

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik „König-Ludwig-Haus“  
der Universität Würzburg

Direktor: Prof. Dr. med. Maximilian Rudert

**DIE INVERSE SCHULTERPROTHESE NACH FEHLGESCHLAGENER  
VERSORGUNG PROXIMALER HUMERUSFRAKTUREN**

Inaugural - Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der  
Medizinischen Fakultät  
der  
Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
vorgelegt von  
Christiane Reder  
aus Wasserlosen-Burghausen

Würzburg, Februar 2012



Referent: Prof. Dr. med. Frank Gohlke

Koreferent: Prof. Dr. med. Arnulf Weckbach

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 2. Oktober 2012

Die Promovendin ist Ärztin.



Meinen Eltern

In Dankbarkeit

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Bedeutung der inversen Schulterprothese	1
1.2	Ziel der Arbeit	1
1.3	Anatomische und biomechanische Grundlagen des Schultergelenks	2
1.4	Die Frakturklassifikation nach Boileau	3
<b>2</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>4</b>
2.1	Patientenkollektiv	4
2.2	Datenerhebung	8
2.1.1	Präoperative Daten	10
2.1.2	Intraoperative Dokumentation	10
2.1.3	Nachuntersuchung	10
2.3	Operationsmethoden	12
2.3.1	Implantation der inversen Prothese	12
2.3.2	Winkelstabile Plattensysteme	13
2.3.3	Proximaler Markraumnagel	14
2.3.4	Minimalinvasive Operationsmethoden	14
2.3.4.1	K-Draht-Osteosynthese nach Resch	14
2.3.4.2	Intramedulläre Methoden	15
2.3.4.2.1	Bündelnagelung	15
2.3.4.2.2	Intramedulläre Drahtstabilisierung	15
2.3.5	Schraubenosteosynthese	16
2.3.6	Kopfresektion	16
2.4	Constant Score	17
2.5	Röntgenaufnahmen	18
2.6	Laborwerte	18
2.7	Subjektive Patientenzufriedenheit	18
2.8	Follow – Up	19

<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>20</b>
3.1	Nachuntersuchungszeitraum	20
	3.1.1 Follow-Up zwischen TEP Untersuchung	20
	3.1.2 Follow-Up zwischen Trauma und TEP	20
3.2	Nachuntersuchungsrate	21
3.3	Primärversorgung und Zwischenoperationen	22
3.4	Radiologische Kontrolle des implantierten Schultergelenks	24
	3.4.1 Implantatsitz	24
	3.4.2 Heterotope Ossifikation	24
	3.4.3 Notching	24
3.5	Revisionen und Komplikationen	25
	3.5.1 Periprothetische Fraktur	25
	3.5.2 Fistel und Infektion	25
	3.5.3 Nervenschädigungen	25
3.6	Prothesenmaterial	26
3.7	Fraktur-Klassifikation nach Boileau	27
3.8	Auswertung des Constant Scores	28
	3.8.1 Statistische Auswertung	28
	3.8.2 präoperativer CS	28
	3.8.3 nach Geschlecht	29
	3.8.4 nach Primärversorgung	32
	3.8.5 nach Boileau-Frakturklassifikation	34
3.9	Subjektive Patientenzufriedenheit	36
3.10	Laboruntersuchungen	36
3.11	Fallbeispiele	37
	3.11.1 Fall 1	37
	3.11.2 Fall 2	40

<b>4 Diskussion</b>	<b>43</b>
4.1 Diskussion um Osteosynthese und Primärversorgung bei proximaler Humerusfraktur	43
4.1.1 Frakturklassifikation	44
4.1.2 Osteosyntheseverfahren	44
4.1.3 Komplikationen und Schwierigkeiten	45
4.2 Diskussion um die inverse Prothese	46
4.2.1 Operationsverfahren	46
4.2.2 Indikationsstellung	46
4.2.3 Resultate	47
4.2.4 Schlussfolgerung	48
4.3 Nachversorgung	49
4.3.1 Komplikationen	49
4.3.2 Outcome	49
4.4 Vergleich dieser Studie mit einer Multicenterstudie von Boileau et al von 2008	51
<b>5 Zusammenfassung</b>	<b>54</b>
<b>6 Anhang</b>	<b>56</b>
<b>7 Literaturverzeichnis</b>	<b>61</b>
<b>8 Danksagung</b>	
<b>9 Curriculum Vitae</b>	

# **1 Einleitung**

## ***1.1 Bedeutung der inversen Schulterprothese***

Die inverse Schulterprothese– ein Konzept, dessen Pionierarbeit im Jahre 1970 begann, stetig weiterentwickelt wurde und seit Mitte der neunziger Jahre in der heutigen Form angewandt wird. Im Ausland ist sie - nach ihrem Erfinder benannt – unter dem Namen Inverse Prothese nach Grammont sowie auch als reverse Schulterprothese bekannt.

Sie beruht auf dem Prinzip der Umkehrung der ursprünglichen Anatomie des Glenohumeralgelenkes sowie der Verlagerung des Drehpunktes nach medial und kaudal und ermöglicht dadurch dem Musculus deltoideus die Übernahme eines Teils der Bewegungsfunktionen der vorbestehenden Rotatorenmanschette.

Hauptindikation zur Implantation der inversen Prothese ist der traumatische wie degenerative Verlust großer Teile der Rotatorenmanschette mit sogenannter Cuff-Arthropathie und Hochstand des Humeruskopfes aufgrund fehlender Führung durch nicht mehr vorhandene Anteile der Rotatorenmanschette. Denkbare weitere Indikationen sind Revisionen nach fehlgeschlagener Frakturversorgung oder nach Infektbehandlung, verbunden mit einer Insuffizienz der Rotatorenmanschette durch Atrophie, Retraktion oder Nervenschädigung.

## ***1.2 Ziel der Arbeit***

Die bislang bekannten kurzfristigen Ergebnisse mit spärlichen Daten über die Versorgung von Frakturfolgen mit inversen Prothesen sollen mithilfe eines durchschnittlichen Follow-Up von 50 Monaten zwischen TEP-Implantation und Nachuntersuchung auf mittelfristige Ergebnisse erweitert werden.

Diese Arbeit beleuchtet die Implantation der inversen Schulterprothese nach fehlgeschlagener Versorgung proximaler Humerusfrakturen und

will klinische und radiologische Ergebnisse nach TEP-Implantation unter Berücksichtigung der primären Versorgung der Fraktur evaluieren.

### **1.3 Anatomische und biomechanische Grundlagen des Schultergelenks**

Bei dem Schultergelenk - auch Articulatio humeri oder Glenohumeralgelenk genannt - handelt es sich um das Kugelgelenk zwischen der durch das Schulterblatt gebildeten Pfanne und dem Oberarmkopf.

Das Gelenk weist einen großen Bewegungsspielraum auf und ist – im Gegensatz zum zweiten großen Kugelgelenk des menschlichen Körpers, dem Hüftgelenk – bandgeführt. Die verhältnismäßig kleinen Kontaktflächen der Gelenkkörper indizieren die Notwendigkeit der Gelenkführung durch Bandstrukturen wie den Ligamenta glenohumeralia und dem Ligamentum coracohumerale.

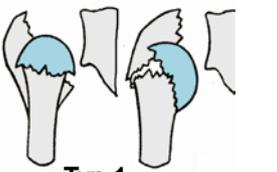
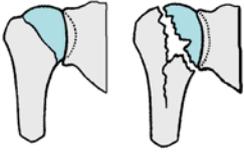
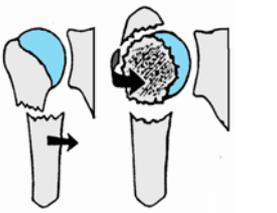
Das Schultergelenk lässt sich in drei Hauptachsen bewegen: der sagittalen Achse mit Abduktion und Adduktion, der transversalen Richtung mit Ante- und Retroversion sowie der Rotationsachse des Humerus.

Für die Bewegung verantwortlich sind neben dem Musculus deltoideus vor allem die Muskeln der Rotatorenmanschette [31] (Musculi supraspinatus, infraspinatus, subscapularis und teres minor).

### 1.4 Frakturklassifikation nach Boileau

Bei Typ I (Humeruskopfnekrose/-kollaps mit geringer Nichtvereinigung der Tuberkula) und Typ II (Verhakte Luxation oder Frakturdislokationen) liegen intrakapsuläre Frakturen vor, bei denen sich gute und vorhersagbare Resultate mit anatomischen Prothesen erzielen lassen.

Unter Typ III (Pseudarthrose) und Typ IV (ausgeprägte extraartikuläre Deformität mit fehlverheilten Tuberkula) werden extrakapsuläre Frakturen subsummiert.

<p>Intrakapsuläre Deformität</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Keine Osteotomie</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><b>Gute + vorhersagbare Resultate</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Typ 1</b></p> <p>Valgus-Impaktion / AHN Tuberkula in günstiger Stellung verheilt</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Typ 2</b></p> <p>Hintere Luxation / Luxationsfraktur, verheilt ohne wesentliche Deformität</p>
<p>Extrakapsuläre Deformität</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Pseudarthrose / Tuberkula Osteotomie</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><b>Resultate ungünstig, kaum vorhersagbar</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Typ 3</b></p> <p>Pseudarthrose prox. Humerus inclusive dislozierte TBC, excl. SSP</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Typ 4</b></p> <p>Extra-artikuläre, ausgeprägte Deformität, z.B: verhakte Lux+TBC</p>

### Klassifikation n. Boileau 1998: Erhaltung der Tuberkula und RM-Funktion

Abb 1 Frakturklassifikation der proximalen Humerusfraktur nach Boileau [9]

## **2 Material und Methoden**

### ***2.1 Patientenkollektiv***

Diese Dissertation untersuchte im Zeitraum von April bis Dezember 2008 46 Patienten mit einem Follow-up von durchschnittlich 50 Monaten (min. 22 Monate, max. 81 Monate), denen nach fehlgeschlagener konservativer oder osteosynthetischer Behandlung einer proximalen Humerusfraktur eine inverse Prothese im König-Ludwig-Haus implantiert wurde. Patienten, die zur Therapie der proximalen Humerusfraktur eine Frakturprothese erhalten haben, waren ausgeschlossen.

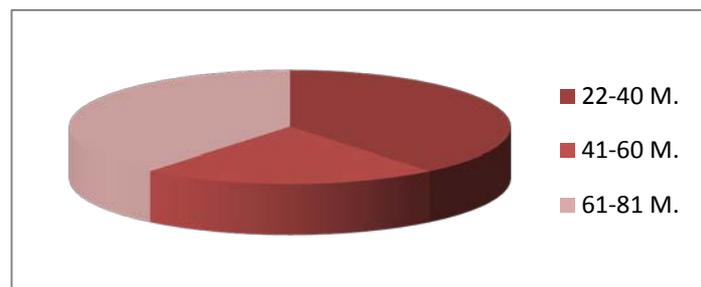


Abb. 2: Verteilung des Follow-ups zwischen Implantation und Nachuntersuchung

Das ursprüngliche aus 65 Patienten bestehende Kollektiv reduzierte sich um 19 Patienten, diese waren Lost to follow-up aus folgenden Gründen: 5 waren verstorben, 8 multimorbid und aufgrund von Behinderung nicht in der Lage an der Untersuchung teilzunehmen, 4 konnten auch mit Hilfe der Einwohnermeldeämter nicht ermittelt werden, 2 Patienten zeigten sich mit dem Ergebnis unzufrieden und lehnten die Teilnahme an der Studie ab.

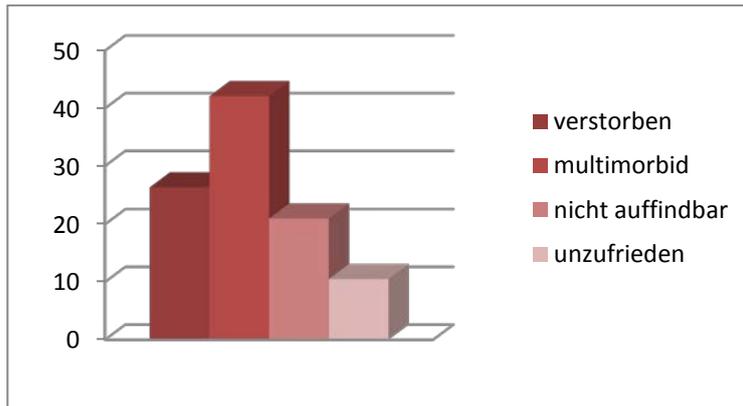


Abb. 3: Gründe für Lost to Follow-Up

33 der 46 Patienten haben sich ambulanten Untersuchungen unterzogen, 13 erhielten einen Fragebogen zugeschickt und wurden von externen Orthopäden gesehen.

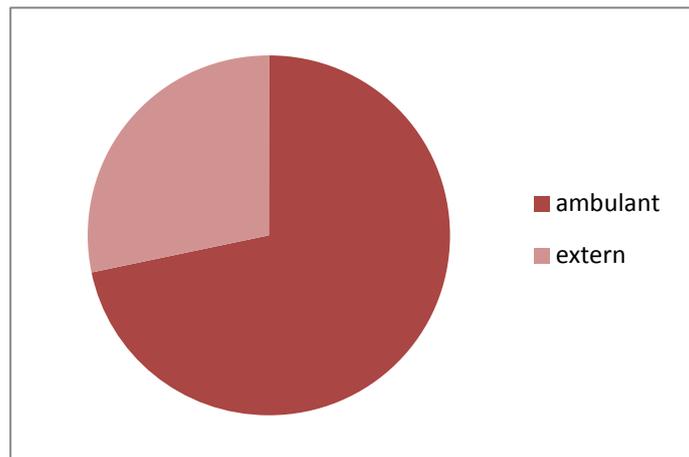


Abb. 4: Untersuchungsformen

Das Patientenkollektiv hatte einen Altersdurchschnitt von 73,9 Jahren zum Zeitpunkt der Untersuchung, 28,3% (n=13) waren männlich mit einem Altersdurchschnitt von 70,5 Jahren, 71,7% (n=33) weiblich mit einem Altersdurchschnitt von 75,2 Jahren.

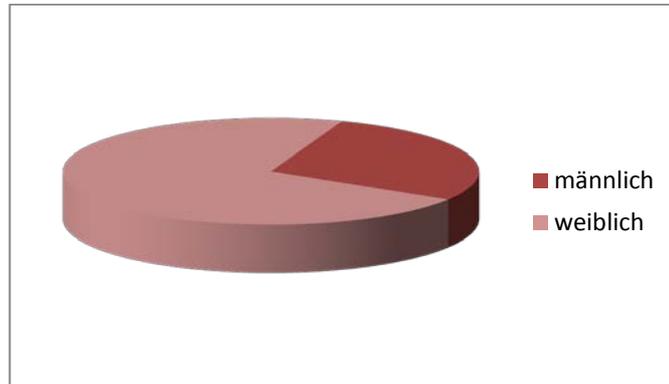


Abb. 5: Geschlechtsverteilung

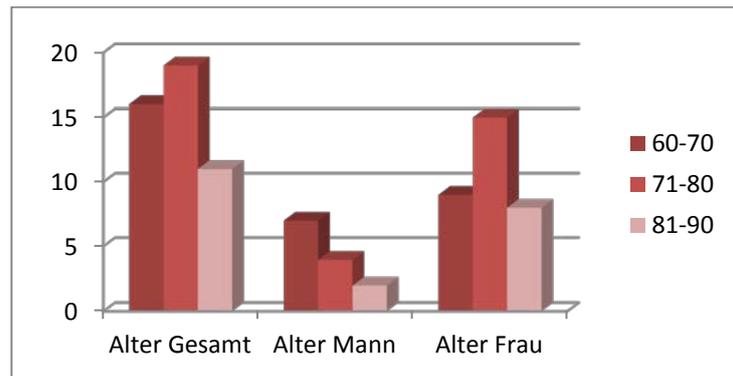


Abb. 6: Altersverteilung in Jahren

Der zu untersuchende Personenkreis wurde in mehrere Subgruppen unterteilt. Die Hauptgruppen orientieren sich zunächst an der posttraumatischen Versorgung, die konservativ behandelte Gruppe I mit 18 Personen (39,1%), und die osteosynthetisch versorgte Gruppe II mit 28 Personen (60,9%). Letztere wurde weiterhin spezifiziert anhand der durchgeführten osteosynthetischen Verfahren, die da sind: die winkelstabile Plattenversorgung in 26,1% (n=12), der Markraumnagel in 4,3% (n=2) sowie minimal-invasive Verfahren (n=12) in 26,2% der Fälle, die Draht- in 10,9% (n=5), Schraubenosteosynthese in 8,7% (n=4) und die Kombination beider Verfahren in 6,6% (n=3) unter sich subsummieren. Eine Sonderstellung nimmt eine andersartige Versorgung der Fraktur durch Kopfresektion mit 4,3% (n=2) ein.

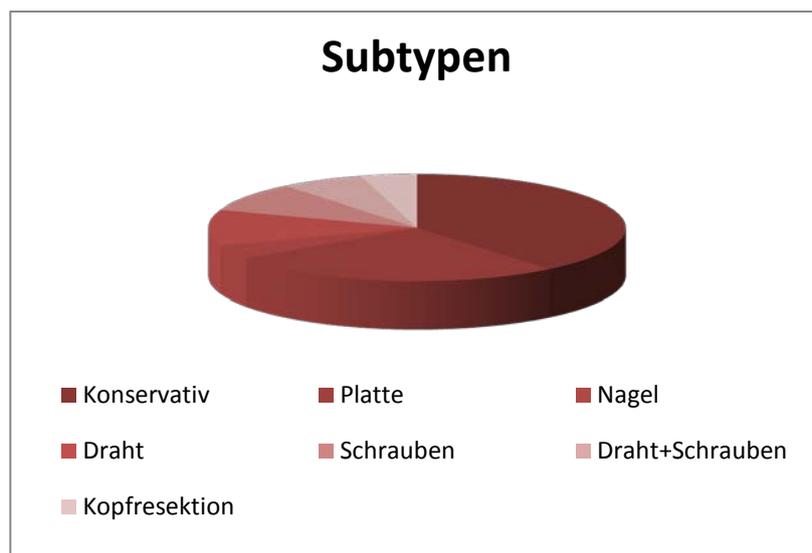


Abb. 7: Gruppen nach Primärversorgung

## **2.2 Datenerhebung**

Die komplette Auswertung der Daten orientiert sich am sogenannten Constant Score [5], einem validierten Studientest, der die Bereiche Schmerz, Activities of Daily Life (ADL), aktive Beweglichkeit und Kraft bewertet. Von der erreichbaren Höchstpunktzahl von 100 entfallen auf den Bereich Schmerz maximal 15 Punkte, auf das Gebiet ADL maximal 20 Punkte, wobei Teilbereiche wie Einschränkungen in Beruf, Freizeit, Arbeitshöhe und Schlaf berücksichtigt werden. In dem ebenfalls in die Bewertung einfließenden Bereich „Aktive Beweglichkeit“ mit maximal 40 Punkte werden objektive Messungen von Elevation (max. 10 Punkte), Abduktion (max. 10 Punkte), Innenrotation (max. 10 Punkte) und Außenrotation (max. 10 Punkte) erhoben. Der vierte relevante Teilbereich ist die Kraft, im Rahmen dieser Studie erhoben mit dem sogenannten Isobex-Messgerät. Jedes gehobene Pfund entspricht einem Punkt, maximal zu erreichen sind 25 Punkte.

Zur besseren Vergleichbarkeit der erhobenen Daten wurden die Ergebnisse des Constant Scores in Beziehung gesetzt zu Alter und Geschlecht. Der so adaptierte Score ist an den entsprechenden Stellen mit aufgeführt [20].

## ***Auswertung Constant Score***

### **Schmerz (max. 15 Punkte)**

- Visuelle Analog-Scala
- Kein Schmerz: 15 Punkte
- Maximaler Schmerz: 0 Punkte

### **Kraft (max. 25 Punkte)**

- Pro gehobenes Pfund wird 1 Punkt gerechnet
- Maximal erreichbar sind 25 Punkte, auch bei mehr als 12,5 gehobenen kg

### **Activity of Daily Life (max. 20 Punkte)**

- Berufliche Einschränkung:
  - Keine: 4 Punkte
  - Weniger als zur Hälfte: 3 Punkte
  - Zur Hälfte: 2 Punkte
  - Mehr als zur Hälfte: 1 Punkt
  - Vollständig: 0 Punkte
- Mögliche Arbeitshöhe
  - Über Kopf: 10 Punkte
  - Scheitelhöhe: 8 Punkte
  - Nackenhöhe: 6 Punkte
  - Brusthöhe: 4 Punkte
  - Gürtelhöhe: 2 Punkte
- Einschränkung in Freizeitaktivitäten:
  - Keine: 4 Punkte
  - Weniger als zur Hälfte: 3 Punkte
  - Zur Hälfte: 2 Punkte
  - Mehr als zur Hälfte: 1 Punkt
  - Vollständig: 0 Punkte
- Beeinträchtigung des Schlafs:
  - Keine: 2 Punkte
  - Gelegentliches Aufwachen: 1 Punkt
  - Regelmäßiges Aufwachen: 0 Punkte

### **Aktive Beweglichkeit (max. 40 Punkte)**

- Flexion:
  - 0-30°: 0 Punkte
  - 31-60°: 2 Punkte
  - 61-90°: 4 Punkte
  - 91-120°: 6 Punkte
  - 121-150°: 8 Punkte
  - >150°: 10 Punkte
- Außenrotation:
  - Hand am Hinterkopf, Ellenbogen nach vorn: 2 Punkte
  - Hand am Hinterkopf, Ellenbogen nach hinten: 4 Punkte
  - Hand auf dem Scheitel, Ellenbogen nach vorn: 6 Punkte
  - Hand auf dem Scheitel, Ellenbogen nach hinten: 8 Punkte
  - Volle Elevation ausgehend vom Scheitel: 10 Punkte
- Abduktion:
  - 0-30°: 0 Punkte
  - 31-60°: 2 Punkte
  - 61-90°: 4 Punkte
  - 91-120°: 6 Punkte
  - 121-150°: 8 Punkte
  - >150°: 10 Punkte
- Innenrotation:
  - Nicht möglich: 0 Punkte
  - Bis Taschenbeginn: 2 Punkte
  - Bis unter Gürtel: 4 Punkte
  - Bis Gürtel: 6 Punkte
  - Bis über Gürtel: 8 Punkte
  - Bis zwischen Schulterblätter: 10 Punkte

Abb. 8: Auswertungsschema Constant Score

### *2.2.1 Präoperative Daten*

Angesichts der retrospektiven Studie dieser Arbeit erwies sich die Erhebung präoperativer Daten im Nachhinein als schwierig, da im Vorfeld der TEP-Implantation kein Constant-Score erhoben wurde.

Der präoperative Constant Score war nur zum Teil noch rekonstruierbar.

Durch die dokumentierten Bewegungsausmaße bei präoperativer Aufnahme konnten teilweise die Punkte des Constant Scores für aktive Beweglichkeit und Kraft berechnet werden. Diese Erhebung kann jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, denn zahlreiche Patienten des Kollektivs wiesen präoperativ eine instabile Fraktur bzw. Pseudarthrosen auf, die Untersuchungen zur Beweglichkeit verboten.

Die so erhobenen Daten dienen lediglich Vergleichszwecken und können nicht zu einer tatsächlichen Gegenüberstellung aller Aspekte des Constant Score herangezogen werden.

### *2.2.2 Intraoperative Dokumentation*

Mithilfe des Operationsberichtes wurden Zugangsweg und implantierte Komponenten der Prothese dokumentiert. Diese zusätzlich durchgeführten Prozeduren im Rahmen der Operation waren Gegenstand einer weiteren Recherche. Hier seien als Beispiele die Anlagerung von Spongiosa bzw. Corticospongiosablöcken und - soweit noch vorhanden - die Refixation der Tubercula mit Cerclagen aus Draht oder Fiberwire-Fäden genannt.

### *2.2.3 Nachuntersuchung*

Die Untersuchung nach Implantation einer inversen Schulterprothese fand im Durchschnitt 50 Monate (mind. 22 Monate, max. 81 Monate) postoperativ statt.

Erhoben wurden in diesem Rahmen klinische Daten durch die Bereiche des Constant Score (s.o.). Außerdem wurde eine radiologische Kontrolle durchgeführt um Implantatsitz zu überprüfen und Notching

und heterotope Ossifikationen zu erfassen. Zu diesem Zweck wurde das Schultergelenk in 2 Ebenen geröntgt.

Ein weiterer Bestandteil der Nachuntersuchung war eine laborchemische Blutuntersuchung, die ihr Augenmerk auf das C-reaktive Protein (CRP), die Blutkörperchen-Senkungsgeschwindigkeit (BSG) und die vorhandene Anzahl an Leukozyten legte um eventuell stattfindende Entzündungsreaktionen frühzeitig aufzudecken.

## 2.3 Operationsmethoden

### 2.3.1 Implantation einer inversen Schulterprothese



Abb 9: Inverse Schulterprothese

Die Implantation der inverse Prothese erfolgte im eigenen Material über einen deltopektoralen Zugang. Fraktur und Voroperationen in diesem Kollektiv bedingen in vielen Fällen zunächst die Notwendigkeit der Implantat-Entfernung, Lösung von Verwachsungen und Mobilisation der Tuberkula.

Nach Präparation und Absetzen des Musculus subscapularis wird häufig zunächst eine Metallentfernung erforderlich. Soweit die lange Bicepssehne sich noch in situ befindet, kann diese mittels Weichteiltenodese fixiert werden. Anschließend wird der Humeruskopf reseziert. Zusätzlich ist es in diesem Kollektiv geboten die Tubercula aufzusuchen und gegebenenfalls zu refixieren. Nach Auffräsen der Metaphyse werden Metaphyse (soweit vorhanden) und Diaphyse aufgeraspelt und die humerale Probeprotthese positioniert. Es folgen

die Glenoidpräparation mit anschließender Bohrung und Fräsen des Glenoids. Die Glenoid-Basisplatte wird mit winkelstabilen Schrauben verankert und die definitive Glenosphäre eingesetzt. Die definitive Humerusimplantation mit Anpassung des notwendigen Inlays schließt sich an. Reposition des Gelenks und schichtweiser Wundverschluss beenden die Implantation.

### 2.3.2 Winkelstabile Plattensysteme



Abb.10: Winkelstabile Humerusplatte

Für das Einbringen der winkelstabilen Platte bevorzugt man einen deltopektoralen Zugang oder Deltasplit. Nach Frakturpositionierung und provisorischer Fixierung mit Kirschner-Drähten wird die Platte mit Zielgerät am Humerus positioniert und die Position der Schrauben definiert. Vor Platzierung der proximalen Schrauben werden deren Länge bestimmt und die Schraubenlöcher vorgebohrt werden ohne die Kalotte zu deformieren. Die Vorbohrung ist umstritten, da die Gefahr besteht, dass daraufhin sekundär die Schrauben die Kalotte penetrieren können.

Das Einbringen der distalen Schrauben erfolgt in gleicher Weise. Daraufhin ist die Rotatorenmanschette zu rekonstruieren und zudem

die Tubercula mit starken, nicht-resorbierbaren Fäden zu refixieren. Der Wundverschluss erfolgt schichtweise.

### *2.3.3 Proximaler Markraum-Nagel*

Nagellänge und Nageldurchmesser sind präoperativ zu bestimmen. Dann – im Anschluss an die Inzision der Rotatorenmanschette – erfolgt die Eröffnung des Markraums durch einen kurzen Deltasplitzzugang. Anschließend wird der Nagel mithilfe eines Zielbügels eingebracht und proximal durch Stichinzisionen hindurch verriegelt. Nach distaler Verriegelung bei gleichem Vorgehen wird der vorbereitete Verriegelungsbolzen eingebracht. Die Tuberkula sind ebenfalls gegebenenfalls an die Schraubenköpfe zu refixieren.

Ein Problem postoperativ kann die Inzision der Rotatorenmanschette darstellen, welche zu einer Schädigung und Schwächung derselben führen kann.

### *2.3.3 Minimalinvasive Operationsmethoden*

#### *2.3.3.1 K-Draht-Osteosynthese nach Resch*

Das Prinzip der nach Resch modifizierten Kirschner-Draht-Osteosynthese beruht auf einer winkelstabilen Fixierung der Drähte mittels Block am Humerusschaft. Diese Methode soll die sekundäre Dislokation des Osteosynthesematerials beispielsweise in den Gelenkspalt verhindern.

Das Osteosyntheseverfahren nach Resch gehört zu den minimalinvasiven Verfahren. Über eine etwa fünf Zentimeter lange Inzision auf Höhe des proximalen Humerusschaftes werden die Drähte durch den vorher mittels Zielgeräten positionierten Blocks unter ständiger Bildwandlerkontrolle positioniert und dann über den Block winkelstabil fixiert.

### 2.3.3.2 *Intramedulläre Methoden*

#### 2.3.3.2.1 *Bündelnagelung*

Besonders Querbrüche des Humerusschaftes sind Indikationen zur Bündelnagelung nach Hackethal. Durchgeführt wird die Operation bei abduziertem Arm mit rechtwinklig gebeugtem Ellbogen und hängendem Unterarm in Bauchlage. Über ein Knochenfenster - etwa 1,5 cm proximal der Fossa olecrani - werden die Bündelnägel mittels speziellem Einführinstrumentarium eingebracht. Je nach Weite des Markraums sind zwei bis sieben Nägel erforderlich.

#### 2.3.3.2.2 *Intramedulläre Drahtstabilisierung nach Kapandji*



Abb. 11 Kapandji-Spickung

Über ein Knochenfenster im diaphysären Bereich werden unter ständiger Durchleuchtungskontrolle die am kranialen Ende abgerundete Drähte nach proximal eingebracht und bis in den Humeruskopf vorgeführt. Die abgerundeten Enden sollen einer Durchwanderung in das Gelenk vorbeugen. Der regelrechten Positionierung aller vier Drähte schließt sich der Wundverschluss an [45].

### *2.3.3.3 Schraubenosteosynthese*

Diese Technik findet alleine oder in Kombination mit anderen hier vorgestellten Verfahren dann Anwendung, wenn die Tubercula maius oder minus von der Fraktur betroffen sind. Mittels Spickdrähten werde diese provisorisch in die richtige Position zurückgebracht und anschließend mit winkelstabilen Schrauben unter ständiger Durchleuchtungskontrolle refixiert.

### *2.3.4 Kopfresektion*

Bei der Humeruskopfresektion, auch Resektionsarthroplastik genannt, handelt es sich um eine veraltete, heute nur noch selten durchgeführte Methode um die mit der Fraktur verbundenen Schmerzen zu reduzieren. Hierzu wird der Humeruskopf am Collum chirurgicum reseziert. Nachteile dieses Verfahrens sind die deutlich eingeschränkte Beweglichkeit und die im Ergebnis vorliegende Pendelschulter.

## 2.4 Constant Score

Der Constant-Murley-Score (1987) dient der vergleichenden Betrachtung von Schmerz, Aktive Beweglichkeit, ADL und Kraft bei Schulterpatienten – empfohlen von der Europäischen Gesellschaft für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (SECEC).

Maximal erreichbar sind hierbei 100 Punkte, wobei auf den Bereich Schmerz 15 Punkte, Aktive Beweglichkeit 40 Punkte, Alltag 20 Punkte und Kraft 25 Punkte entfallen [5].

Dieser bei allen Patienten des Kollektivs erhobene Score bildet die Grundlage der Ergebnisauswertung.

Das im Anhang beigelegt Exemplar des Constant Scores, welches von PD Dr. Dirk Böhm validiert wurde, kann den Patienten in dieser Form zugeschickt und zuhause ausgefüllt werden kann.

Zusätzlich erfolge, wie oben erwähnt, eine Adaption des Scores nach Alter und Geschlecht und zwar in der Weise, dass die absoluten Werte in Relation gesetzt werden zu den durchschnittlichen Ergebnissen der entsprechenden Altersklasse und des entsprechenden Geschlechtes [20].

Die hierfür benötigten Werte sind der unten stehenden Tabelle zu entnehmen:

Alter	Score Männer (%)	Score Frauen (%)
20-30	98	97
31-40	93	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

Tab 1: Adaptierter Constant Score

Die Berechnung erfolgt nach folgender Formel:  
$$\frac{\text{erreichte Punktzahl}}{\text{Normpunktzahl}} \times 100$$

## **2.5 Röntgenaufnahmen**

Im Rahmen der Nachuntersuchung wurde desweiteren eine röntgenologische Darstellung der Schulter in 2 Ebenen durchgeführt. Der Beurteilung unterlagen dabei der Implantatsitz, sowie die postoperativ entstandenen Phänomene der heterotope Ossifikation und des Notchings.

Insgesamt liegen zu dem Patientenkollektiv 36 Röntgenaufnahmen vor, die sich aus 33 eigenen Aufnahmen und 3 Fremdaufnahmen zusammensetzen. 10 Patienten schickten lediglich den Fragebogen ohne Röntgenbilder zur Auswertung zurück. Eine Vorstellung konnte in diesen Fällen aufgrund von Multimorbidität und Gehbehinderungen nicht erfolgen.

## **2.6 Laborwerte**

Laborchemisch untersucht wurden das C-reaktive Protein (CRP), die Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit (BSG) und die Anzahl an Leukozyten mit dem Ziel der Früherkennung und rechtzeitigen Behandlungsoption einer Entzündungsreaktion im Bereich des implantierten Schultergelenks.

## **2.7 Subjektive Patientenzufriedenheit**

Das Ergebnis einer Patientenbefragung zu ihrer Zufriedenheit mit der Grammont-Implantation wurde in die Gruppen „Sehr zufrieden“, „zufrieden“ und „nicht zufrieden“.

## **2.8 Nachuntersuchungszeitraum (Follow-Up)**

Als Follow-Up bezeichnet man einen Zeitraum zwischen zwei festgesetzten Ereignissen.

Diese Arbeit betrachtet zwei Intervalle, zum einen den Zeitraum zwischen Trauma bzw. Primär-Operation und TEP-Implantation, zum anderen zwischen TEP-Implantation und Nachuntersuchung.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 *Nachuntersuchungszeitraum*

##### 3.1.1 *Follow-Up zwischen TEP-Implantation und Untersuchung*

Bei der Auswahl des Patientenkollektivs war es wichtig einen ausreichend langen Zeitraum zwischen TEP-Implantation und Nachuntersuchung zu wählen, da die Erhebung mittelfristiger Ergebnisse nach Implantation einer inversen Schulterprothese Ziel dieser Arbeit ist.

Daher wurde als Termin für die Nachuntersuchung frühestens zwei Jahre nach TEP-Implantation festgelegt.

Das durchschnittliche Follow-Up zwischen TEP-Implantation und Vorstellung liegt bei 50 Monaten, mindestens jedoch 22 Monate, maximal 81 Monate.

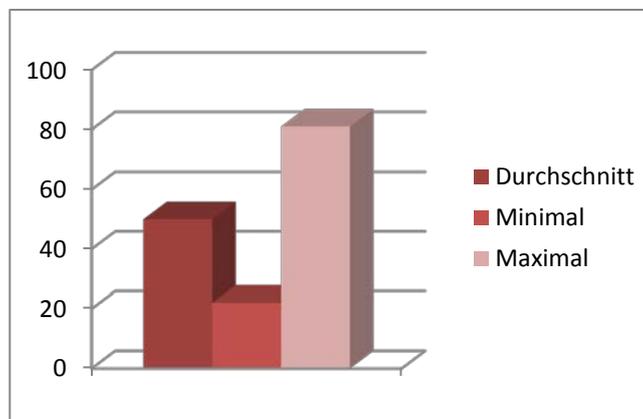


Abb. 12: Follow-up zwischen TEP-Implantation und Nachuntersuchung

##### 3.1.2 *Follow-up zwischen Trauma und TEP-Implantation*

Ebenso in die Betrachtung mit einbezogen wurde jener Zeitraum zwischen dem zur Fraktur führenden Trauma bzw. dessen Primärversorgung und der tatsächlichen TEP-Implantation.

Hierbei zeigte sich eine sehr große Spannbreite, die durchschnittliche Dauer bis zur endgültigen Implantation der inversen Schulterprothese betrug 23,7 Monate, der kürzeste Zeitraum einen halben Monat und der längste Zeitraum 259 Monate, was 21 Jahren entspricht.

### **3.2 Nachuntersuchungsrate**

Insgesamt konnten 33 Patienten zu einer ambulanten Untersuchung bewegt werden, weitere 13 Patienten waren bereit einen Fragebogen (siehe Anhang) auszufüllen und sich von einem vor Ort befindlichen Orthopäden untersuchen zu lassen.

Bei 19 Patienten war aus verschiedenen Gründen (s.o.) das Ergebnis nicht nach zu verfolgen.

Nicht auffindbare Patienten wurden über die Einwohnermeldeämter gesucht, was bei 4 Patienten erfolglos verlief. In Anbetracht des fortgeschrittenen Alters der Patienten ist deren Tod der nahe liegendste Grund.

### 3.3 Primärversorgung und Zwischenoperationen

Wie bereits erwähnt wird das Patientenkollektiv anhand der primären Frakturversorgung in Subgruppen unterteilt.

Ebenfalls beleuchtet wird die Anzahl der Zwischenoperationen zwischen Primärversorgung und endgültiger Implantation der inversen Schulterprothese.

In ihrer Gesamtheit betrachtet unterzogen sich 2,2% (n=1) drei oder mehr Zwischenoperationen, 6,5% (n=3) zwei Zwischenoperationen und 17,4% (n=8) einer Zwischenoperation. Bei 73,9% (n=34) erfolgte keine Operation zwischen primärer Versorgung und TEP-Implantation.

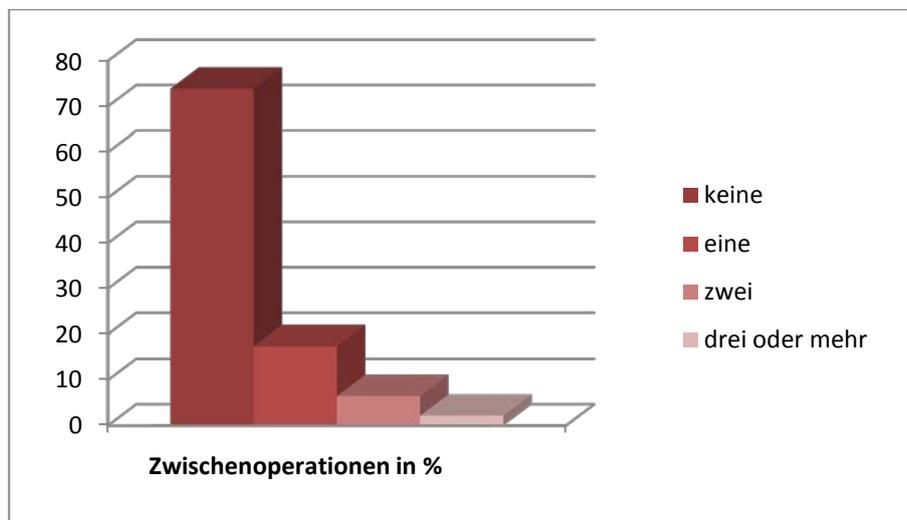


Abb. 13: Anzahl der Zwischenoperationen

Unterteilt anhand der Art der Primärversorgung zeigt sich folgendes Bild:

Alle konservativ versorgten Fraktur-Patienten unterzogen sich keiner Zwischenoperationen. Die Patienten mit winkelstabilen Platten hatten in 33,3% (n=4) keine Zwischenoperationen, in 50% (n=6) eine und in 16,6% (n=2) zwei Zwischenoperationen. Das Patientengut, das primär mit Markraumnägeln oder allein mit einer Schraubenosteosynthese therapiert wurde, hatte keine Zwischenoperationen.

Bei Patienten mit minimal-invasiver Versorgung (n=12) waren in zwei Drittel der Fälle keine Zwischenoperationen (n=8) nötig, in 16,7%

(n=2) eine und in je 8,3% der Fälle zwei bzw. drei Zwischenoperationen.

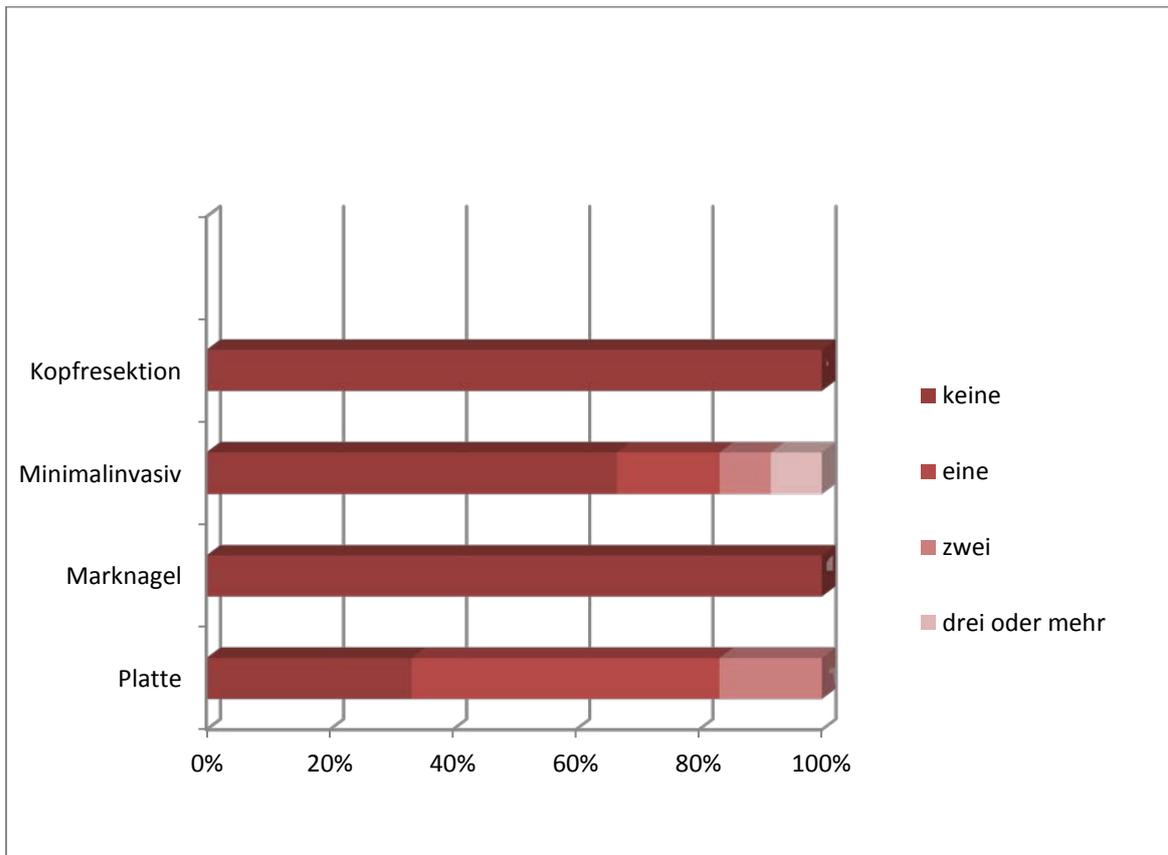


Abb 14 Prozentuale Verteilung der Zwischenoperationen

Die in diesem Rahmen am häufigsten durchgeführten Operationen waren Implantatentfernungen, Arthrolysen und Revisionen der Rotatorenmanschette.

Die beiden Patienten mit Kopfresektion erhielten keine Revisionen mehr.

### **3.4 Radiologische Kontrolle des implantierten Schultergelenks**

Durchgeführt wurde eine röntgenologische Aufnahme des Schultergelenks in zwei Ebenen, soweit vom Patienten keine anderen Beschwerden geschildert wurden. Von den 33 in der Poliklinik untersuchten Patienten liegen eigene digitalisierte Röntgenaufnahmen vor. Bei drei weiteren Patienten kann auf Fremdaufnahmen zurückgegriffen werden.

#### *3.4.1 Implantatsitz*

Primäres Augenmerk liegt bei der Beurteilung der Röntgenaufnahme auf der Kontrolle des Implantatsitzes. In den 36 vorliegenden Aufnahmen lässt sich ein fester Implantatsitz feststellen.

#### *3.4.2 Heterotope Ossifikationen*

In 58,6% findet man heterotope Ossifikationen oder durch die Fraktur disloziert oder in Fehlstellung verheilte Fragmente.

#### *3.4.3 Notching*

In 45,6% stellt sich ein leichtgradiges Notching ersten Grades dar. Dabei handelt es sich um ein mechanisches Impingement durch den medialen Rand der humeralen Komponente gegen die Skapula in Adduktion [29].

### **3.5 Revisionen und Komplikationen**

Möglicherweise notwendige Revisionsoperationen bei periprothetischen Frakturen oder anderen Komplikationen sind bekannt. Im vorliegenden Kollektiv waren sie wie folgt verteilt.

#### *3.5.1 Periprothetische Frakturen*

Zwei Patienten erlitten nach Implantation einer inversen Schulterprothese jeweils nach einem erneuten Sturzereignis eine periprothetische Fraktur.

Ein Patient wurde zwei Jahre nach stattgehabter TEP-Implantation mit Schaftwechsel und Cerclagen-Anlage revidiert.

Eine mittlerweile verstorbene Patientin erhielt 11 Monate nach Grammont-Implantation eine identische Revisionsoperation.

#### *3.5.2 Fistel und Infektionen*

Ein Patient wurde aufgrund von Fistelbildungen zwischen Gelenkbereich und Achsel zweimal revidiert. Nach Ausräumung und antibiotischer Versorgung des betroffenen Bereiches war er infektfrei.

#### *3.5.3 Nervenschädigungen*

Nervenschädigungen können sowohl durch die TEP-Implantation, als auch infolge des Frakturtraumas oder bei der Primärversorgung auftreten. 65,2% der Fälle weisen eine vordere Deltaatrophie auf. Ein weiterer Fall einer vorbestehenden Radialisparese ist in diesem Kollektiv bekannt.

### 3.6 Prothesenmaterial

Im Rahmen der Implantation der inversen Schulterprothese wurden verschiedene Schaftlängen verwendet. In je 2,2% (jeweils n=1) kamen Kurzschäfte mit 50 bis 80 mm zum Einsatz. 54,4% (n=25) erhielt Schäfte von der Länge 120 mm, 23,9% (n=11) mit 150 mm, 10,9% (n=5) mit 180 mm und 6,5 % (n=3) mit 210 mm Länge.

Zusätzliche Cerclagen zur Fixation der Tubercula waren bei 41,3 % (n=19) der Fälle angezeigt, Knochenanlagerungen bei 28,3% (n=13).

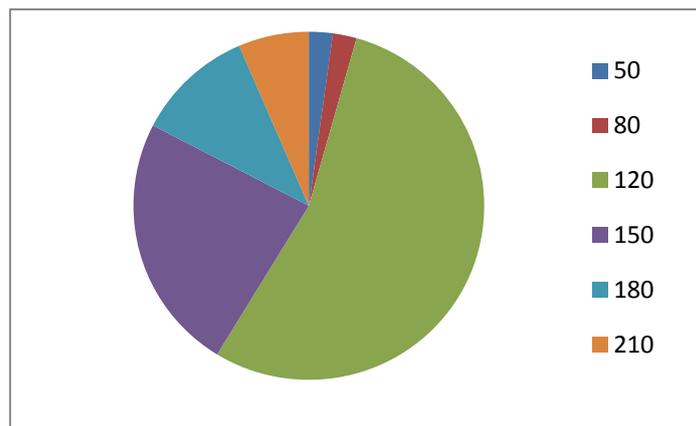


Abb 15: Verteilung der implantierten Schaftlängen

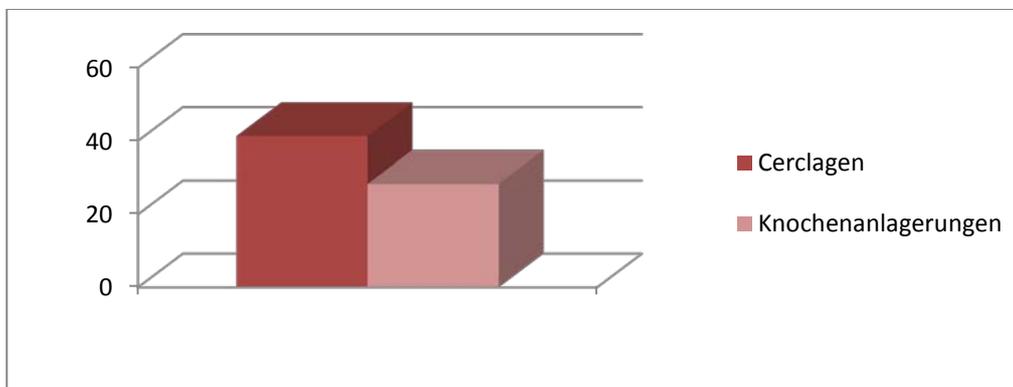


Abb 16: zusätzliche durchgeführte operative Maßnahmen in %

### 3.7 Fraktur-Klassifikation nach Boileau

2001 veröffentlichte Pascal Boileau im Journal of Shoulder and Ellbow Surgery eine mittlerweile sehr gängige Klassifikation von proximalen Humerusfrakturen [34], die diese Arbeit ausschließlich verwendet.

Boileau unterteilt – wie oben beschrieben - die proximale Humerusfraktur in vier Typen.

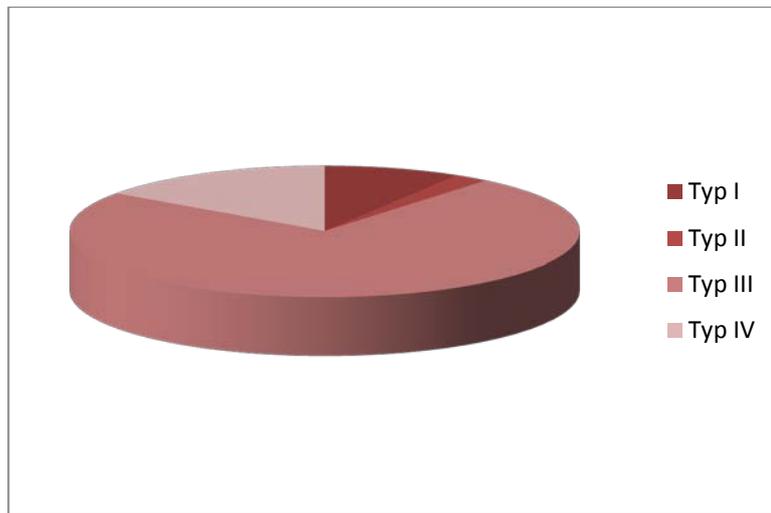


Abb 17: Verteilung der Frakturtypen nach Boileau

Sämtliche Frakturen vor TEP-Implantation des vorliegenden Kollektivs wurden nach Boileau klassifiziert. Hierbei wiesen 8,7% (n=4) eine Typ-I-Fraktur, 2,2% (n=2) eine Typ-II-, 73,9% (n=34) eine Typ-III- und 15,2% (n=7) eine Typ-IV-Fraktur auf.

Im Folgenden findet neben diversen anderen Gesichtspunkten auch eine Auswertung der Ergebnisse nach der Boileau-Klassifikation statt.

### **3.8 Auswertung des Constant Scores**

Die Auswertung des Constant Scores nach verschiedenen Gesichtspunkten stellt die zentrale Aussage dieser Arbeit dar.

Verglichen und ausgewertet wurde der Score anhand von Geschlecht, nach Subgruppe der Primärversorgung sowie nach Boileau-Fraktur-Klassifikation der proximalen Humerus-Fraktur. Zur besseren Vergleichbarkeit erfolgte die Gegenüberstellung der entsprechenden Werte. Abschließend werden noch einzelne Aspekte mit präoperativen Werten des Constant Scores verglichen.

#### *3.8.1 Statistische Auswertung mittels Kruskal-Wallis-Test*

Zunächst werden die Ergebnisse des Constant Scores mittels Shapiro-Wilks-W-Test auf Normalverteilung getestet. Die Werte für Schmerz ( $p=0,00007$ ), Aktive Beweglichkeit ( $p=0,0034$ ) und Kraft ( $p=0,0007$ ) sind mit  $p < 0,05$  nicht normalverteilt.

Der Kruskal-Wallis-Test ermöglicht eine Untersuchung der Ergebnisse auf signifikante Unterschiede. Errechnet werden die p-Values für adaptierten Constant Score sowie die Untergruppen des Scores (Schmerz, Activities of daily life, Aktive Beweglichkeit, Kraft) gegenüber der Subgruppen der Primärversorgung (Konservativ, Platten, Nagel, Minimal-invasiv, Kopfresektion). Mit p-Values zwischen 0,814 und 0,977 kann in keiner Auswertung von signifikanten Unterschieden zwischen den Subgruppen gesprochen werden, da alle Werte deutlich  $p > 0,05$ .

#### *3.8.2 Präoperativer Constant Score*

Anhand der Primärversorgung werden die präoperativen Werte denen der Nachuntersuchung gegenübergestellt.

Präoperativ zeigten Patienten mit Plattenosteosynthesen die besten Werte im Bereich aktive Beweglichkeit.

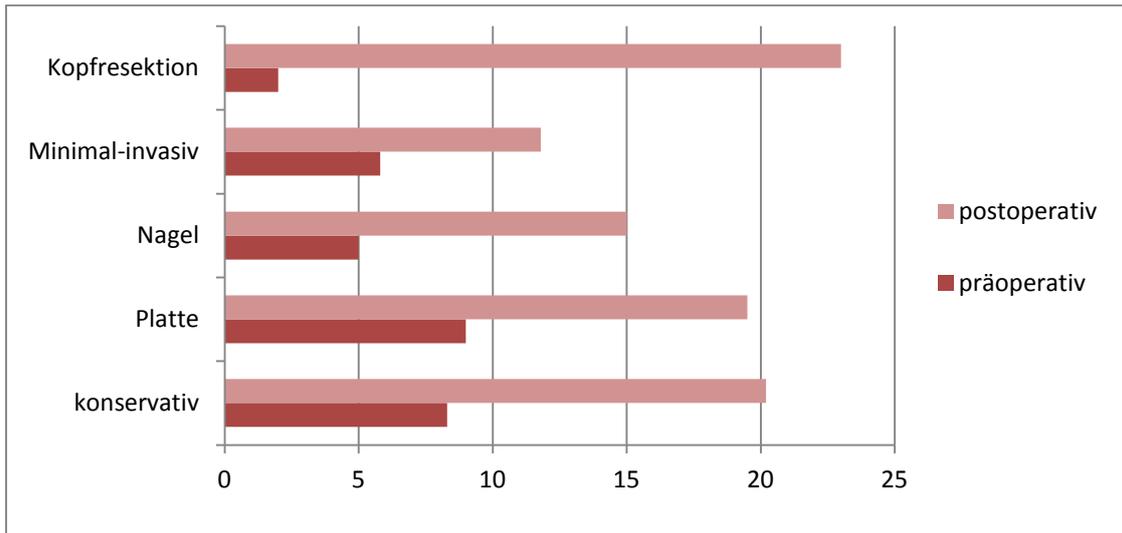


Abb 18: Ergebnisse CS Aktive Beweglichkeit nach Subgruppen

Die präoperativen Kraftwerte im Isobex-Test wurden wie folgt rekonstruiert: Bei nahezu allen Patienten des Kollektivs war eine Abduktion von 90° nicht möglich. Mit dieser Einschränkung sind die Patienten nicht in der Lage den Isobex-Test zu absolvieren, da dieser eine 90°-Abduktion voraussetzt.

Nur insgesamt vier der Patienten des Kollektivs waren in der Lage mehr als 90° zu abduzieren, ihnen wird für die Kraft ein fiktiver Wert >0 zugeordnet.

	Konservativ	Platte	Nagel	Minimal-invasiv	Kopfresektion
Präoperativ	84,6%: 0 15,4%: >0	87,5%: 0 12,5%: >0	0	91,6%: 0 8,3%: >0	0
postoperativ	4,1	5,5	6	4,7	4,5

Tab. 2: Kraftwerte prä- und postoperativ

### 3.8.3 Auswertung des Constant Scores nach Geschlecht

Durchschnittlich erreichten die Männer in allen Teilgruppen des Constant Scores mehr Punkte. So kamen die männlichen Patienten im gesamten Score auf 58,7 Punkte (Gegenseite 82,2 Punkte). Im Vergleich dazu erreichten die Frauen hier nur 41,6 Punkte (Gegenseite 72,5 Punkte). Bereinigt nach Alter und Geschlecht entspricht das

einem adaptierten Constant Score bei Männer von 69,2 (Gegenseite 107,5) bzw. 62,0 (Gegenseite 106,6) bei Frauen.

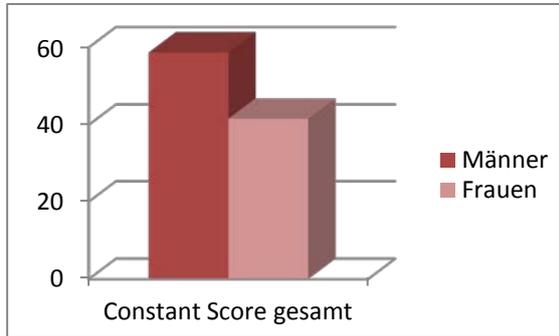


Abb 19a: Ergebnisse CS gesamt nach Geschlecht

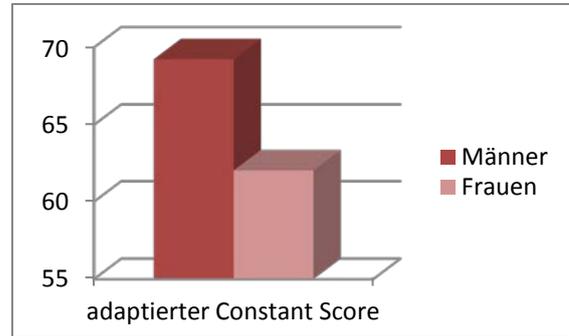


Abb 19b: Ergebnisse adaptierter Constant Score

Im Teilbereich Schmerz ergaben sich bei Männern im Durchschnitt 12,8 Punkte (Gegenseite 19,8 Punkte), bei Frauen lediglich 9,4 Punkte (Gegenseite 12,6 Punkte).

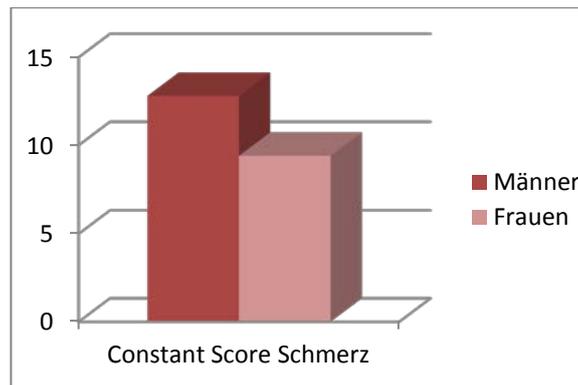


Abb 20: Ergebnisse CS Schmerz nach Geschlecht

Weniger deutliche Abweichungen finden sich bei Durchschnittswerten im Teilbereich „Alltags-Aktivitäten“. Hier erreichen männliche Patienten durchschnittlich 12,8 Punkte (Gegenseite 19,8 Punkte), weibliche 10,3 Punkte (Gegenseite 18,4 Punkte).

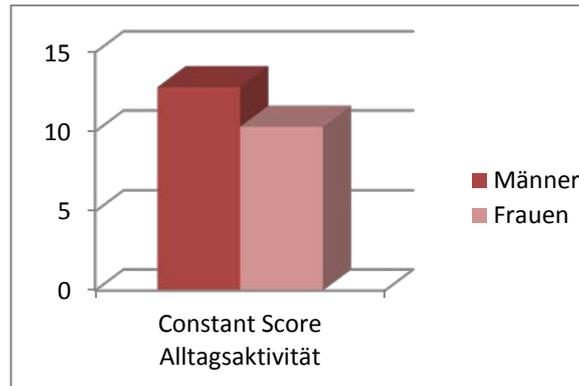


Abb 21: Ergebnisse CS ADL nach Geschlecht

Im Teilbereich Aktive Beweglichkeit punkten die Männer im Durchschnitt mit 22,5 (Gegenseite 37,2 Punkte), die Frauen mit 17,7 (Gegenseite 34,6 Punkte).

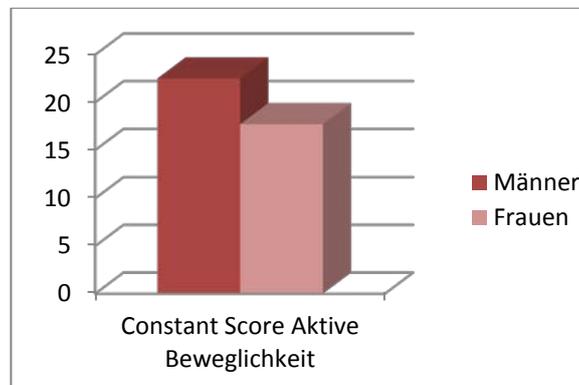


Abb 22: Ergebnisse CS Aktive Beweglichkeit nach Geschlecht

Die Unterschiede im Teilbereich Kraft sind bei Männern und Frauen anlagebedingt. Hier erreichten die Männer im Durchschnitt 5,8 Punkte (Gegenseite 11,4 Punkte), Frauen lediglich 4,2 Punkte (Gegenseite 6,9 Punkte).

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass pro gehobenen 500 g ein Punkt gewertet wird, entspricht dies bei Männern etwa drei fiktiv gehobenen Kilogramm, bei Frauen etwa zwei Kilogramm.

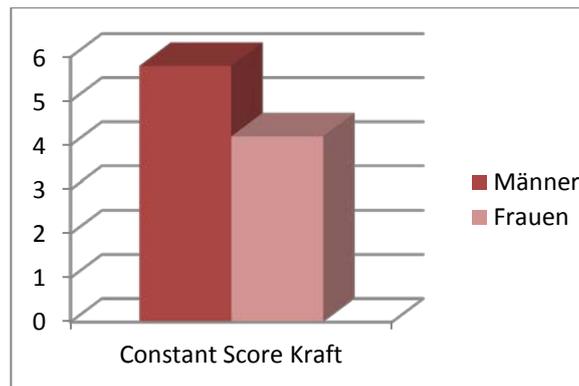


Abb 23: Ergebnisse CS Kraft nach Geschlecht

#### 3.8.4 Auswertung des Constant Score nach Primärversorgung

Die besten Ergebniswerte im Hinblick auf die Gesamtpunktzahl erzielten diejenigen Patienten, die konservativ bzw. mit Plattenosteosynthesen vorversorgt worden sind. Werte um die 45 Punkte waren hier zu verzeichnen. Berücksichtigt man hierbei jedoch Alter und Geschlecht der Patienten im adaptierten Constant Score, so liegen alle Gruppen außer den minimal-invasiven Verfahren mit 63 Punkten gleich auf. Die minimal-invasiv versorgten Patienten sind um 4 adaptierte Punkte schlechter.

Im Bereich Schmerz erreichten Patienten aus dem Subkollektiv Markraumnagel und der minimal-invasiver Osteosynthese-Verfahren die höchsten Punktzahlen, 13 bzw. 10,9 Punkte (Gegenseite 12,5 bzw. 13,3 Punkte).

Beste Ergebnisse im Bereich Alltagsaktivität erzielten Patienten mit Plattenosteosynthesen und konservativ behandelte Patienten, 11,3 bzw. 11,1 Punkte (Gegenseite 18,9 bzw. 13,6 Punkte).

Im Teilbereich Aktive Beweglichkeit kamen Patienten mit Kopfresektion auf höchste Punktzahlen.

Gute Ergebnisse im Teilbereich Kraft ließen Patienten mit Markraumnagel erkennen.

	Konservativ	Platte	Nagel	Minimal-invasiv	Kopfresektion
CS Gesamt	45,7 (GG 73,3)	45,1 (GG 77,3)	43,5 (GG 84)	44,16 (GG 78,09)	30,7 (GG 72,5)
Adaptierter CS	63,2 (GG 103,1)	64,8 (GG 108,7)	63 (GG 121,5)	59,8 (GG 106,7)	63 (GG 103,5)
CS Schmerz	10,3 (GG 12,8)	9,7 (GG 13,7)	13 (GG 12,5)	10,9 (GG 13)	8,5 (GG 14,5)
CS Alltagsaktivität	11,1 (GG 13,6)	11,3 (GG 18,9)	9,5 (GG 19,0)	10,08 (GG 18,8)	10 (GG 15)
CS Aktive Beweglichkeit	20,2 (GG 34,3)	19,5 (GG 35)	15 (GG 38)	17,7 (GG 36,8)	23 (GG 78)
CS Kraft	4,1 (GG 6,7)	5,5 (GG 8,7)	6 (GG 9)	4,7 (GG 8,9)	4,5 (GG 8,7)

Tab. 3 zusammengefasste Ergebnisse nach CS

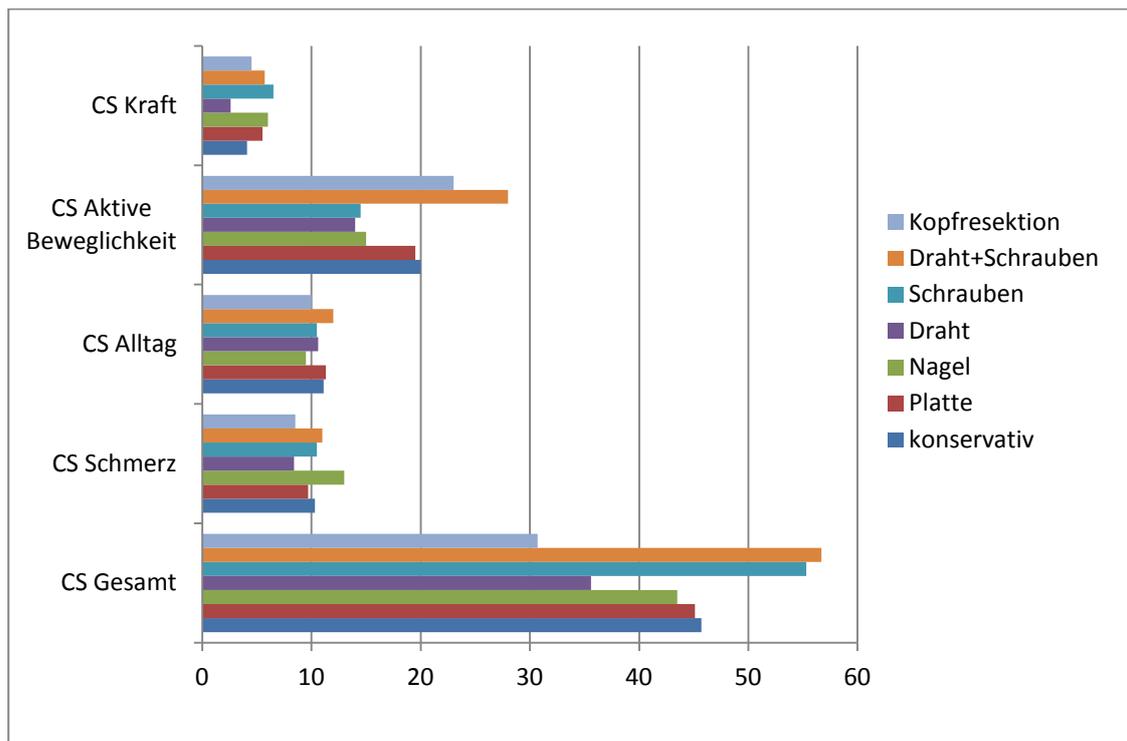


Abb 24: Ergebnisse CS nach Primärversorgung

### 3.8.5 Auswertung des Constant Scores nach Boileau-Klassifikation

Das Patientenkollektiv wurde in die vier oben beschriebenen Typen nach Boileau eingeteilt.

Beim Typ III handelt es sich um den häufigsten Fraktur-Typ (34 Patienten); dieser ist neben Typ IV (7 Patienten) Indikation für die Implantation einer Inverse Prothese.

Insgesamt sind die Ergebnisse aller Bereiche des Constant Scores für Typ I und II deutlich positiver. Indiziert war die inverse Prothese in diesen Fällen aufgrund einer zusätzlich vorliegenden Rotatorenmanschetten-Insuffizienz.

	CS Gesamt	Adapt. CS	CS Schmerz	CS Alltags- Aktivität	CS Aktive Beweglichkeit	CS Kraft
Typ I (n=4)	53,3 (GG 78,3)	75 (GG 110,2)	11,8 (GG 13,3)	12 (GG 15,3)	24,5 (GG 33) <i>(prä-op 5,3)</i>	5 (GG 10,5)
Typ II (n=1)	67 (GG 87)	81 (GG 105)	15 (GG 15)	18 (GG 20)	28 (GG 40) <i>(präop 18)</i>	6 (GG 12)
Typ III (n=34)	42,9 (GG 72,3)	61 (GG 105,7)	9,8 (GG 12,5)	10,5 (GG 18,1)	18 (GG 34,8) <i>(prä-op 7,3)</i>	4,6 (GG 7,7)
Typ IV (n=7)	49 (GG 79)	70,4 (GG 110,8)	11,4 (GG 13)	11,7 (GG 19,1)	16,9 (GG 38,6) <i>(prä-op 7)</i>	5 (GG 8,3)

Tab. 4: CS nach Boileau-Klassifikation

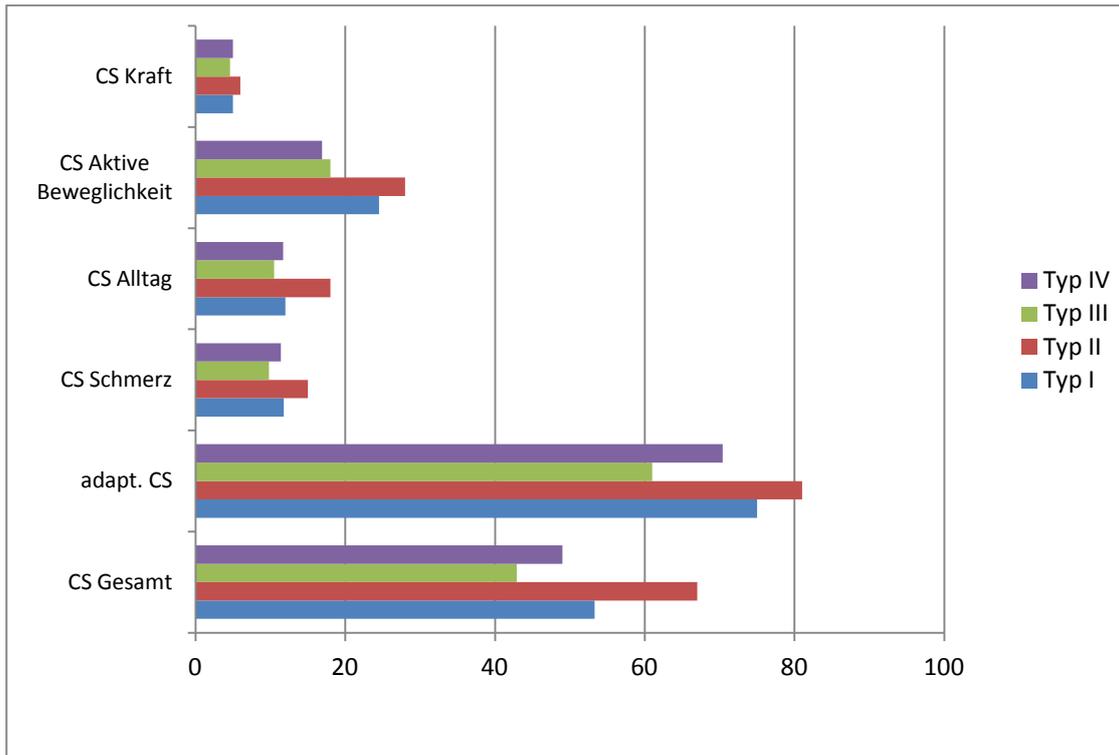


Abb 25: Ergebnisse CS nach Boileau-Frakturklassifikation

### **3.9 Subjektive Patientenzufriedenheit**

Gegenstand der Nachuntersuchung war auch die subjektive Zufriedenheit der Patienten mit dem Ergebnis der Operation.

Neun Patienten gaben ihren Zustand mit „sehr zufrieden“ an, 37 Patienten zeigten sich „zufrieden“.

Zwei Patienten beantworteten die Nachfrage bei der telefonischen Einbestellung mit „unzufrieden“ und wollten aus diesem Grunde nicht an der Nachuntersuchung teilnehmen. Bedauerlicherweise waren sie nicht zu weiteren Auskünften bereit.

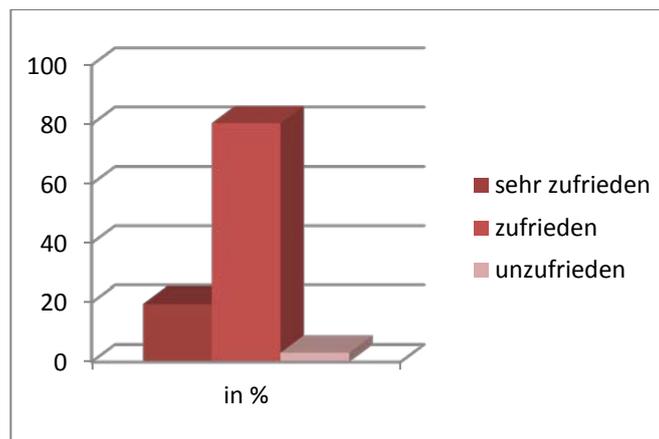


Abb 26: Subjektive Patientenzufriedenheit

### **3.10 Laboruntersuchungen**

Zur Abklärung von Entzündungsprozessen im Bereich der implantierten Prothese erstreckte sich die Nachuntersuchung auch auf Blutwerte der Patienten. Ergebnisse liegen von 30 Patienten vor. Erhoben wurde das C-reaktive Protein (CRP) und die Anzahl der Leukozyten.

Lediglich 13,3% (n=4) zeigten erhöhte Leukozyten-Werte, 3,3% (n=1) ein erhöhtes CRP. Ein Zusammenhang mit entzündlichen Prozessen im Bereich der Schulterprothese ließ sich jedoch nicht feststellen, da anamnestisch in diesen Fällen banale Infekte erhoben bzw. bestätigt wurden.

### **3.11 Fallbeispiele**

#### *3.11.1 Fall 1: A.A. (ID-Nr. 2)*

Ein 67-jähriger ehemals selbstständiger Unternehmer verunglückte am 03.04.2005 beim Skifahren und zog sich eine dislozierte subkapitale Humerusfraktur zu, verbunden mit einem knöchernen Rotatorenmanschetten-Ausriss. Der Patient wurde noch am selben Tag im dortigen Skigebiet operativ mittels Draht- und Schraubenosteosynthese versorgt. Zwei Wochen später hat man im Rahmen einer Nachsorgeuntersuchung eine Fraktur- und Materialdislokation festgestellt. Aus diesem Grund erfolgte am 19.04.2005 eine Metallentfernung der Drähte und Schrauben und - zur weiteren osteosynthetischen Versorgung – die Einbringung eines winkelstabilen Plattensystems. Bei einer Kontroll-Röntgenaufnahme am 22.04.2005 fiel auf, dass sämtliche Schrauben des Plattensystems die Kortikalis um 4-5 mm überragen. Desweiteren ließ sich eine leichtgradige Subluxationsfehlstellung nach kaudal beobachten. Durch maximale Beübung kam es zur zunehmenden Aufschiebung des Kalottenfragments und Penetration der Schraubenspitzen. Deshalb wurden am 26.04.2005 die Schrauben gewechselt und das Kalottenfragment nach unten gezogen. Bei Nachbehandlung entschied man sich für intensive Beübung mit abwechselnder Lagerung im Thoraxabduktionskissen verbunden mit Ruhigstellung im Gilchrist-Verband.



Abb 27: Z.n. Versorgung mit winkelstabilen Plattensystem



Abb 28: Penetrierende Schrauben

Präoperativ erhoben wurden Pseudoparalyse, fettige Infiltration von Rotatorenmanschettenbestandteilen, Tuberkulafehlstellung und Varusabkippung. Die Revisionsoperation mit Materialentfernung der winkelstabilen Platte, Arthrolyse, Tenodese der langen Bicepssehne und Implantation einer inversen Schulterprothese fand am 30.08.2005 statt. Der weitere postoperative Verlauf gestaltete sich unkompliziert.



Abb 29: Z.n. Implantation einer inversen Schulterprothese

Die Nachsorge ergab ein positives Ergebnis mit guter Beweglichkeit und radiologisch korrekter Implantatlage. Der Patient zeigt sich sehr zufrieden. Er spiele regelmäßig Golf und habe in diesem Zusammenhang keine Einschränkungen.



Abb 30: Der Patient beim Golfsport.

### 3.11.2 Fall 2: R.S. (ID-Nr. 42)

Eine 69-jährige Patientin erlitt am 03.05.2006 in Folge eines Sturzereignisses eine dislozierte Mehrfragmentfraktur des Humeruskopfes der linken Seite. Diese wurde fünf Tage nach Trauma durch den Einsatz einer winkelstabilen Platte alio loco osteosynthetisch versorgt.

Da die Patientin über zunehmende Schmerzen geklagt hatte und sich röntgenologisch eine Schraubendislokation bzw. –penetration feststellen ließ, war am 04.07.2006 eine Teil-Metallentfernung der oberen beiden Schrauben im König-Ludwig-Haus veranlasst.

Präoperativ erhoben wurden Pseudoparalyse, Pseudarthrose, Varusabkipfung sowie Penetration von Schrauben und damit verbundenem Glenoiddefekt.

Am 06.11.2006 fand die Revisionsoperation mit vollständiger Metallentfernung, Arthrolyse, Implantation einer inversen Prothese und Spongiosaanlagerung statt.

Der postoperative Verlauf verlief zufriedenstellend.

Am 21.09.2007 erlitt dieselbe Patientin ebenfalls aufgrund eines Sturzereignisses eine transkapitale Mehrfragmentfraktur der rechten Seite. Diese wurde vier Tage nach dem Sturz ebenfalls mit winkelstabiler Platte alio loco osteosynthetisch versorgt.

Die Revisionsoperation mit vollständiger Metallentfernung und Arthrolyse verbunden mit der Implantation einer inversen Schulterprothese fand am 22.02.2008 statt.

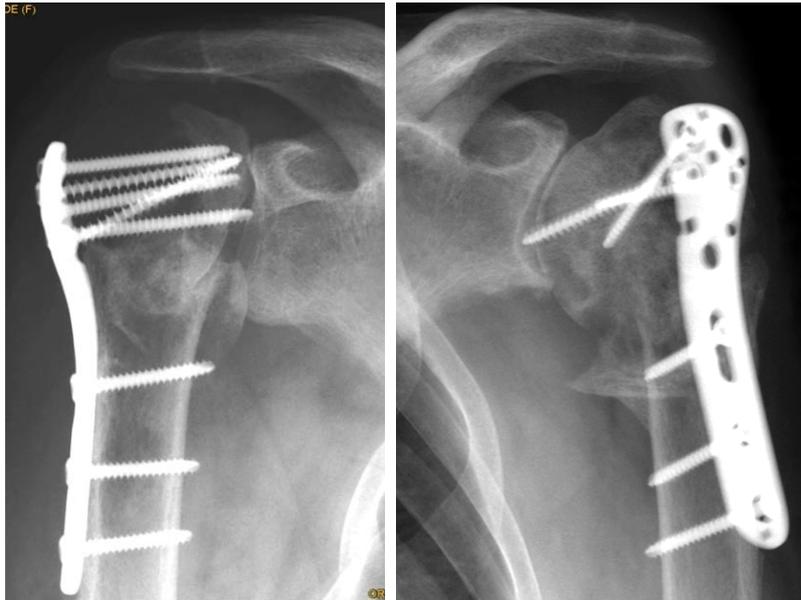


Abb 31: Z.n. Plattenosteosynthese beidseits



Abb 32: Z.n. Grammont-Implantation beidseits

Ein interessantes Resultat liefert bei dieser Patientin der Vergleich beider Seiten. Dabei zeigt sich, dass die Patientin auf der rechten Seite

eine fettige Infiltration des Musculus teres minor aufweist, links jedoch nicht.

Die aktive Beweglichkeit – insbesondere Elevation und Aussenrotation - ist links dementsprechend deutlich besser.

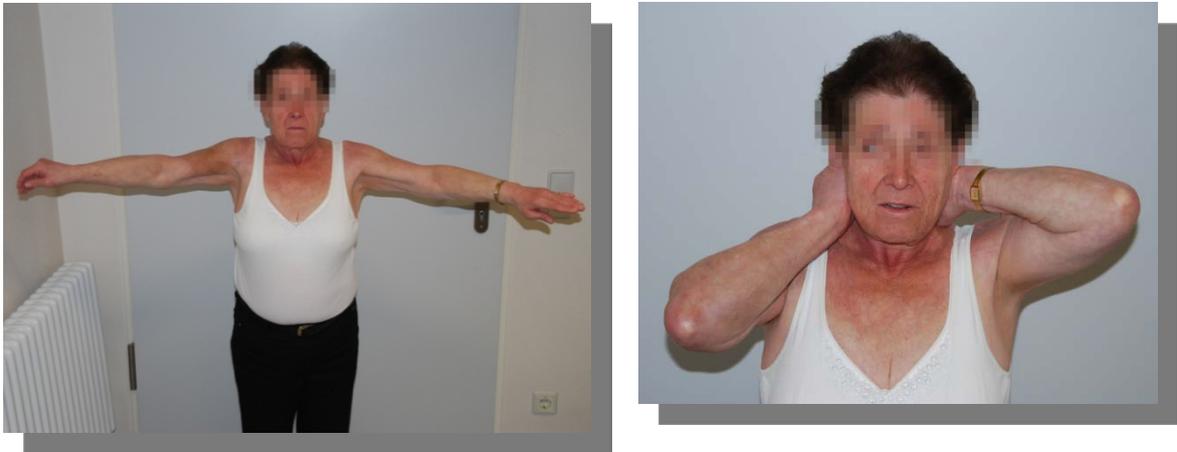


Abb 33: deutliche Unterschiede im Bereich der aktiven Beweglichkeit:  
Während die Abduktion in der Skapulaebene beidseits ähnlich gut durchführbar ist, zeigt die Aussenrotation, die für den Nachgriff erforderlich ist, rechts deutliche Einschränkungen.

## **4 Diskussion**

### ***4.1 Diskussion um Osteosynthese und Primärversorgung bei proximaler Humerusfraktur***

#### *4.1.1 Frakturklassifikation*

Bei der Fragestellung nach einer suffizienten Einteilung der proximalen Humerusfrakturen gehen die Meinungen weit auseinander.

Laut Siebenrock und Gerber 1993 [42] sind weder Neer noch die AO-Frakturklassifikation ausreichend reproduzierbar um Vergleiche zu erlauben. Auch durch eine Vereinfachung des Neer-Systems von 16 auf sechs Kategorien konnte keine signifikante Verbesserung der Reliabilität und Reproduzierbarkeit erzielt werden [41].

Grundsätzlich erweist sich die Klassifikation von Schulterfrakturen als schwierig, da selbst Experten sich nicht einig sind, welche Fragmente frakturiert sind. Die größten Übereinstimmungen finden sich bezüglich Fragmentanzahl nach dem gemeinsamen Vorlegen von CT und Röntgenaufnahmen [4].

Im Rahmen dieser Arbeit wird ausschließlich das von Pascal Boileau begründete System verwendet, bestehend aus vier Kategorien und sich - als einzige ihrer Art - auch auf Frakturfolgen beziehend. [34]

#### *4.1.2 Osteosyntheseverfahren*

Nho et al [35] untersuchten 2007 die Versorgung proximaler Humerusfrakturen anhand gängiger Literatur. Eine übliche Behandlungsmodalität ist die transossäre Refixation mit Fiberwire, welche gute bis exzellente Ergebnisse lieferte mit einem durchschnittlichen Constant Score von 87 Punkten laut Flatow et al.1993.

Eine häufig angewandte Methode ist die geschlossene Reposition mit perkutaner Refixation der Tuberkula. Laut Resch et al 1997 beträgt der Constant Score in diesen Fällen 85,4 Punkte.

Bei der offene Reposition mit Plattenosteosynthese unterscheidet man zwei Plattensysteme: zum einen die konventionelle Platte, die nach

Wanner et al 2003 bezogen auf ein Kollektiv von 60 Patienten zu 63% gute Ergebnisse brachte, bei 12% jedoch zu Komplikationen führte, zum anderen die winkelstabile Platte, die Komplikationsraten von 20 - 75% aufweist. Diese Patienten erreichten durchschnittlich einen Constant Score von 70,4 Punkten. Eine strenge Indikationsstellung in Abhängigkeit vom Frakturtyp ist dabei unabdingbar.

Laut Bastian et al 2008 ist das funktionelle Outcome bei Behandlung mit Osteosyntheseverfahren und Hemiprothese vergleichbar [2]. Beredjikian et al [3] postulieren, dass zu einer erfolgreichen operativen Versorgung die Wiederherstellung der Anatomie zum Zeitpunkt der Operation gehört. Als wichtiger Punkt ist dabei zu berücksichtigen, dass unterschiedliche Frakturformen unterschiedliche Indikationen bedingen.

Die Therapie der proximalen Humerusfraktur stellt den Behandelnden in eine Konfliktsituation zwischen anatomischer Reposition mit stabiler Frakturposition und der notwendigen intraoperativen Schonung von Weichteilstruktur und Durchblutung des Oberarmkopfes [24].

Charles Neer [33] dokumentierte bei einem Kollektiv von 117 Patienten besonders bei 4-Part-Frakturen schlechte Ergebnisse bei offener Reposition vor allem aufgrund der gehäuft auftretenden Humeruskopfnekrosen.

Die Arbeit von Iannotti et al [25] kam zu dem Schluss, dass in deren Patientengut aufgrund von Reposition und Fixation nahezu anatomische Zustände hergestellt werden konnten, die frühzeitig Bewegung und Beübung erlaubten.

Der Vergleich nichtoperativer und minimalinvasiver Methoden bei Valgus-impaktierten proximalen Humerusfrakturen zeigt suboptimale Resultate bei nichtoperativer Behandlung.

Die Ergebnisse dieser Studie widersprechen den gerade dargestellten Ergebnissen; konservativ behandelte Patienten erreichen bessere Werte als operativ behandelte bei einem Constant Score von 48,1

versus 43,3. Der Grund hierfür wird in Verklebungen nach großer OP vermutet.

Lanting et al [28] untersuchen systematisch Behandlungsmodalitäten und vergleichen 66 Publikationen mit 2653 Patienten. Dieser Studie zufolge lassen gängige Studien Randomisierung und unabhängige Bewertung vermissen, gleichbleibende Einschlusskriterien seien zwingend notwendig.

#### *4.1.3 Komplikationen und Schwierigkeiten*

Die Behandlung der proximalen Humerusfraktur, der dritthäufigsten Fraktur der über 65-Jährigen, zeigt aufgrund schwierig durchzuführender anatomischer Rekonstruktion oft enttäuschende Resultate. Smith et al [44] erhoben bei einer Untersuchung von 84 Patienten 51% Frühkomplikationen und 26% Reoperationen.

Die Inzidenz der Fraktur korreliert positiv mit Alter und Osteoporose [13], deshalb ist die Abwesenheit dieser Komorbidität ein wichtiger, wenn nicht der wichtigste prognostische Faktor.

Das Patientenkollektiv dieser Arbeit bedurfte in seiner Gesamtheit aufgrund von Komplikationen einer Reoperation bzw. erneuten Behandlung.

## **4.2 Diskussion um die inverse Prothese**

### *4.2.1 Operationsverfahren*

Laut Buzzell et al [14] liegt in der sorgfältigen präoperativen Planung der Schlüssel zu einer gelungenen Implantation. Den Grund für schlechte Ergebnisse bei der operativen Behandlung der proximalen Humerusfraktur mit einer anatomischen Frakturprothese sieht Boileau et al [9] in der Tuberculum-Osteotomie. Er rät daher von einer Osteotomie ab.

Der Sulcus intertubercularis kann nach Balg et al [1] als wichtiger Orientierungspunkt für die Retroversion während der TEP-Implantation verwendet werden.

Die Verwendung von Polyethylen-Inlays soll mechanische Eigenschaften des Glenoids imitieren. Ebenso entscheidend ist nach Harman et al jedoch auch die Fixationstechnik der Basisplatte[23].

In diesem Patientenkollektiv wurde allen Patienten die inverse Prothese über einen deltopektoralen Zugang implantiert. Bei 41,3% (n=19) der Fälle waren zusätzlich Cerclagen zur Fixation der Tubercula angezeigt. Autologer Knochen wurde bei 28,3% (n=13) aller Fälle angelagert.

### *4.2.2 Indikationsstellung*

Eine Studie von Matsen et al [32] beschreibt die inverse Prothese als starkes, technisch anspruchsvolles Werkzeug um Probleme nach proximaler Humerusfraktur bei älteren, wenig aktiven Patienten zu lösen.

Nach Gohlke [21] ist die Hauptindikation für die inverse Prothese als Revisionsimplantat die fehlgeschlagene Frakturprothese mit schmerzhafter Pseudoparalyse. Diesen Teil des Patientenkollektivs hat diese Studie bewusst ausgeklammert und nur die Patienten mit konservativer oder osteosynthetischer Versorgung untersucht.

Guery et al [22] empfehlen die inverse Prothese nur für die Behandlung von Arthropathien mit Insuffizienz der

Rotatorenmanschetten. Eine wichtige Kontraindikation sei die rheumatoide Arthritis.

#### 4.2.3 *Resultate*

Zur Diskussion der Resultate werden drei ähnlich orientierte Studien herangezogen.

Boileau et al [10] untersuchte 2006 in einer Multicenterstudie 203 Patienten mit einem Follow Up von 42 Monaten, allerdings in einem Kollektiv mit unterschiedlichen Indikationen. Verglichen wurde die Versorgung von Boileau-Typ I- und II-Frakturen ohne Osteotomie sowie Typ III- und IV-Frakturen mit Osteotomie mit Hemi- bzw. anatomischer Totalprothese. Typ I- und II-Patienten zeigten gute Ergebnisse mit einem durchschnittlichen Constant Score von 61 Punkten, wobei die Zahlen der TEP besser waren, als die der Hemiprothesen. Typ III und IV erzielten schlechte Ergebnisse mit einem Constant Score von 40 Punkten. Bei 27% waren Komplikationen zu verzeichnen.

2001 untersuchte bereits Boileau et al [9] in einer Multicenterstudie 71 Patienten nach Versorgung mit einer anatomischen Endoprothese mit einem Follow Up von 19 Monaten. Auch hier zielte die Studie auf den Vergleich zwischen Hemi- und anatomischer Totalendoprothese mit der gleichen Boileau-Fraktureinteilung. Die Arbeit liefert ähnliche Resultate in Constant Score und Komplikationsrate.

Nur Hemiprothesen stellte Boileau [8] 2002 in den Fokus einer Multicenterstudie mit 73 Patienten und einem Follow Up von 27 Monaten. Der erreichte Constant Score betrug 56 Punkte.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich bei der Untersuchung von 46 Patienten und einem Follow-Up von 50 Monaten ausschließlich mit der inversen Prothese. Der im gesamten Patientengut erreichte Constant Score beträgt adaptiert nach Alter und Geschlecht 61,8. Patienten mit Frakturen des Typs I und II nach Boileau erreichten durchschnittlich 63 Punkte, Patienten mit Typ III und IV-Frakturen dagegen nur 43 bzw.

50 Punkte. Komplikationen traten in Form von zwei periprothetische Frakturen auf (4,3%).

#### *4.2.4 Schlussfolgerung*

Abschließend lassen sich folgende Aussagen treffen: Die Implantation einer inversen Prothese nach fehlgeschlagener Behandlung proximaler Humerusfrakturen liefert zwar nur mäßige funktionelle Ergebnisse, gleichwohl ist positive Resonanz mit 9 sehr zufriedenen und 37 zufriedenen Patienten zu konstatieren.

Seebauer et al [40] stellt in seiner Abhandlung in Abhängigkeit von der Anzahl der Voroperationen Unterschiede im funktionellen Endergebnis fest. Eine Tatsache, die die Resultate dieser Arbeit stützt.

Nach Wall et al [45] führt die inverse Prothese zu einer stabilen Funktionsverbesserung für mindestens drei Jahre, obgleich frühere Untersuchungen sehr viel längere Verbesserungen aufzeigten.

Für Boileau [11] ist die inverse Prothese eine potenziell gute Behandlungsoption in Situationen, in der die Rotatorenmanschette und bzw. oder der proximale Humerus zerstört bzw. nicht vorhanden sind.

Nach Cazeneuve [16] spricht besonders der verbesserte Schmerzzustand, von dem auch hier zahlreiche Patienten berichten, für die Anwendung der inversen Prothese bei akuten Frakturen.

Feeley et al [18] befürwortet ein Implantat-Modifizierung um den Erfolg noch weiter zu optimieren und zielt damit vor allem auf die Reduzierung des inferioren Notchings ab, das Patienten in dieser Studie fast zur Hälfte in mäßiger Ausprägung betrifft. Ein Zusammenhang zwischen inferiorem Notching und klinischen Ergebnissen sind jedoch bislang in keiner klinischen Studie zu belegen.

### **4.3 Nachversorgung**

#### *4.3.1 Komplikationen*

Bohsali et al [6] untersuchte 2006 mögliche Komplikationen nach Implantation einer TEP und fand folgende:

39% Lockerung von Implantat-Komponenten, 4% Instabilität, 1,5-3% periprothetische Frakturen, 1,3% Rotatorenmanschettenruptur. In sehr viel geringerem Ausmaß traten Nervenschäden, Infektionen und Delta-Dysfunktionen auf.

Plausinis et al [37] stellte 2005 ähnliche Komplikationen und Komplikationshäufigkeiten fest.

Lädemann et al [27] beschäftigen sich mit der Verlängerung bei inverser Prothesenimplantation und sehen eine ungenügende Wiederherstellung der Armlänge als potentielle Ursache für die Prothesen-Instabilität bei Revisionen.

An Komplikationen werden in dieser Arbeit lediglich eine Fistel und zwei periprothetische Frakturen angegeben.

#### *4.3.2 Outcome*

Cannon et al [15] postulierte 2009 die Verbesserung funktioneller Defizite um eine höhere Lebensqualität für die Patienten zu erreichen.

Auch Padua et al [36] beschäftigte sich 2008 mit der gesundheitsbezogenen Lebensqualität und erhob, dass Patienten nach den durchlittenen Belastungen durch das Trauma in der Vergangenheit an sich schlechte Ergebnisse dann auf emotionaler Ebene für sich positiv wahrnehmen können.

Simovitch et al [43] konstatierte, dass Patienten mit fettiger Infiltration des Teres minor ein signifikant schlechteres Outcome zeigten als ohne, was sich in dieser Studie eindrucksvoll bestätigt: bei einem Patient, der beidseits mit Platte vorversorgt wurde, war der linke Teres minor noch intakt, der rechte jedoch nicht mehr, siehe auch klinisches Beispiel 2.

Aufgrund der mangelnden Aussage der präoperativen CTs – besonders aufgrund von Metall-Artefakten – war eine statistische Auswertung jedoch nicht möglich.

Kasten et al [26] beschäftigte sich 2008 mit der Propriozeption im Schultergelenk und sprach dieser eine wichtige Rolle im postoperativen Outcome nach Implantation einer inversen Prothese zu.

#### **4.4 Vergleich dieser Studie mit einer Multicenter-Studie von Boileau et al**

Im Jahre 2008 veröffentlichte eine französische Arbeitsgruppe um Pascal Boileau eine Multicenterstudie an Patienten mit implantierter inverser Prothese, die sich als erste und einzige Arbeit mit Frakturfolgen beschäftigt. Sie gründet auf einer Einteilung der proximalen Humerusfrakturen nach Boileau, wie sie am Anfang dieser Arbeit bereits vorgestellt wurde [34] und dient in vielen Aspekten als Vergleichsstudie zu der hier vorliegenden.

Die Multicenterstudie von Boileau erstreckt sich auf 43 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 72,5 Jahren, vorliegende Abhandlung befasst sich mit 46 Patienten (Durchschnittsalter 73,9 Jahren). In der französischen Studie lag der Anteil der weiblichen Patienten bei 79 %, in dieser bei 72%.

Während 26 Patienten (60%) der Multicenterstudie primär konservativ behandelt wurden, waren es hier 20 Patienten (43,1%).

Die genaue primär-operative Therapie wird in der französischen Studie im Gegensatz zu der hier vorliegenden nicht näher aufgeschlüsselt.

Zwischen Primärversorgung und Implantation lagen in dieser Untersuchung durchschnittlich 24 Monaten (0,5 bis 259), die französische Studie gibt diesbezüglich durchschnittlich 88 Monaten (6 bis 552) an.

Der Nachuntersuchungszeitraum liegt hier bei 50 Monaten (22 bis 81), Boileau geht von 39 Monaten (24 bis 95) aus.

Auch die verschiedenen Resultate bieten an vielen Stellen Vergleichspotenzial. In Boileau´s Studie sind 9 Revisionen und 10 Komplikationen aufgeführt. Diese Studie fand 2 Revision und 1 Komplikationen. 83% der französischen Patienten gaben an mit dem Ergebnis zufrieden oder sehr zufrieden zu sein, hier sind es 95%.

Der durchschnittliche adaptierte Constant Score lag in der Multicenterstudie bei 75, hier bei 61,7 Punkten.

Bei genauer Betrachtung der Frakturklassifikation von Boileau fällt auf, dass die ursprüngliche Klassifikation aus den vier in dieser Arbeit vorstellten Typen bestand. Im Laufe der Multicenterstudie trat noch eine weitere hinzu, nämlich die isolierte Nichtvereinigung des Tuberculum maius (TM), welche nun als Gruppe IIIb bezeichnet wird. Folgende Tabelle soll die Ergebnisse der beiden Studien im Vergleich darstellen:

	Boileau et al	Diese Studie
Typ I Kollaps des Humeruskopfes bzw. Humeruskopfnekrose	8 Patienten  Postop CS: 60	4 Patienten  Postop CS: 53
Typ II Dislokation der Fraktur	5 Patienten  Postop CS: 57	1 Patient  Postop CS: 67
Typ IIIa Nichtvereinigung des Collums	7 Patienten  Postop CS: 41	34 Patienten  Postop CS: 42
Typ IIIb = TM	3 Patienten  Postop CS: 43	7 Patienten  Postop CS: 59
Typ IV Schwere Heilung in Fehlstellung der Tubercula	20 Patienten  Postop CS: 55	7 Patienten  Postop CS: 49

Tab. 5: Vergleich beider Studien

Schlussfolgernd aus beiden Studien ist die inverse Schulterprothese vor allem für ältere Patienten mit Komplikationen nach einer proximalen Humerusfraktur eine Option, insbesondere für diejenigen mit Frakturtyp Boileau IV, die mit Hemiprothese sehr schlechte funktionelle Ergebnisse aufweisen. Die Ergebnisse in einem solchen Kollektiv sind schlechter als bei Patienten, welche eine inverse Prothese bei Cuff-Arthropathie implantiert bekommen.

Mäßige funktionelle Ergebnisse sind insbesondere bei Boileau Typ IIIa und IIIb (=TM) zu erwarten, weshalb hierfür insbesondere nach fehlgeschlagener Osteosynthese eher keine Empfehlung für die inverse TEP auszusprechen ist. Die Ursache liegt hierbei wahrscheinlich in dem kompletten Ausfall der Außenrotatoren einschließlich des Musculus teres minor durch Dislokation der Tubercula.

Ein besonders wichtiger prognostischer Faktor für das postoperative Ergebnis nach Implantation besteht in den noch vorliegenden Anteilen der verbliebenen Rotatorenmanschette, sowie der muskulären Leistung der Außenrotatoren, allen voran des Musculus teres minor.

## 5 Zusammenfassung

Im König-Ludwig-Haus wurde im Zeitraum von 2001 bis 2006 bei 65 Patienten nach fehlgeschlagener Versorgung einer proximalen Humerusfraktur eine inverse Prothese implantiert. Davon konnten 46 Patienten nachuntersucht werden.

Vorbehandelt waren die Patienten zu 39,1% (n=18) konservativ, zu 26,1% (n=12) mit winkelstabiler Platte, zu 4,3% (n=2) mit proximalem Humerusnagel, zu 10,9% (n=5) mit Drähten, zu 6,6% (n=3) mit Drähten und Schrauben und zu 8,7% (n=4) mit Schrauben. Bei 4,3% (n=2) wurde eine Humeruskopfresektion durchgeführt.

Das durchschnittliche Alter der Patienten lag bei 73,9 Jahren. 28,2% (n=13) waren männlich, 71,1% (n=33) waren weiblich.

Im Mittel erreichten die Patienten postoperativ einen Constant Score von 45 Punkten. Bereinigt nach Alter und Geschlecht ergibt das 64 % des altersentsprechenden Normwertes.

Minimalinvasiv mit Schrauben bzw. Schrauben und Draht versorgte Patienten zeigten die besten Ergebnisse mit durchschnittlich 55,3 bzw. 56,7 Punkten.

9 Patienten gaben an mit dem Ergebnis der TEP-Implantation sehr zufrieden zu sein, 37 waren zufrieden. Lediglich zwei Patienten waren unzufrieden mit dem postoperativen Ergebnis, wobei diese nicht dazu bereit waren, weitere Auskünfte zu geben. Auch aus den Krankenakten waren die Gründe hierfür nicht ersichtlich.

Neben zwei periprothetischen Frakturen nach erneutem Sturzereignis trat lediglich eine Abszedierung nach Schweissdrüsenabszess als Komplikation auf.

Die inverse Schulterprothese stellt somit eine gute Möglichkeit der Versorgung nach fehlgeschlagenen Voroperationen bei proximaler Humerusfraktur dar. Damit ist zwar eine Verbesserung der Funktion und hohe Zufriedenheit unter den Patienten zu erzielen, jedoch sind die funktionellen Ergebnisse deutlich schlechter als bei primärer TEP-Implantation bei Defektarthropathie. Mögliche Gründe hierfür waren

operationsbedingte Morbidität und Deltaatrophien aufgrund des Operationszugangs bei osteosynthetischer Versorgung

## 6 Anhang

aus [5]

### Schulterstudie

Liebe Patienten!

Auf den folgenden Seiten finden Sie Fragen zu gesundheitlichen Einschränkungen. Wir möchten Sie bitten, für **beide Schultern** möglichst genaue Angaben zu machen.

Bitte kreuzen sie die entsprechenden Antworten an!

Wir danken Ihnen für Ihre Mitarbeit!

#### Patientendaten

Code:	Datum:
-------	--------

Bitte zutreffendes ankreuzen:

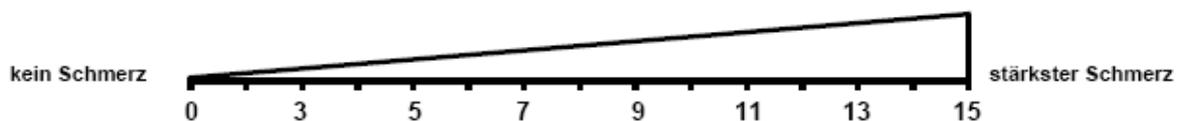
Beeinträchtigte Schulter (bzw. aktuell behandelte Schulter):  rechts  links

Sind Sie Rechtshänder  oder Linkshänder ?

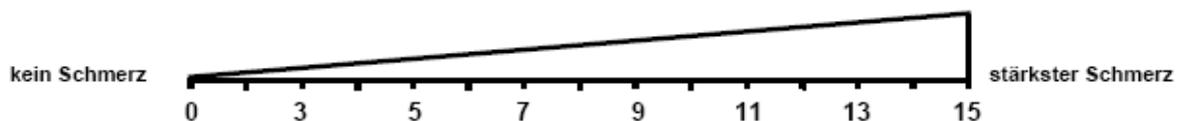
#### I. Schmerz

Bitte kreuzen Sie für **beide Schultern** die durchschnittliche Stärke Ihrer Schmerzen während der letzten Woche an:

rechte Schulter:



linke Schulter:



## II. Beruf

Bitte kreuzen Sie für **beide Schultern** an, ob Sie durch deren Einsetzbarkeit bzw. Schmerzen bei den Tätigkeiten in Ihrem **Beruf** eingeschränkt sind. (Sollten Sie nicht berufstätig sein, dann treffen Sie bitte die Angaben entsprechend der Haupttätigkeiten Ihres Alltags)

	rechte Schulter	linke Schulter
a. nicht eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. weniger als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. mehr als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. vollständig eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## III. Freizeit

Bitte kreuzen Sie für **beide Schultern** an, ob Sie durch deren Einsetzbarkeit bzw. Schmerzen bei den Aktivitäten in Ihrer **Freizeit** (Hobby, Sport, Garten etc.) eingeschränkt sind.

	rechte Schulter	linke Schulter
a. nicht eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. weniger als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. mehr als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. vollständig eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## IV. Arbeitshöhe

Kreuzen Sie bitte an, bis zu welcher **Höhe** Sie Tätigkeiten verrichten können, ohne eingeschränkt zu sein oder Schmerzen zu empfinden. Tätigkeiten (wie z.B. Wäsche auf die Leine zu hängen) sind möglich bis einschließlich...

	rechte Schulter	linke Schulter
a. Gürtelhöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Brusthöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Nackenhöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Scheitelhöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. über den Kopf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## V. Schlaf

Kreuzen Sie bitte an, ob Sie in Ihrem **Schlaf** durch Schmerzen in der Schulter gestört sind.

	rechte Schulter	linke Schulter
a. nicht gestört	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. gelegentliches Aufwachen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. regelmäßiges Aufwachen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kreuzen sie bitte bei **jedem Bild** und für **beide Schultern** an, ob Sie die Bewegung schmerzfrei ausführen können

**VI. Schmerzfreies Heben des Armes nach vorne**

					
0 - 30°	31 - 60°	61 - 90°	91 - 100°	121 - 150°	>150°
<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links				

**VII. Schmerzfreies seitliches Anheben des Armes**

					
0 - 30°	31 - 60°	61 - 90°	91 - 100°	121 - 150°	>150°
<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links				

**VIII. Schmerzfreie Innendrehung hinter dem Körper**

					
	bis Taschen- beginn	bis unter Gürtel	Gürtel	über Gürtel	zwischen Schulterblätter
<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links				

IX. Schmerzfreie Außenrotation



- rechts
- links

Hand im Nacken  
Ellenbogen  
vorne



- rechts
- links

Hand auf Scheitel  
Ellenbogen  
vorne



- rechts
- links

Hand im Nacken  
Ellenbogen  
seitlich



- rechts
- links

Hand auf Scheitel  
Ellenbogen  
seitlich



- rechts
- links

Hand über  
Kopf

Keine der Bewegungen ist  
schmerzfrei möglich!

- rechts
- links

## X. Kraftmessung

Zur Kraftmessung füllen Sie bitte eine Tasche mit Gewichten z.B. 1 Liter Tetra-Pak-Tüten (Milch/Saft) 1 Liter Plastikflaschen ,1 kg Zucker oder Mehl und halten Sie diese in der unten abgebildeten Stellung für 5 Sekunden. Geben Sie dann an wie viel kg sie halten können



Arm im rechten Winkel vom Körper  
abstreizen und ihn leicht vor den  
Körper halten

rechts:

Gewicht: \_\_\_\_ kg

links:

Gewicht: \_\_\_\_ kg

Anmerkungen:

**Vielen Dank!**

## 7 Literaturverzeichnis

1. Balg, F., M. Boulianne, and P. Boileau, *Bicipital groove orientation: considerations for the retroversion of a prosthesis in fractures of the proximal humerus*. J Shoulder Elbow Surg, 2006. **15**(2): p. 195-198.
2. Bastian, J.D. and R. Hertel, *Osteosynthesis and hemiarthroplasty of fractures of the proximal humerus: outcomes in a consecutive case series*. J Shoulder Elbow Surg, 2009. **18**(2): p. 216-219.
3. Beredjikian, P.K., et al., *Operative treatment of malunion of a fracture of the proximal aspect of the humerus*. J Bone Joint Surg Am, 1998. **80**(10): p. 1484-1497.
4. Bernstein, J., et al., *Evaluation of the Neer system of classification of proximal humeral fractures with computerized tomographic scans and plain radiographs*. J Bone Joint Surg Am, 1996. **78**(9): p. 1371-1375.
5. Boehm, D., et al., *Entwicklung eines Fragebogens basierend auf dem Constant-Murely-Scorel zur Selbstevaluation der Schulterfunktion durch den Patienten* Unfallchirurg, 2004. **107**(5): p. 397-402.
6. Bohsali, K.I., M.A. Wirth, and C.A. Rockwood, Jr., *Complications of total shoulder arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(10): p. 2279-2292.
7. Boileau, P., et al., *Reverse total shoulder arthroplasty after failed rotator cuff surgery*. J Shoulder Elbow Surg, 2009. **18**(4): p. 600-607.
8. Boileau, P., et al., *Tuberosity malposition and migration: reasons for poor outcomes after hemiarthroplasty for displaced fractures of the proximal humerus*. J Shoulder Elbow Surg, 2002. **11**(5): p. 401-412.
9. Boileau, P., et al., *Shoulder arthroplasty for the treatment of the sequelae of fractures of the proximal humerus*. J Shoulder Elbow Surg, 2001. **10**(4): p. 299-308.
10. Boileau, P., et al., *Neer Award 2005: The Grammont reverse shoulder prosthesis: results in cuff tear arthritis, fracture sequelae, and revision arthroplasty*. J Shoulder Elbow Surg, 2006. **15**(5): p. 527-540.
11. Boileau, P., et al., *Grammont reverse prosthesis: design, rationale, and biomechanics*. J Shoulder Elbow Surg, 2005. **14**(1 Suppl S): p. 147S-161S.
12. Boudreau, S., et al., *Rehabilitation following reverse total shoulder arthroplasty*. J Orthop Sports Phys Ther, 2005. **35**(12): p. 821-836.

13. Brorson, S., et al., *Effect of osteosynthesis, primary hemiarthroplasty, and non-surgical management for displaced four-part fractures of the proximal humerus in elderly: a multi-centre, randomised clinical trial*. *Trials*, 2009. **10**:51.page 1-5
14. Buzzell, J.E., et al., *Reliability and accuracy of templating the proximal humeral component for shoulder arthroplasty*. *J Shoulder Elbow Surg*, 2009. **18**(5): p. 728-733.
15. Cannon, C.P., et al., *Functional outcome following endoprosthetic reconstruction of the proximal humerus*. *J Shoulder Elbow Surg*, 2009. **18**(5): p. 705-710.
16. Cazeneuve, J.F. and D.J. Cristofari, *Grammont reversed prosthesis for acute complex fracture of the proximal humerus in an elderly population with 5 to 12 years follow-up* *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 2006. **92**(6): p. 543-548.
17. de Cupis, V., C. Chillemi, and M. Marinelli, *Grammont inverted prosthesis for the treatment of cuff tear arthropathy: a 6-year follow-up study*. *Orthopedics*, 2008. **31**(5): p. 447.
18. Feeley, B.T., R.A. Gallo, and E.V. Craig, *Cuff tear arthropathy: current trends in diagnosis and surgical management*. *J Shoulder Elbow Surg*, 2009. **18**(3): p. 484-494.
19. Garberina, M.J. and G.R. Williams, Jr., *Polyethylene dissociation after reverse total shoulder arthroplasty: the use of diagnostic arthroscopy*. *J Shoulder Elbow Surg*, 2008. **17**(1): p. e16-18.
20. Gerber C. *Integrated scoring systems for the functional assessment of the shoulder*. In *The Shoulder: a Balance of Mobility and Stability*. Edited by FA Masten, III, FH Fu, and RL Hawkins. Rosemont, Illinois, The American Academy of Orthopaedic Surgeons 1992: 531 - 550
21. Gohlke, F. and O. Rolf, *[Revision of failed fracture hemiarthroplasties to reverse total shoulder prosthesis through the transhumeral approach : method incorporating a pectoralis-major-pedicled bone window]*. *Oper Orthop Traumatol*, 2007. **19**(2): p. 185-208.
22. Guery, J., et al., *Reverse total shoulder arthroplasty. Survivorship analysis of eighty replacements followed for five to ten years*. *J Bone Joint Surg Am*, 2006. **88**(8): p. 1742-1747.
23. Harman, M., et al., *Initial glenoid component fixation in "reverse" total shoulder arthroplasty: a biomechanical evaluation*. *J Shoulder Elbow Surg*, 2005. **14**(1 Suppl S): p. 162S-167S.
24. Hessmann M.H. und P.M. Rommers, *Osteosynthesetechniken bei proximalen Humerusfrakturen*. *Der Chirurg*, 2001. **72**: p. 1235-1245.

25. Iannotti, J.P., et al., *Nonprosthetic management of proximal humeral fractures*. JB&JS, Vol 85-A, August 2003, p 1578-1593
26. Kasten, P., et al., *Proprioception in total, hemi- and reverse shoulder arthroplasty in 3D motion analyses: a prospective study*. Int Orthop. 2009 Dec;33(6):1641-7.
27. Lädermann, A., et al., *Objective evaluation of lengthening in reverse shoulder arthroplasty*. J Shoulder Elbow Surg, 2009. **18**(4): p. 588-595.
28. Lanting, B., et al., *Proximal humeral fractures: a systematic review of treatment modalities*. J Shoulder Elbow Surg, 2008. **17**(1): p. 42-54.
29. Lee, C.W. and S.J. Shin, *Prognostic factors for unstable proximal humeral fractures treated with locking-plate fixation*. J Shoulder Elbow Surg, 2009. **18**(1): p. 83-88.
30. Levigne, C., et al., *Scapular notching in reverse shoulder arthroplasty*. J Shoulder Elbow Surg, 2008. **17**(6): p. 925-935.
31. Lippert, H., *Lehrbuch Anatomie*. Vol. 7. 2006, München. p.709-727.
32. Matsen, F.A., 3rd, et al., *The reverse total shoulder arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am, 2007. **89**(3): p. 660-667.
33. Neer, C.S., 2nd, *Displaced proximal humeral fractures. II. Treatment of three-part and four-part displacement*. J Bone Joint Surg Am, 1970. **52**(6): p. 1090-1101.
34. Neyton L, Garaud P, Boileau P, *Results of reverse shoulder arthroplasty in proximal Humerus fracture sequelae*, Nice Shoulder course 2006 Reverse shoulder Arthroplasty p 81-101
35. Nho, S.J., et al., *Management of proximal humeral fractures based on current literature*. J Bone Joint Surg Am, 2007. **89 Suppl 3**: p. 44-58.
36. Padua, R., et al., *Health-related quality of life and subjective outcome after shoulder replacement for proximal humeral fractures*. J Shoulder Elbow Surg, 2008. **17**(2): p. 261-264.
37. Plausinis, D., Y.W. Kwon, and J.D. Zuckerman, *Complications of humeral head replacement for proximal humeral fractures*. Instr Course Lect, 2005. **54**: p. 371-380.
38. Robinson, C.M. and R.S. Page, *Severely impacted valgus proximal humeral fractures. Results of operative treatment*. J Bone Joint Surg Am, 2003. **85-A**(9): p. 1647-1655.

39. Sanchez-Sotelo, J., *Reverse total shoulder arthroplasty*. Clin Anat, 2009. **22**(2): p. 172-182.
40. Seebauer, L., W. Walter, and W. Keyl, *Reverse total shoulder arthroplasty for the treatment of defect arthropathy*. Oper Orthop Traumatol, 2005. **17**(1): p. 1-24.
41. Sidor, M.L., et al., *The Neer classification system for proximal humeral fractures. An assessment of interobserver reliability and intraobserver reproducibility*. J Bone Joint Surg Am, 1993. **75**(12): p. 1745-1750.
42. Siebenrock, K.A. and C. Gerber, *The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus*. J Bone Joint Surg Am, 1993. **75**(12): p. 1751-1755.
43. Simovitch, R.W., et al., *Impact of fatty infiltration of the teres minor muscle on the outcome of reverse total shoulder arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am, 2007. **89**(5): p. 934-939.
44. Smith, A.M., et al., *Early complications of operatively treated proximal humeral fractures*. J Shoulder Elbow Surg, 2007. **16**(1): p. 14-24.
45. Wall, B., et al., *Reverse total shoulder arthroplasty: a review of results according to etiology*. J Bone Joint Surg Am, 2007. **89**(7): p. 1476-85.
46. Werner, A., et al., *[Kapandji intramedullary wire osteosynthesis in proximal humeral fractures]*. Unfallchirurg, 2002. **105**(4): p. 332-7.

## **8 Danksagung**

Herrn Prof. Dr. Frank Gohlke danke ich für die freundliche Überlassung des Themas dieser Arbeit.

Herrn Prof. Dr. med. Arnulf Weckbach danke ich für die Übernahme des Korreferates.

Ebenfalls danken möchte ich Dr. Jens Stehle für die geduldige Betreuung dieser Arbeit und die zahlreichen Anregungen.

Ein weiteres Dankeschön an das Sekretariat von Prof. Gohlke in der Abteilung für Schulterchirurgie in Bad Neustadt und hier ganz besonders an Frau Barbara Kröckel für ihre großartige Unterstützung.

Den teilnehmenden Patienten an der Studie danke ich für ihr Verständnis und ihre Offenheit und die zum Teil sehr zahlreich zurückgelegten Kilometer nach Würzburg.

Meiner Familie gebührt großer Dank für ihr Verständnis und ihre Geduld während der Phase der Promotion und des Studiums, ohne die mir dies nicht möglich gewesen wäre.

## 9 Curriculum Vitae

**Name:** Christiane Reder  
**Geburtsdatum:** 17.07.1984  
**Geburtsort:** Würzburg  
**Familienstand:** ledig  
**Konfession:** römisch-katholisch

### **Ausbildung:**

*1991 – 1995* Grundschole Arnstein-Schwebenried  
*1995 – 2004* Celtis-Gymnasium Schweinfurt  
*Juni 2004* Allgemeine Hochschulreife  
*Oktober 2004* Aufnahme des Medizinstudiums an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
*März 2007* 1. Teil der Ärztlichen Prüfung  
*April 2011* 2. Teil der Ärztlichen Prüfung

### **Famulaturen:**

*August 2007* Allgemeinohirurgische Abteilung der Main-Klinik Ochsenfurt  
*Februar 2008* Anästhesiologische Gemeinschaftspraxis Dres Gatzemberger und Kollegen mit angeschlossenen ambulantem Operationszentrum und Tagesklinik, Würzburg  
*März 2008* Orthopädische Gemeinschaftspraxis Dres Jansen, Raab, PD Böhm, Würzburg  
*September 2008* Urologische Universitätsklinik Würzburg  
*März 2009* Unfallchirurgische Abteilung, Krankenhaus Zell am See/Österreich

### **Praktisches Jahr:**

*Wahlfach Orthopädie:* König-Ludwig-Haus, Würzburg  
*Chirurgie:* Leopoldina-Krankenhaus Schweinfurt  
*Innere:* Leopoldina-Krankenhaus Schweinfurt

## **Beruflicher Werdegang:**

<i>2004 bis 2007</i>	Werksstudentin bei Fresenius Medical Care, Schweinfurt
<i>09/07 bis 02/10</i>	OP-Assistentin bei PD Dr. med. Dirk Böhm
<i>08/08 bis 02/09</i>	Ärztliche Schreib- und Dokumentationskraft in der hämatologisch-onkologischen Praxis Dr. Schlag, Würzburg
<i>04/09 bis 09/10</i>	Studentische Hilfskraft im OP der Mainklinik Ochsenfurt
Seit 07/11	Assistenzärztin in der Chirurgischen Klinik I des Leopoldina-Krankenhauses Schweinfurt (Prof. Dr. D. Meyer)

*Würzburg, den 06. Februar 2012*