im Constant- und im Wülker-Score prä- und postoperativ signifikant.

Im direkten Vergleich der Ätiologieklassen untereinander konnte bei den Patienten mit Rheumatoider Arthritis bzw. Omarthrose in den Kategorien Alltagsaktivität und Bewegungsausmaß des Constant-Scores ein signifikanter Unterschied bewiesen werden ( $p < 0,05$ ).

## 3.9 Untersuchung von Einflussfaktoren

### 3.9.1 Patientenalter bei Operation

Der Einfluss des Alters der Patienten zum Zeitpunkt der Operation wurde mit einer Regressionsanalyse untersucht. Hierbei wurden der Adjusted Constant-Score sowie die Gesamtwertung des Wülker-Scores herangezogen.

Ein Zusammenhang zwischen dem Patientenalter und den Resultaten der Scores konnte nicht bestätigt werden ( $R^2 = 0,011$ , Standardfehler des Schätzers 27,01 bei Adjusted Constant-Score).

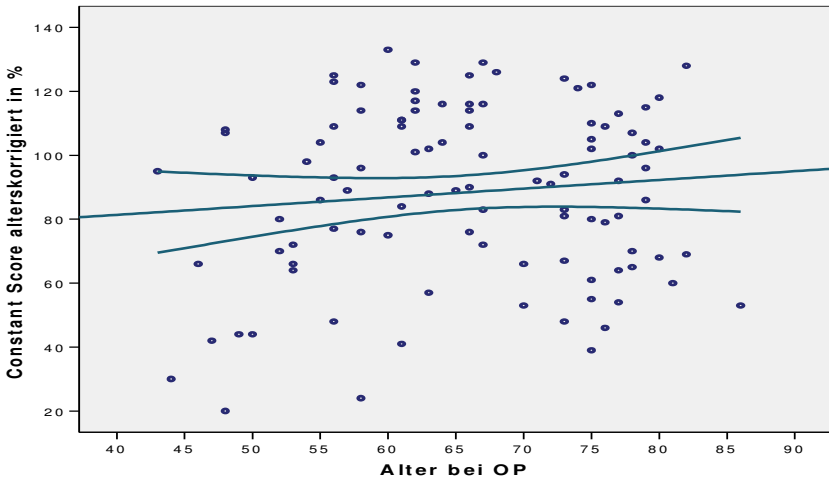


Diagramm 71: Darstellung des Einflusses des Patientenalters bei der Operation auf den Adjusted Constant-Score im Scatter-Plot ( $R^2 = 0,011$ )

### 3.9.2 Patientenalter bei aktueller Befunderhebung

Ein Einfluss des Patientenalters bei der Nachuntersuchung konnte mittels Regressionsanalyse bei den Resultaten im Adjusted Constant-Score und im gesamten Wülker-Score nicht nachgewiesen werden ( $R^2 = 0,018$ , Standardfehler des Schätzers 26,92 bei Adjusted Constant-Score).

### 3.9.3 Standzeit der Prothese

Die Auswirkungen des Prothesenalters auf die Ergebnisse des alterskorrigierten Constant-Scores und des Wülker-Scores in der Gesamtwertung wurden mit der Regressionsanalyse berechnet. Das Modell lieferte keinen Zusammenhang der Standzeit der Prothese mit den Resultaten ( $R^2 = 0,016$ , Standardfehler des Schätzers 26,94 bei Adjusted Constant-Score).

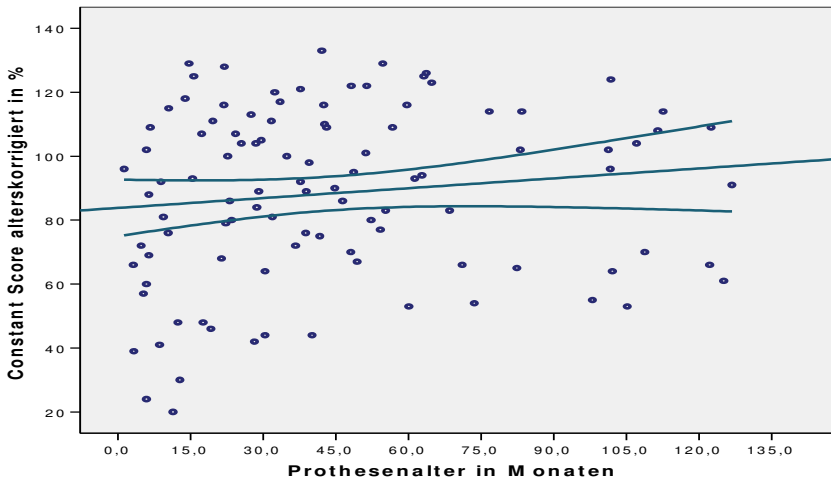


Diagramm 72: Darstellung des Einflusses des Prothesenalters auf den Adjusted Constant-Score im Scatter-Plot ( $R^2 = 0,016$ )

### 3.9.4 Radiologische Auffälligkeiten

Zur Auswertung möglicher Einflüsse von Auffälligkeiten in der aktuellen Bildgebung wurden jeweils das aktive Bewegungsausmaß, die Gesamtwertungen der Scores nach Constant und Wülker sowie der Adjusted Constant-Score herangezogen.

Auf die Angabe der Ausgangswerte im Text wird im Folgenden jeweils verzichtet.

#### 3.9.4.1 Subluxation

6 Patienten wiesen in der aktuellen Bildgebung einen aus der Gelenkpfanne subluxierten Humeruskopf auf. Sie hatten alle eine

Hemiprothese erhalten. Das Prothesenalter betrug bei den Studienteilnehmern mit geringer Subluxation im Mittel 68,18 Monate (Min. 22,30, Max. 107,10), bei dem Studienteilnehmer mit mäßig subluxiertem Humeruskopf 56,70 Monate. In dieser Patientengruppe führte 4-mal eine Omarthrose, einmal ein akutes Trauma und einmal eine Revision bei rheumatoider Grunderkrankung zum Schulterersatz.

Die erzielten Mittelwerte dieser Patientengruppe wurden mit denen der übrigen Studienteilnehmer verglichen.

### **Klinische Untersuchung**

Die Patientengruppe mit einer geringen Subluxationsstellung erlangte bei der Nachuntersuchung des Bewegungsausmaßes mittlere Abduktionswerte von 124,00° (s 43,93), für die Flexion wurden 141,00° (s 45,61), für die Außenrotation im Durchschnitt 52,00° notiert (s 17,89). Bei einem Studienteilnehmer wurde eine Subluxation von mehr als 25 %, aber weniger als 50% diagnostiziert. Für ihn wurden für die Abduktion 180,00°, für die Flexion 180,00° und für die Außenrotation 70,00° gemessen.

Die Kontrollgruppe erzielte für die Abduktion im Mittel 132,14° (s 46,13), für die Flexion 140,26° (s 41,92) und für die Außenrotation 61,25° (s 18,33).

Die Studienteilnehmer mit geringer Subluxation schnitten im Vergleich mit der Kontrollgruppe etwas schlechter ab. Für die Differenzen der Ergebnisse konnte im Bewegungsausmaß keine Signifikanz gefunden werden ( $p > 0,05$ ).



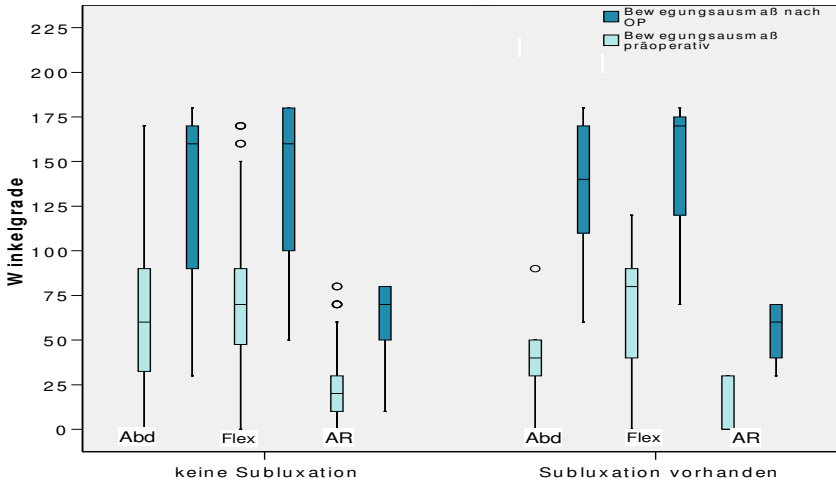


Diagramm 73: Gegenüberstellung des Bewegungsausmaßes in den Patientengruppen mit bzw. ohne Subluxation im Box-Plot ( $p > 0,05$ )

## Auswertung der Scores

Die Patienten, die eine Subluxation von weniger als 25 % aufwiesen, erreichten im Constant-Score einen aktuellen Mittelwert von 60,10 Punkten (s 24,27), im alterskorrigierten Score nach Constant erzielten sie bei der aktuellen Untersuchung im Mittel 76,80 % (s 27,07). Der Wülker-Score wurde für diese Gruppe mit durchschnittlich 78,00 Punkten angegeben (s 16,17).

Für den Patienten mit der mäßigen Subluxation wurden Mittelwerte von 82,00 Punkten im Constant-Score, 109,00 % im Adjusted Constant-Score und 94,00 Punkten im Wülker-Score berechnet.

Die 5 Patienten mit einer Subluxationsstellung kleiner als 25 % und der Patient mit einer höheren Subluxation unterschieden sich weder in den Score-Werten noch im Bewegungsausmaß signifikant ( $p > 0,05$ ).

Die Vergleichsgruppe ohne Diagnose einer subluxierten Schulter erreichte Durchschnittswerte von 63,97 Punkten im Constant-Score (s 19,00), 88,77 % im Adjusted Constant-Score (s 27,10) und im Wülker-Score 77,77 Punkte (s 16,10).

Auch in den Score-Wertungen erzielten die Patienten mit gering subluxiertem Humeruskopf im Bewertungsschema nach Constant die

etwas niedrigeren Ergebnisse. Im Wülker-Score lieferten sie das knapp bessere Resultat.  
Es konnte insgesamt keine Signifikanz der Unterschiede in den Scores zwischen den Patientengruppen nachgewiesen werden ( $p > 0,05$ ).

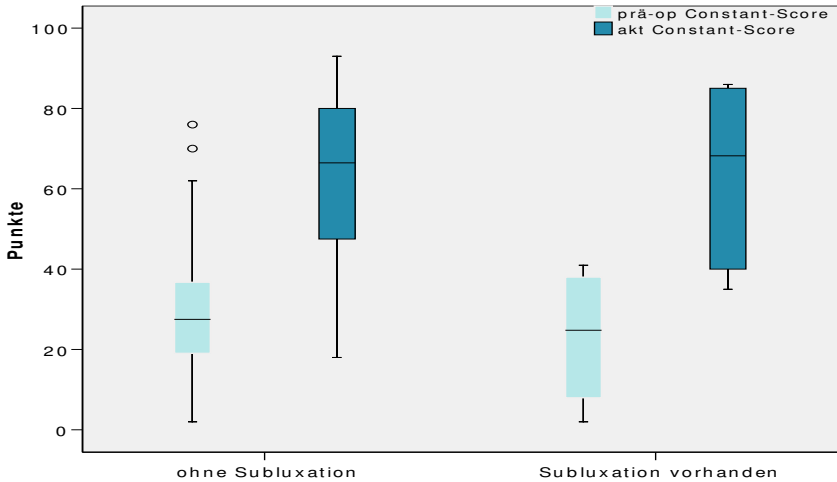


Diagramm 74: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Constant-Score in den Patientengruppen mit bzw. ohne Subluxation im Box-Plot ( $p > 0,05$ )

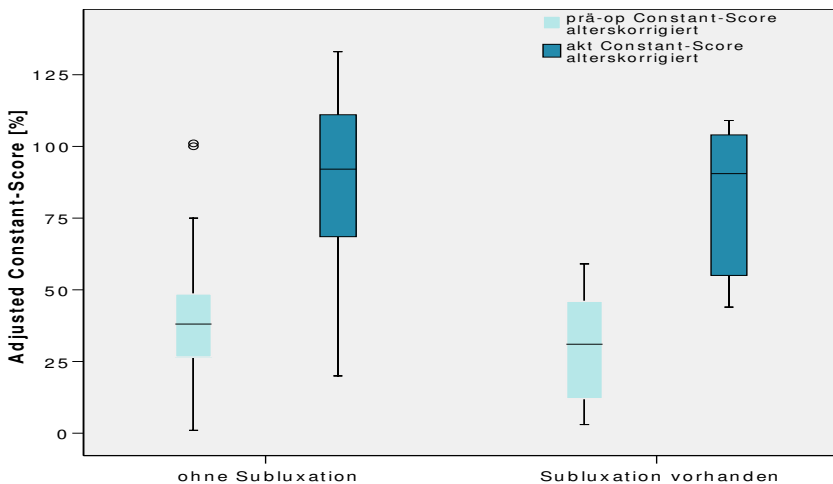


Diagramm 75: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Adjusted Constant-Score in den Patientengruppen mit bzw. ohne Subluxation im Box-Plot ( $p > 0,05$ )

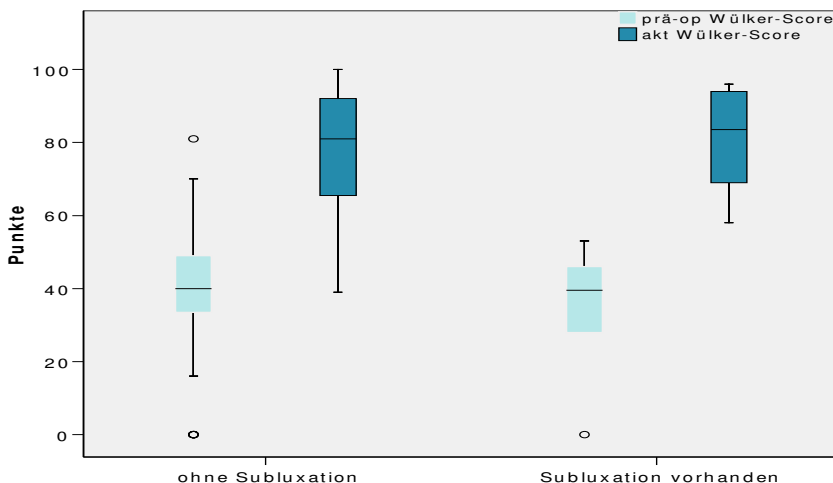


Diagramm 76: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Wülker-Score in den Patientengruppen mit bzw. ohne Subluxation im Box-Plot ( $p > 0,05$ )

### **3.9.4.2 Sekundäre Glenoidarthrose**

Bei 6 Studienteilnehmern, die mit einer Teilendoprothese versorgt wurden, konnte am aktuellen Röntgenbild eine sekundäre Glenoidarthrose diagnostiziert werden. Die mittlere Prothesenstandzeit belief sich bei diesen Patienten auf 64,27 Monate (Min.19,37, Max.122,20). Die vorausgehende Ätiologie war in 2 Fällen eine Omarthrose und 2-mal eine Frakturfolge, einmal eine Rheumatoide Arthritis. Bei der Patientin mit der kürzesten Standzeit (Pat.-Nr. 33) folgte eine Revisionsoperation mit einem Glenoidersatz.

Die durchschnittlich von dieser Patientengruppe erreichten Resultate wurden mit den Mittelwerten der 14 Patienten mit Hemiprothese verglichen, bei denen eine aktuelle Bildgebung ohne Sekundärarthrose der Pfanne vorlag.

#### **Klinische Untersuchung**

Bei der aktiven Abduktion konnten im Mittel in der Gruppe mit Glenoidarthrose 86,67° gemessen werden (s 46,33), in der ohne Sekundärarthrose 133,21° (s 44,27).

Für die Flexion konnten in der Kategorie mit Pfannenarthrose ein Durchschnittswert von 98,33° ermittelt werden (s 41,19), bei den Patienten mit intaktem Glenoid lag er bei 144,64° (s 39,25).

Die Gruppe mit pathologischem Glenoidbefund erzielte bei der Außenrotation einen Mittelwert von 45,00° (s 17,61), die Fraktion ohne pathologischen Befund 57,86° (s 15,78).

Die Patienten mit pathologischem Glenoidbefund schnitten in allen Bewegungsrichtungen deutlich schlechter ab.

Bei der Anteversion war dieser Unterschied signifikant ( $p < 0,05$ ), bei der Abduktion und der Außenrotation konnte keine Signifikanz nachgewiesen werden ( $p > 0,05$ ).

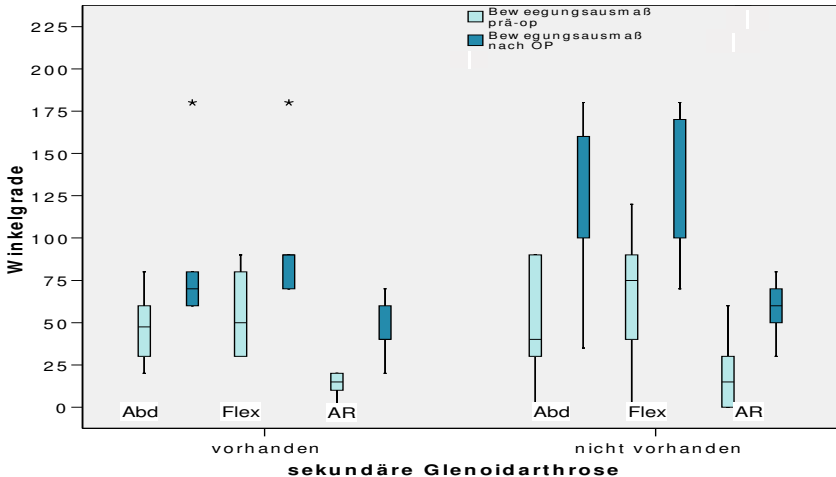


Diagramm 77: Gegenüberstellung des Bewegungsausmaßes in den Patientengruppen mit bzw. ohne sekundäre Glenoidarthrose im Box-Plot ( $p > 0,05$ ); für die Flexion gilt:  $p < 0,05$

## Auswertung der Scores

In der Gesamtwertung des Constant-Scores erzielte die Gruppe mit Sekundärarthrose an der Schulterpfanne einen Mittelwert von 41,58 Punkten (s 14,58), die Patienten ohne Glenoidarthrose erreichten im Mittel 62,39 Punkte (s 21,96).

Im Adjusted Constant-Score wurde ein durchschnittlicher Wert von 62,83 % in der Kategorie mit Sekundärarthrose berechnet (s 24,59), die Studienteilnehmer ohne radiologischen Glenoidbefund erlangten im Mittel 85,50 % (s 32,12).

In der Gesamtwertung des Wülker-Scores ergab sich ein Mittelwert von 60,00 Punkten bei den Patienten mit Pfannenarthrose (s 12,79) und 79,00 Punkten in der Fraktion ohne Glenoiddefekt (s 14,46).

Auch in den Score-Wertungen erzielten die Patienten ohne Glenoidarthrose die besseren Resultate. Die Unterschiede zwischen diesen Patientengruppen waren in der Gesamtwertung des Wülker-Scores signifikant ( $p < 0,05$ ). Für die Differenzen im Constant-Score und im Adjusted Constant-Score gilt:  $p > 0,05$ .

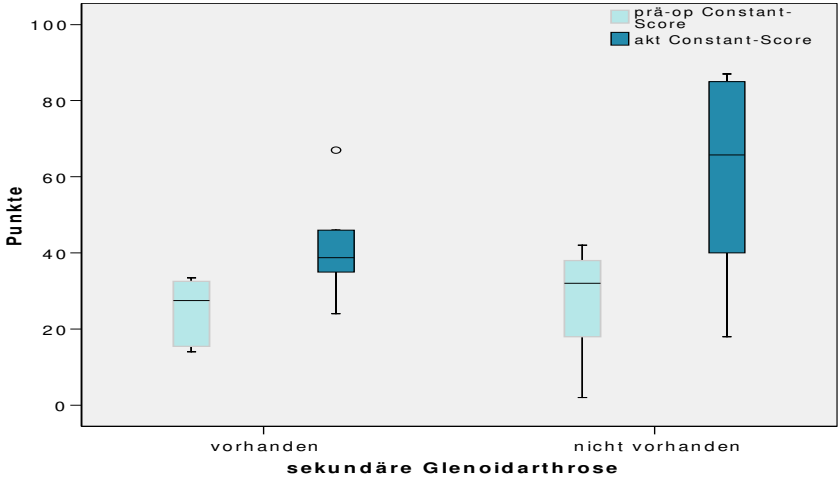


Diagramm 78: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Constant-Score in den Patientengruppen mit bzw. ohne sekundäre Glenoidarthrose im Box-Plot ( $p > 0,05$ )

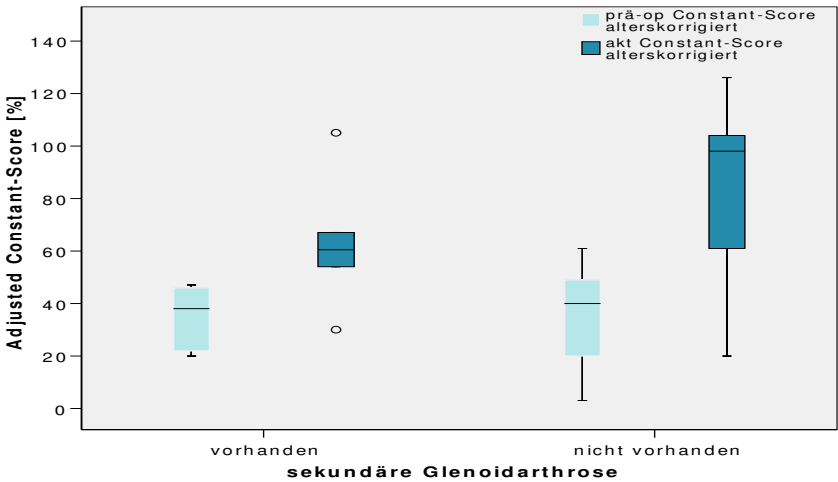


Diagramm 79: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Adjusted Constant-Score in den Patientengruppen mit bzw. ohne sekundäre Glenoidarthrose im Box-Plot ( $p > 0,05$ )

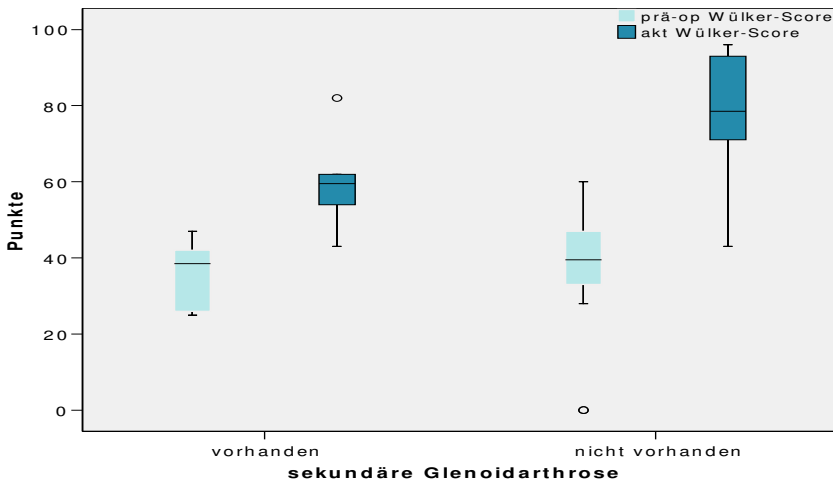


Diagramm 80: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Wülker-Score in den Patientengruppen mit bzw. ohne sekundäre Glenoidarthrose im Box-Plot ( $p < 0,05$ )

### 3.9.4.3 Lockerungszeichen

Der Einfluss radiologischer Lockerungszeichen auf das Bewegungsausmaß und die Gesamtergebnisse der Scores wurde geprüft. Die Ergebnisse der Patienten mit radiologischem Befund wurden mit einer Vergleichsgruppe ohne radiologische Auffälligkeiten verglichen. Die Werte der Kontrollgruppe werden im Folgenden aus Gründen der Übersichtlichkeit jeweils am Ende angegeben.

#### Lockerungszeichen am Glenoid

4 Patienten zeigten in der aktuellen Bildgebung Lysesäume am Glenoid, einem RLL-Score Grad 2 entsprechend. Die Prothesenstandzeit dieser Patienten betrug im Mittel 18,63 Monate (Min. 12,40, Max. 31,70). Für das Bewegungsausmaß dieser Gruppe wurden durchschnittliche Werte von  $160,00^\circ$  für die Abduktion ( $s$  40,00),  $160,00^\circ$  für die Flexion ( $s$  40,00) und für die Außenrotation  $62,50^\circ$  ermittelt ( $s$  35,00).

In der Wertung des Constant-Scores konnten im Durchschnitt 78,75 Punkte berechnet werden ( $s$  23,87), was einem Adjusted Constant-Score von durchschnittlich 103,25 % entsprach ( $s$  37,63). In der Gesamtwertung des Wülker-Scores erreichte diese Patientengruppe einen Mittelwert von 91 Punkten ( $s$  18,00).

Für die Patientin, deren Glenoidimplantat bei einem Prothesenalter von 37,70 Monaten mit einem RLL-Score Grad 3 befundet wurde, konnte im Bewegungsausmaß eine Abduktion von 170°, eine Flexion von 180° und eine Außenrotation von 60° gemessen werden.

Sie erhielt in der Score-Wertung von Constant 84, in der von Wülker 94 Punkte und im Adjusted Constant-Score 121 %.

Mit den genannten Resultaten lag diese Patientenkategorie mit einem RLL nach Molé von 2 und 3 Grad bis auf die Außenrotation über den durchschnittlichen Ergebnissen der Gruppe ohne radiologische Auffälligkeiten am Glenoid. Ein signifikanter Unterschied konnte jedoch nicht bewiesen werden ( $p > 0,05$ ).

Eine Patientin, mit einem hohen RLL-Score von 12 Grad und einem Prothesenalter von 9,40 Monaten, erzielte in der aktiven Bewegung bei der Abduktion 90°, 100° bei der Anteversion und 30° bei der Auswärtsdrehung.

Sie erreichte im Constant-Score 56 Punkte, im alterskorrigierten Constant-Score 81 % und im Wülker-Score 73 Punkte.

Sie schnitt sowohl beim Bewegungsausmaß als auch in der Score-Wertung schlechter ab als die Vergleichsgruppe. Es konnte lediglich bei der Außenrotation ein signifikanter Unterschied gefunden werden ( $p < 0,05$ ).

Für die Gruppe der Studienteilnehmer, deren Bildgebung keinerlei Anhalt auf Defekte am Pfannenimplantat aufwies, wurden folgende Mittelwerte für das Bewegungsausmaß berechnet: Abduktion 130,00° (s 49,68), Flexion 137,68° (s 44,75) und Außenrotation 67,50° (s 15,45).

Die Score-Wertungen lieferten im Durchschnitt für den Constant-Score 62,67 Punkte (s 23,46), was im Adjusted Constant-Score 82,75 % entsprach (s 35,20), und für den Wülker-Score 77,58 Punkte (s 19,70).

### **Lockerungszeichen am Schaft**

Für die 7 Studienteilnehmer mit dem Befund einer Lysezone Grad 1 nach Sperling belief sich das Prothesenalter durchschnittlich auf 60,61 Monate (Min. 12,40, Max. 101,70). In dieser Patientengruppe wurden im Bewegungsausmaß für die Abduktion im Mittel 131,43° (s 56,40), 135,71° für die Anteversion (s 53,18) und 57,14° für die Außenrotation notiert (s 27,52).



Diese Gruppe erreichte im Score nach Constant im Mittel 64,43 Punkte (s 26,58), nach Wülker durchschnittlich 78,86 Punkte (s 20,91) und im Adjusted Constant-Score 88,57 % (s 35,58).

Die Score-Wertungen dieser Gruppe lagen somit über den Ergebnissen der Kontrollgruppe, ebenso gilt dies für die erzielte Abduktion. Die Flexion und Außenrotation lagen knapp unter den Vergleichswerten.

Eine Signifikanz der Differenzen konnte für keine Wertung nachgewiesen werden ( $p > 0,05$ ).

Ein Patient wurde nach Sperling Grad 2 klassifiziert, seine Prothese wurde vor 28,20 Monaten implantiert. In der Abduktion wurden  $80^\circ$ , in der Flexion  $100^\circ$  und in der Außenrotation  $30^\circ$  gemessen.

Er erlangte 39 Punkte im Constant-Score, 42 % im alterskorrigierten Constant-Score und 62 Punkte im Wülker-Score.

Dieser Patient schnitt schlechter ab als die Kategorie ohne Lysesaum.

Signifikante Unterschiede konnten nicht bewiesen werden ( $p > 0,05$ ). Im weiteren Verlauf erfolgte bei diesem Patienten eine Revisionsoperation.

Die Vergleichsgruppe ohne Lysezone am Schaft erzielte in der aktiven Bewegung  $129,68^\circ$  bei der Abduktion (s 47,19),  $138,87^\circ$  in der Flexion (s 42,26) und  $60,32^\circ$  in der Außenrotation (s 17,03).

In den Punktwertungen der Scores wurden Mittelwerte von 62,16 im Constant-Score (s 22,41), also 84,35 % im korrigierten Score nach Constant (s 31,85) und 77,65 im Wülker-Score, berechnet (s 17,33).

### **3.9.5 Voroperation**

Ein möglicher Einfluss der Anzahl an Voroperationen des betroffenen Schultergelenkes auf die Ergebnisse wurde ebenfalls untersucht.

Auf die Angabe der Ausgangswerte der Patientengruppe wird im Folgenden verzichtet.

#### **3.9.5.1 Klinische Untersuchung**

Die Gruppe ohne vorangegangenen Eingriff erreichte Mittelwerte für die Abduktion von  $134,80^\circ$  (s 44,69), für die Flexion von  $143,38^\circ$  (s 40,16) und für die Außenrotation von  $61,01^\circ$  (s 18,04).

Die Patienten mit einer Voroperation erzielten im Mittel 136,09° für die Abduktion (s 45,13), 143,91° für die Anteversion (s 41,40) und 62,83° für die Außenrotation (s 18,64).

Für die Kategorie mit zwei Eingriffen vor der Prothesenimplantation wurden im Mittel 53,33° für die Abduktion (s 25,17), 63,33° für die Flexion (s 23,09) und 26,46° für die Außenrotation ermittelt (s 26,46).

Die Patienten, die sich vor dem Schulterersatz drei Operationen unterzogen hatten, kamen bei der Abduktion im Durchschnitt auf 110,00° (s 14,14), bei der Flexion auf 120,00° (s 28,28) und bei der Außenrotation auf 50,00° (s 14,14).

Die Gruppe ohne Voroperation und diejenige mit einem Eingriff vor Prothesenimplantation lieferten ähnliche Ergebnisse.

Das Bewegungsausmaß unterschied sich zwischen diesen Gruppen und den Studienteilnehmern, die sich zwei Voroperationen unterzogen hatten, in der Abduktion und der Flexion signifikant ( $p < 0,05$ ), wobei die Gruppe mit zwei Eingriffen die niedrigsten Werte erzielte.

Die unterschiedlich starke Belegung der Gruppen ist bei dem Begriff der Signifikanz zu berücksichtigen.

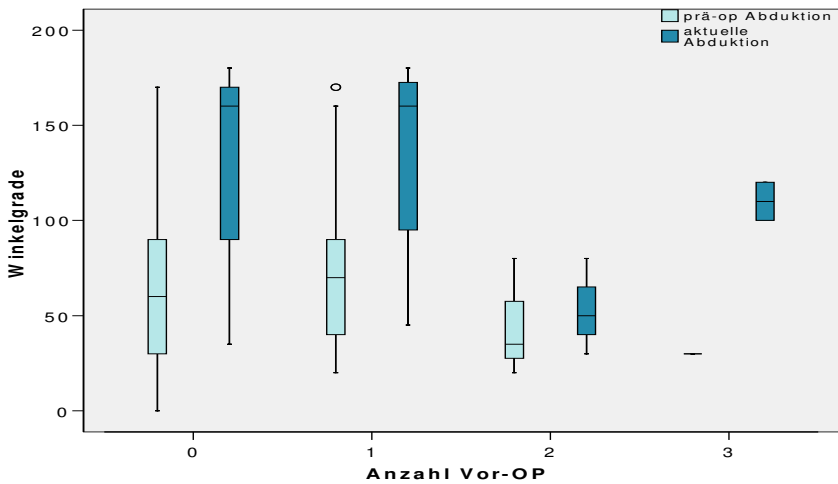


Diagramm 81: Gegenüberstellung der Abduktion im Verhältnis zur Anzahl der Voroperationen im Box-Plot ( $p > 0,05$ ); für die Gruppen mit 0, 1 bzw. 2 Voroperationen gilt:  $p < 0,05$

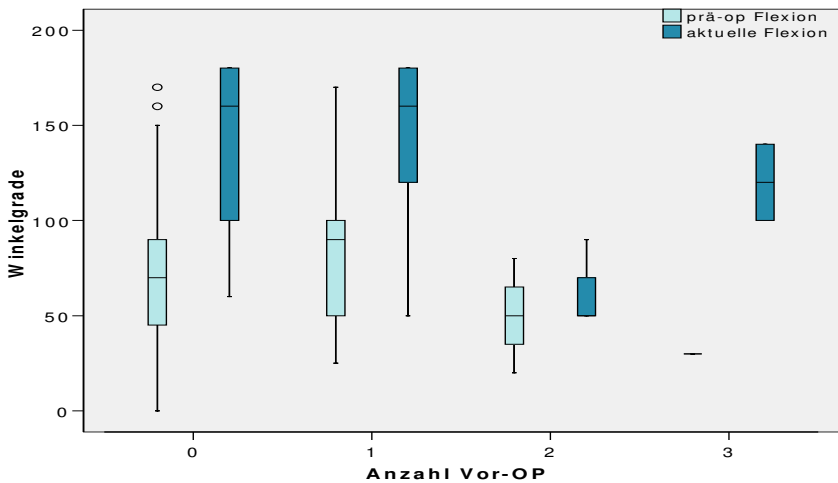


Diagramm 82: Gegenüberstellung der Flexion im Verhältnis zur Anzahl der Voroperationen im Box-Plot ( $p > 0,05$ ); für die Gruppen mit 0, 1 bzw. 2 Voroperationen gilt:  $p < 0,05$

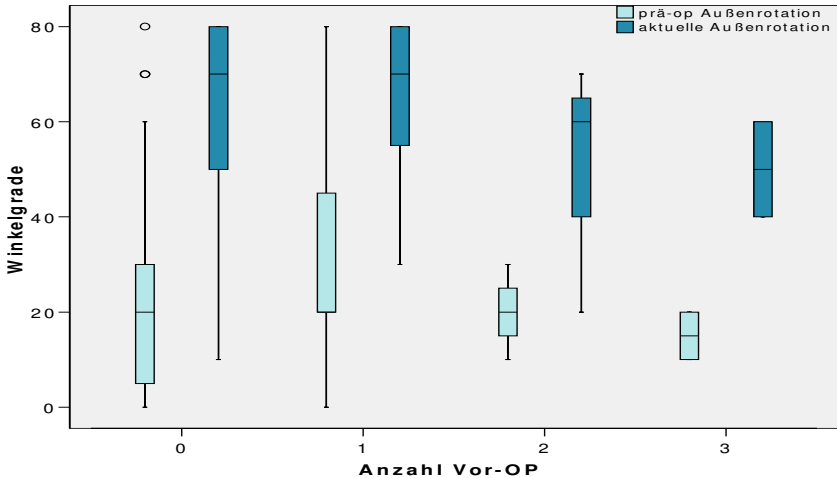


Diagramm 83: Gegenüberstellung der Außenrotation im Verhältnis zur Anzahl der Voroperationen im Box-Plot ( $p > 0,05$ )

### 3.9.5.2 Auswertung der Scores

Die Kategorie ohne Voroperation erzielte in der Gesamtwertung des Constant-Scores im Mittel 64,97 Punkte (s 18,86), im Adjusted Constant-Score 90,03 % (s 26,01) und im Wülker-Score 78,06 Punkte (s 16,16).

Für die Patienten mit einer Voroperation in der Anamnese ergaben sich Mittelwerte von 64,37 Punkten im Constant-Score (s 18,50), von 88,87 % im Adjusted Constant-Score (s 27,43) und von 80,87 Punkten im Wülker-Score (s 13,16).

Die Gruppe mit drei Voroperationen erreichte durchschnittliche Wertungen von 35,17 Punkten im Constant-Score (s 21,10), von 48,67 % im Adjusted Constant-Score (s 37,65) und von 50,67 Punkten im Wülker-Score (s 16,86).

Für die Patienten, die sich drei Eingriffen an der betroffenen Schulter unterzogen hatten, berechneten sich Mittelwerte von 64,75 Punkten im Constant-Score (s 10,25), von 81,50 % im Adjusted Constant-Score (s 2,12) und von 83,06 Punkten im Wülker-Score (s 2,83).

Die Teilnehmergruppe mit anamnestisch zwei Voroperationen erzielte, wie im Bewegungsausmaß, die niedrigsten Resultate. Es konnte jedoch keine Signifikanz zwischen den Gruppendifferenzen in den Score-Wertungen bewiesen werden ( $p > 0,05$ ).

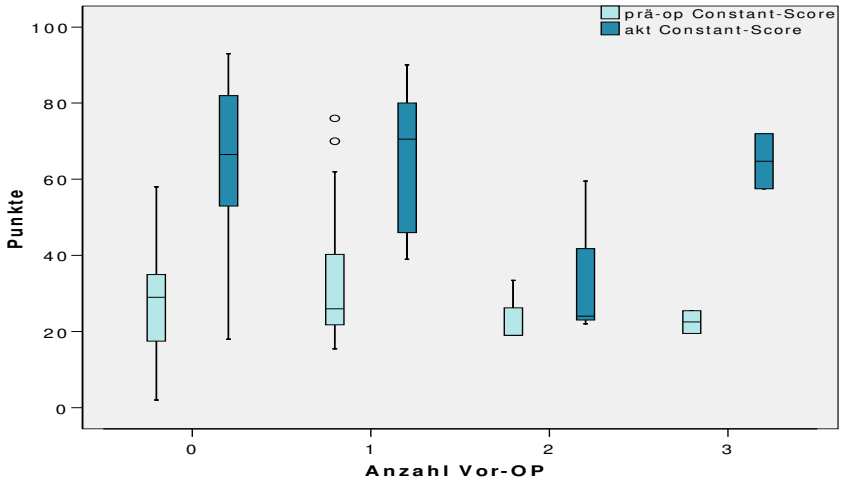


Diagramm 84: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Constant-Score im Verhältnis zur Anzahl der Voroperationen im Box-Plot ( $p > 0,05$ )

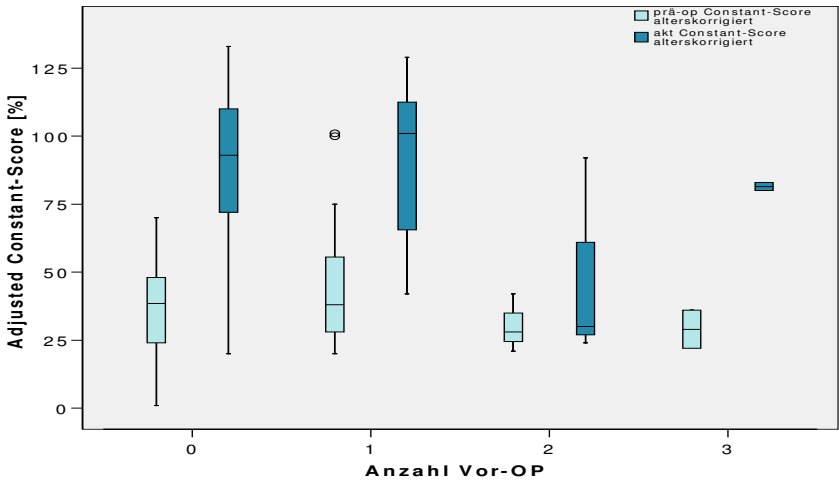


Diagramm 85: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Adjusted Constant-Score im Verhältnis zur Anzahl der Voroperationen im Box-Plot ( $p > 0,05$ )

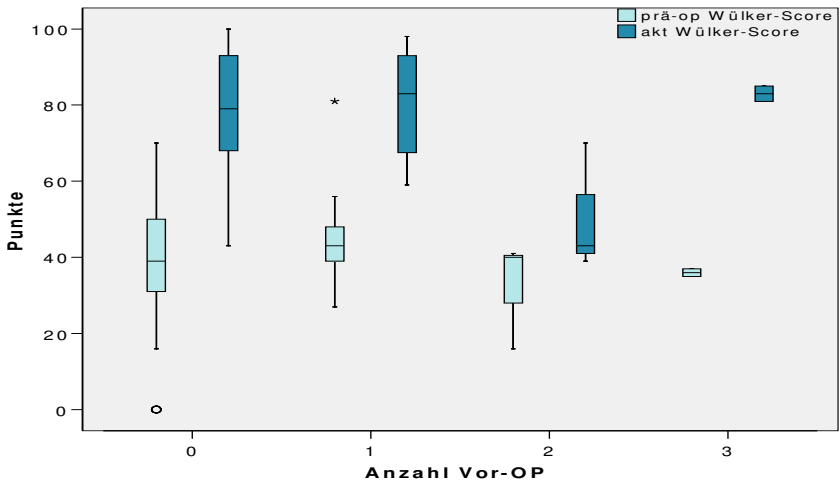


Diagramm 86: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Wülker-Score im Verhältnis zur Anzahl der Voroperationen im Box-Plot ( $p > 0,05$ )

### **3.10 Komplikationen**

Zwei Patienten litten nach der Operation an einer Plexusläsion. Bei einer 79-jährigen Frau wurde der partielle Ausfall des Nervus medianus und des N. radialis diagnostiziert (Pat.-Nr. 94), bei einem 50 Jahre alten Mann war der komplette Armplexus betroffen (Pat.-Nr. 57). Die Schäden heilten nach einigen Monaten ohne bleibende Beeinträchtigung aus. Beiden Nervenläsionen ging eine Omarthrose voraus.

In drei Fällen wurde eine nicht näher bezeichnete Infektion festgestellt. Eine 56-jährige Patientin bekam eine Entzündung am Tuberculum majus (Pat.-Nr. 13), einmal wurde bei einem 57-Jährigen eine Weichteilinfektion gefunden (Pat.-Nr. 97). Diese konnten medikamentös behandelt werden. Bei einem 63 Jahre alten Mann musste aufgrund des bakteriellen Infektes die Prothese explantiert werden; sie wurde nach Ausheilung durch ein anderes Implantat ersetzt (Pat.-Nr. 63).

Ein 57-jähriger Patient erlitt einige Jahre nach Prothesenimplantation einen Bruch der Spreizdübelpfanne, die durch ein zementiertes Polyethylenglenoid ausgetauscht wurde (Pat.-Nr. 97).

Ein Morbus Sudeck trat auf der betroffenen Seite bei einer 52 Jahre alten Patientin postoperativ auf (Pat.-Nr. 21). Die Erkrankung war nach Monaten komplett rückläufig.

Durch eine anatomisch bedingte sehr dünne Scapula kam es bei einer 73 Jahre alten Frau intraoperativ zu einer Glenoidlockerung, die in derselben Sitzung behoben werden konnte (Pat.-Nr. 11).

## 4 Diskussion

102 Patienten wurden im Zeitraum von 1994 bis 2005 am Universitätsklinikum Großhadern mit einer Schulterendoprothese des Typs Aequalis versorgt und für die vorliegende Arbeit nachuntersucht. Alle Indikationen, die zu einem Schultergelenkersatz führen können, wurden in dieser Studie diskutiert. Die Implantation war stets vom selben Operateur durchgeführt worden, zumal nicht zuletzt die Erfahrung des Chirurgen für das Endresultat entscheidend ist (Hammond et al. 2003).

Die Nachuntersuchung der Studienteilnehmer erfolgte nach einem standardisierten Schema, das eine schulterspezifische, klinische Untersuchung, die Abfrage der Scores sowie radiologische Kontrollen beinhaltete. Bei der klinischen Untersuchung wurde das aktiv von den Patienten erreichte Bewegungsausmaß für die Abduktion, die Flexion und die Außenrotation bewertet. Es kamen zwei Bewertungsschemata, das von Constant und das von Wülker, zur Anwendung. Beide Scores enthalten subjektive und objektivierbare Items, was deren Aussagekraft über die Schulterfunktion verstärkt. Die radiologische Beurteilung der Röntgenbilder erfolgte präoperativ wie auch aktuell anhand von klinisch etablierten Klassifizierungen.

Für das Patientenalter bei der Operation wurde ein Mittelwert von rund 66 Jahren errechnet, bei der aktuellen Untersuchung belief sich der Altersmedian auf etwa 70 Jahre. Verglichen mit anderen Studien weist dieses Patientenkollektiv einen hohen Altersmittelwert auf. Die durchschnittliche Standzeit der Schulterprothese betrug bei den Teilnehmern der Studie 44,5 Monate, mit einer Spanne von lediglich 1,3 bis hin zu 126,8 Monaten, also mehr als 10 Jahren.

Die in dieser Studie eingesetzten Scores finden vor allem im europäischen Ausland Verwendung, ein Vergleich mit der amerikanischen Literatur ist aus diesem Grunde nur bedingt möglich. Die Verwendung von zwei Scores und die positive Korrelation der Ergebnisse des Constant- und des Wülker-Scores bekräftigen jedoch die vorliegenden guten Resultate.



Die zahlenmäßig sehr unterschiedliche Belegung einiger Ätiologiegruppen ist bei der Verwendung des Begriffes der Signifikanz zu berücksichtigen. Wichtig war jedoch, eine Aussage bezüglich einer Tendenz beim Vergleich unterschiedlicher Indikationen, die zum Ersatz des Glenohumeralgelenkes geführt haben, zu treffen.

Aktuelle Röntgenbilder konnten lediglich von 39 Patienten angefertigt werden; deren radiologische Befunde stimmten jedoch mit den Veröffentlichungen und Erfahrungen anderer Autoren überein.

Bei der Nachuntersuchung der Studienteilnehmer fielen die in allen Bewegungsrichtungen signifikant besseren Resultate im Verhältnis zu den präoperativen Werten auf. Die Abduktion und Anteversion steigerten sich im Mittel um über 68 Winkelgrade, die Außenrotation nahm durchschnittlich um 38 Grad zu. Dieses deutlich verbesserte Bewegungsausmaß spiegelte sich in den entsprechenden Bewertungen der Scores wider.

Die aktuelle Gesamtwertung der Scores erreichte im Bewertungsschema nach Constant bei mäßigen Ausgangswerten von 28 Punkten im Mittel 64 Punkte, was einem korrigierten Wert von 88 % entspricht. Die vorliegenden Ergebnisse decken sich mit der Veröffentlichung von Schmid-Wiethoff et al. (2002), in der 181 Patienten mit einer mittleren Prothesenstandzeit von 2 Jahren untersucht wurden. Auch der postoperative Wülker-Score zeigte hohe Mittelwerte von 78 Punkten, wobei in dieser Wertung die Patienten präoperativ 39 Punkte erzielten. In beiden Scores konnte durch die Prothese eine erhebliche Minderung der subjektiv empfundenen Schmerzen im betroffenen Gelenk festgestellt werden, ebenso fiel die gute Beurteilung der Alltagsaktivität und Schulterfunktion auf. Diese Kriterien sprechen für eine sehr gute Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Selbstständigkeit und Lebensqualität – ein entscheidender Faktor, da das betroffene Patientenkollektiv meist bereits ein höheres Lebensalter aufweist. Seneriz et al. (2003) bestätigen diese Ergebnisse in ihrer Arbeit. Dies ist ein interessanter Aspekt, zumal nachgewiesen werden konnte, dass ein hohes Alter beim Ersatz des Schultergelenkes in der vorliegenden Arbeit, anders als in der Veröffentlichung von Matsoukis et al. (2003), für die spätere Funktionalität

keine Rolle spielt. Der schmerzlindernde Effekt der Schulterprothese führt zu einer größeren Bereitschaft der Patienten, die betroffene Extremität im Alltag einzusetzen. Dies führt wiederum zu einer Stabilisierung der Rotatorenmanschette, da einer weiteren Muskelatrophie entgegengewirkt wird. Die Beweglichkeit nimmt zu und damit der funktionelle Aktionsradius des Armes.

Die Arbeiten von Schmid-Wiethoff et al. (2002), Ianotti u. Norris (2003) sowie Hettrich et al. (2004) beschreiben als prognostisch bedeutenden Faktor für ein gutes Endergebnis ein möglichst niedriges präoperatives Defizit. In der vorliegenden Studie zeichnet sich dieser Trend ebenfalls ab. Auch wenn bei schlechten Ausgangswerten durchaus funktionell gute Resultate erreicht wurden, so fiel bei rechtzeitigem Schultergelenkersatz ohne Zerstörung der Rotatorenmanschette oder große Einschränkung der Beweglichkeit die postoperativ erzielte Funktion der Extremität am besten aus.

Für die Standzeit der Schulterprothese konnte kein relevanter Einfluss auf die funktionellen Befunde nachgewiesen werden. Während des Untersuchungszeitraumes wurde bei nur einem Patienten eine Revision des Schaftes und der Pfanne durchgeführt, wobei ein Bruch des Glenoidimplantates vorausging. Bei einem anderen Patienten musste die Pfannenkomponente ausgetauscht werden. Beide Male handelte es sich um ein Spreizdübelimplantat, das auf ein zementiertes Polyethylenglenoid gewechselt wurde.

Die radiologisch nachweisbaren Lysesäume an Schaft und Glenoid, die alle einem niedrigen Score nach Sperling bzw. Molé entsprachen, hatten keinerlei Relevanz auf die funktionellen Ergebnisse. Dies wird auch von anderen Autoren beschrieben (Hedtmann u. Heers 2001).

Obwohl die Glenoidverankerung nach wie vor in der Schulterendoprothetik ein großes Problem darstellt, konnte in dieser Arbeit nur bei einer Patientin eine Glenoidlockerung diagnostiziert werden. Diese ging auch mit einem schlechteren Ergebnis in Beweglichkeit und Score-Wertung einher.

Die Anzahl der Voroperationen scheint die spätere Grundfunktion zu beeinflussen (Hetttrich et al. 2004). Auch in der vorliegenden Studie war die Funktionalität des Schultergelenkes bei Patienten ohne vorangegangenen Eingriff denen der Patienten mit anamnestischen Voroperationen überlegen. Offensichtlich ist das schlechtere Abschneiden durch die weitere Traumatisierung des Gewebes oder durch Vernarbungen aufgrund der zusätzlichen Operationen bedingt.

Insgesamt scheint die anatomische Schulterendoprothetik auf einem vielversprechenden Weg zu sein. Die Patienten aller Indikationsgruppen erreichten nach der Operation ein besseres funktionelles Ergebnis der Schulter sowie eine Minderung des präoperativen Schmerzpotenzials, was eine Verbesserung der Lebensqualität bedeutet.

## **Vergleich Hemi- und Totalendoprothese**

Um die Frage zu beantworten, ob die Voll- oder Teilprothese zu präferieren ist, wurden die beiden Untergruppen verglichen.

In der vorliegenden Studie ist dem totalen Schultergelenkersatz eindeutig der Vorzug zu geben. Zwar verbesserten sich beim Vergleich der präoperativen und postoperativen Werte beide Gruppen jeweils signifikant, die Sparte mit Totalprothese erlangte jedoch insgesamt die höheren Wertungen.

Die Patienten mit Totalprothese erreichten beim aktiven Bewegungsausmaß in der Abduktion  $140^\circ$ , in der Flexion  $146^\circ$  und in der Auswärtsdrehung  $63^\circ$ .

Die Teilnehmer, die keinen Glenoidersatz erhielten, blieben mit Winkelgraden von  $127^\circ$  für die Abduktion,  $137^\circ$  für die Anteversion und  $59^\circ$  für die Außenrotation hinter den Resultaten der Totalendoprothesen zurück.

In den Unterkategorien der Scores erzielten die Patienten mit Pfannenimplantat die zum Teil signifikant besseren Erfolge. Die mittlere Gesamtpunktezahl des Constant-Scores fiel für die TEP-Gruppe mit 69 Punkten, also einem korrigierten Wert von 93 %, hervorragend aus.

Die Vergleichsrubrik konnte 61 Punkte und einen Adjusted Constant-Score von 86 % erlangen. Die guten Ergebnisse der Mobilität sind sicher auch auf die bessere Schmerzreduktion der Totalprothesen zurückzuführen.

Gartsman et al. (2000) untersuchte in einer prospektiven, randomisierten Studie 51 Schultern mit präoperativ konzentrischem Glenoid, die in 27 Fällen mit einer TEP und 24-mal mit einer HEP versorgt wurden. Die nach 35 Monaten Standzeit stattfindende Nachuntersuchung zeigte, dass die Totalprothese in Schmerzreduktion, Bewegungsausmaß und Alltagsfunktion überlegen war. In einer großen Multicenter-Studie von Edwards et al. (2003) erreichten von 601 Patienten mit totalem Gelenkersatz nach 2 Jahren postoperativ 94 % exzellente Ergebnisse, in der Gruppe von 89 Teilprothesen waren es 86 %.

Auch Hedtmann und Heers (2001), Bryant et al. (2005) sowie Bishop und Flatow (2005) bescheinigen dem totalen Schultergelenkersatz die bessere Grundfunktion. In der vorliegenden Arbeit wurde zudem bei Teilprothesen die Komplikation einer sekundären Glenoidarthrose beobachtet, die, bei einer mittleren Standzeit von 64 Monaten, eine Verschlechterung der Ergebnisse bedingte.

Die Studienteilnehmer mit Pfannendefekt fielen in der vorliegenden Studie auf mittlere Werte von 87° für die Abduktion, 98° für die Flexion und 45° für die Außenrotation zurück. Patienten mit intaktem Glenoid konnten mit 133° Abduktion, 145° Flexion und 58° Auswärtsdrehung deutlich besser abschneiden. In den Gesamtwertungen der Scores erzielten die Patienten mit Sekundärarthrose bei 42 Punkten im Constant-Score und 60 im Wülker-Score rund 20 Punkte weniger als ihre Vergleichsgruppe. Weiterhin wurde bei der Hemiprothese eine Subluxationsstellung des Humeruskopfes aus seiner Pfanne beobachtet, die jedoch in der vorliegenden Arbeit keine Relevanz auf die Endresultate hatte.

Der große Nachteil einer Totalendoprothese ist das Risiko einer Glenoidlockerung. So wurde die Hemiprothese aufgrund dieser Komplikation lange Zeit favorisiert (Bohsali et al. 2006).

In der Literatur werden für diese Auslockerung der Glenoidkomponente Zahlen zwischen 30 und 90 % berichtet (Wülker und Kohn 2004). Die suffiziente Verankerung des Pfannenimplantates stellt nach wie vor ein

Problem dar. Neuere Entwicklungen wie zementfreie Ersatzpfannen oder Implantate mit einer rückwärtigen Komponente aus Metall weisen bis dato sogar noch höhere Lockerungsraten auf als das gebräuchliche zementierte PE-Glenoid. Die genannten Innovationen gingen in Testreihen mit einem erhöhten Auftreten von Osteolysen und Dissoziationen von Metall- und Polyethylenanteil einher (Bohsali et al. 2006).

In der vorliegenden Arbeit wurde, wie oben beschrieben, bei nur einer Patientin eine symptomatische Glenoidlockerung diagnostiziert. Darüber hinaus besteht durch den

Polyethylenabrieb bei der Totalendoprothese und die daraus resultierende Entzündungsreaktion die Gefahr einer Schaftlockerung (Kirkley 2000). Im untersuchten Patientenkollektiv konnte eine solche Komplikation nicht erfasst werden.

Bei der Operationsplanung ist die Entscheidung, ob eine Teil- oder Vollprothese implantiert wird, vom Zustand des Glenoids und der Humeruskopfzentrierung in der Pfanne abhängig. Ebenso sind die Grunderkrankung und die bereits angegriffenen Weichteile sowie das Alter des Patienten zu berücksichtigen (Arman 2003). Sind die Rotatorenmanschette oder umliegende Gewebestrukturen bereits stark vom Grundleiden in Mitleidenschaft gezogen oder liegt ein dezentrierter Humeruskopf vor, so ist der Totalendoprothese der Vorzug zu geben. Ebenso sollten ältere Patienten, die bereits leichte Verschleißerscheinungen an der Pfanne aufweisen, mit einem Glenoidersatz versorgt werden.

Die Hemiprothese ist eine Option bei jüngerem Patientengut mit konzentrischem Glenoid und gutem Zustand der Rotatorenmanschette.

### **Vergleich der Ergebnisse traumatischer Ätiologie**

Die funktionellen Resultate der Patienten mit frischer Fraktur des Humeruskopfes und die Behandlung einer bereits mittels Osteosynthese versorgten oder veralteten Verletzung wurden verglichen.

Beide Teilnehmergruppen erreichten ein postoperativ signifikant besseres funktionelles Ergebnis, sowohl in der Mobilität wie auch in den Scores. Die

Aequalis-Prothese stellt somit auch bei Verletzungen des proximalen Humerus eine gute Therapiemöglichkeit dar. Ein wichtiger Aspekt ist die sorgfältige Rekonstruktion der Tuberkula und damit die Gewährleistung einer physiologisch gut stabilisierenden Rotatorenmanschette. Loew et al. (2005) untersuchten 39 Patienten mit Mehrpart-Frakturen des Humeruskopfes, wobei der Unterschied zwischen Fraktur- und Standardprothese geprüft wurde. Das Fraktursystem war in der genannten Arbeit nicht überlegen, wenn die Position der Tuberkula bei der Prothese mit Standarddesign anatomisch korrekt repositioniert wurde und eine gute Einheilung gesichert war.

Die Gruppe, die ein frisches Trauma des Oberarmkopfes erlitten hatte, war in der vorliegenden Untersuchung mit einem Altersmedian von 66 Jahren relativ jung, obwohl die Läsion des Humeruskopfes eher in der älteren Bevölkerung als typische Verletzung auftritt. Ein Grund für die Versorgung eher jüngerer Patienten mit einer Endoprothese ist wohl die Unsicherheit über die langfristigen Ergebnisse bei einem älteren Patientenkollektiv. Die hier untersuchte Teilnehmergruppe mit einer frischen Fraktur lieferte im Bewegungsausmaß wie auch in den Score-Wertungen bessere Ergebnisse als die Patienten mit einem veralteten Trauma. In den Bewegungsrichtungen Abduktion und Flexion sowie Funktion im Wülker-Score war der Unterschied signifikant. Im Constant-Score konnte für die primär mit Prothese versorgten Frakturen ein aktueller Wert von knapp 76 Punkten berechnet werden, was einem korrigierten Wert von über 100 %, also einer altersentsprechend physiologischen Schulterfunktion, entsprach.

Boileau und Walch (2006) untersuchten das Outcome bei alten Frakturen des Oberarmkopfes, wobei die Autoren bei den Patienten mit einer Klassifizierung Typ 3 und 4 und einer Standzeit von 42 Monaten unbefriedigende Ergebnisse vorfanden. Auch die Untersuchung von Heitkemper et al. (2004) zeigte bei dieser Ätiologie postoperative Werte im Constant-Score von nur 47 Punkten. Diese Arbeit stellt die Ergebnisse von veralteten Frakturen, die nach Boileau Typ I oder II und III oder IV klassifiziert wurden, gegenüber. Erreichte die Gruppe mit den geringeren anatomischen Fehlstellungen im Constant-Score sehr gute 75 Punkte, konnten für die Studienteilnehmer mit Pseudarthrose oder Malposition der Tuberkula lediglich 53 Punkte notiert werden. Ebenso wurden in der ersten Gruppe im aktiven Bewegungsausmaß die besseren Resultate

gemessen. Trotz des schlechteren Abschneidens im direkten Vergleich konnte sich auch die Gruppe mit der Typisierung III und IV nach Boileau signifikant gegenüber ihren Ausgangswerten verbessern.

In der vorliegenden Studie schnitt die gesamte Teilnehmerkohorte mit altem Trauma des proximalen Humerus mit einem Wert von über 63 Punkten in der Wertung nach Constant ab. Die 24 Patienten wurden präoperativ 7-mal als Typ I, 3-mal als Typ II, 12-mal als Typ III und 2-mal als Typ IV eingestuft. Obwohl die Patienten, die sofort nach dem Unfall eine anatomische Schulterprothese erhielten, offensichtlich mehr vom Schulterersatz profitierten als diejenigen, deren Verletzung erst sekundär mit einem Schulterimplantat behandelt wurde, sind auch die Ergebnisse der zweiten Gruppe ermutigend.

Diese beschriebenen Resultate bekräftigen, dass eine anatomische Prothese eine sehr gute Therapieoption zur Erstversorgung bei Humeruskopf-Frakturen darstellt, auch bei älteren Patienten, deren Knochensubstanz oft mindere Qualität aufweist und eine suffiziente Osteosynthese erschwert (Jerosch 2005). Da ein negativer Einfluss des Alters auf das Outcome nicht nachgewiesen werden konnte, spricht ein hohes Lebensalter nicht gegen diese aufwendige Operation. Durch eine frühzeitige Entscheidung zur Implantation einer Schulterprothese bei einem frischen Schultertrauma wird dem Patienten nicht zuletzt ein weiterer, späterer Eingriff erspart, wenn bei mangelhaftem Ergebnis die Osteosynthese revidiert, Metall entfernt oder letztlich auf eine Prothese gewechselt werden muss. Zudem wirkt sich eine geringere Anzahl an Voroperationen günstiger auf das spätere funktionelle Ergebnis aus.

Dieser Aspekt ist auch in sozioökonomischer Hinsicht ein interessanter Gesichtspunkt, da ältere Menschen einer erhöhten Sturzgefahr ausgesetzt sind und der Oberarmkopfbuch eine typische Verletzung des hohen Alters ist. Durch die Prothesenimplantation wird gemäß den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit ein hohes Maß an Selbstständigkeit und damit Lebensqualität erhalten.

### **Vergleich der Ergebnisse nichttraumatischer Ätiologie**

Nach den Verletzungen des Humeruskopfes wurden auch die Ergebnisse der nichttraumatischen Indikationsstellungen miteinander verglichen.

Die Gruppe mit Omarthrose war mit 42 Patienten die größte, davon wurde bei 31 Teilnehmern eine schwere Omarthrose diagnostiziert. In der vorliegenden Studie profitierten die Patienten in der Gruppe der nichttraumatischen Ätiologie am meisten vom Ersatz des Schultergelenkes. Alle Veränderungen waren bis auf die Kategorie Kraft im Constant-Score signifikant. Im korrigierten Constant-Score wurde ein hervorragender Mittelwert von über 91 % berechnet. Für Patienten mit Omarthrose, die vorwiegend in der älteren Bevölkerung auftritt, stellt die anatomische Schulterprothese somit sicherlich eine gute Therapiemöglichkeit dar. Eine gute Funktion des operierten Schultergelenkes scheint nicht vom Alter abhängig zu sein.

Die 10 Patienten mit Humeruskopfnekrose konnten in der hier durchgeführten Studie ähnlich gute Erfolge erzielen. Schmid-Wiethoff et al. (2002) bescheinigten in einer Untersuchung mit 181 Prothesen dieser Indikationsgruppe ebenfalls sehr gute Resultate. Auch die Arbeit von Hettrich et al. (2004) bestätigt gute Resultate bei den Indikationen Omarthrose und Humeruskopfnekrose.

Die Patientengruppe mit rheumatischer Grunderkrankung schnitt in der hier vorgestellten Arbeit insgesamt am schlechtesten ab, konnte aber in der Mobilität wie auch den Score-Wertungen eine signifikante Besserung erzielen. Bei den untersuchten Patienten wurden ausschließlich mäßige bis schwere Gelenkveränderungen durch die Arthritis diagnostiziert. Bei dieser Indikationsstellung scheint die Operation in einem noch frühen Krankheitsstadium mit geringer Zerstörung der Weichteile und der Rotatorenmanschette von zentraler Bedeutung für die spätere Funktionalität der Schulter zu sein, wie auch Schmidt et al. (2001) in ihrer Veröffentlichung bestätigen.

Vor allem in Bezug auf die Schmerzlinderung stellt die Prothesenimplantation für die Patienten mit Polyarthritiden einen deutlichen Erfolg dar. Wegen schlechter Knochenqualität und angegriffener Rotatorenmanschette ist jedoch von einem erhöhten Lockerungsrisiko der Implantate bei diesem Grundleiden auszugehen (Hedtmann u. Heers 2001).



Die besten Ergebnisse lieferten die Studienteilnehmer mit Instabilitärsarthropathie mit knapp 74 Punkten in der Wertung nach Constant, sie hatten jedoch auch die mit Abstand höchsten Ausgangswerte.

Zusammenfassend kann man der anatomischen Schulterprothese auch in der Behandlung von nichttraumatischen Ätiologien gute Erfolge bescheinigen.

## **Komplikationen**

Die möglichen Komplikationen bei der Implantation von Schulterendoprothesen reichen von operationsspezifischen Komplikationen, wie Nervenläsionen, intraoperativen Frakturen, Rotatorenmanschettenrupturen, Instabilitäten und Lockerung von Komponenten, bis hin zu allgemeinen Operationskomplikationen, wie Infektionen, Nachblutungen und Anästhesiezwischenfällen. Bohsali et al. führten 2006 eine retrospektive Studie aller Veröffentlichungen zum Schulterersatz von 1996 bis 2005 durch, um die Komplikationsrate bei der Schulterendoprothetik zu untersuchen. Die Autoren stellten insgesamt 414 Komplikationen bei 2810 Totalprothesen fest (14,7 %). Für die anatomischen Implantate wurden von der selben Arbeitsgruppe in einer aktuellen Vergleichsstudie 33 Studien evaluiert, wobei die Standzeit der insgesamt 2540 Schultertotalprothesen mindestens 2 Jahre betrug. Die Komplikationsrate bei anatomischen Modellen zeigte sich deutlich niedriger als die der inversen Prothesen.

In dem der vorliegenden Arbeit zugrunde liegenden Patientenkollektiv musste 8-mal eine unerwünschte Komplikation festgestellt werden (8 %). Wirth und Rockwood (1994) geben die Komplikationsrate bei totalem Schultergelenkersatz mit circa 14 % an.

Komplikationen sind häufig multifaktoriell bedingt. So wird eine Infektion meist von das Immunsystem kompromittierenden Faktoren begleitet, z. B. von einer rheumatoiden Grunderkrankung, Diabetes mellitus oder einer langanhaltenden Steroidtherapie (Bohsali et al. 2006).

In der vorliegenden Arbeit musste bei 3 Patienten eine nicht näher bezeichnete Infektion festgestellt werden (3 %). 2 dieser Entzündungen konnten medikamentös beherrscht werden, einmal musste das Implantat

entfernt werden. Erst nach einem Debridement und lokaler wie systemischer Antibiotikatherapie konnte eine andere Prothese implantiert werden.

Nervale Strukturen sind beim Schulterersatz besonders gefährdet, insbesondere der Nervus axillaris und der Plexus brachialis. In dieser Arbeit wurde bei 2 Patienten eine Läsion des Armplexus diagnostiziert, einmal waren der Nervus medianus und der Nervus radialis betroffen, einmal kam es zu einer Schädigung des kompletten Plexus brachialis. Die Paresen heilten jedoch ohne Residuen aus. Ein postoperativ aufgetretenes CPRS-Syndrom konnte folgenlos austherapiert werden.

Die wohl bekanntesten Probleme bei der Schultertotalprothese betreffen das Glenoid, obwohl eine Revision aufgrund eines Pfannendefektes laut Bohsali et al. (2006) eher selten ist. In der groß angelegten Studie von Bohsali und Mitarbeitern nahm die Glenoidlockerung allein 32 % aller aufgetretenen Komplikationen ein.

In einem Fall der vorliegenden Arbeit kam es Jahre nach der Implantation zu einem Bruch der Spreizdübelpfanne, die auf ein zementiertes Modell gewechselt wurde. Ein Patient zeigte einen starken PE-Abrieb des nicht zementierten Glenoids, das ebenso durch eine zementierte Pfanne ersetzt wurde. Bei einer Patientin wurde intraoperativ eine Instabilität der Polyethylenpfanne aufgrund einer sehr dünnen Scapula diagnostiziert. Dieses Problem wurde noch während der Operation behoben.

Bei der Auslockerung der Komponenten müssen symptomatische Lockerungen von klinisch nicht relevanten Lockerungen unterschieden werden.

8 Studienteilnehmer dieser Arbeit wiesen radiologische Aufhellungslinien am Schaft auf (21 %), die in 7 Fällen einem Spering-Score von 1, einmal von 2 entsprachen. Die Prothesenstandzeit belief sich im Mittel auf 60 Monate bei den Patienten mit einem Wert von 1, auf 28 Monate bei der Patientin mit Wert 2. Diese radiologischen Lysezonen blieben bei allen Teilnehmern ohne klinische Beeinträchtigung der Schulterfunktion.

Lysesäume am Glenoid fanden sich im vorliegenden Patientengut insgesamt 6-mal bei 18 Patienten mit Totalprothese und aktueller

Bildgebung (33 %). Pfahler et al. (2001) geben diese radiologische Auffälligkeit mit 68 % an. In der Literatur können zu den radiologisch sichtbaren Aufhellungslinien kontroverse Angaben von 0 bis 100 % gefunden werden.

Bei 4 Studienteilnehmern der hier vorgestellten Arbeit wurde ein RLL nach Molé von 2 bei einem Prothesenalter von 18 Monaten diagnostiziert, 1 Patient erhielt einen RLL-Wert von 3 nach einer Standzeit von 37 Monaten. Ein aktuelles Röntgenbild wurde mit einem hohen RLL von 12 nach nur 9 Monaten bewertet. Bei dieser Patientin wurde von der typischen Komplikation einer postoperativen Glenoidlockerung ausgegangen. Diese Studienteilnehmerin hatte einen nicht zementierten Pfannenersatz erhalten und zeigte in der klinischen Beurteilung unterdurchschnittlich schlechte Ergebnisse.

Die radiologisch festgestellten Lockerungszeichen, die einem niedrigen Score von Sperling bzw. Molé entsprachen, blieben sowohl im Bewegungsausmaß als auch in der Score-Wertung ohne funktionelle Einbußen für die Patienten.

Ebenso wenig konnte eine positive Korrelation zwischen dem Auftreten von Lysezonen und der Prothesenstandzeit gefunden werden. So bemerkte Brems (1993) in seiner Arbeit, dass ein hohe Rate von Aufhellungslinien bereits postoperativ radiologisch auffällt.

Insgesamt mussten sich 6 Studienteilnehmer einem Zweiteingriff nach dem Schultergelenkersatz unterziehen, wobei 2 extern implantierte Prothesen revidiert wurden. Einmal wurde eine Arthrolyse mit einem Kalottenwechsel ausgeführt, eine Patientin bekam nachträglich einen Glenoidersatz und bei 2 Patienten wurde jeweils das nicht zementierte Glenoid auf ein zementiertes Modell gewechselt.

Die Überlebensraten der Prothesen können in dieser Studie, angesichts der oben aufgeführten relativ geringen Wechselzahlen, als durchaus gut bezeichnet werden.

Nach wie vor gilt es in der Schulterendoprothetik eine suffiziente Verankerung für die Glenoidkomponente beim totalen Schultergelenkersatz zu entwickeln, um somit die Hauptursache des Fehlschlagens von Totalprothesen zu minimieren.

Um die Beeinträchtigung durch Komplikationen allgemein möglichst gering zu halten, ist nicht nur deren Vermeidung durch sorgfältige Planung

der Implantation anzustreben, sondern auch die rasche Diagnose und ein konsequentes Management der aufgetretenen Schäden (Wirth et al. 1994).

## 5 Zusammenfassung

Die vorliegende prospektive Studie stellt eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Schulterendoprothetik am Universitätsklinikum München Großhadern dar.

Während eines Beobachtungszeitraumes von 11 Jahren (1994–2005) wurden 102 Patienten mit einem anatomischen Schulterprothesendesign der dritten Generation vom Typ Aequalis versorgt. 64-mal wurde eine Hemiprothese implantiert, bei 38 Patienten wurde auch das Glenoid ersetzt.

Das durchschnittliche Alter der Studienteilnehmer betrug 65,8 Jahre. Die Prothesenstandzeit belief sich im Mittel auf 44,5 Monate, bei einem Follow-up von 1,3 bis 126,8 Monaten.

Alle Indikationen, die zu einem Gelenkersatz der Schulter führen können, wurden berücksichtigt.

42-mal wurde die Diagnose einer Omarthrose gestellt, 24 Patienten litten an der Folge einer alten Oberarmkopffraktur. Die Ätiologie einer Humeruskopfnekrose trat in 10 Fällen auf. 8-mal wurde eine Rheumatoide Arthritis diagnostiziert. 7 Patienten erlitten ein akutes Trauma des Humeruskopfes. Der Befund einer Instabilitärsarthropathie lag bei 4 Studienteilnehmern vor, die Sparte der Rotatorenmanschetten-Defektarthropathie war einmal besetzt. Insgesamt wurden 6 Revisionsoperationen durchgeführt.

Die Patienten wurden sowohl klinisch als auch radiologisch nachuntersucht und mit den etablierten Scores nach Constant und Wülker bewertet.

Es konnte bei allen Studienteilnehmern eine signifikante Verbesserung in den Score-Wertungen und im Bewegungsausmaß bewiesen werden. Im Adjusted Score nach Constant bedeutet dies einen Anstieg von 50,7 % auf 88,4 %.

Eine Gegenüberstellung der Hemi- und der Totalendoprothesen zeigte bei einem Glenoidersatz die besseren Ergebnisse. Im Constant-Score erlangten die Patienten mit Totalprothese 68,6 Punkte, die mit einer Hemiprothese versorgten Patienten 61,2 Punkte. Im Adjusted Constant-Score bedeutet dies einen Unterschied von 92,9 % für die TEP-Gruppe und 85,7 % für die Gruppe mit Teilimplantat.

Es konnte zudem bei den Studienteilnehmern ohne Glenoidersatz die Ausbildung einer sekundären Glenoidarthrose beobachtet werden. Mit Auftreten dieses Pfannendefektes nahm auch die Wertung in den Scores und im Bewegungsausmaß zum Teil signifikant ab (Wülker-Score, Abduktion).

Diese Resultate führen zu dem Schluss, die Indikation einer Totalendoprothese künftig großzügiger zu stellen, wenn auch die Implantation des Glenoidersatzes derzeit die größte Herausforderung darzustellen scheint.

Beim direkten Vergleich der Patientengruppen mit akut erlittenem Trauma und veralteter Fraktur des Humeruskopfes schnitt die Kategorie der frischen Verletzung in allen Rubriken besser ab. Sie erreichte im Adjusted Constant-Score im Mittel Werte von über 100 %, also eine altersgerechte Funktion.

Die Erstversorgung einer Humeruskopffraktur mit einer anatomischen Schulterprothese scheint nach diesen Erkenntnissen eine gute Option.

Die Unterteilung der Patientengruppe mit veraltetem Trauma zeigte ein deutlich besseres Abschneiden derjenigen Patienten, die eine niedrige Kategorie nach Boileau belegten. Eine vorangegangene Malposition der Tuberkula oder eine Pseudarthrose führen demnach zu weniger guten Resultaten im Bewegungsausmaß und in den Score-Wertungen als bei Patienten, die präoperativ weniger anatomische Fehlstellungen aufweisen.

In den Gruppen ohne traumatische Genese berechneten sich vor allem für die Omarthrose und die Humeruskopfnekrose sehr gute Resultate. Aber auch die Patientengruppe mit Polyarthrits konnte sich im Vergleich mit den präoperativ erreichten Wertungen signifikant verbessern. Für das Outcome der Patienten mit nichttraumatischer Indikationsstellung ist eine zufriedenstellende präoperative Funktion ausschlaggebend.

Bei der Behandlung von Erkrankungen des Schultergelenkes ist an eine frühe Implantation einer Prothese zu denken, um die Lebensqualität längstmöglich zu erhalten.

Radiologisch diagnostizierte Lysezonen und Subluxationsstellungen blieben bis auf einen Fall einer Glenoidlockerung ohne klinische Konsequenz.

Ein Einfluss der Prothesenstandzeit konnte ebenso wenig nachgewiesen werden wie ein Einfluss des Patientenalters zum Zeitpunkt der Operation.

Die eingangs gestellten Fragen wurden mit der vorliegenden Arbeit umfassend untersucht und beantwortet.

Im Allgemeinen decken sich die guten Resultate der hier vorgestellten Studie mit den Erfahrungen und Veröffentlichungen anderer Autoren. Insgesamt konnte auch in dieser Untersuchung eine sehr große Patientenzufriedenheit bestätigt werden, was in Zukunft auf eine erhöhte Akzeptanz des Schulterersatzes in der Bevölkerung wie auch in der Ärzteschaft hoffen lässt.

Nach Erörterung der oben gestellten Fragen lässt sich schlussfolgern, dass die moderne Schulterendoprothetik bei einem berechenbaren Komplikationsrisiko eine erfolgreiche Intervention in der Versorgung von traumatischen wie auch nicht verletzungsbedingten Schultergelenksveränderungen darstellt und mit einer deutlichen Verbesserung der Schultergelenksfunktion bei allen Indikationen einhergeht.

## **6 Anhang**

### **6.1 Literaturverzeichnis**

Arman F:

Schultergelenktotalprothese versus Hemiprothese

Zentralblatt für Chirurgie, 2003, 128, S. 17–22

Bishop J Y, Flatow E L:

Humeral head replacement versus total shoulder arthroplasty: clinical outcomes – a review

The Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 2005, 14 (1 suppl), S. 141–146

Bohsali K I, Wirth M A, Rockwood Jr C A:

Complications of Total Shoulder Arthroplasty

The Journal of Bone and Joint Surgery, 2006, 88-A, S. 2279–2292

Boileau P, Sinnerton R J, Chuinard C, Walch G:

Arthroplasty of the Shoulder

The Journal of Bone and Joint Surgery, 2006, 88-B, S. 562–575

Boilea P, Trojani C, Chuinard C, Lehuéc J, Walch G :

Proximal Humerus Fracture Sequelae: Impact of a New Radiographic Classification on Arthroplasty

Clinical Orthopaedics and Related Research, 2006, 442, S. 121–130

Boileau P, Walch G:

The Tree-Dimensional Geometry of the Proximal Humerus. Implications for Surgical Technique and Prosthetic Design

The Journal of Bone and Joint Surgery, 1997, 97-B, S. 857–865



Bondi R, Ceccarelli E, Campi S, Padua R:  
Shoulder Arthroplasty for complex proximal humeral fractures  
Journal of Orthopaedics and Traumatology, 2005, 6, S. 57–60

Brems J:  
The Glenoid component in Total Shoulder Arthroplasty  
The Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 1993, 2, S. 47–54

Bryant D, Litchfield R, Sandow M, Gartsman G M, Gnyatt G, Kirkley A:  
A comparison of pain, strength, range of motion, and functional outcomes  
after hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty in patients with  
osteoarthritis of the shoulder. A systematic review and meta-analysis  
The Journal of Bone and Joint Surgery, 2005, 87–A, S. 1947–1956

Constant C R:  
Schulterfunktionsbeurteilung  
Der Orthopäde, 1991, 20, S. 289–294

Constant C R, Murley H G:  
A Clinical Method of Functional Assessment of the Shoulder  
Clinical Orthopaedics and Related Research, 1987, 214, S. 160–164

Copeland S:  
The continuing development of shoulder replacement: “reaching the  
surface”  
The Journal of Bone and Joint Surgery, 2006, 88-A, S. 900–905

Edwards T B, Kadakia N R, Boulahia A, Kempf J F, Boileau P, Nemoz C,  
Walch G:  
A comparison of hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty in the  
treatment of primary glenohumeral osteoarthritis: results of a multicenter  
study  
The Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 2003, 12, S. 207–213

Fehringer E V, Kopjar B, Boorman R S, Churchill R S, Smith K L, Matsen III F A:

Charakterizing the functional improvement after a total shoulder arthroplasty for osteoarthritis

The Journal of Bone and Joint Surgery, 2002, 84-A, S. 1349–1353

Ficat R P, Arlet J:

Necrosis of the femoral head.

In: Hungerford D S (editor). Ischemia and necrosis of the bone. Baltimore, etc: Williams and Wilkins; 1980, S. 171–182

Gartsman G M, Roddey T S, Hammerman S M:

Shoulder Arthroplasty with or without Resurfacing of the Glenoid in Patients who have Osteoarthritis

The Journal of Bone and Joint Surgery, 2000, 82-A, S. 26–34

Gohlke F:

Clinical and Radiographic Results of Shoulder Arthroplasty in Rheumatoid Arthritis

In: Walch G, Boileau P, Molé D (editors). 2000 prothèses d'épaule ...recul de 2 à 10 ans. Paris: Sauramps Medical; 2001, S. 163–170

Hammond J W, Queale W S, Kim T K, McFarland E G:

Surgeon Experience and Clinical and Economic Outcomes for Shoulder Arthroplasty

The Journal of Bone and Joint Surgery, 2003, 85-A, S. 2318–2324

Hedtmann A, Heers G:

Prinzipien der Schulterendoprothetik

Der Orthopäde, 2001, 30, S. 354–362

Heitkemper S, Rickert M, Loew M:  
Ergebnisse nach Schulterendoprothese bei der Behandlung fehlverheilte  
Humerusfrakturen  
Aktuelle Traumatologie, 2004, 34, S. 117–122

Hettrich C, Weldon E, Boorman R, Parsons M, Matsen F:  
Preoperative Factors Associated with Improvements in Shoulder Function  
after Humeral Hemiarthroplasty  
The Journal of Bone and Joint Surgery, 2004, 86-A, S. 1446–1451

Hubert L, Dayez J:  
Results of the Standard Aequalis Prosthesis for Proximal Humeral Fractures  
– The Entire Series  
In: Walch G, Boileau P, Molé D (editors). 2000 prothèses d'épaule ...recul  
de 2 à 10 ans. Paris: Sauramps Medical; 2001, S. 527–529

Iannotti J P, Norris T R:  
Influence of preoperative factors on outcome of shoulder arthroplasty for  
glenohumeral osteoarthritis  
The Journal of Bone and Joint Surgery, 2003, 85-A, S. 251–258

Jerosch J:  
Schulterendoprothetik nach Oberarmkopffrakturen  
Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin, 2005, 15, S.  
105–113

Kelkar R, Wang V M, Flatow E L, et al.:  
Glenohumeral mechanics: a study of articular geometry, contact, and  
kinematics  
The Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 2001, 10, S. 73–84

Kirkley S:

Hemiarthroplasty versus Total Shoulder Arthroplasty  
San Diego Shoulder Course, 2000, San Diego, California

Lafosse L, Kempf J F:

Omarthrose primitive: résultats cliniques et radiologiques  
In: Walch G, Boileau P, Molé D (editors). 2000 prothèses d'épaule ...recul  
de 2 à 10 ans. Paris: Sauramps Medical; 2001, S. 73–85

Larsen A, Dale K, Eek M:

Radiographic evaluation of rheumatoid arthritis and related conditions by  
standard reference films.  
Acta Radiologica Diagnostica, 1977, 18, S481–491

Levy O, Funk L, Sforza G, Copeland S:

Copeland the Surface Replacement Arthroplasty of the Shoulder in  
Rheumatoide Arthritis  
The Journal of Bone and Joint Surgery, 2004, 86–A, S. 512–518

Lo I K Y, Litchfield R B, Griffin S, Faber K, Patterson S D, Kirkley A:

Quality-of-Life Outcome Following Hemiarthroplasty or Total Shoulder  
Arthroplasty in Patients with Osteoarthritis. A Prospective, Randomized  
Trial  
The Journal of Bone and Joint Surgery, 2005, 87–A, S. 2178–2185

Loew M, Rickert M, Schneider S, Heitkemper S:

Die Dezentrierung des Schultergelenkes als Spätfolge nach hemi- und  
totalendoprothetischem Gelenkersatz  
Zeitschrift für Orthopädie, 2005, 143, S. 446–452

Löhr J F, Flören M, Schwyzer H K, Simmen B R, Gschwend N:  
Shoulder instability after primary shoulder joint replacement  
Der Orthopäde, 1998, 27, S. 571–575

Martin S D, Zurakowski D, Thornhill T S:  
Uncemented Glenoid Component in Total Shoulder Arthroplasty.  
Survivorship and Outcomes  
The Journal of Bone and Joint Surgery, 2005, 87–A, S. 1284–1292

Marx R G:  
Quality of life after shoulder arthroplasty – total shoulder arthroplasty  
versus hemiarthroplasty  
Nature Clinical Practice Rheumatology, 2006, 2, S. 250–251

Matsoukis J, Tabib W, Guiffault P, Mandelbaum A, Walch G, Nemoz C,  
Edwards T B:  
Shoulder Arthroplasty in Patients with a Prior Anterior Shoulder Dislocation:  
Results of a multicenter study  
The Journal of Bone and Joint Surgery, 2003, 85-A, S. 1417–1424

Molé D, Roche O, Riand N, Levigne C, Walch G:  
Cemented glenoid component: Results in osteoarthritis and rheumatoid  
arthritis. In: Walch G, Boileau P (editors). Shoulder Arthroplasty. Berlin:  
Springer; 1999, S. 163–171

Murphy L A, Prendergat P J:  
Acromion fixation of Glenoid components in total shoulder arthroplasty  
Journal of Biomechanics, 2004, 38, S. 1702–1711

Neer C S 2<sup>nd</sup>, Watson K C, Stanton F J:  
Recent experience in total shoulder replacement  
The Journal of Bone and Joint Surgery, 1982, 64-A, S. 319–337

Péan J E:  
Des moyens prosthétiques destinés à obtenir la réparation de parties osseuses.  
Paris, Gaz de Hôp, 1894: 67, S. 291–302, reprinted in Clinical Orthopaedics and Related Research, 1973, 94, S. 4–7

Pfahler M, Jena F, Neyton L, Sirveaux F, Molé D:  
Hemiarthroplasty versus total shoulder prosthesis: results of cemented glenoid components.  
The Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 2006, 15, S. 154-163

Pfahler M, Neyton L, Molé D:  
Results of the Cemented Polyethylene Glenoid Components – Comparison Hemi versus Total Shoulder Arthroplasty  
In: Walch G, Boileau P, Molé D (editors). 2000 prothèses d'épaule ...recul de 2 à 10 ans. Paris: Sauramps Medical; 2001, S. 457-467

Samilson R L, Prieto V:  
Dislocation Arthropathy of the Shoulder  
The Journal of Bone and Joint Surgery, 1983, 65-A, S. 456–460

Schmidt K, Willburger R E, Grosser S:  
Endoprothetik der rheumatischen Schulter  
Der Orthopäde, 2001, 30, S. 370–378

Schmidt-Wiethoff R, Wolf P, Lehmann M, Habermeyer P:  
Schultergelenkendoprothetik – Klinische Ergebnisse von 171 Patienten  
Zeitschrift für Orthopädie, 2002, 140, S. 409–414

Seneriz R, Deliz E, Delgado J, Viliella F E, Ramirez N:  
Results of shoulder arthroplasty in nontraumatic conditions:  
thirdgeneration prosthesis experience  
Techniques in Shoulder and Elbow Surgery, 2003, 4, S. 133–138

Shapiro J, Zuckerman J D:  
Glenohumeral arthroplasty: indications and preoperative considerations  
Instructional Course Lectures, 2002, 51, S. 3–10

Sperling J W, Cofield R H, Rowland C M:  
Neer Hemiarthroplasty and Neer Total Shoulder Arthroplasty in Patients  
Fifty Years Old or Less  
The Journal of Bone and Joint Surgery, 1998, 80-A, S. 464–473

Trojani C, Boileau P, Benchik el Fegoun K, Coste J-S:  
Intraoperative Humeral Fractures in Shoulder Arthroplasty.  
In: Walch G, Boileau P, Molé D (editors). 2000 prothèses d'épaule ...recul  
de 2 à 10 ans. Paris: Sauramps Medical; 2001, S. 327–335

Walch G, Boileau P:  
Presentation of the multicentric study.  
In: Walch G, Boileau P, Molé D (editors). 2000 prothèses d'épaule ...recul  
de 2 à 10 ans. Paris: Sauramps Medical; 2001, S. 13–20

Walch G, Boileau P:  
Prosthetic adaptability: A new concept for shoulder arthroplasty  
The Journal of Bone and Joint Surgery, 1999, 8-A, S. 443-451

Walch G, Boileau P:  
Morphological study of the humeral proximal epiphysis  
The Journal of Bone and Joint Surgery, 1992, 74-B, S.14

Walch G, Boulahia A, Boileau P, Kempf J F:  
Primary glenohumeral osteoarthritis: Clinical and radiographic  
classification.  
The Aequalis Group. Acta Orthopaedica Belgica, 1998, 64 (suppl 2), S. 46-  
52

Walch G, Godeneche A, Boileau P, Nove-Josserand C:  
Clinical and radiographic results of 268 shoulder arthroplasties in primary  
osteoarthritis  
American Shoulder and Elbow Surgeons 16<sup>th</sup> Open Meeting, 2000,  
Orlando, Florida, S. 21

Wirth M, Rockwood C A:  
Complications of shoulder arthroplasty  
Clinical Orthopaedics and Related Research, 1994, 307, S. 47-69

Wirth M, Tapscott R, Southworth C, Rockwood C:  
Treatment of glenohumeral Arthritis with a hemiarthroplasty: a minimum  
of five-year follow-up study  
The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume), 1994, 88-A, 5,  
S. 964-973



Wülker N:  
100 Jahre Schulter- und Ellbogenchirurgie  
Der Orthopäde, 2001, 30, S. 789–797

Wülker N, Kohn D, Grimm C:  
Bewertung der Schulterfunktionen mit unterschiedlichen Scores  
Orthopädische Praxis, 1991, 12, S. 750–754

## 6.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Adjusted Constant-Score	15
Tabelle 2: Schmerzeinteilung im Constant-Score	15
Tab. 3: Alltagsaktivitäten im Constant-Score	16
Tabelle 4: Bewegungsausmaß im Constant-Score	17
Tabelle 5: Isometrische Kraftmessung im Constant-Score	18
Tabelle 6: Schmerzeinteilung im Wülker-Score	19
Tabelle 7: Funktionsfähigkeit im Wülker-Score	19
Tabelle 8: Kräfteinteilung im Wülker-Score	20
Tabelle 9: Stabilitätseinteilung im Wülker-Score	20
Tabelle 10: Bewegungsausmaß im Wülker-Score	21
Tabelle 11: Beurteilung der Omarthrose nach Samilson	23
Tabelle 12: Einteilung der Gelenkveränderungen bei Humeruskopfnekrose nach Ficat und Arlet	23
Tabelle 13: Einteilung der Gelenkveränderungen nach Larsen et al. bei Rheumatoider Arthritis	24
Tabelle 14: Einteilung der Humeruskopffrakturen nach Neer	25
Tabelle 15: Einteilung der Frakturfolgen nach Boileau	25
Tabelle 16: Beurteilung der Schaftlockerungszeichen nach Sperling	26
Tabelle 17: Beschreibung der glenohumeralen Luxation nach Sperling	26
Tabelle 18: Beurteilung des Glenoids	27
Tabelle 19: Basisdatentabelle aller Studienteilnehmer	35
Tabelle 20: Kalotteneinstellung	36
Tabelle 21: Kalottengröße	37
Tabelle 22: Gegenüberstellung Constant-Score präoperativ und postoperativ	46
Tabelle 23: Gegenüberstellung Wülker-Score präoperativ und postoperativ	49

## 6.3 Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Histogramm des Patientenalters zum Zeitpunkt der Operation	32
Diagramm 2: Histogramm des Patientenalters zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung	33
Diagramm 3: Histogramm der unterschiedlichen Ätiologieklassen	39
Diagramm 4: Altersverteilung in den definierten Ätiologieklassen	40

Diagramm 5: Histogramm des Prothesenalters	44
Diagramm 6: Gegenüberstellung des präoperativen und postoperativen Bewegungsausmaßes im Box-Plot ( $p < 0,001$ )	45
Diagramm 7: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse des Constant-Scores und des alterskorrigierten Constant-Scores im Box-Plot ( $p < 0,001$ )	47
Diagramm 8: Gegenüberstellung der einzelnen Kategorien des Constant-Scores präoperativ und postoperativ im Box-Plot ( $p < 0,001$ )	48
Diagramm 9: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Wülker-Score im Box-Plot ( $p < 0,001$ )	50
Diagramm 10: Gegenüberstellung der einzelnen Kategorien des Wülker-Scores präoperativ und postoperativ im Box-Plot ( $p < 0,001$ )	50
Diagramm 11: Gegenüberstellung der Abduktion präoperativ und postoperativ in der Gruppe der Totalprothesen (TEP) und der Hemiprothesen (HEP) im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	52
Diagramm 12: Gegenüberstellung der Flexion präoperativ und postoperativ in der Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	52
Diagramm 13: Gegenüberstellung der Außenrotation präoperativ und postoperativ in der Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	53
Diagramm 14: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Constant-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	55
Diagramm 15: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Adjusted Constant-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	55
Diagramm 16: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Constant-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	56
Diagramm 17: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Alltagsaktivität im Constant-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	56
Diagramm 18: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsausmaß im Constant-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	57
Diagramm 19: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Constant-Score für die Gruppe der	

Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ ); für die Gruppe der TEP gilt: $p > 0,05$	57
Diagramm 20: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Wülker-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	59
Diagramm 21: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Wülker-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	60
Diagramm 22: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Wülker-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	60
Diagramm 23: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Funktion im Wülker-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen ( $p < 0,05$ )	61
Diagramm 24: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Stabilität im Wülker-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	61
Diagramm 25: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsausmaß im Wülker-Score für die Gruppe der Totalprothesen und der Hemiprothesen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	62
Diagramm 26: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Abduktion in der Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	64
Diagramm 27: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Flexion in der Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	64
Diagramm 28: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Außenrotation in der Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	65
Diagramm 29: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Constant-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	67
Diagramm 30: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Adjusted Constant-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	67
Diagramm 31: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Constant-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	68

Diagramm 32: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Alltagsaktivität im Constant-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	68
Diagramm 33: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsausmaß im Constant-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	69
Diagramm 34: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Constant-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	69
Diagramm 35: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Wülker-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	71
Diagramm 36: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Wülker-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	72
Diagramm 37: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Wülker-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	72
Diagramm 38: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Funktion im Wülker-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	73
Diagramm 39: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Stabilität im Wülker-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	73
Diagramm 40: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsausmaß im Wülker-Score für die Gruppe der akuten Traumen und der Frakturfolgen im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	74
Diagramm 41: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Abduktion in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	76
Diagramm 42: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Flexion in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	76
Diagramm 43: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Außenrotation in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	77

Diagramm 44: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Constant-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	79
Diagramm 45: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Adjusted Constant-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	79
Diagramm 46: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Constant-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	80
Diagramm 47: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Alltagsaktivität im Constant-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	80
Diagramm 48: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsausmaß im Constant-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	81
Diagramm 49: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Constant-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ ); für die Gruppe Typ III oder IV nach Boileau gilt: $p > 0,05$	81
Diagramm 50: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Wülker-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	83
Diagramm 51: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Wülker-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	84
Diagramm 52: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Wülker-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	84
Diagramm 53: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Funktion im Wülker-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	85
Diagramm 54: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Stabilität im Wülker-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ ); für die Gruppe Typ I oder II nach Boileau gilt: $p > 0,05$	85

Diagramm 55: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsausmaß im Wülker-Score in der Gruppe der Frakturfolgen Typ I oder II und III oder IV nach Boileau im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	86
Diagramm 56: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Abduktion in der Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	88
Diagramm 57: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Flexion in der Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot( $p < 0,05$ )	89
Diagramm 59: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Außenrotation in der Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ ); für die Rheumatoide Arthritis gilt: $p > 0,05$	89
Diagramm 60: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Constant-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	93
Diagramm 61: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Adjusted Constant-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	93
Diagramm 62: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Constant-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	94
Diagramm 63: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Alltagsaktivität im Constant-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	94
Diagramm 64: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsausmaß im Constant-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	95
Diagramm 65: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Constant-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p > 0,05$ )	95
Diagramm 66: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse im Wülker-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	98

Diagramm 67: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Schmerz im Wülker-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	99
Diagramm 68: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Kraft im Wülker-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ ); für die Rheumatoide Arthritis gilt: $p > 0,05$	99
Diagramm 69: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Funktion im Wülker-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ ); für die Rheumatoide Arthritis gilt: $p > 0,05$	100
Diagramm 70: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Stabilität im Wülker-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ ); für die Humeruskopfnekrose und die Rheumatoide Arthritis gilt: $p > 0,05$	100
Diagramm 71: Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ergebnisse in der Kategorie Bewegungsausmaß im Wülker-Score für die Gruppe der Humeruskopfnekrose, der Omarthrose und der Rheumatoiden Arthritis im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	101
Diagramm 72: Darstellung des Einflusses des Patientenalters bei der Operation auf den Adjusted Constant-Score im Scatter-Plot ( $R^2 = 0,011$ )	102
Diagramm 73: Darstellung des Einflusses des Prothesenalters auf den Adjusted Constant-Score im Scatter-Plot ( $R^2 = 0,016$ )	103
Diagramm 74: Gegenüberstellung des Bewegungsausmaßes in den Patientengruppen mit bzw. ohne Subluxation im Box-Plot ( $p > 0,05$ )	105
Diagramm 75: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Constant-Score in den Patientengruppen mit bzw. ohne Subluxation im Box-Plot ( $p > 0,05$ )	106
Diagramm 76: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Adjusted Constant-Score in den Patientengruppen mit bzw. ohne Subluxation im Box-Plot ( $p > 0,05$ )	107
Diagramm 77: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Wülker-Score in den Patientengruppen mit bzw. ohne Subluxation im Box-Plot ( $p > 0,05$ )	107
Diagramm 78: Gegenüberstellung des Bewegungsausmaßes in den Patientengruppen mit bzw. ohne sekundäre Glenoidarthrose im Box-Plot ( $p > 0,05$ ); für die Flexion gilt: $p < 0,05$	109



Diagramm 79: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Constant-Score in den Patientengruppen mit bzw. ohne sekundäre Glenoidarthrose im Box-Plot ( $p > 0,05$ )	110
Diagramm 80: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Adjusted Constant-Score in den Patientengruppen mit bzw. ohne sekundäre Glenoidarthrose im Box-Plot ( $p > 0,05$ )	110
Diagramm 81: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Wülker-Score in den Patientengruppen mit bzw. ohne sekundäre Glenoidarthrose im Box-Plot ( $p < 0,05$ )	111
Diagramm 82: Gegenüberstellung der Abduktion im Verhältnis zur Anzahl der Voroperationen im Box-Plot ( $p > 0,05$ ); für die Gruppen mit 0, 1 bzw. 2 Voroperationen gilt: $p < 0,05$	115
Diagramm 83: Gegenüberstellung der Flexion im Verhältnis zur Anzahl der Voroperationen im Box-Plot ( $p > 0,05$ ); für die Gruppen mit 0, 1 bzw. 2 Voroperationen gilt: $p < 0,05$	115
Diagramm 84: Gegenüberstellung der Außenrotation im Verhältnis zur Anzahl der Voroperationen im Box-Plot ( $p > 0,05$ )	116
Diagramm 85: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Constant-Score im Verhältnis zur Anzahl der Voroperationen im Box-Plot ( $p > 0,05$ )	117
Diagramm 86: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Adjusted Constant-Score im Verhältnis zur Anzahl der Voroperationen im Box-Plot ( $p > 0,05$ )	118
Diagramm 87: Gegenüberstellung der Ergebnisse im Wülker-Score im Verhältnis zur Anzahl der Voroperationen im Box-Plot ( $p > 0,05$ )	118

## 6.4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Dr. Péan operating (1891), Henri Toulouse-Lautrec, Sterling and Francine Clark, Art Institute, Museums Collections	7
Abbildung 2: Aequalis Standard-Schulterprothese, Ansicht von hinten mit exzentrischem Drehscheibensystem und Ansicht von der Seite	11
Abbildung 3: Polyethylen-Glenoid-Komponente in drei verschiedenen Größen	11
Abbildung 4: Kalottenersatz	12
Abbildung 5: Bewegungsprüfung	22
Abbildung 6: Einteilung der Glenoidzonen bei einem zementierten Glenoidimplantat (linke Abb.) und einer Spreizdübelpfanne (rechte Abb.)	27
Abbildung 7: Glenoidmorphologie nach Walch: Typ A1, Typ A2, Typ B1, Typ B2 und Typ C (von links nach rechts)	27
Abbildung 8: Aequalisprothese in situ, Ansicht in zwei Ebenen	38
Abbildung 9: Befund einer Omarthrose	41
Abbildung 10: Befund einer Humeruskopfnekrose	41
Abbildung 11: Befund einer Rheumatoiden Arthritis	41
Abbildung 12: Befund einer Instabilitätsarthropathie	41
Abbildung 13: Befund einer Frakturfolge Typ II nach Boileau (links) und Typ III nach Boileau (rechts)	42
Abbildung 14: Befund einer Subluxation	43
Abbildung 15: Befund einer sekundären Glenoidarthrose	43

## 6.5 Lebenslauf

<b>Name</b>	Meier	
<b>Vorname</b>	Kerstin	
<b>Geburtsdatum</b>	22. 01. 1970	
<b>Geburtsort</b>	Berchtesgaden	
<b>Familienstand</b>	ledig	
<b>Staatsangehörigkeit</b>	deutsch	
<b>Konfession</b>	evangelisch	
<b>Eltern</b>	Erika Meier, geb. Kosch	Sekretärin i.R.
	Erich Meier	Amtsrat a.D.
<b>Geschwister</b>	Bettina Meier	Oberstudienrätin
	Bernd Meier	Dipl. Ing. der Forstwirtschaft (FH)
<b>Schulbildung</b>	1976 – 1980	Grundschule Berchtesgaden
	1980 – 1989	Gymnasium Berchtesgaden
<b>Schulabschluss</b>	1989	Abitur
<b>Berufsausbildung</b>	1989 – 1990	Pflegepraktikum auf der unfallchirurgischen Station des Kreiskrankenhauses Berchtesgaden
	1990 – 1992	Berufsfachschule für Krankengymnastik in Wasserburg am Inn
	1992 - 1993	Anerkennungsjahr zur Zulassung als staatlich geprüfte Krankengymnastin im Klinikum Landshut
<b>Beruflicher Werdegang</b>	1994 – 1995	Klinikum Landshut
	1995 – 2002	Ambulantes Rehabilitations- zentrum in Landshut
	2002	Studium der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-

	Universität München
2004	Physikum
2004 - 2007	Klinischer Studienabschnitt
2007	Absolvieren des Praktischen Jahres
2008	Staatsexamen an der Ludwig- Maximilians-Universität München

## 6.6 Danksagung

Mein Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr. Manfred Pfahler für die Überlassung des interessanten Themas, für die jederzeit gewährte Unterstützung, aber auch für die nötige Freiheit, meine eigenen Ideen in diese Arbeit einzubringen.

Ich bin den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der orthopädischen Poliklinik des Universitätsklinikums Großhadern dankbar, allen voran Frau Erika Meyer für die geniale Zusammenarbeit und die aufmunternden E-Mails.

Weiter möchte ich dem Team der orthopädischen Gemeinschaftspraxis am Flughafen für die reibungslose und freundliche Kooperation danken.

Ich bedanke mich beim Lektorat Punctum.S.R. für die Erweiterung meines Horizontes bezüglich neuer deutscher Rechtschreibung und vor allem für die anregenden Plaudereien vor, nach und während der Arbeit.

Meiner großartigen Familie schulde ich besonderen Dank, ohne deren Unterstützung mein Studium wohl niemals möglich geworden wäre.

All meinen Freunden gilt ein dickes Dankeschön, die durch die moralische Unterstützung und die richtige Abwechslung zum richtigen Zeitpunkt zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Nicht zuletzt gilt mein spezieller Dank Helmut, der stets an meiner Seite für den nötigen Rückhalt gesorgt hat, der mich bestärkt hat, wann immer ich an mir gezweifelt habe, und der mein Nervenkostüm sowie auch meinen Rechner vor so manchem Absturz bewahrt hat: Du bist mein Held! Danke!