

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik  
der Universität Würzburg  
Direktor: Professor Dr. med. M. Rudert

**Klinische Ergebnisse der Schulterendoprothetik bei Patienten mit  
Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis im Vergleich zu  
Patienten mit degenerativ bedingter Omarthrose**

Inaugural - Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der  
Medizinischen Fakultät  
der  
Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
vorgelegt von  
Christine Wätzig  
aus Eichstätt

Würzburg, Mai 2009

**Referent:**

Prof. Dr. med. F. Gohlke

**Korreferent:**

Prof. Dr. med. M. Rudert

**Dekan:**

Prof. Dr. med. M. Frosch

**Tag der mündlichen Prüfung:**

22. März 2010

**Die Promovendin ist Ärztin**

## Inhaltsverzeichnis

## Seite:

<b>A. <u>Einleitung</u></b>	1
1. Die rheumatoide Arthritis	1
2. Die rheumatoide Omarthritis	4
3. Ziel der Arbeit	7
<b>B. <u>Material und Methoden</u></b>	8
1. Schulterendoprothetik	8
1.1 Implantatgeometrie	8
1.2 Endoprothetik der rheumatischen Schulter	10
1.2.1 Resektionsinterpositionsarthroplastik	10
1.2.2 Humeraler Oberflächenersatz nach Copeland	10
1.2.3 Bipolar-Prothese (Biomet)	12
1.2.4 Anatomische Prothese (Aequalis)	13
1.2.5 Inverse Prothese nach Grammont	15
2. Studiendesign	17
3. Patientengut	17
4. Datenerhebung	20
4.1 Constant Score	20
4.2 Präoperative Daten	23
4.3 Intraoperative Daten	25
4.4 Postoperative Daten	25
4.4.1 Klinische Nachuntersuchung	25
4.4.2 Radiologische Kontrolle	26
5. Statistik	27
5.1 Hilfsmittel	27
5.2 Statistische Testverfahren	27
5.2.1 Mann-Whitney-U-Test	27
5.2.2 Wilcoxon-Test	28
5.2.3 Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman	28
5.2.4 Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest	28

<b>C. <u>Ergebnisse</u></b>	29
1. Rheumagruppe (R)	29
1.1 Constant Score (CS) Ergebnisse	29
1.2 Korrelation zwischen prä- und postoperativem Score	32
1.3 Korrelation zwischen Erkrankungsdauer und postoperativem Score	33
1.4 Korrelation zwischen präoperativem Zustand der Rotatorenmanschette und postoperativem Score	34
2. Vergleich: Rheumagruppe (R) – Kontrollgruppe (K)	35
2.1 Constant Score präoperativ	35
2.2 Wirkung der Prothesenoperation (CS-Steigerung)	36
2.3 Constant Score postoperativ	38
2.4 Komponenten des Constant Scores	39
2.5 Beweglichkeit	40
2.6 Dauer bis zum Erreichen des Zustands zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung	41
2.7 Subjektive Patientenzufriedenheit	42
3. Constant Score Vergleich zwischen R und K mit zusätzlicher Aufteilung nach Prothesentypen	43
3.1 Constant Score präoperativ	44
3.1.1 Aequalis-Prothese	44
3.1.2 Grammont-Prothese	44
3.2 Wirkung der Prothesenoperation (CS-Steigerung)	45
3.2.1 Aequalis-Prothese	45
3.2.2 Grammont-Prothese	46
3.3 Constant Score postoperativ	47
3.3.1 Aequalis-Prothese	47
3.3.2 Grammont-Prothese	48
4. Ergebnisse nach präoperativem Zustand der Rotatorenmanschette	49
5. Radiologische Ergebnisse	51
6. Komplikationen	53

<b>D. <u>Diskussion</u></b>	55
1. Implantatwahl bei rheumatoider Omarthritis	55
2. Ergebnisse bei rheumatoider Arthritis	58
3. Komponenten des Constant Score	60
4. Vergleich mit anderen Ätiologien	61
5. Bedeutung der Rotatorenmanschette	64
6. Radiologische Ergebnisse	66
7. Komplikationen	69
<b>E. <u>Zusammenfassung</u></b>	73
<b>F. <u>Anhang</u></b>	75
1. Constant Score Fragebogen	75
2. Weitere Abbildungen	85
<b>G. <u>Literaturverzeichnis</u></b>	89

**Danksagung**

**Lebenslauf**

## **A. Einleitung**

### **1. Die Rheumatoide Arthritis**

Mit einer weltweiten Prävalenz von 1% ist die rheumatoide Arthritis (chronische Polyarthritis, cP) die häufigste entzündliche Gelenkerkrankung (Hettenkofer 1998). Frauen sind dabei etwa 3- 4-mal häufiger betroffen als Männer, wobei der Häufigkeitsgipfel dieser Erkrankung im 4. Lebensjahrzehnt liegt (Gross 2004). Bei über 50-jährigen liegt die Prävalenz bei 2-5% und nimmt im Alter kontinuierlich zu (Inouhe et al. 1987; Wagenhäuser 1982). Bei der rheumatoiden Arthritis (RA) handelt es sich um eine durch autoimmunologische Prozesse unklarer Genese hervorgerufene chronisch entzündliche Systemerkrankung, die über eine entzündliche Proliferation der Synovialis zu Arthritis, Bursitis und Tendovaginitis führt.

Zu Beginn des klinischen Verlaufs der RA können Prodromalsymptome wie Abgeschlagenheit, Hitzegefühl und Muskelschmerzen auftreten, die auf eine Systemreaktion hinweisen, jedoch oft auch fehlen. Im primären Krankheitsverlauf sind bei der RA bevorzugt die kleinen Gelenke der Hände und Füße betroffen. Des Weiteren ist eine Morgensteifigkeit der Finger, die bei 2/3 der Patienten auftritt, nahezu pathognomonisch. Im weiteren Verlauf kommt es zu sich zentripetal ausbreitenden schmerzhaften Gelenkschwellungen, die oft, aber nicht zwingend, ein symmetrisches Verteilungsmuster aufweisen.

Die Diagnostik der RA kann sich zunächst an den 1987 vom American College of Rheumatology (ACR) festgelegten und im folgenden aufgelisteten Klassifikationskriterien orientieren (Sundy u. Haynes 1988):

- Morgensteifigkeit von mindestens 1 Stunde Dauer
- Weichteilschwellung/Arthritis an mindestens 3 Gelenkregionen
- Weichteilschwellung/Arthritis an Hand- oder Fingergelenken
- Symmetrische Arthritis
- Rheumaknoten
- Nachweis von Rheumafaktoren im Serum
- Typische radiologische Veränderungen an Hand- und Fußgelenken

Die ersten 4 aufgelisteten Kriterien werden nur gewertet, wenn sie über mindestens 6 Wochen bestehen. Für die Diagnosestellung einer RA müssen außerdem mindestens 4 der insgesamt 7 Kriterien erfüllt sein.

Akute-Phase-Parameter wie BSG, C-reaktives-Protein (CRP) und andere helfen bei der Aktivitätsabschätzung einer RA, wobei hohe Titer nicht zwingend für eine hohe Krankheitsaktivität sprechen. Zur weiteren Diagnostik sollte zudem der Rheumafaktor bestimmt werden, welcher von dem Schweden E. Waaler (1940) und dem Amerikaner H. Rose (1948) entdeckt wurde (Benedek u. Rodnan 1982). Hierbei handelt es sich um einen Ig-M-Autoantikörper mit Bindungsaffinität zum F<sub>c</sub>-Fragment von IgG (kurz: Anti-IgG-IgM-Rheumafaktor). Der Rheumafaktor lässt sich jedoch nur bei ca. 70% der Patienten mit rheumatoider Arthritis nachweisen (Gross 2004). Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass der Rheumafaktor mit zunehmendem Alter auch bei Gesunden auftreten und in der Frühphase einer RA häufig fehlen kann. Darüber hinaus lässt sich zum Teil eine „dissoziative Entkopplung“ (Gohlke u. Hedtmann 2002) beobachten, d.h. röntgenologisch nachweisbare Gelenkdestruktionen gehen nicht mit einer wesentlichen Erhöhung der beschriebenen Laborparameter einher. Seit wenigen Jahren steht für die RA-Diagnostik ein neuer Labortest zur Verfügung, der insbesondere den Rheumafaktornachweis deutlich in der Spezifität übertrifft. Es handelt sich hierbei um den Nachweis von Antikörpern gegen zyklische citrullinierte Peptide (CCP), welche sich bei 60-80% aller RA-Patienten finden und nur selten bei anderen entzündlich rheumatischen Erkrankungen auftreten (Schellekens et al. 2000; Lee u. Schur 2003).

Die Behandlungsstrategie bei der rheumatoiden Arthritis zielt darauf ab, den Entzündungsprozess zu stoppen und damit Schmerz, Bewegungseinschränkung und vor allem die Gelenkzerstörung zu verhindern. Konservativ gelingt dies zunächst mit symptomatisch wirkenden Nicht-Steroidalen-Antirheumatika (NSAR) und Glukokortikoiden, welche meist nur kurzfristig verabreicht werden. Bei hochaktiver RA kann auch eine längerfristige „low-dose“-Steroidtherapie erfolgen. Im Rahmen der medikamentösen Therapie sollten außerdem frühzeitig sogenannte Basistherapeutika eingesetzt werden, welche eine heterogene Gruppe von Medikamenten darstellen und einen

langsameren Wirkeintritt als NSAR und Glukokortikoide aufweisen. Im angloamerikanischen Raum spricht man dabei von „disease modifying antirheumatic drugs“ (DMARDs), was darauf hinweist, dass diese Medikamente modulierend in den Krankheitsverlauf eingreifen und somit eine Remission bewirken. Wegen gravierender Nebenwirkungen sind jedoch engmaschige Kontrollen nötig. Die Wahl des geeigneten Basistherapeutikums richtet sich in erster Linie nach der Krankheitsaktivität.

Der Goldstandard unter den Basistherapeutika war lange Zeit der Folsäureantagonist Methotrexat (MTX bzw. Lantarel®). Bei nicht erosivem Verlauf wurde auch häufig Sulfasalazin (Azulfidine®) oder Hydroxychloroquin (Quensyl®) eingesetzt. Des Weiteren stehen andere Immunsuppressiva wie Azathioprin (Imurek®), Cyclosporin A (Sandimmun®), Cyclophosphamid (Endoxan®) oder Leflunomid (Arava®) zur Verfügung. Derzeit stehen die sog. „Biologics“ im Vordergrund. Dazu zählen die TNF- $\alpha$ -Blocker, wie etwa Infliximab (Remicade®) und Etanercept (Enbrel®) sowie die IL-1-Rezeptorantagonisten, z. B. Anakinra (Kineret®). Bei unzureichendem Effekt der Einzelsubstanzen sollte eine Kombinationstherapie mit 2-3 Substanzen aus verschiedenen Wirkstoffgruppen sowie ein interdisziplinäres Vorgehen erfolgen. Wenn klinisch einzelne Gelenke im Vordergrund stehen, bringt eine intraartikuläre Applikation von Kortikoiden den Vorteil, dass höhere lokale Konzentrationen als bei systemischer Gabe erreicht werden und die Entzündung auf diesem Weg zunächst aufgehalten werden kann. Dies ist jedoch nicht beliebig oft wiederholbar. Am Glenohumeralgelenk sollten pro Injektion nicht mehr als 20-40 mg eines Kortikoids verabreicht und die Behandlung nicht häufiger als 3-4-mal durchgeführt werden (Gohlke u. Hedtmann 2002), da mehrmalige Injektionen zu aseptischen Knochennekrosen des Humerus führen können (Hattrup u. Cofield 1999; Mont et al. 2000).

Im Rahmen der konservativen Therapie kommt neben der medikamentösen Behandlung physikalischen Maßnahmen wie Kryotherapie, Bewegungs- und Massagetherapie sowie Krankengymnastik eine große Bedeutung zu.

## **2. Die rheumatoide Omarthritis**

Eine rheumatoide Arthritis betrifft laut Literatur zwischen 57 und 96% der Fälle auch das Schultergelenk (Schmidt et al. 2001; Hedtmann u. Werner 2007). Nur in Ausnahmefällen (1-6%) manifestiert sich eine klassische RA primär im Bereich des Schultergelenks, wohingegen es bei der sogenannten Alters-RA (Sonderform) in mindestens 25% zu einer Erstlokalisierung an der Schulter kommt (Gohlke u. Hedtmann 2002).

Kommt es im Rahmen einer chronischen Polyarthritis zu einem Befall des Schultergelenks, so findet sich neben der krankheitstypischen entzündlichen Proliferation des synovialen Gewebes mit entzündungsbedingtem Untergang von Knorpel und später Knochen oft auch eine Schädigung des periartikulären Gewebes, insbesondere der Rotatorenmanschette (Schmidt et al. 2001). Im fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung besteht der charakteristische Befund in einer erheblichen Ausdünnung oder auch schon massiven kompletten Defekten der Rotatorenmanschette, die mit einer Atrophie und fettigen Infiltration der beteiligten Muskulatur einhergehen.

Entsprechend dem sog. Kapselmuster nach Cyriax nimmt der Patient oft schmerzbedingt eine Schonhaltung in Innenrotation und Adduktion ein (Schmidt et al. 2001). Der weitere Verlauf ist vor allem durch eine Zunahme der Bewegungseinschränkung, insbesondere der Abduktion und Flexion, weniger der Rotation, gekennzeichnet (Stegers et al. 1989). Dies wird jedoch, solange die Schmerzen erträglich sind, von den Betroffenen erstaunlich lange toleriert, da durch die Restbeweglichkeit aus dem Schultergürtel gute Kompensationsmöglichkeiten bestehen. Zudem sind die üblichen Leitsymptome einer Arthritis wie Erguss und Schwellung unter den Weichteilen an der Schulter lange Zeit kaum sichtbar und werden dementsprechend zunächst nicht bemerkt (Gohlke u. Hedtmann 2002).

Neben der klinischen Symptomatik sowie den oben erwähnten ACR-Kriterien und Laborparametern sind in der Diagnostik einer rheumatoiden Omarthritis vor allem bildgebende Verfahren von großer Bedeutung.

Die Schädigung des periartikulären Gewebes, insbesondere der Rotatorenmanschette, kann bereits vor der radiologischen Manifestation

sonographisch als gelenkseitige sowie häufig gegenüber kleinen knöchernen Usuren lokalisierte Ausdünnung der Supraspinatussehne nachgewiesen werden (Habermeyer 2002). Zusätzlich können mit der Sonographie knöchernen Konturen, eine Ergussbildung und eine Synovialitis dargestellt werden. Die knöchernen Usuren und Zysten nehmen im weiteren Verlauf bei zusätzlich auftretender Gelenkspaltverschmälerung zu und im Falle eines ausgedehnten Rotatorenmanschettendefektes tritt der Humeruskopf unter dem Bild einer Defektarthropathie mit zusätzlichen knöchernen Defekten und erheblicher Ergussbildung nach kranial, wobei im Extremfall ein Nearthros mit dem Acromion (siehe Abb. A1, Anhang S.85) entstehen kann (Gohlke u. Hedtmann 2002; Habermeyer 2002). Bei der sonographischen Diagnostik muss beachtet werden, dass auch beim älteren Menschen ohne rheumatische Grunderkrankung häufig Defekte der Rotatorenmanschette auftreten können (Gohlke 1993). Hierbei spielt zudem sowohl das Ausmaß mit eventuell vorliegender fettiger Degeneration als auch die Bestehensdauer des Defektes eine wichtige Rolle, um die Möglichkeit einer Rekonstruktion der Rotatorenmanschette abschätzen zu können.

Neben der Sonographie können auch mittels einer Magnetresonanztomographie (MRT) periartikuläre Weichteilstrukturen gezielt dargestellt werden (siehe Abb. A2, Anhang S. 85). Obwohl die MRT bezüglich des direkten Nachweises einer Synovitis sowie deren sicherer Abgrenzung von freier Flüssigkeit in Bursa oder Gelenk eindeutige Vorteile aufweist, wird sie aufgrund der hohen Kosten in der klinischen Routine immer noch vergleichsweise selten verwendet (Gohlke u. Hedtmann 2002; Soini et al. 2004).

Bezüglich der radiologischen Stadien der rheumatischen Gelenkveränderung hat die in folgender Tabelle dargestellte Einteilung nach Larsen et. al (1977) die weiteste Verbreitung gefunden.

**Tab. A1: Röntgenologische Stadieneinteilung der rheumatischen Gelenkveränderung nach Larsen et al. (1977)**

Stadium	Befund
0	Normalbefund
I	<u>Leichte Veränderungen:</u> periartikuläre Weichteilschwellung beginnende Gelenkspaltverschmälerung
II	<u>Definitive Frühveränderungen:</u> deutliche Gelenkspaltverschmälerung initiale Ausbildung von Erosionen
III	<u>Mittleres Destruktionsstadium:</u> Gelenkspalt bereits eindeutig verschmälert deutliche Erosionen leichter Hochstand des Humeruskopfes
IV	<u>Schweres Destruktionsstadium:</u> Gelenkspalt verschwunden, ausgeprägte Destruktionen äußere Gestalt der Gelenkkörper aber größtenteils noch erhalten eindeutiger Hochstand des Humeruskopfes
V	<u>Mutilation:</u> Schwere Destruktion mit Deformierung von Glenoid und Humeruskopf Artikulation des Tuberculum majus mit dem ausgedünnten Acromion Mutilation mit Subluxation und knöchernen Ankylose

Die Gelenkzerstörung bei der rheumatoiden Arthritis folgt jedoch keinem einheitlichen Schema. Sie kann im Röntgenbild sowohl einer primären Omarthrose oder auch einer Defektarthropathie bei Polyarthrose ähneln, je nach entzündlicher Aktivität und zeitlichem Verlauf der Erkrankung.

Bei der Behandlung einer rheumatoiden Omarthritis sollte nach Ausschöpfung der bereits erwähnten konservativen Therapieoptionen bzw. bei primär aggressivem Verlauf auf invasive Maßnahmen zurückgegriffen werden. Auch wenn mit der Einführung von Methotrexat und später den „Biologics“ in die medikamentöse Therapie der entzündlich-rheumatischen Erkrankungen die Anzahl der Verläufe mit rasch progressiven Gelenkzerstörungen merklich zurückgegangen ist, verbleiben heutzutage neben den Spätstadien (vgl. Abb A3, Anhang S. 86) dennoch ca. 20% der Patienten mit unzureichendem Ansprechen auf eine eingeleitete Basistherapie. Dies führt dazu, dass immer noch rekonstruktive Eingriffe bei weit fortgeschrittenen strukturellen Schäden durchgeführt werden müssen.

In frühen Destruktionsstadien mit erhaltenen Gelenkflächen kann eine Synovektomie (Entfernung der entzündeten Synovialis) zumindest mittelfristig eine Linderung der Schmerz- und Schwellungssymptomatik bewirken (Schmidt et al. 2001), wobei aufgrund des schonenderen Verfahrens die arthroskopische

der offenen Operationstechnik vorzuziehen ist (Schmidt u. Miehle 1994). Langfristig kann durch eine Synovektomie ein weiteres Voranschreiten der Destruktion der Gelenkkörper und der Rotatorenmanschette jedoch nicht sicher verhindert werden (Schmidt et al. 2001). Somit ist bei anhaltender Beschwerdesymptomatik und Funktionsminderung der rheumatisch destruierten Schulter die Indikation zur endoprothetischen Versorgung gegeben.

Allerdings führen der reduzierte Allgemeinzustand und die Folgen der langjährigen immunsuppressiven Therapie im Spätstadium zusammen mit einer Muskelatrophie, Insuffizienz der Rotatorenmanschette sowie dem Verlust der knöchernen Substanz durch Erosion und Osteoporose zu ungünstigen Voraussetzungen für einen funktionell befriedigenden Ersatz des Schultergelenks. Somit profitieren Patienten mit einer Erkrankung aus dem rheumatischen Formenkreis im Vergleich z.B. mit primären Omarthrosen aufgrund ihrer präoperativ ungünstigen Ausgangsbedingungen oft in geringerem Maße von einer endoprothetischen Versorgung (Burroughs et al. 2003; Hettrich et al. 2004).

### **3. Ziel der Arbeit**

Die Schulterendoprothetik ist mittlerweile auch bei der rheumatoiden Omarthritis ein anerkanntes Therapieverfahren.

Anhand vorliegender retrospektiver klinischer Studie wird untersucht, inwieweit Patienten mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis (überwiegend rheumatoide Arthritis) von der Versorgung mit einer Schulterprothese unterschiedlichen Typs profitieren (vgl. Abb. A 4-6, Anhang S. 87 u. 88) Hierbei spielt auch die Abhängigkeit des postoperativen Erfolgs vom präoperativen Zustand der Rotatorenmanschette eine wichtige Rolle. Darüber hinaus soll geklärt werden, ob sich das postoperative Ergebnis der Rheuma-Patienten von dem Ergebnis einer Vergleichsgruppe mit degenerativ bedingter Omarthrose unterscheidet.

## **B. Material und Methoden**

### **1. Schulterendoprothetik**

#### **1.1 Implantatgeometrie**

Um durch endoprothetische Maßnahmen funktionell ein optimales Ergebnis zu erzielen, ist es nach Walch und Boileau (1997) von großer Bedeutung, die normale Anatomie des Schultergelenks soweit als möglich wiederherzustellen. Außerdem müssen in die Prothesenplanung zusätzlich die pathologischen Veränderungen der Kopf- und Pfannengeometrie sowie die Verkürzung der Weichteile einbezogen werden.

Die Gelenkfläche des proximalen Humerus, die im Fall der Endoprothetik arthroplastisch ersetzt werden muss, reicht bis zum Collum anatomicum. Der anatomische Hals des Humerus bildet für die neueren Schulterprothesen die Resektionslinie in der Koronarebene, wobei sich die zu resezierende Fläche anhand des Inklinationwinkels und des Retrotorsionswinkels festlegen lässt (Habermeyer 2002; Liem et al. 2007). Die Ausgangsreferenzlinie für die weitere Planung der Implantatgeometrie ist die metaphysäre Schaftachse des Humerus, welche die Ausrichtung des Prothesenstiels im proximalen Markraum bestimmt und aus diesem Grund nach Ballmer (1993) auch als orthopädische Achse bezeichnet wird.

Darüber hinaus ist bei der Wiederherstellung der ursprünglichen Anatomie zu beachten, dass der Kopfmittelpunkt des Humerus mit dessen Schaftachse nicht in einer Ebene liegt, sondern individuell verschieden nach medial und dorsal versetzt ist. Dies wird auch als dorso-mediales Offset (siehe Abb. B1) des Humeruskopfes bezeichnet (Boileau u. Walch 1997).



**Abb. B1: Skizzierter Schnitt durch den Humerus: Der Mittelpunkt des Humeruskopfes O liegt medio-dorsal der Schaftachse O' (Broschüre Aequalis)**

Aus diesem Grund muss das Zentrum des Humeruskopfes unabhängig von der Position der Schaftprothese rekonstruiert werden. Da der Kopfmittelpunkt das Rotationszentrum für die Bewegungsfunktionen des Glenohumeralgelenks darstellt, können mit einer Prothese nur unter Beachtung des dorso-medialen Offsets die physiologischen Drehpunktverhältnisse wiedererlangt werden (Boileau u. Walch 1997).

Neben der humeralen Geometrie ist für die Implantation einer Schulterprothese auch die Glenoidgeometrie von Bedeutung: Zum einen weist die Pfanne in der Horizontalebene eine Retroversion im Bereich von  $0^{\circ}$ - $10^{\circ}$  auf (Fick 1904), zum anderen beträgt der glenoidale Inklinationswinkel (Pfannenneigung) in der Frontalebene zwischen  $+10^{\circ}$  und  $-10^{\circ}$  (Boileau u. Walch 1999). Letzterer bestimmt die Lage des Humeruskopfes in Relation zum Acromion und zum Coracoid und damit die Weite des Subacromialraums.

Je nach zugrunde liegender Pathologie kann sich die Glenoidgeometrie auf unterschiedliche Weise verändern. So fehlt bei der rheumatoiden Arthritis durch den Rotatorenmanschettendefekt die caudalisierende Wirkung, wodurch der Humeruskopf nach oben tritt. Dies führt zu einer kranialen Abnützung der Gelenkpfanne mit der Folge einer Einengung des Subakromialraums. Die primäre Omarthrose hingegen führt neben der dorsalen Pfannenabflachung zu einem inversen Neigungswinkel mit postero-inferiorer Subluxationsstellung des Kopfes zur Pfanne (Hertel et al. 2001; Hedtmann u. Werner 2007).

Im Rahmen pathologischer Prozesse an der Schulter, kommt es zusätzlich zu den Veränderungen der Kopf- und Pfannengeometrie auch zu einer Verkürzung der Weichteile am Glenohumeralgelenk, wodurch sich die Behinderung der Gelenkkinematik noch verstärkt. Eine kontrakte Kapsel erhöht die Vorspannung auf den Bandapparat, so dass die einzelnen Muskeln mehr Kraft aufwenden müssen und als Komplikation im Extremfall rupturieren können. Um dies zu verhindern, ist es wichtig beim Einbau einer Schulterprothese ein Kapselrelease durchzuführen (Habermeyer 2002).

## **1.2 Endoprothetik der rheumatischen Schulter**

Bei der endoprothetischen Versorgung einer rheumatoiden Omarthritis werden, abgestimmt auf die jeweilige individuelle Situation des Patienten, verschiedene Prothesensysteme verwendet, die nun im folgenden kurz vorgestellt werden sollen.

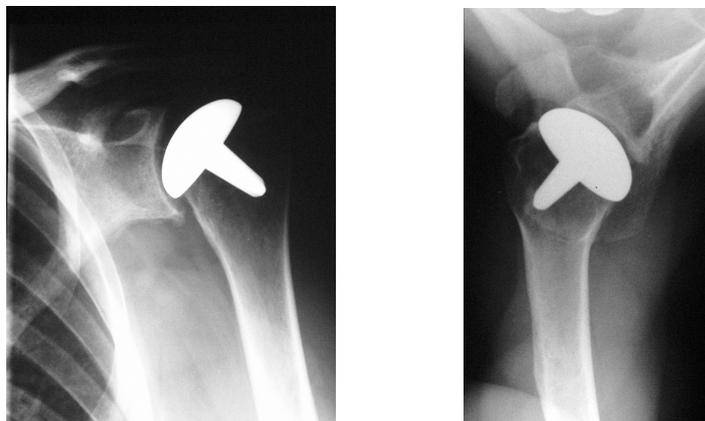
### **1.2.1 Resektionsinterpositionsarthroplastik**

Die sogenannte Resektionsinterpositionsarthroplastik (RIAP) an der Schulter ist als Vorläufer der Endoprothesen aufzufassen. Sie ist aufgrund der zunehmenden Optimierung der Schulterendoprothetik eher in Vergessenheit geraten und wird heute kaum noch angewandt, obwohl auch langfristig eine gute Schmerzreduktion bei akzeptablen funktionellen Resultaten erzielt wurde (Thabe u. Tillmann 1983; Tillmann u. Braatz 1987 u.1989; Fink et al. 2001). Bei diesem Verfahren wird ein Teil des Humeruskopfes reseziert und zusätzlich für die Wiederherstellung der Gelenkflächenkongruenz eine Interposition von nicht ortsständigem Gewebe vorgenommen. Durch die Gewebsinterposition sollen die Gleiteigenschaften und die postoperative Schmerzsymptomatik verbessert werden (Thabe et al. 1994; Thabe 1997). Als problematisch wird bei der RIAP die mit der Medialisierung des Drehpunktes einhergehende Verschlechterung der Schulterbiomechanik sowie die oft langwierige und relativ schmerzhaft Nachbehandlung angesehen (Strauss et al. 1996).

### **1.2.2 Humeraler Oberflächenersatz nach Copeland**

Der humerale Oberflächenersatz nach Copeland zählt zur Gruppe der sogenannten Cup-Prothesen. Bei dieser Art von Gelenkflächenersatz wird lediglich die zerstörte Oberfläche des Humeruskopfes abgetragen und als Interponat eine hemisphärische Metallkappe aufgesetzt, wobei je nach Größenwahl die ursprüngliche Anatomie des Oberarmkopfes und damit die physiologischen Drehpunktverhältnisse weitgehend rekonstruiert werden können (Jonsson et al. 1986; Copeland 2006). Cup-Prothesen wurden ursprünglich 1981 in Schweden für die rheumatische Schulter entwickelt und schließlich von Copeland in England modifiziert, indem er der einfachen

Metallkappe einen zentralen, zylindrischen Konus hinzugefügt, der im Kopf zementfrei verankert wird (siehe Abb. B2).



**Abb. B2: Humeraler Oberflächenersatz nach Copeland: Röntgenaufnahme (a.p. und axial) der linken Schulter bei einer Rheumapatientin unseres Kollektivs**

Copeland dehnte die Indikationen neben der rheumatoiden Omarthritis außerdem auch auf Omarthrosen, Rotatorenmanschettenarthropathien, Osteonekrosen, Instabilitätsarthrosen sowie postinfektiöse Arthropathien aus. Wissenschaftlich aussagefähige Studien liegen bisher jedoch nur für die rheumatoide Omarthritis und die Omarthrose vor. Mittlerweile existieren zahlreiche verschiedene Modelle dieses Prothesentyps, wobei das von Copeland mit die längste klinische Erfahrung aufweisen kann (Levy u. Copeland 2004). Insbesondere bei jungen Patienten mit guter Knochenqualität bietet der Oberflächenersatz die Möglichkeit, die erkrankte Knorpeloberfläche zu ersetzen, ohne den Humerusschaft bearbeiten zu müssen, was spätere Wechseloperationen erleichtert. Darüber hinaus argumentieren Copeland (2006) und Fink et al. (2001), dass bei der Verwendung eines Oberflächenersatzes das Risiko der Kopfmedialisierung im Vergleich zu modularen Stielprothesen der 3. und 4. Generation gering ist und die Hebelarme unverändert bleiben bzw. normalisiert werden. Der Oberflächenersatz kann als Hemi- oder Totalendoprothese implantiert werden, wobei der Glenoidersatz aufgrund des erhaltenen Volumens des

Humeruskopfes schwieriger ist als bei modularen Prothesenmodellen (Werner u. Hedtmann 2007).

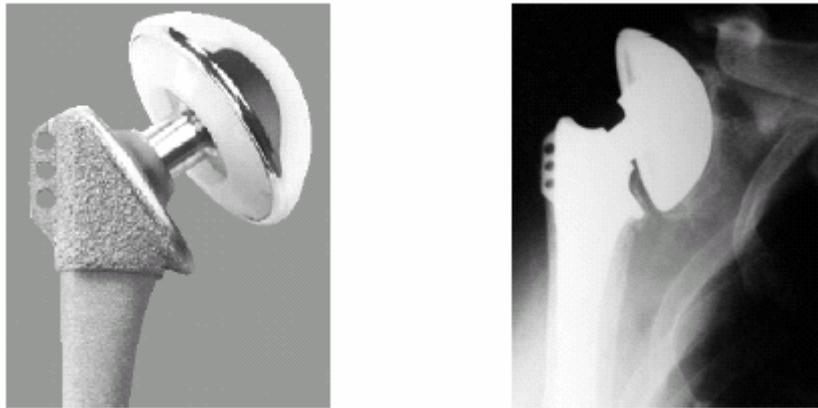
### **1.2.3 Bipolar-Prothese (Biomet)**

Die bipolare Endoprothese, wie sie heute beispielsweise die deutsche Firma Biomet herstellt, wurde zunächst in den 1970er Jahren von Swanson et al. entwickelt und schließlich etwa 10 Jahre später von Lee und Niemann sowie Worland et al. zunehmend verbessert. Sie gehört zu den Schulterprothesen der 2. Generation, welchen bereits ein modulares Konzept zugrunde liegt, indem sie die Möglichkeit der Auswahl von verschiedenen dimensionierten modularen Kopf-, Schaft- und Pfannengrößen bieten (Habermeyer 2002). Hierbei können also die einzelnen Prothesenkomponenten beliebig untereinander kombiniert werden.

Im Gegensatz dazu war dies bei den um 1950 bzw. 1970 von Neer entwickelten Schulterprothesen der 1. Generation, welche als Grundstein der modernen Schulterendoprothetik gelten, noch nicht der Fall (Neer 1974).

Die Biomet-Prothese verfügt über ein Duo-Kopf-System, d.h. der bipolare Prothesenkopf weist ein zusätzliches Rotationszentrum auf. Dies ermöglicht bei insgesamt verbessertem Bewegungsausmaß einen maximalen Kontakt zwischen Humerkopfkalotte und Glenoid, wodurch unter anderem der acromiale Abrieb vermindert wird.

Darüber hinaus bewirken diese Prothesen zum einen über eine Hebelarmverlängerung eine Verbesserung der deltoidalen Vorspannung bei gleichzeitiger Verschiebung des humeralen Offsets nach lateral und kaudal, so dass sie als kraftschlüssige Systeme angesehen werden. Es kommt dadurch jedoch eher zu einer Lateralisation des Drehzentrums (Thabe et al. 1994; Worland et al. 1997; Habermeyer 2002).



**Abb. B3: Bipolarprothese der Firma Biomet – Nativ und im a.p.-Röntgenbild (rechte Schulter), (Broschüre Biomet)**

Der Vorteil dieses Prothesentyps liegt somit darin, dass der M. deltoideus durch den verlängerten Hebelarm ein Rotatorenmanschettendefizit teilweise ausgleichen kann. Aus diesem Grund findet die Biomet-Prothese bei großen Defekten der Rotatorenmanschette, wie sie im Rahmen einer rheumatoiden Omarthritis auftreten können, sowie bei Defektarthropathien als Hemiarthroplastik ihre Verwendung (Habermeyer 2002).

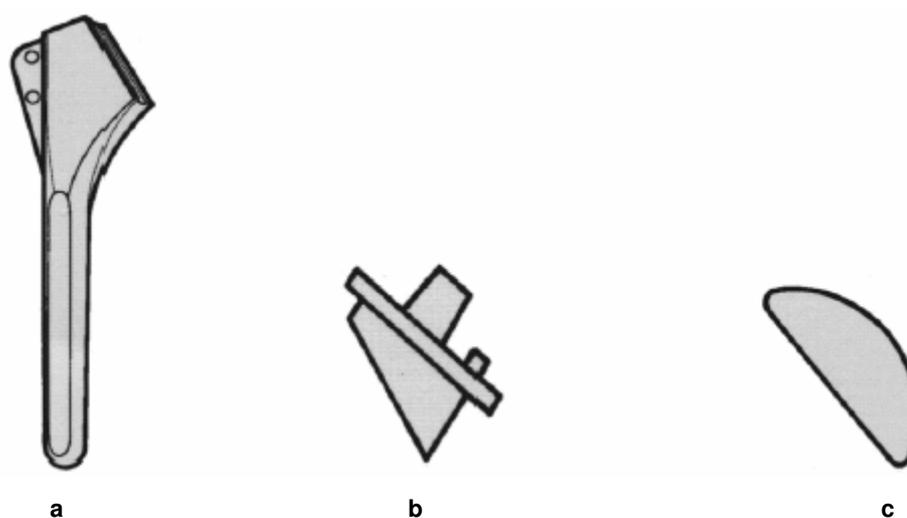
Soll in anderen Fällen das Glenoid ebenfalls ersetzt werden, stehen hierfür eine zu zementierende Polyethylenpfanne oder eine zementfreie, mittels eines Zapfens und zweier Schrauben zu fixierende Metallpfanne mit zusätzlichem Polyethylen-Inlay zur Verfügung.

Nachteilig ist bei den Bipolar-Prothesen, dass kein physiologischer Roll-Gleit-Mechanismus erreicht wird und zudem der Inklinationswinkel noch nicht variabel eingestellt werden kann (Habermeyer 2002). Wegen der unbefriedigenden funktionellen Ergebnisse werden bipolare Endoprothesen derzeit nur noch in Ausnahmefällen verwendet.

#### **1.2.4 Anatomische Prothese (Aequalis)**

Die Aequalis-Schulterprothese der Firma Tornier wurde 1991 von Walch und Boileau entworfen und verfügt ebenfalls über ein modulares System, das eine variable Kombination der einzelnen Komponenten untereinander (Schaft, Kopf und Pfanne) zulässt (Walch u. Boileau 1999; Broschüre Tornier). Dieser Typ gehört zu den Schulterprothesen der 3. Generation.

Der Vorteil der Aequalis-Prothese besteht darin, dass mittels eines modularen Winkeladapters, den man auf den Prothesenschaft aufbringt, die individuell unterschiedliche Inklination brücksichtigt wird, so dass eine genauere Rekonstruktion der physiologischen Anatomie erfolgen kann (Boileau u. Walch 1997). Der nach Resektion des Kopfes am anatomischen Hals gemessene Inklinationswinkel lässt sich hierbei zwischen  $125^{\circ}$  und  $140^{\circ}$  variabel einstellen. Anschließend wird auf den Adapter die jeweils passende Kopfkalotte aufgebracht (siehe Abb. B4).



**Abb. B4: Aequalis-Prothese (Broschüre Aequalis): Humerusschaft (a)  
Winkeladapter (b)  
Kopfkalotte (c)**

Da bei dieser Endoprothese das medio-dorsale Offset des Humerus berücksichtigt werden kann, erfolgt eine Wiederherstellung des ursprünglichen Rotationszentrums. Dadurch wird eine anatomische Kinematik gewährleistet, eine erhöhte Spannung an der Rotatorenmanschette verhindert sowie einer exzentrischen Pfannenüberlastung vorgebeugt (Habermeyer 2002).

Die Schulterprothese vom Typ Aequalis kann sowohl als Hemiprothese, d. h. ohne Glenoidkomponente, als auch in Form einer Totalendoprothese mit Ersatz beider Gelenkflächen implantiert werden. Die aus Polyethylen bestehende Glenoidkomponente, welche eine konstante Kielgröße aufweist, ist in 3 unterschiedlichen Größen auf dem Markt und wird mit Hilfe von Knochenzement im Schulterblatt verankert. In der Ansicht von lateral weist sie

entsprechend der normalen Anatomie eine birnenförmige Kontur auf, wodurch bei der späteren Armbewegung störende Kanten vermieden werden (Boileau u. Walch 1997; Heers et al. 2001).



**Abb. B5: Glenoid  
(Broschüre Aequalis)**



**Abb. B6: „Birnenform“ des Glenoids  
in der Ansicht von lateral  
(Broschüre Aequalis)**

Neben der primären und sekundären Omarthrose wird dieser kraftschlüssige Prothesentyp unter anderem auch für die Behandlung einer rheumatoiden Omarthritis als Hemi- oder Totalendoprothese eingesetzt. Seit kurzem existieren auch Adaptersysteme, welche im Falle einer Komplikation einen Umbau von einer konventionellen Hemi- oder Totalendoprothese zum inversen System ohne Schaftwechsel erlauben (Ambacher 2007).

### **1.2.5 Inverse Prothese nach Grammont**

Der Franzose Paul Grammont entwickelte 1986 die nach ihm benannte inverse Schulterprothese (Grammont et al. 1987). Es handelt sich dabei um eine formschlüssige Totalendoprothese mit Ersatz beider Gelenkflächen des Glenohumeralgelenks, jedoch mit der Besonderheit, dass die physiologische Kopf-Pfannen-Anatomie vertauscht wird. Diese Prothese besteht somit aus einer humeralen konkaven Polyethylenpfanne, welche epiphysär im Humerus mittels Prothesenschaft fixiert wird und einer zementfrei gegen die plan gefräste Pfannenfläche verschraubten sog. Glenosphäre, die den Gelenkkopf darstellt (siehe Abb. B7 u. B8). Die Glenosphäre wird hierbei über das Metaglene an der Skapula befestigt (Broschüre De Puy).



**Abb. B7: Komponenten einer Grammont-Prothese (Broschüre DePuy)**



**Abb. B8: a.p.-Röntgenbild einer Grammont-Prothese bei einer Rheumatikerin (linke Schulter) unseres Kollektivs**

Die Fläche der humeralen Gelenkpfanne macht hierbei nur ein Drittel der Glenosphärenoberfläche aus, wodurch ein großer Bewegungsumfang ermöglicht wird (Habermeyer 2002). Aufgrund der inversen anatomischen Verhältnisse wird der Kraftvektor des M. deltoideus in eine zentripetale Richtung auf das Zentrum der Glenosphäre umgekehrt, so dass dieser Muskel die Funktionen der Rotatorenmanschette zumindest teilweise übernehmen kann. Ein im Zentrum der Glenosphäre gelegenes und damit medialisiertes Rotationszentrum unterstützt zusätzlich die Abduktor-Funktion des M. deltoideus und verringert darüber hinaus die zur Implantatlockerung führenden Kräfte. Der Drehpunkt wird bei diesem Prothesentyp somit nach medial und caudal verlagert (Boileau et al. 2005).

Die inverse Prothese nach Grammont wird bei irreparablen Rotatorenmanschetten-defekten mit eingetretenem Humeruskopfhochstand und schmerzhaftem subacromialen und glenohumeralen Gelenkflächenverbrauch sowie bei Pseudoparese eingesetzt. Diese Situation kann zum Einen im Rahmen einer Defektarthropathie, zum Anderen bei einer rheumatoiden Omarthritis vorliegen. Während bei der bereits angesprochenen Bipolar-Prothese der Fornix humeri für das Funktionieren des Implantats erhalten sein muss, bietet die inverse Prothese nach Grammont bei Zerstörung des

coracohumeralen Bogens und dessen kranialer Abstützung durch das Acromion sowie Subluxation des Humeruskopfes nach vorne oben eine letzte Alternative für den Rheuma-Patienten. Als Voraussetzung hierfür muss das Glenoid noch über ausreichend Knochensubstanz verfügen, um die Glenosphäre über das Metaglène verankern zu können (Habermeyer 2002).

## **2. Studiendesign**

Für diese Arbeit wurden alle Operationsberichte der Schulterendoprothetik von 1993 bis 2005 durchgesehen. Das für die spezielle Fragestellung geeignete Patientenkollektiv wurde einer retrospektiven Studie unterzogen, wobei jeder Patient zu einer klinisch-radiologischen Kontrolluntersuchung in die orthopädische Klinik der Universität Würzburg (König-Ludwig-Haus) einbestellt wurde. Die Nachuntersuchungen erfolgten von März 2005 bis Februar 2006.

## **3. Patientengut**

Zwischen 1993 und 2005 wurde in der Orthopädie des König-Ludwig-Haus bei 35 Patienten mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis (überwiegend rheumatoide Arthritis) eine Schulterprothese unterschiedlichen Typs implantiert. Davon konnten 23 zu einer Nachuntersuchung erscheinen. Innerhalb dieses Kollektivs liegt bei 18 Patienten eine gesicherte rheumatoide Arthritis vor, bei den übrigen 5 handelt es sich um Spondylarthritiden. Alle 23 Patienten wurden zu einer Rheumagruppe zusammengefasst.

Folgende Tabelle erteilt Auskunft über die Erkrankungsdauer, das präoperative Larsen-Stadium, den präoperativen Rotatorenmanschettenzustand, die Rheuma-Medikation sowie über das Jahr der Operation und den implantierten Prothesentyp der 23 Patienten der Rheumagruppe:

**Tab. B1: Details der Rheumagruppe (n=23)**

n	Erst-diagnose	Larsen präoperativ	RM-Zustand präoperativ	Rheuma-Medikation	Prothese Jahr der OP
1	1968	III	ausgedünnt, aber formal intakt	Prednisolon 2,5mg Methotrexat 15mg	Aequalis 1998
2	1998	III	Totalruptur	Prednisolon 2,5mg Methotrexat 10mg	Grammont bds. 2002 bzw. 2003
3	1975	V	Totalruptur	Prednisolon 5mg Methotrexat 17,5mg	Grammont 2002
4	1997	V	ausgedünnt, aber formal intakt	Prednisolon 2,5mg Methotrexat 10mg	Grammont 2004
5	2000	III	intakt	Prednisolon 5mg Methotrexat 10mg	Aequalis 2004
6	1975	V	ausgedünnt, aber formal intakt	Prednisolon 2,5mg Methotrexat 10mg	Aequalis 1999
7	1994	II	ausgedünnt, aber formal intakt	Prednisolon 5mg Leflunomid 20mg Methotrexat 15mg	Aequalis 1999
8	1993	III	intakt	Prednisolon 2,5mg Methotrexat 10mg	Copeland 2003
9	1987	III	ausgedünnt, aber formal intakt	Prednisolon 5mg Methotrexat 7,5mg	Aequalis 2001
10	2001	III	intakt	Prednisolon 8mg	Aequalis 2004
11	2002	IV	intakt	Methotrexat 15mg	Aequalis 2003
12	1972	V	Totalruptur	Methotrexat 5mg Etanercept 25mg	Biomet bds. 1993 bzw. 1994
13	1979	II	Totalruptur	Prednisolon 5mg Methotrexat 10mg	Grammont 2004
14	1979	V	Totalruptur	Prednisolon 5mg Etanercept 25mg	Aequalis bds. 1997 bzw. 2004
15	1963	III	ausgedünnt, aber formal intakt	Prednisolon 5mg Methotrexat 20mg	Aequalis 2000
16	1999	II	Totalruptur	Prednisolon 2mg	Grammont 2004
17	1967	IV	ausgedünnt, aber formal intakt	Diclofenac 100mg Oxaceprol 200mg Valoron N 50/4mg	Aequalis 2005
18	1994	III	Totalruptur	Prednisolon 5mg Methotrexat 10mg	Grammont 2004
19	1987	IV	intakt	Prednisolon 5mg Etanercept 25mg	Aequalis 2000
20	1998	IV	ausgedünnt, aber formal intakt	Prednisolon 2,5mg	Aequalis 1999
21	1981	III	Totalruptur	Cloprednol 2,5mg Azathioprin 50mg Methotrexat 10mg	Grammont 2003
22	1980	V	ausgedünnt, aber formal intakt	Prednisolon 5mg Diclofenac 100mg Leflunomid 20mg Methotrexat 15mg	Aequalis 1999
23	1977	IV	Totalruptur	Prednisolon 5mg Methotrexat 25mg	Grammont 2003

**Anmerkungen:**

RM: Rotatorenmanschette, OP: Operation, bds.: beidseits

Aequalis-Prothese: die Patienten 6,7,14 und 20 erhielten eine Hemi-Prothese, die übrigen eine Totalendoprothese

Rheuma-Medikation:

Prednisolon 1x tägl. p.o., Methotrexat 1x wöchentl. i.m., Leflunomid 1x tägl. p.o., Etanercept 2x wöchentl. s.c., Diclofenac 1x tägl. p.o., Oxaceprol 3x tägl. p.o., Valoron N bis max. 600mg/d p.o., Cloprednol 2x tägl. p.o., Azathioprin 2x tägl. p.o.

Der aus 23 Patienten (22 Frauen und 1 Mann) bestehenden Rheumagruppe stehen 22 Kontrollpersonen (21 Frauen und 1 Mann) mit degenerativ-bedingter Omarthrose gegenüber. Letztere wurden soweit möglich bezüglich Alter, Geschlecht, Prothesentyp und follow-up auf die Rheumagruppe abgestimmt.

5 Personen erhielten an beiden Schultergelenken ein Implantat, so dass insgesamt 45 Patienten bzw. 50 Schulterprothesen nachuntersucht wurden, wobei im Falle einer beidseitigen Versorgung jeweils nur eine Seite mit in die Auswertung aufgenommen wurde.

Das Lebensalter zum Zeitpunkt der Operation reichte im Gesamtkollektiv von minimal 27 bis maximal 80 Jahre und betrug durchschnittlich 65 Jahre. Hierbei lag in der Rheumagruppe das Alter bei Operation durchschnittlich bei 62, in der Kontrollgruppe dagegen bei 69 Jahren.

Das Nachuntersuchungsintervall (follow-up) reichte von 6 bis 127 Monate postoperativ und lag im Gesamtkollektiv durchschnittlich bei 28, in der Rheumagruppe bei 38 und in der Kontrollgruppe bei 18 Monaten.

Das Patientengut weist folgende Prothesentypenverteilung auf: bei den 23 Implantaten der Rheumagruppe handelt es sich in 13 Fällen um den Typ Aequalis (4 Hemi- und 9 Totalendprothesen), in 8 Fällen um den Typ Grammont und in jeweils einem Fall um den Typ Biomet bzw. Copeland. Letztere zwei stellten hinsichtlich der Schulterfunktion keine extremen Beobachtungen dar und konnten somit in die Auswertung aufgenommen werden, obgleich diese Prothesentypen innerhalb der Kontrollgruppe nicht vertreten sind.

Von den 22 Patienten der Kontrollgruppe erhielten 13 Patienten eine Totalendprothese vom Typ Aequalis und 9 eine reverse Prothese nach Grammont.

Die Prothesenoperation erfolgte in 98% der Fälle über den deltoideo-pektoralen Zugang, bei den übrigen 2% von antero-lateral.

An zusätzlichen Prozeduren erfolgte bei insgesamt 23 Patienten eine Tenodese der langen Bizepssehne, bei zwei Patientinnen mit rheumatoider Arthritis eine Synovektomie sowie bei weiteren zwei Patientinnen der Rheumagruppe eine Rekonstruktion der Rotatorenmanschette.

#### **4. Datenerhebung**

Für diese Studie wurden von jedem Patienten präoperative, intraoperative und postoperative Daten erhoben. Hierfür wurde der von der Firma Tornier entworfene standardisierte und in englischer Sprache gehaltene Untersuchungsbogen „SHOULDER ARTHROPLASTY – CASE REPORT FORM“ (siehe Anhang S.75) verwendet. Die einzelnen Komponenten der Datenerhebung sollen nun in den folgenden Abschnitten näher erläutert werden.

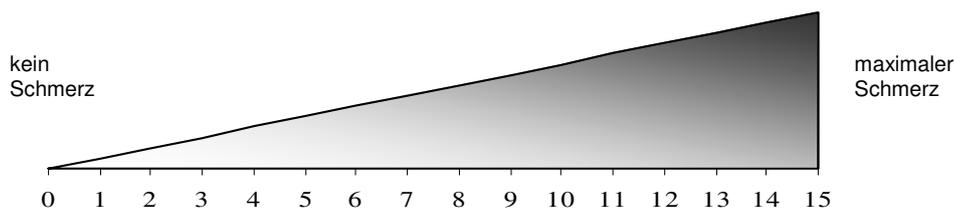
##### **4.1 Constant Score**

Zur Erfassung der Schulterfunktion wurde auf den sogenannten Constant Score (Constant u. Murley 1987; Constant 1991) zurückgegriffen. Dieser Score wird häufig bei Schulterkrankheiten jeglicher Art zur standardisierten, vergleichbaren Beurteilung eingesetzt und ist zudem offizieller Schulterbewertungsmaßstab der European Society for Surgery of the Shoulder and the Elbow (ESSE bzw. SECEC). An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass es für die Bewertung der Schulterfunktion noch zahlreiche andere Scores gibt, die bei dieser Arbeit jedoch keine Verwendung fanden und somit auch nicht näher erläutert werden.

Der Constant Score erfasst zu 35% die subjektive Einschätzung der Schulterfunktion durch den Patienten selbst und zu 65% die objektive Bewertung durch den Untersucher.

Es sind maximal 100 Punkte zu erreichen, die sich aus den Komponenten Schmerz (maximal 15 Punkte bei Schmerzfreiheit), Aktivität (maximal 20 Punkte), Beweglichkeit (maximal 40 Punkte) und Kraft (maximal 25 Punkte) zusammensetzen.

Zur Beschreibung seiner Schmerzen wurde der Patient aufgefordert auf einer visuellen Analogskala von 0 bis 15 seine Schmerzintensität anzukreuzen. Kein Schmerz (0 auf der Analogskala) wurde mit 15 Punkten, maximaler Schmerz (15 auf der Analogskala) mit 0 Punkten bewertet (Abb. B9).



**Abb. B 9: Visuelle Schmerz-Analogskala**

Um die Punktezahl für die Aktivität zu ermitteln wurde jeder Patient befragt, inwieweit er im Beruf bzw. Alltag, in der Freizeit, beim Schlafen und bei Tätigkeiten mit der Hand bzw. dem Arm eingeschränkt war (siehe Tab. B2).

**Tab. B2: Punkteverteilung für die Komponente Aktivität (subjektive Parameter)**

<b>Aktivität</b>		<b>Punkte</b>
Beruf/Alltag	Nicht eingeschränkt	4
	Weniger als zur Hälfte eingeschränkt	3
	Zur Hälfte eingeschränkt	2
	Mehr als zur Hälfte eingeschränkt	1
	Vollständig eingeschränkt	0
Freizeit	Nicht eingeschränkt	4
	Weniger als zur Hälfte eingeschränkt	3
	Zur Hälfte eingeschränkt	2
	Mehr als zur Hälfte eingeschränkt	1
	Vollständig eingeschränkt	0
Schlaf	Ungestört	2
	Gelegentliches Aufwachen	1
	Stark gestört	0
Mögliche Arbeitshöhe	Über den Kopf	10
	Scheitelhöhe	8
	Nackenhöhe	6
	Brusthöhe	4
	Gürtelhöhe	2
<b>Maximal</b>		<b>20</b>

Die Komponenten Schmerz und Aktivität zählen zu den subjektiven Parametern des Constant Scores. Im Gegensatz dazu werden die schmerzfremde Beweglichkeit und die Kraft objektiv erfasst.

Die Beweglichkeit setzt sich aus Werten für die schmerzfremde Anteversion (Flexion), Abduktion, Außenrotation und Innenrotation zusammen. Für jeden einzelnen Parameter können maximal 10 Punkte erreicht werden, so dass sich insgesamt ein Maximum von 40 Punkten ergibt (vgl. Tab. B3).

**Tab. B3: Punkteverteilung für die Komponente Beweglichkeit  
(objektive Parameter)**

<b>Beweglichkeit</b>		<b>Punkte</b>
Schmerzfremie Anteversion	0° - 30°	0
	31° - 60°	2
	61° - 90°	4
	91° - 120°	6
	121° - 150°	8
	151° - 180°	10
Schmerzfremie Abduktion	0° - 30°	0
	31° - 60°	2
	61° - 90°	4
	91° - 120°	6
	121° - 150°	8
	151° - 180°	10
Schmerzfremie Außenrotation	Hand im Nacken, Ellbogen vorne	2
	Hand auf Scheitel, Ellbogen vorne	4
	Hand im Nacken, Ellbogen seitlich	6
	Hand auf Scheitel, Ellbogen seitlich	8
	Hand über Kopf, Ellbogen seitlich	10
Schmerzfremie Innenrotation	Handrücken bis Oberschenkelaußenseite	0
	Handrücken bis Gesäß	2
	Handrücken bis lumbosakralen Übergang	4
	Handrücken bis Gürtellinie	6
	Handrücken bis Th 12	8
	Handrücken bis zwischen Schulterblätter	10
<b>Maximal</b>		<b>40</b>

Die Kraft kann auf verschiedene Weise bestimmt werden und stellt somit einen kritischen Punkt in der Vergleichbarkeit der Werte dar. Für diese Studie wurde sie mit Hilfe eines Kraftmessers (Modell: ISOBEX Muskelkraftanalysegerät) in 90° Abduktion in der Skapularebene (30° Anteversion) in sitzender Position bestimmt (siehe Abb. B10).



**Abb. B10: Position für die Kraftmessung (Gohlke u. Hedtmann 2002)**

Dabei wurde für jedes erreichte Pfund ein Punkt vergeben. Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt definitionsgemäß 25 Punkte, was einem Kraftwert von 12,5 kg entspricht. Da der Patient für die Gültigkeit der Messung die oben beschriebene Armhaltung einnehmen muss, wurden bei eingeschränkter Beweglichkeit (Abduktion < 90°) für diesen Teil des Scores Null Punkte vergeben. An dieser Stelle sei erwähnt, dass in einer Studie von Böhm et al. (1997) bei schultergesunden Frauen eine durchschnittliche Kraft von 4,8 kg und bei schultergesunden Männern von 9,2 kg gemessen wurde. Daraus folgt, dass der Maximalwert von 12,5 kg auch bei vollkommen normaler Schulterfunktion nicht erreicht werden kann, was den eigentlichen Schwachpunkt des Constant Scores darstellt. Dieselbe Studie ergab zusätzlich, dass die Kraft sowohl bei Männern als auch bei Frauen mit zunehmendem Lebensalter erheblich abnimmt. Aus diesem Grund wurden bei der Datenerhebung die Absolutwerte des Constant Scores in die von Gerber (1992) angegebenen relativen, d.h. alters- und geschlechtsadaptierten Werte umgerechnet. Der jeweils bestimmte absolute Punktwert des Scores wird dabei analog zu Tabelle B4 in einen Prozentwert umgerechnet. Erreicht eine 65 jährige Frau beispielsweise einen Rohwert von 62 Punkten entspricht dies einem alters- und geschlechtsadaptierten Wert von 89%, da der Durchschnittswert für gleichaltrige Frauen bei 70 Punkten liegt.

**Tab. B4: Alters-und geschlechtsadaptierte Werte des Constant Scores (relative Werte)**

Alter	Ø Punktwert Frauen	Ø Punktwert Männer
20-30	97	98
31-40	90	93
41-50	80	92
51-60	73	90
61-70	70	83
71-80	69	75
81-90	64	66
91-100	52	56

#### **4.2. Präoperative Daten**

Um die Schulterfunktion vor der Prothesenimplantation beurteilen zu können, wurde der präoperative Constant Score Wert anhand der Krankenblätter des

jeweiligen stationären Aufenthaltes sowie in Zusammenhang mit der Patientenbefragung bestimmt. Hier muss angemerkt werden, dass der präoperative Kraftwert in nahezu keinem Fall dokumentiert war, so dass er im nachhinein erfragt werden musste.

Außerdem wurde anhand bildgebender Verfahren (Sonographie und/oder Kernspintomographie) der präoperative Zustand der Rotatorenmanschette ermittelt.

Im Falle der 23 Patienten der Rheumagruppe wurde zudem die Dauer der Erkrankung erfragt und anhand der präoperativen Röntgenaufnahmen (vgl. Abb. B11) das Ausmaß der rheumatischen Gelenkdestruktion bestimmt. Es wurde dabei auf die Klassifikation nach Larsen et al. (1977) zurückgegriffen:

**Tab. B5: Präoperatives Larsenstadium der 23 Rheuma-Patienten**

<b>Larsenstadium</b>	<b>Anzahl der Patienten</b>	<b>Angabe in %</b>
II	3	13
III	9	39
IV	5	22
V	6	26
Gesamt	23	100

Generell ist ab Stadium III ein operativer Eingriff indiziert (Habermeier 2002; Schill et al. 2002; Hedtmann u. Werner 2007). Da jedoch diese Einteilung die Weichteilsituation, d. h. den Zustand der Rotatorenmanschette nicht berücksichtigt, kann in Einzelfällen auch in früheren Larsen-Stadien eine Operation sinnvoll bzw. nötig sein.



**Abb. B11: Präoperative Röntgenaufnahme einer Rheumapatientin unseres Kollektivs (linke Schulter a.p. und axial). Es liegt ein Larsen-Stadium IV bis V vor.**

### **4.3 Intraoperative Daten**

Der Operationsbericht jedes einzelnen Patienten informierte über den Zugangsweg zum Operationsgebiet sowie über Art und Größe der implantierten Komponenten. Außerdem wurde darin dokumentiert, ob zusätzlich etwa eine Tenodese der langen Bizepssehne oder eine Rekonstruktion der Rotatorenmanschette durchgeführt wurde.

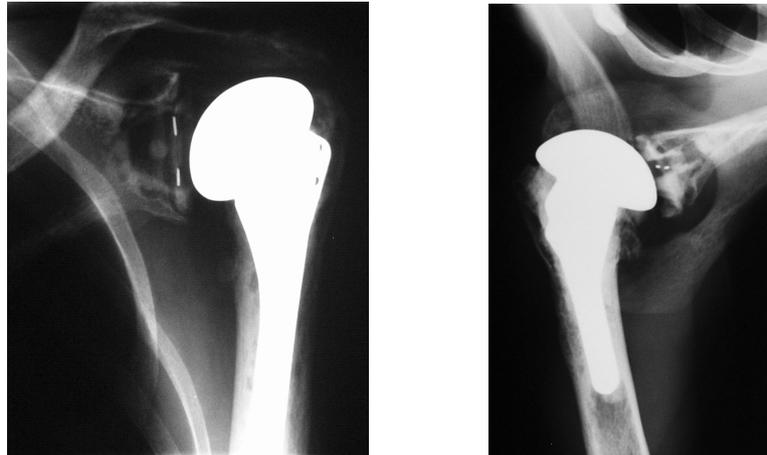
### **4.4. Postoperative Daten**

#### **4.4.1 Klinische Nachuntersuchung**

Die Patienten wurden im Rahmen dieser Studie 6 bis 127 Monate (Durchschnitt: 28 Monate) nach der endoprothetischen Versorgung zu einer Kontrolluntersuchung einbestellt. Dabei wurden wie bereits bei der präoperativen Datenerhebung der Constant Score und wichtige alltägliche Schulterfunktionen erfasst. Des Weiteren wurde erhoben, inwieweit im postoperativen Verlauf Komplikationen auftraten und wie lange es nach Meinung des Patienten dauerte, bis die bei der Nachuntersuchung vorhandene Schulterfunktion erreicht war. Von großem Interesse war außerdem die subjektive Zufriedenheit der Patienten mit dem Operationsergebnis.

#### 4.4.2 Radiologische Kontrolle

Um den aktuellen Zustand der Prothese zu beurteilen wurde die Schulter zusätzlich zur klinischen Nachuntersuchung in zwei Ebenen (a.p. und axilär) geröntgt.



**Abb. B12: Röntgenaufnahme der Rheumapatientin von Abb. B11 bei Nachuntersuchung: Aequalis-Prothese (linke Schulter a.p. und axilär)**

Dabei wurde die Position des Implantats beurteilt und dokumentiert, ob bereits Lockerungszeichen in Form von Lysesäumen um die einzelnen Komponenten vorlagen.

Im Falle der inversen Prothesen nach Grammont wurden die Röntgenaufnahmen zusätzlich auf das Vorhandensein einer Einkerbung am unteren Teil des Skapulahalses überprüft. Dieses Phänomen, auch „inferiores Notching“ genannt, ist bei diesem Prothesentyp kein ungewöhnlicher radiologischer Befund und entsteht durch den mechanischen Kontakt des humeralen Polyethylen-Aufsatzes mit dem unteren Glenoidpol während der Adduktion des Armes (Sirveaux et al. 2001; Sirveaux et al. 2004; Nyffeler et al. 2005; Boileau et al. 2006). Hierbei wurde auf die Einteilung nach Sirveaux et al. (2001) zurückgegriffen:

**Tab. B6: Gradeinteilung des inferioren Notchings nach Sirveaux et al. (2001)**

<b>Grad</b>	<b>Ausdehnung des inferioren Notchings</b>
0	Kein Anhalt für ein inferiores Notching
1	Kleine Kerbe unterhalb der unteren Schraube des Metaglène
2	Mittelgroße Kerbe, welche bis an die untere Schraube des Metaglène heranreicht
3	Große Kerbe, welche über die untere Schraube des Metaglène hinausreicht

## **5. Statistik**

### **5.1 Hilfsmittel**

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programm SPSS 14.0 für Windows, wobei Hilfe vom Institut für Mathematik und Statistik der Universität Würzburg in Anspruch genommen wurde. Wie bereits erwähnt, erhielten 5 der 45 Patienten an beiden Seiten ein Implantat, so dass insgesamt 50 Schultern nachuntersucht wurden. Da jedoch zwei Schulterprothesen an einer Person abhängige Variablen darstellen, die den Mittelwert verfälschen, wurden von diesen 5 Patienten jeweils nur die Daten einer per Zufall ausgewählten Seite (rechts oder links) in die Auswertung aufgenommen.

### **5.2 Statistische Testverfahren**

Da bei den erhobenen Daten keine Normalverteilung vorlag, wurden zur Prüfung der statistischen Signifikanz ausschließlich die im Folgenden näher erläuterten sog. nichtparametrischen Testverfahren angewandt. Das übliche Signifikanzniveau von  $p = 0,05$  wurde zugrundegelegt.

#### **5.2.1 Mann-Whitney-U-Test**

Dieser Test prüft, ob die beiden miteinander zu vergleichenden Stichproben von Messwerten aus Grundgesamtheiten mit identischen Verteilungen und Medianwerten stammen. Wird der Mann-Whitney-U-Test signifikant, ist daher davon auszugehen, dass sich die Mediane der jeweiligen Grundgesamtheiten unterscheiden.

Dieser Test kann durchgeführt werden, wenn die beiden Stichproben unabhängig voneinander sind, d. h., wenn aus den Werten der einen Stichprobe nicht auf die Werte der anderen Stichprobe geschlossen werden kann.

### **5.2.2 Wilcoxon-Test**

Ähnlich wie der Mann-Whitney-U-Test überprüft auch der Wilcoxon-Test, ob sich zwei Stichproben in ihrer zentralen Tendenz unterscheiden.

Der wesentliche Unterschied besteht jedoch darin, dass hier zwei abhängige Stichproben miteinander verglichen werden dürfen.

### **5.2.3 Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman**

Mittels Bestimmung des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman lässt sich herausfinden, welcher Zusammenhang zwischen zwei nicht normalverteilten Variablen besteht. Dieser Test ist robust gegenüber Ausreißern und auch für nichtlineare Zusammenhänge verwendbar. Im Falle einer linearen Korrelation streuen die Daten im Streudiagramm um eine Gerade. Es wird hierbei auch die Signifikanz des Zusammenhangs berechnet.

### **5.2.4 Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest**

Anhand dieses Testverfahrens wird der statistische Zusammenhang zweier kategorialer Merkmale X und Y untersucht. Es soll dabei geprüft werden, ob die beiden Variablen voneinander unabhängig sind. Die Frage nach der Signifikanz des Zusammenhangs wird ebenso beantwortet.

## **C. Ergebnisse**

### **1. Rheumagruppe (R)**

#### **1.1 Constant Score (CS) Ergebnisse**

In diesem Abschnitt sollen zunächst die Constant Score Ergebnisse der 23 Rheuma-Patienten aufgeführt werden. Diese und weitere Parameter werden dann im weiteren Verlauf mit den Ergebnissen der 22 Personen umfassenden Kontrollgruppe ausführlich verglichen.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Rheumagruppe hinsichtlich des Alters und der Erkrankungsdauer zum Zeitpunkt der Operation sowie der Prothesentypversorgung ein sehr heterogenes Kollektiv darstellt. Aus diesem Grund weisen die in dieser Arbeit präsentierten Daten lediglich daraufhin, mit welchem Ergebnis ein an rheumatoider Omarthritis bzw. entzündlicher Omarthrose erkrankter Patient nach Versorgung mit einer Schulterendoprothese durchschnittlich rechnen kann. Im jeweiligen Einzelfall sind jedoch erhebliche Variationen möglich.

Wie bereits erläutert erhielten von den 23 Rheuma-Patienten (22 Frauen, 1 Mann) 13 Patienten eine Aequalis-Prothese (9 Total- und 4 Hemiprothesen), 8 eine Grammontprothese und jeweils eine Person einen Copeland-Oberflächenersatz bzw. eine bipolare Biomet-Prothese.

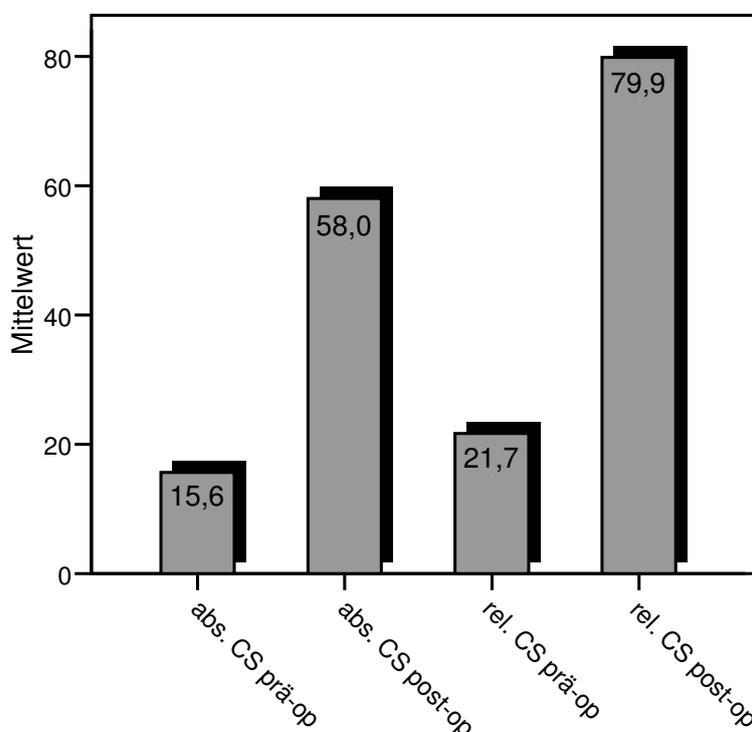
Insgesamt weist diese Gruppe bezüglich der absoluten sowie relativen (alters- und geschlechtsadaptierten) Constant Score Werte im Mittel folgende prä- und postoperative Ergebnisse auf:

**Tab. C1: Absolute und relative Constant Score Werte für die Rheumagruppe vor (prä-op) und nach (post-op) Operation**

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
absoluter Constant Score prä-op	23	2	26	15,65	6,386
absoluter Constant Score post-op	23	28	83	58,04	15,798
relativer Constant Score prä-op	23	2	36	21,70	9,192
relativer Constant Score post-op	23	40	116	79,87	21,113

Anmerkung: Die relativen Werte sind Prozentangaben

Bei der untersuchten Rheumagruppe lässt sich eine durchschnittliche Steigerung des absoluten Constant Scores um ca. 42 Punkte beobachten. Dies spiegelt sich auch im relativen, d.h. alters- und geschlechtsadaptierten, Score wieder. So hatten die Patienten mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis im Vergleich zu gleichaltrigen und gleichgeschlechtlichen Gesunden vor der Operation im Mittel nur einen Score von 21,7% aufzuweisen, wohingegen sich postoperativ mit einem durchschnittlichen Wert von 79,9% eine deutliche Verbesserung zeigte. Somit profitierten diese insgesamt gesehen sehr von der Versorgung ihres zerstörten Gelenks mit einer Endoprothese, wobei eine große interindividuelle Variationsbreite vorliegt. So wurde postoperativ im schlechtesten Fall nur ein relativer Score Wert von 40% erreicht, während im besten Fall mit 116% ein sehr erfreuliches Ergebnis erzielt wurde. Hierdurch wird deutlich, inwiefern der Erfolg endoprothetischer Maßnahmen von der individuellen Situation des jeweiligen Patienten abhängt. Die durchschnittliche Verbesserung der Schulterfunktion in der Rheumagruppe wird zusätzlich anhand folgender graphischer Darstellung veranschaulicht:



**Diagramm C1: Absolute (abs.) und relative (rel.) Werte des Constant Scores (CS) der 23 Patienten der Rheumagruppe vor (prä-op) sowie nach (post-op) Operation**

Anmerkung: Die relativen Werte sind Prozentangaben

Neben den Gesamtwerten des Constant Scores sollen nun zusätzlich die Ergebnisse der einzelnen Score-Komponenten (Schmerz, Aktivität, Beweglichkeit, Kraft) dieser 23 Patienten aufgeführt werden (vgl. Tab. C2).

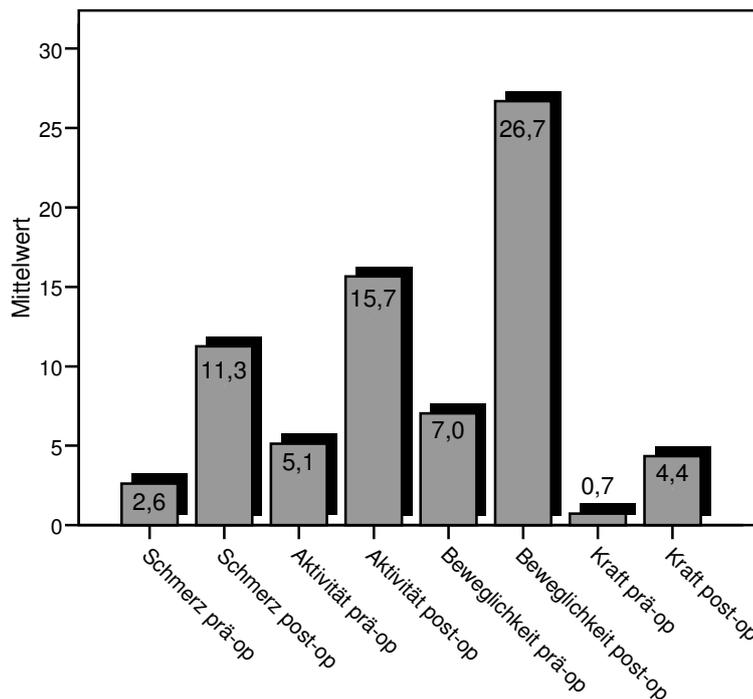
**Tab. C2: Prä- und postoperative Constant Score Komponenten in der Rheumagruppe**

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Schmerz prä-op	23	0	5	2,61	2,083
Schmerz post-op	23	5	15	11,26	2,508
Aktivität prä-op	23	0	9	5,13	2,262
Aktivität post-op	23	7	20	15,65	4,018
Beweglichkeit prä-op	23	0	12	7,04	4,084
Beweglichkeit post-op	23	8	40	26,70	9,641
Kraft prä-op	23	0	2	,74	,864
Kraft post-op	23	0	8	4,35	2,656

Betrachtet man zunächst die präoperativen Minimalwerte der einzelnen Score-Bestandteile, so fällt auf, dass diese im Extremfall jeweils den Wert Null einnahmen und somit auf stärkste Schulterfunktionsdefizite hinweisen. Auch die präoperativen Maximalwerte verdeutlichen eine starke Einschränkung.

Nach der Operation wurden für die drei Komponenten Schmerz, Aktivität und Beweglichkeit im Idealfall die Maximalwerte 15, 20 bzw. 40 erreicht. Der Kraftwert betrug dagegen höchstens 8 Punkte, was nur 32% der maximal zu erzielenden Punktzahl entspricht.

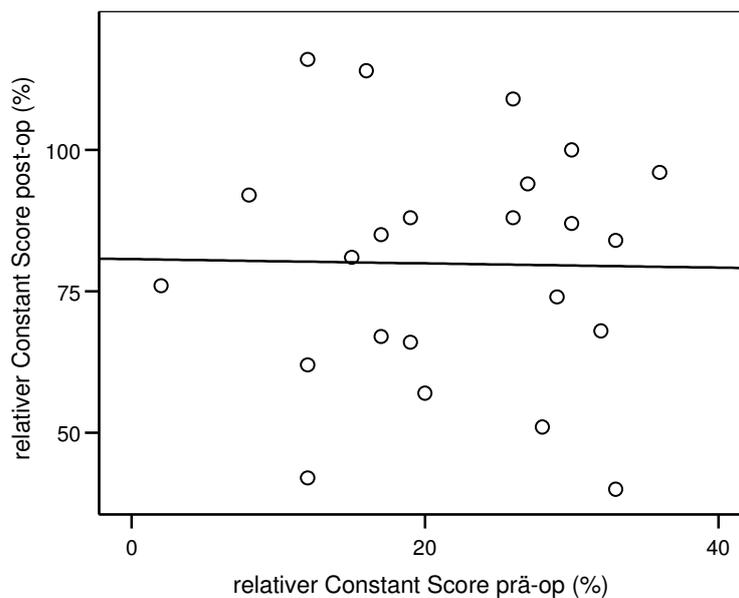
Verglichen mit der Situation vor der Prothesenversorgung kam es postoperativ im Mittel für jede Score-Komponente zu erheblichen Steigerungen. Die vier postoperativen Mittelwerte für die einzelnen Komponenten reichten jedoch unterschiedlich nahe an die möglichen Maximalwerte heran. Was den Schmerz betrifft, wurden nach der Operation mit etwa 11 Punkten durchschnittlich 75% des Höchstwertes von 15 Punkten erreicht. Der Mittelwert für die postoperative Aktivität machte hierbei 78% des Maximalwertes aus, wohingegen bei der Schultermobilität im Mittel 67% des maximalen Bewegungsausmaßes erzielt wurden. Innerhalb der postoperativen Kraft-Komponente entsprach der Mittelwert mit etwa 4 Punkten nur 17% des möglichen Maximalwertes von 25 Punkten (vgl. Diagramm C2).



**Diagramm C2: Prä- und postoperative Mittelwerte der Komponenten des Constant Scores in der Rheumagruppe**

### 1.2 Korrelation zwischen prä- und postoperativem Score

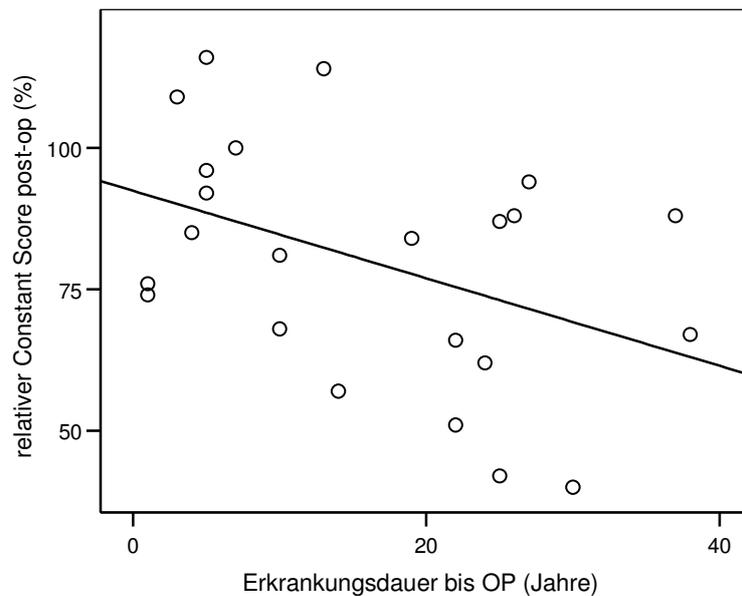
Mit Hilfe des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman (Spearman Rho) wurde nun innerhalb der Rheumagruppe der Zusammenhang zwischen prä- und postoperativem Constant Score untersucht. Die Signifikanz dieses Zusammenhangs wurde ebenfalls bestimmt. Das Testverfahren ergab dabei einen Spearman Rho Wert von -0,015 und einen p-Wert von 0,946. Es besteht also keine lineare Korrelation zwischen beiden Variablen. Dies bedeutet, dass ein niedriger präoperativer Constant Score Wert nicht zwingend eine schlechte postoperative Schulterfunktion bedingte und umgekehrt. Diese Tatsache ist in folgendem Streudiagramm nochmals veranschaulicht:



**Diagramm C3: Korrelation zwischen prä- und postoperativem Constant Score**

### 1.3 Korrelation zwischen Erkrankungsdauer und postoperativem Score

Um zu klären, inwieweit die Erkrankungsdauer der rheumatoiden Arthritis den postoperativen Constant Score Wert beeinflusste, wurde wiederum auf den Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman zurückgegriffen. Hierbei berechnete sich ein Wert von  $-0,357$  bei einer Signifikanz von  $0,095$ . Auch hier besteht also kein linearer Zusammenhang. Betrachtet man das entsprechende Streudiagramm, so liegt zwar keine lineare Streuung um eine Gerade vor, es lässt sich aber trotzdem die Tendenz eines Zusammenhangs erkennen, da die Ecken leer sind und somit Ausreißer fehlen. Dies spricht dafür, dass bei geringerer Erkrankungsdauer eher höhere postoperative Constant Score Werte erzielt wurden und umgekehrt (vgl. Diagramm C4).



**Diagramm C4: Korrelation zwischen Erkrankungsdauer und postoperativem Constant Score**

#### **1.4 Korrelation zwischen präoperativem Zustand der Rotatorenmanchette und postoperativem Score**

Mittels des Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstests wird nun überprüft, ob der präoperative Zustand der Rotatorenmanchette (RM) einen Einfluss auf den postoperativen Constant Score Wert hatte. Präoperativ war die RM bei 5 Patienten intakt, bei 9 ausgedünnt, aber formal intakt und bei den übrigen 9 komplett rupturiert. Bei letzteren wurde in zwei Fällen eine RM-Rekonstruktion vorgenommen. Für dieses Testverfahren wurde der relative postoperative Constant Score in die Kategorien 40-60%, 60-80%, 80-100% und >100% eingeteilt (siehe Tab. C3).

Hierbei ergab sich ein p-Wert von 0,399. Dies bedeutet, dass der bei Nachuntersuchung erzielte Constant Score Wert nicht signifikant vom präoperativen Zustand der Rotatorenmanchette abhing. Im Einzelfall bedingte also eine schlechte präoperative RM-Situation nicht immer auch ein schlechtes postoperatives Constant Score Ergebnis.

**Tab. C3: Korrelation zwischen präoperativem RM-Zustand und postoperativem Constant Score (in %)**

		Kategorien für post-op-Score				Gesamt
		40-60	60-80	80-100	>100	
Rotatoren- manschette	RM intakt	0	1	2	2	5
	RM ausgedünnt	1	4	4	0	9
	RM-Totalruptur	2	2	4	1	9
Gesamt		3	7	10	3	23

## 2. Vergleich: Rheumagruppe (R) – Kontrollgruppe (K)

Nachdem bereits die Constant-Score-Ergebnisse der Rheumatiker dargelegt wurden, soll nun ein Vergleich dieser und weiterer Parameter mit den jeweiligen Ergebnissen des Kontrollkollektivs erfolgen.

### 2.1 Constant Score präoperativ

Im Vergleich beider Gruppen wurde zunächst untersucht, ob sich die jeweiligen präoperativen Constant Scores signifikant voneinander unterscheiden. Hierfür wurde auf den relativen, d.h. alters- und geschlechtsadaptierten, Score zurückgegriffen. Dieser betrug vor der Operation in der Rheumagruppe durchschnittlich 21,7%, in der Kontrollgruppe dagegen 28,7%. Zusammen mit dem absoluten präoperativen Score ist dies in folgender Tabelle aufgeführt:

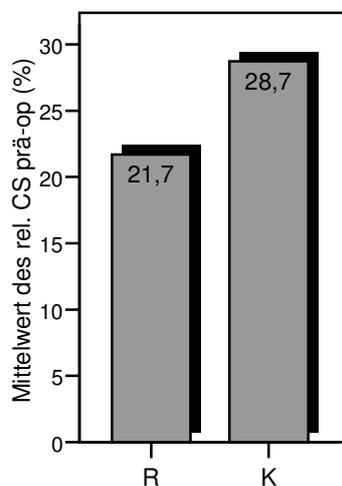
**Tab. C4: Präoperativer Constant Score für die Rheuma- und Kontrollgruppe**

Gruppe		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Rheumagruppe	absoluter Constant Score prä-op	23	2	26	15,65	6,386
	relativer Constant Score prä-op	23	2	36	21,70	9,192
Kontrollgruppe	absoluter Constant Score prä-op	22	8	35	20,41	6,231
	relativer Constant Score prä-op	22	12	44	28,73	7,772

Anmerkung: Die relativen Werte sind Prozentangaben

Mit einem p-Wert von 0,015 ergab der durchgeführte Mann-Whitney-U-Test einen signifikanten Unterschied für den relativen präoperativen Constant Score zwischen den beiden Gruppen. Dies bedeutet, dass die Kontrollgruppe

präoperativ eine signifikant bessere Schulterfunktion aufwies als die Rheumagruppe (vgl. Diagramm C5).



**Diagramm C5: Relativer Constant Score vor Operation für die Rheumagruppe (R) und die Kontrollgruppe (K) im Vergleich**

## **2.2 Wirkung der Prothesenoperation (CS-Steigerung)**

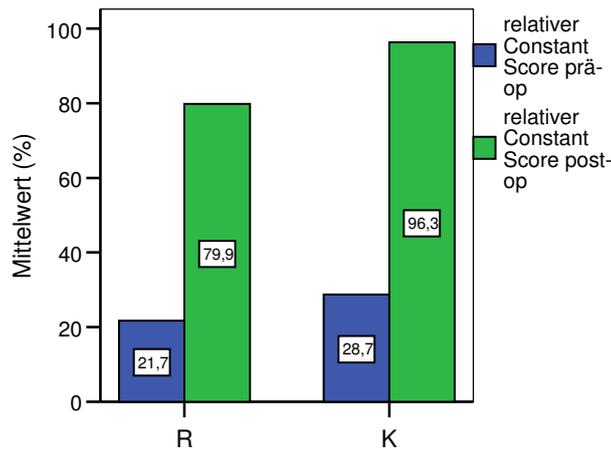
Sowohl in der Rheumagruppe (R) als auch in der Kontrollgruppe (K) kam es nach der Operation im Vergleich zur präoperativen Situation zu Verbesserungen im Constant Score. So verbesserten sich die 23 Rheumapatienten bezüglich des relativen Scores von 21,7% auf 79,9%, wohingegen die 22 Kontrollpersonen eine durchschnittliche Steigerung von 28,7% auf 96,3% aufwiesen. Mit einem p-Wert  $< 0.001$  kam es in beiden Gruppen durch die Operation somit zu einer hochsignifikanten Schulterfunktionsverbesserung (vgl. Tab. C5).

**Tab. C5: Verbesserung im Constant Score durch die Operation für beide Kollektive**

Gruppe		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Rheumagruppe	absoluter Constant Score prä-op	23	2	26	15,65	6,386
	absoluter Constant Score post-op	23	28	83	58,04	15,798
	relativer Constant Score prä-op	23	2	36	21,70	9,192
	relativer Constant Score post-op	23	40	116	79,87	21,113
Kontrollgruppe	absoluter Constant Score prä-op	22	8	35	20,41	6,231
	absoluter Constant Score post-op	22	47	90	68,59	10,112
	relativer Constant Score prä-op	22	12	44	28,73	7,772
	relativer Constant Score post-op	22	68	130	96,32	15,028

Anmerkung: Die relativen Werte sind Prozentangaben

Bei der Auswertung der Daten war nun zusätzlich von Interesse, ob hinsichtlich der Intensität der Funktionsverbesserung bzw. der Steigerung des Constant Score durch die Operation ein Unterschied zwischen R und K vorlag. Hierfür wurde zunächst die Differenz aus prä- und postoperativem relativem Score gebildet. Betrachtet man obige Tabelle so liegt diese für R bei etwa 58 sowie für K bei etwa 67. Das anschließend durchgeführte statistische Testverfahren nach Wilcoxon ergab mit einem p-Wert von 0,12 keinen signifikanten Unterschied für die Verbesserung des relativen Scores durch die Operation. Hierbei lässt sich also feststellen, dass die Rheumagruppe vor und nach der Operation insgesamt gesehen schlechtere Werte aufwies als die Kontrollgruppe, wohingegen die Steigerung an sich keinen deutlichen Unterschied zu K aufwies (vgl. Diagramm C6).



**Diagramm C6: Relative Constant Scores der Rheuma (R)- und Kontrollgruppe (K) im Vergleich (prä- und postoperativ)**

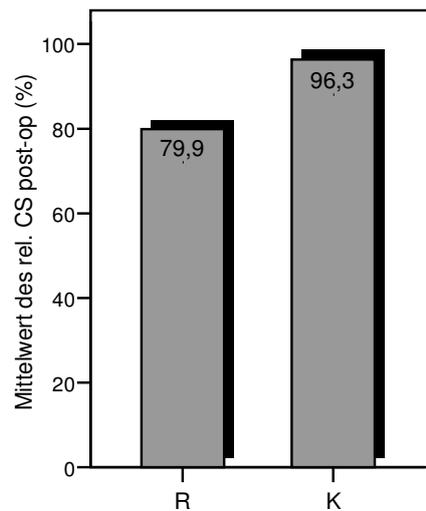
### 2.3 Constant Score postoperativ

In diesem Abschnitt soll nun der relative postoperative Constant Score zwischen R und K verglichen werden. Der Mittelwert für diesen betrug in der Rheumagruppe 79,9%, in der Kontrollgruppe dagegen 96,3% (vgl. Tab. C6).

**Tab. C6: Relativer postoperativer Constant Score (in %) für beide Gruppen**

Gruppe		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Rheumagruppe	relativer Constant Score post-op	23	40	116	79,87	21,113
Kontrollgruppe	relativer Constant Score post-op	22	68	130	96,32	15,028

Führt man für diese Werte wiederum den Mann-Whitney-U-Test durch, so ergibt sich ein p-Wert von 0,007. Dies bedeutet, dass sich nach der Prothesenversorgung die relativen Scores zwischen R und K signifikant unterscheiden. Somit weisen die Kontrollpersonen bei ausschließlicher Betrachtung dieser Werte deutlich bessere Ergebnisse auf als die Patienten der Rheumagruppe (vgl. Diagramm C7).



**Diagramm C7: Relativer Constant Score nach Operation für die Rheumagruppe (R) und die Kontrollgruppe (K) im Vergleich**

## 2.4 Komponenten des Constant Scores

Nachdem bereits der prä- und postoperative Gesamt-Score der Rheumagruppe (R) und der Kontrollgruppe (K) miteinander verglichen wurde, sollen nun die 4 Score- Komponenten Schmerz, Aktivität, Beweglichkeit und Kraft für beide Kollektive näher betrachtet werden. Während beim Gesamt-Score auf die in Prozent angegebenen relativen Werte zurückgegriffen wurde, liegen bei den einzelnen Score-Komponenten jeweils nur Absolutwerte vor.

Dabei lassen sich sowohl für R als auch für K durch die Operation innerhalb jeder Score-Komponente Verbesserungen feststellen. Zudem fällt auf, dass bei der Kontrollgruppe für jede Komponente vor sowie nach Prothesenversorgung höhere Mittelwerte erreicht wurden. Die jeweiligen Unterschiede zur Rheumagruppe variieren jedoch deutlich. So beträgt beispielsweise der postoperative Aktivitäts- und Beweglichkeitswert bei K jeweils ca. 5 Punkte mehr als bei R, die postoperativen Kraftwerte dagegen unterscheiden sich nur um ca. 2 Dezimalstellen. Hinsichtlich des Schmerzes erreichten die Kontrollpersonen postoperativ durchschnittlich ca. 1 Punkt mehr als die Rheumapatienten.

Erfreulich ist außerdem, dass nach der Operation innerhalb beider Kollektive für die Komponenten Schmerz, Aktivität und Beweglichkeit zum Teil die jeweiligen

Maximalwerte von 15, 20, bzw. 40 Punkten erreicht werden konnten. Bezüglich der postoperativen Kraft lagen dagegen bei R höchstens 8 und bei K höchstens 10 Punkte vor. Kein Patient erzielte somit die Maximalpunktzahl von 25.

**Tab. C7: Constant Score Komponenten: Rheumagruppe – Kontrollgruppe**

Gruppe		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Rheumagruppe	Schmerz prä-op	23	0	5	2,61	2,083
	Schmerz post-op	23	5	15	11,26	2,508
	Aktivität prä-op	23	0	9	5,13	2,262
	Aktivität post-op	23	7	20	15,65	4,018
	Beweglichkeit prä-op	23	0	12	7,04	4,084
	Beweglichkeit post-op	23	8	40	26,70	9,641
	Kraft prä-op	23	0	2	,74	,864
	Kraft post-op	23	0	8	4,35	2,656
Kontrollgruppe	Schmerz prä-op	22	0	6	3,64	1,733
	Schmerz post-op	22	8	15	12,50	2,445
	Aktivität prä-op	22	4	8	5,73	1,077
	Aktivität post-op	22	10	20	18,36	2,498
	Beweglichkeit prä-op	22	2	18	9,82	3,699
	Beweglichkeit post-op	22	22	40	32,45	5,012
	Kraft prä-op	22	0	4	1,23	1,307
	Kraft post-op	22	0	10	4,59	2,323

## 2.5 Beweglichkeit

Hinsichtlich der Beweglichkeit verbesserte sich innerhalb der Rheumagruppe die aktive anteriore Elevation (aktive Flexion) durch die Operation im Mittel von 57,6° auf 129,1° (Steigerung um 71,5°) sowie die passive anteriore Elevation (passive Flexion) von 84,1° auf 137,4° (Steigerung um 53,3°). Im Gegensatz dazu konnte die Kontrollgruppe sowohl prä- als auch postoperativ den Arm weiter flektieren. Die aktive anteriore Elevation steigerte sich hierbei durchschnittlich um 69,1° (von 80,0° auf 149,1°) und die passive anteriore Elevation um 53,9° (von 102,5° auf 156,4°).

Bei der aktiven Außenrotation aus 0° Abduktion sind die Unterschiede zwischen beiden Kollektiven weniger stark ausgeprägt. So erreichte die Rheumagruppe diesbezüglich präoperativ durchschnittlich 16,3° und postoperativ 44,8° (Steigerung um 28,5°). Die Kontrollgruppe konnte die aktive Außenrotation aus

0° Abduktion durch die Operation im Mittel von 19,3° auf 44,1° verbessern (Steigerung um 24,8°).

**Tab. C8: Beweglichkeit für beide Gruppen im Vergleich**

Gruppe		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung	
Rheumagruppe	Aktive anteriore Elevation prä-op	23	0	100	57,61	33,093	
	Aktive anteriore Elevation post-op	23	50	180	129,13	38,009	
	Passive anteriore Elevation prä-op	23	5	160	84,13	38,217	
	Passive anteriore Elevation post-op	23	70	180	137,39	33,469	
	Aktive Außenrotation (0°) prä-op	23	0	40	16,30	13,418	
	Aktive Außenrotation (0°) post-op	23	20	90	44,78	19,393	
	Kontrollgruppe	Aktive anteriore Elevation prä-op	22	30	120	80,00	22,414
		Aktive anteriore Elevation post-op	22	90	170	149,09	24,671
Passive anteriore Elevation prä-op		22	60	170	102,50	27,592	
Passive anteriore Elevation post-op		22	100	180	156,36	20,827	
Aktive Außenrotation (0°) prä-op		22	0	40	19,32	10,035	
Aktive Außenrotation (0°) post-op		22	20	70	44,09	13,942	

Anmerkung: Minimum, Maximum und Mittelwert sind jeweils in Winkelgraden angegeben

Auch an dieser Stelle sei wiederum angemerkt, dass in beiden Gruppen starke interindividuelle Schwankungen vorliegen, was durch die Angabe der Minimal- und Maximalwerte (siehe Tab. C8) zusätzlich verdeutlicht wird. So wird z. T. nach Operation das maximal mögliche Bewegungsausmaß erreicht, wohingegen in anderen Fällen nur geringe oder überhaupt keine Verbesserungen eintreten.

## **2.6 Dauer bis zum Erreichen des Zustands zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung**

Alle Patienten sollten bei ihrer Nachuntersuchung in Monaten angeben, wie lange es ihrer Meinung nach postoperativ dauerte, bis bezüglich der

Schulterfunktion der jeweilige Zustand erreicht wurde, der auch zum Nachuntersuchungszeitpunkt beobachtet werden konnte.

Den subjektiven Angaben zufolge dauerte es durchschnittlich sowohl bei den Rheuma-Patienten als auch bei den Kontrollpersonen ca. 5 Monate bis sich dieser Zustand einstellte. Interindividuell variierte dies jedoch erheblich. So vergingen in der Rheumagruppe im Minimalfall nur 2, im Maximalfall dagegen 12 Monate bis der entsprechende Zustand erreicht war. Demgegenüber liegt hierfür innerhalb der Kontrollgruppe ein Minimalwert von 3 und ein Maximalwert von 9 Monaten vor (vgl. Tab. C9).

**Tab. C9: Dauer bis zum Erreichen des bei Nachuntersuchung vorliegenden Schulterfunktionszustands für beide Gruppen im Vergleich**

Gruppe		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Rheumagruppe	Dauer bis zum Erreichen des Zustandes bei Untersuchung (Monate)	23	2	12	5,13	3,050
Kontrollgruppe	Dauer bis zum Erreichen des Zustandes bei Untersuchung (Monate)	22	3	9	5,32	1,701

## 2.7 Subjektive Patientenzufriedenheit

Im Rahmen der Nachuntersuchung wurden die Patienten auch über ihre subjektive Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis befragt. Da dies nicht unbedingt mit der objektiven Schulterfunktion korreliert, erhält man dadurch zusätzlich eine wichtige Auskunft über den Nutzen einer Schulterprothesenversorgung. So kam es beispielsweise durchaus vor, dass Patienten mit objektiv eher schlechter Schulterfunktion trotzdem mit dem Operationsergebnis zufrieden waren. Außerdem war zu beobachten, dass solange postoperativ keine Schmerzen verblieben bzw. diese gering ausfielen, eine verbleibende Beweglichkeitseinschränkung kaum negativen Einfluss auf die subjektive Zufriedenheit hatte (vgl. Tab. C10).

**Tab. C10: Subjektive Zufriedenheit der Patienten mit dem Operationsergebnis für beide Gruppen im Vergleich**

Gruppe		Häufigkeit	Prozent
Rheumagruppe	Sehr zufrieden	14	60,9
	Zufrieden	8	34,8
	Enttäuscht	1	4,3
	Gesamt	23	100,0
Kontrollgruppe	Sehr zufrieden	18	81,8
	Zufrieden	3	13,6
	Enttäuscht	1	4,5
	Gesamt	22	100,0

Bei Betrachtung obiger Tabelle fällt auf, dass in der Rheumagruppe 60,9% der Patienten (14 Fälle) die Angabe „sehr zufrieden“ machten, wohingegen dies in der Kontrollgruppe in 81,8% der Fälle (18 Patienten) beobachtet wurde.

Fasst man die Kategorien „sehr zufrieden“ und „zufrieden“ zusammen, so kommt man in beiden Gruppen auf ca. 95%. Wie bereits erläutert besteht hierbei lediglich der Unterschied, dass in der Kontrollgruppe das Ergebnis häufiger mit „sehr zufrieden“ bewertet wurde als in der Rheumagruppe.

Enttäuscht mit dem Ergebnis nach Prothesenversorgung war in beiden Kollektiven jeweils eine Person.

### **3. Constant Score Vergleich zwischen R und K mit zusätzlicher Aufteilung nach Prothesentypen**

In der 23 Patienten umfassenden Rheumagruppe erhielten 13 eine Aequalis-Prothese, 8 eine Grammont-Prothese, sowie jeweils eine Person einen Copeland-Oberflächenersatz bzw. eine Biomet-Prothese. Von den 22 Kontrollpersonen dagegen wurden 13 Patienten mit einer Aequalis-Prothese und 9 mit einer Grammont-Prothese versorgt.

In den nach Prothesentypen aufgeteilten Vergleich wurden jeweils nur die Aequalis- und Grammont-Prothesen einbezogen.

Im Folgenden soll nun analog zu den Punkten 2.1 – 2.3 ein Constant Score Vergleich zwischen R und K erfolgen, wobei die beiden Patientenkollektive zusätzlich nach Aequalis- und Grammont-Prothesen aufgeteilt werden

### 3.1 Constant Score präoperativ

#### 3.1.1 Aequalis-Prothese

Für die 13 mit einer Aequalis-Prothese versorgten Patienten der Rheumagruppe ergab sich präoperativ im Mittel ein relativer Score Wert von 18,8%, wohingegen bei der gleichen Anzahl Kontrollpatienten ein Wert von 30,1% beobachtet wurde. Der im Anschluss durchgeführte Mann-Whitney-U-Test wies mit einem p-Wert von 0,005 auf einen signifikanten Unterschied hin. Dies bedeutet, dass analog zum Gesamtgruppenvergleich die Rheumatiker mit Aequalis-Prothese vor der Operation über eine signifikant schlechtere Schulterfunktion verfügten als die Kontrollpersonen mit gleichem Prothesentyp.

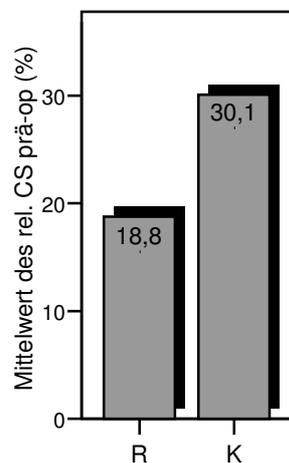


Diagramm C8: Präoperativer relativer Constant Score für die Aequalis-Prothesen: Rheumagruppe (R) – Kontrollgruppe (K)

#### 3.1.2 Grammont-Prothese

Die mit einer Grammont-Prothese versorgten 8 Patienten der Rheumagruppe konnten präoperativ einen durchschnittlichen relativen Constant Score von 26,5% erreichen, die gegenübergestellten 9 Kontrollpersonen einen Wert von 26,8%. Dies weist bereits auf einen geringen Unterschied hin, was sich mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests bestätigte ( $p=0,815$ ). Somit liegt bei der Grammont-Prothese für R und K kein signifikanter Unterschied in der präoperativen Schulterfunktion vor.

Zusätzlich bedeutet dies, dass der in 2.1 festgestellte Unterschied zwischen beiden Kollektiven mit besseren Ergebnissen für die Kontrollgruppe allein für die mit einer anatomischen Endprothese versorgte Subgruppe gilt.

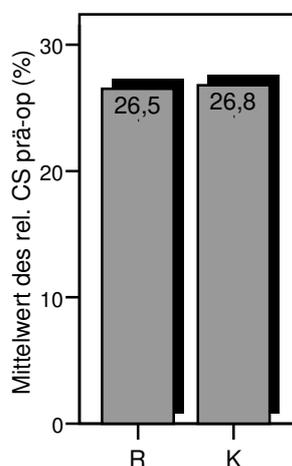


Diagramm C9: Präoperativer relativer Constant Score für die Grammont-Prothesen: Rheumagruppe (R) – Kontrollgruppe (K)

### 3.2 Wirkung der Prothesenoperation (CS-Steigerung)

Um einen Unterschied in der Wirkung der Prothesenoperation (Steigerung des Constant Score) festzustellen, ist wie bei Punkt 2.2 die Differenz aus prä- und postoperativem relativem Constant Score von Interesse. Der Vergleich dieser Differenz zwischen R und K erfolgt nun getrennt nach Aequalis- und Grammont-Prothesen.

#### 3.2.1 Aequalis-Prothese

Es stehen sich wiederum jeweils 13 Aequalis-Prothesen gegenüber. Bezüglich der Differenz aus prä- und postoperativem relativem Constant Score ergibt sich für die Patienten der Rheumagruppe mit einer Verbesserung von durchschnittlich 18,8% auf 76,2% ein Wert von etwa 57. Im Gegensatz dazu weisen die Kontrollpersonen mit einer Verbesserung von durchschnittlich 30,1% auf 96,4% einen Differenzwert von etwa 66 auf. Das durchgeführte Testverfahren ergab für diese beiden Differenzwerte keinen signifikanten Unterschied ( $p=0,418$ ).

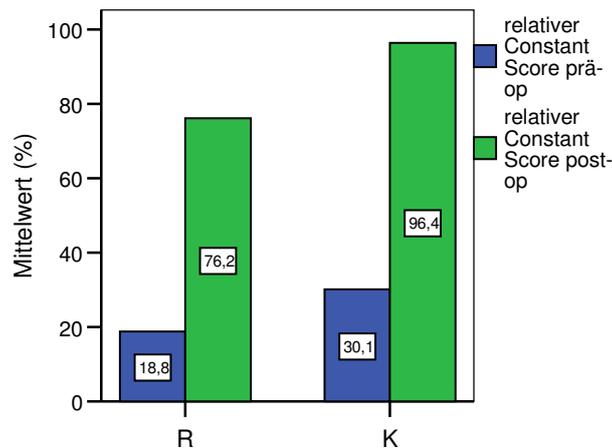


Diagramm C10: Steigerung des Constant Score bei den Aequalis-Prothesen: Rheumagruppe (R) – Kontrollgruppe (K)

### 3.2.2 Grammont-Prothese

An dieser Stelle werden die Ergebnisse von 8 Patienten aus der Rheumagruppe mit jenen von 9 Kontrollpersonen verglichen. Was den relativen Constant Score anbelangt, verbesserten sich die mit einer Grammont-Prothese versorgten 8 Patienten der Rheumagruppe durch die Operation im Mittel von 26,5% auf 89,4%, so dass sich eine Differenz der Score-Werte von etwa 63 ergibt. Demgegenüber lag bei den 9 Kontrollpersonen eine Steigerung von durchschnittlich 26,8% auf 96,2% und damit eine Differenz von ca. 69 vor. Das entsprechende Testverfahren ergab hierbei wie unter 3.2.1 mit einem p-Wert von 0,277 keinen signifikanten Unterschied.

Auch wenn die Operation für beide Prothesentypen eine deutliche Verbesserung bringt, so zeigt dies, dass hinsichtlich der Steigerung des Constant Scores, welche durch die Differenz aus prä- und postoperativem Score verdeutlicht wird, sowohl bei der Aequalis- als auch bei der Grammont-Prothese kein signifikanter Unterschied zwischen R und K vorhanden ist.

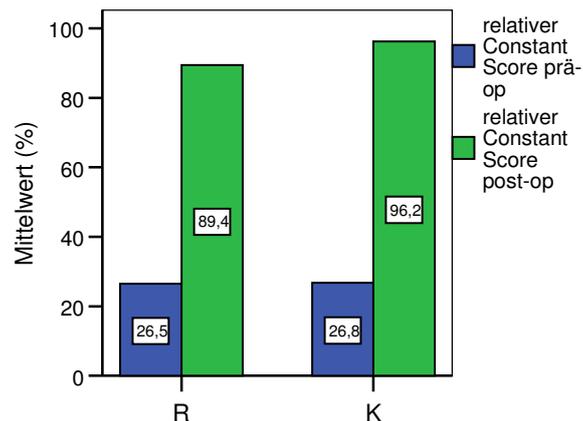


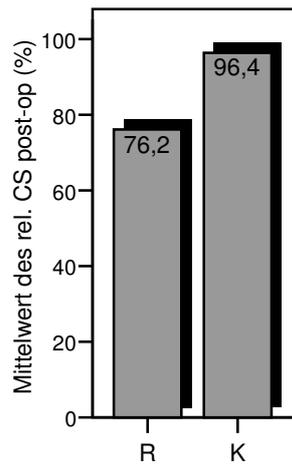
Diagramm C11: Steigerung des Constant Score bei den Grammont-Prothesen Rheumagruppe (R) – Kontrollgruppe (K)

### 3.3 Constant Score postoperativ

#### 3.3.1 Aequalis-Prothese

Hinsichtlich des relativen Constant Scores nach Operation liegt bei den 13 Patienten aus der Rheumagruppe im Mittel ein Ergebnis von 76,2% vor, das neben dem postoperativen Mittelwert des gesamten Rheumakollektivs von 79,9% sowie neben den 89,4%, die postoperativ von den 8 mit einer Grammont-Prothese versorgten Patienten der Rheumagruppe erzielt wurden, den schlechtesten Rang einnimmt. Die 13 Kontrollpersonen dagegen erzielten hierbei einen Wert von etwa 96,4% und weichen damit kaum vom Gesamtmittelwert der Kontrollgruppe und vom durchschnittlichen relativen Score der 9 mit einer Grammont-Prothese versorgten Kontrollpersonen ab, da dieser jeweils auch etwa 96% beträgt.

Betrachtet man nun ausschließlich die postoperativen Werte für die Aequalis-Prothesen, so lässt sich feststellen, dass die 13 Patienten der Rheumagruppe etwa 20 Prozentpunkte unter dem Ergebnis der 13 Kontrollpersonen liegen. Der Mann-Whitney-U Test verdeutlicht hierbei den signifikanten Unterschied ( $p=0,019$ ), so dass sich für die mit einer Aequalis-Prothese versorgten Kontrollpersonen postoperativ eine weitaus bessere Schulterfunktion ergibt als für die ihnen gegenübergestellten Patienten mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis.

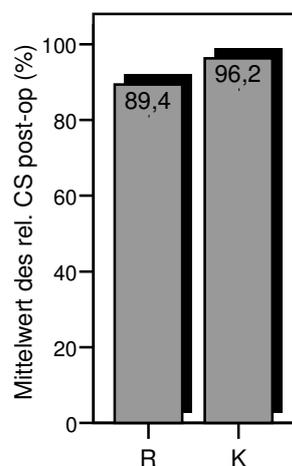


**Diagramm C12: Postoperativer relativer Constant Score für die Aequalis-Prothesen: Rheumagruppe (R) – Kontrollgruppe (K)**

### 3.3.2 Grammont-Prothese

Wie bereits erwähnt erreichten hierbei die 8 Patienten aus der Rheumagruppe nach Operation im Mittel einen relativen Score von 89,4% und die ebenfalls mit einer Grammont-Prothese versorgten 9 Kontrollpersonen durchschnittlich einen entsprechenden Wert von 96,2%. Nun ist von Interesse, inwiefern sich diese beiden Prozentwerte voneinander unterscheiden. Der durchgeführte statistische Test ergibt hierfür einen p-Wert von 0,413. Es besteht also kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Score-Werten.

Dies bedeutet, dass bezüglich der Grammont-Prothesen die postoperative Schulterfunktion der 8 Patienten der Rheumagruppe nicht signifikant von jener der 9 Kontrollpersonen abweicht.



**Diagramm C13: Postoperativer relativer Constant Score für die Grammont-Prothesen: Rheumagruppe (R) – Kontrollgruppe (K)**

Zudem sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass somit die unter 2.3 festgestellten und im Vergleich zu den 23 Patienten der Rheumagruppe signifikant besseren Ergebnisse der gesamten Kontrollgruppe im relativen Constant-Score nach Operation auf die mit einer Aequalis-Prothese versorgte Subgruppe zurückzuführen ist, da sich, wie in diesem Abschnitt herausgearbeitet, nur bei diesen Patienten die jeweiligen postoperativen Werte signifikant voneinander unterscheiden.

#### **4. Ergebnisse nach präoperativem Zustand der Rotatorenmanschette**

In diesem Abschnitt soll erläutert werden, inwieweit der präoperative Zustand der Rotatorenmanschette (RM) das Constant Score Ergebnis nach Prothesenversorgung beeinflusst. Anders als unter 1.4 wird nun nicht die Korrelation einzelner Werte untersucht, sondern es erfolgt ein Vergleich der jeweiligen Mittelwerte von R und K.

In der Rheumagruppe lag vor Operation in 5 Fällen eine intakte RM vor, in 9 Fällen wurde die RM als ausgedünnt, jedoch formal noch intakt, beschrieben und in den übrigen 9 Fällen waren alle Anteile der Rotatorenmanschette rupturiert, wobei in zwei Fällen eine Rekonstruktion vorgenommen werden konnte. Eine isolierte Supraspinatus-(SSP)-Ruptur lag bei keinem der 23 Patienten dieser Gruppe vor. Demgegenüber konnten in der Kontrollgruppe präoperativ 8 Patienten eine intakte RM vorweisen, bei 2 Patienten ließ sich eine Ausdünnung bei formaler Intaktheit feststellen, in 9 Fällen lag eine Totalruptur vor, welche in keinem Fall rekonstruiert wurde, und die übrigen 3 Patienten waren von einer isolierten SSP-Ruptur betroffen.

Unter Berücksichtigung des präoperativen Zustandes der RM wurden in den beiden Kollektiven durchschnittlich folgende relative Constant Score Werte erzielt:

**Tab. C11: Constant Score (in%) nach präoperativem Zustand der Rotatorenmanschette (RM):  
Rheumagruppe**

Rotatorenmanschette		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
RM intakt	relativer Constant Score prä-op	5	15	29	20,60	6,427
	relativer Constant Score post-op	5	74	114	92,60	17,785
RM ausgedünnt, aber formal intakt	relativer Constant Score prä-op	9	2	33	19,33	11,045
	relativer Constant Score post-op	9	40	100	74,00	19,164
RM-Totalruptur	relativer Constant Score prä-op	9	12	36	24,67	8,529
	relativer Constant Score post-op	9	42	116	78,67	23,638

**Tab. C12: Constant Score (in%) nach präoperativem Zustand der Rotatorenmanschette (RM):  
Kontrollgruppe**

Rotatorenmanschette		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
RM intakt	relativer Constant Score prä-op	8	19	39	30,50	6,887
	relativer Constant Score post-op	8	86	130	102,87	14,227
RM ausgedünnt, aber formal intakt	relativer Constant Score prä-op	2	20	37	28,50	12,021
	relativer Constant Score post-op	2	90	94	92,00	2,828
RM-Totalruptur	relativer Constant Score prä-op	9	20	35	26,78	4,893
	relativer Constant Score post-op	9	77	114	96,22	12,387
SSP-Ruptur	relativer Constant Score prä-op	3	12	44	30,00	16,371
	relativer Constant Score post-op	3	68	109	82,00	23,388

Anmerkung: SSP = Supraspinatus

Betrachtet man obige Tabellen, so fällt auf, dass es in beiden Gruppen, wenn auch mit gewissen Unterschieden, für jeden Rotatorenmanschettenzustand durchschnittlich zu deutlichen Score-Verbesserungen kam. So steigerten sich in der Rheumagruppe die Patienten mit intakter RM durch die Prothesenversorgung im Mittel von 20,6% auf 92,6%, jene mit einer ausgedünnten RM von 19,3% auf 74,0% sowie diejenigen mit einer Totalruptur der RM von 24,7% auf 78,7%. Hierbei zeigt sich, dass bei präoperativer Affektion der RM in Form einer Ausdünnung bzw. einer Ruptur schlechtere postoperative Score Ergebnisse erzielt wurden als bei intakter RM.

Demgegenüber verbesserte sich der Constant Score in der Kontrollgruppe im Falle einer intakten RM durch die Operation durchschnittlich von 30,5% auf 102,9%, bei RM-Ausdünnung von 28,5% auf 92,0%, bei einer RM-Totalruptur von 26,8% auf etwa 96,2% sowie im Falle einer isolierten SSP-Ruptur von 30,0% auf 82,0%. Somit erreichten in der Kontrollgruppe diejenigen Patienten mit einer ausgedünnten bzw. rupturierten RM nur geringfügig schlechtere postoperative Score Ergebnisse als jene mit intakter RM, in den 3 Fällen mit einer isolierten SSP-Ruptur kam es jedoch im Mittel zu einem rund 21 Prozentpunkte schlechteren Score Ergebnis als bei intakter RM.

Darüber hinaus werden bei Betrachtung der Minimal- und Maximalwerte wiederum die starken interindividuellen Unterschiede des Erfolgs einer Prothesenimplantation deutlich. Zudem zeigt sich eine Differenz zwischen beiden Kollektiven. Lag präoperativ eine RM-Totalruptur vor, so wurde in der Kontrollgruppe postoperativ im schlechtesten Fall ein relativer Constant Score von 77%, in der Rheumagruppe hingegen von 42% erreicht.

## **5. Radiologische Ergebnisse**

Bei der Nachuntersuchung war neben dem klinischen Aspekt zusätzlich die objektive Kontrolle über den Sitz der einzelnen Prothesenkomponenten von großer Bedeutung. Hierfür wurden die behandelten Schultern in zwei Ebenen (a.p.- und axiläre Aufnahme) geröntgt.

Im Folgenden werden zunächst die radiologischen Ergebnisse der Aequalis-Prothesen erläutert: Bei den 13 Aequalis-Prothesen der Rheumagruppe (9 Total- und 4 Hemiprothesen) zeigten sich im Bereich der Schaftkomponenten, welche allesamt einzementiert wurden, in 3 Fällen (23%) Lockerungszeichen im Sinne von Lysesäumen, welche sich radiologisch weniger röntgendicht als der Knochen bzw. der Zement darstellen. Diese Lysesäume mit einem max. Ausmaß von 2mm waren jedoch stets nur partiell ausgeprägt und wiesen bei der Nachuntersuchung in keinem der Fälle auf ein klinisches Problem hin. Darüber hinaus zeigte sich bei zwei Hemiprothesen eine kraniale Migration der Kopfprothese, wobei davon in einem Fall zusätzlich eine Glenoiderosion

beobachtet wurde. Bei einer weiteren Hemiprothese und einer Totalendoprothese kam es zu einer Dislokation nach ventral.

Analog hierzu ließ sich bei der gleichen Anzahl Aequalis-Prothesen in der Kontrollgruppe hinsichtlich der Schaftkomponenten, die ebenfalls alle einzementiert wurden, in nur einem Fall (8%) röntgenologisch ein Lysesaum ohne klinische Relevanz beobachten. Luxationen bzw. Dislokationen wurden hierbei nicht beobachtet.

Bei den 9 Glenoidkomponenten der Rheumagruppe, welche mit einer Ausnahme alle mit Zement verankert wurden, waren auf dem Röntgenbild in 67% der Fälle Lysesäume mit einem maximalen Ausmaß von zwei Millimetern zu erkennen, wohingegen dies bei den 13 einzementierten Pfannen der Kontrollgruppe sogar in 69% der Fälle zu beobachten war. Hierbei kam es vor allem im kranio-medialen Bereich des Glenoidkeils, also in Abschnitt 2 und 3 (vgl. Abb. im Fragebogen, Anhang S. 81), zu derartigen radiologischen Lockerungszeichen. Klinisch konnten aber auch in diesen Fällen keinerlei Beschwerden festgestellt werden.

Bezüglich der Grammont-Prothesen zeigten die bei Nachuntersuchung angefertigten Röntgenaufnahmen bei beiden Kollektiven in keinem der Fälle Lysesäume im Schaftbereich.

Auch die Glenosphäre war sowohl bei den 8 Patienten der Rheumagruppe als auch bei den 9 Kontrollpersonen ohne auffälligen Befund. Alle Schrauben saßen fest und es ließ sich bei keinem der Patienten ein Schraubenbruch feststellen. Darüber hinaus wurde bei den Röntgenaufnahmen der Grammont-Prothesen auf das Vorliegen eines inferioren Notchings geachtet und dabei auf die bereits erläuterte Einteilung nach Sirveaux et al. (siehe Tab. B6, Seite 27) zurückgegriffen. Diesbezüglich zeigten innerhalb der Rheumagruppe 2 Patienten kein inferiores Notching, 4 Patienten ein inferiores Notching ersten Grades sowie jeweils eine Person ein inferiores Notching zweiten bzw. dritten Grades. Im Vergleich hierzu gab es innerhalb der Kontrollgruppe in 7 Fällen keinen Anhalt für ein inferiores Notching und in jeweils einem Fall konnte ein inferiores Notching ersten bzw. zweiten Grades beobachtet werden.

Die beidseits mit einer Biomet-Hemiprothese versorgte Patientin mit rheumatoider Omarthritis zeigte sowohl links als auch rechts einen Prothesenhochstand, sowie rechtsseitig zusätzlich eine valgische Stellung des Schafts. Außerdem fielen um beide Schäfte partielle Lysesäume ohne klinische Relevanz auf.

Bei der mit einem humeralen Oberflächenersatz nach Copeland behandelten Patientin aus der Rheumagruppe gab es radiologisch keinen Anhalt für Lockerungszeichen oder andere Auffälligkeiten.

## **6. Komplikationen**

Bei den 45 untersuchten Patienten dieser Studie kam es intraoperativ in einem Fall (2%) sowie im postoperativen Verlauf in insgesamt 6 Fällen (13%) zu Komplikationen verschiedener Art. Eine Revisionsoperation war bisher bei keinem der Patienten nötig.

Intraoperativ lag bei einer Patientin mit rheumatoider Arthritis eine schwierige Situation vor. So entschied man sich aufgrund dünner Glenoidränder, verkürzter Weichteile und anatomischer Nähe zum Schaft einer bereits implantierten Ellenbogenprothese für den Einbau einer Hemiprothese (Aequalis), obwohl eine reverse Prothese zu einem besseren funktionellen Ergebnis geführt hätte. Eine intraoperative Fraktur konnte trotz komplizierter anatomischer Gegebenheiten vermieden werden.

Postoperativ wurde bei einer Patientin der Rheumagruppe (2%) ein ausgedehntes Hämatom beobachtet, das sich auf die Mobilisierung zunächst störend auswirkte, im weiteren Verlauf jedoch vollständig abheilte. Darüber hinaus klagten je eine Patientin aus den beiden Kollektiven (4%) nach der Operation aufgrund einer Plexusirritation vorübergehend über Parästhesien im Bereich des Unterarms und der Hand. Bei einer anderen Patientin der Kontrollgruppe (2%) kam es postoperativ zu einer Schwellung der Hand im Sinne einer sympathischen Reflexdystrophie, die sich schließlich aber zurückbildete, ohne bleibende Schäden zu hinterlassen. In einem weiteren Fall aus der Arthrosegruppe (2%) entstand nach Prothesenimplantation ein Sulcus-

ulnaris-Syndrom, das nicht zuletzt auch wegen mangelnder Compliance dauerhafte Beschwerden bezüglich Mobilität und Sensibilität verursacht. Eine weitere Patientin des Kontrollkollektivs (2%) stürzte eine Woche nach der Operation und zog sich dabei eine distale Humerusschaftfraktur zu, die aber mittels Plattenosteosynthese versorgt werden konnte und weder den Sitz des Implantats noch die Schulterfunktion negativ beeinflusste.

## **D. Diskussion**

### **1. Implantatwahl bei rheumatoider Omarthritis**

Neer (1964) hat als erster die Arthroplastik für die Behandlung der rheumatischen Schulter vorgeschlagen. Hauptprobleme bei der rheumatoiden Arthritis sind der damit einhergehende Verlust der knöchernen Substanz durch Erosion und Osteoporose, die erhöhte Morbidität, die Rotatorenmanschetteninsuffizienz sowie die Medialisierung und Kranialisierung des Humeruskopfes durch Glenoidabschliff.

Mittlerweile stehen für die endoprothetische Versorgung eines entzündlich-rheumatisch destruierten Schultergelenks unterschiedliche Implantattypen zur Verfügung (Schmidt et al. 2001; Habermeyer 2002; Gohlke u. Hedtmann 2002), wobei sich die Implantatwahl nach dem Alter des Patienten, dem Zustand der Rotatorenmanschette (fettige Atrophie, Ausdünnung der Sehnen bzw. Defekte), dem Ausmaß der glenoidalen Knochendestruktion (Abschliff, Substanzverlust, Medialisierung) sowie dem Ausmaß der Pseudoparese (präoperative Schulterfunktion) richten sollte (Schill et al. 2002; Gohlke u. Hedtmann 2002; Gohlke 2007).

So wählen viele Chirurgen eine anatomische Hemi- bzw. Totalendoprothese (Barrett u. Thornhill 1989; McCoy et al. 1989; Koorevaar et al. 1997; Trail u. Nuttall 2002), um eine bessere Schmerzsituation, Beweglichkeit und Patientenzufriedenheit zu erzielen. Diese Prothesen zählen zu den kraftschlüssigen Systemen, bei denen der Radius des Humeruskopfes, entsprechend der physiologischen Anatomie, kleiner ist als der des Glenoids, wodurch größere Bewegungsumfänge, aber weniger Stabilität als bei formschlüssigen Prothesensystemen erreicht werden (Habermeyer 1999).

Die Gelenkpfanne einer rheumatisch destruierten Schulter weist gegenüber rein arthrotischen Prozessen oft eine deutlich verminderte Knochenqualität auf, wodurch die Verankerung eines arthroplastischen Glenoids zum Teil massiv erschwert wird (Koorevaar et al. 1997). Somit kann eine Hemiprothese für den Patienten mit einer Erkrankung aus dem rheumatischen Formenkreis neben der Verringerung des operativen Aufwandes vor allem den Vorteil bieten, dass die Problematik der frühzeitigen Glenoidlockerung, die mittelfristig bei einer

rheumatoiden Omarthritis bis über 40% betragen kann (Sneppen et al. 1996; Sojbjerg et al. 1999), umgangen wird. Trotzdem bleibt bei der Versorgung mit einer Hemiprothese das Problem des progressiven Glenoidabbaus (Glenoiderosion) durch Reibungskontakt zum künstlichen Humeruskopf auf der einen sowie rheumatische Destruktion auf der anderen Seite ungelöst (Koorevaar et al. 1997). Dies bedingt dann, insbesondere im Langzeitverlauf, schlechte funktionelle Ergebnisse (Cofield et al. 1995). So kann die rheumatische Omarthritis bei ausreichender Knochensubstanz auch mit einer Totalendoprothese, d. h. mit zusätzlicher Glenoidkomponente, versorgt werden, wobei in diesem Fall wiederum die bereits angesprochenen hohen Lockerungsraten im Auge behalten werden müssen. Selbst radiologisch eindeutig gelockerte Pfannen werden jedoch oft erstaunlich gut und mit noch akzeptabler Funktion toleriert (Sojbjerg et al. 1999).

Im Falle von Cuff-Defekten werden mit anatomischen Prothesen klinisch aber meist eher schlechte Ergebnisse erzielt (Rittmeister u. Kerschbaumer 2001), da kraftschlüssige Prothesen bei insuffizienter Rotatorenmanschette keine Verbesserung des aktiven Bewegungsausmaßes zulassen (Thabe et al. 1994). Andere wiederum bevorzugen den humeralen Oberflächenersatz für die Behandlung einer rheumatischen Omarthritis (Alund et al. 2000; Fink et al. 2001; Levy et al. 2004; Levy u. Copeland 2004). Dieser wird dabei überwiegend als humerale Kappe im Sinne einer Hemiprothese verwendet. Nur Levy et al. (2004) verfügen über ausreichend Erfahrung in Zusammenhang mit dem Glenoidersatz. Aufgrund der günstigen Erfahrungen mit der dritten Generation zementierter und zementfreier Kappenprothesen kommen diese Implantate derzeit vor allem bei juvenilen Verlaufsformen zum Einsatz. Die Voraussetzung für dieses Prothesensystem, dass nicht mehr als ein Drittel der humeralen Gelenkfläche zerstört sein darf, ist allerdings bei einer rheumatoiden Arthritis, auch bei sehr jungen Patienten, aufgrund der knöchernen Fragilität nicht immer gegeben. Vorteile dieser Metallkappe liegen vor allem in der knochensparenden Resektion, welche die Möglichkeit einer späteren Revision erhält (Fink et al. 2001). Da bei einer rheumatoiden Arthritis oft auch mehrere Gelenke gleichzeitig betroffen sind, plädieren Levy et al. (2004) außerdem bei bereits

vorhandener Ellenbogenprothese, sofern möglich, für die Verwendung eines humeralen Oberflächenersatzes anstelle einer Stielprothese, da so die unmittelbare Nähe zweier Prothesenschäfte verhindert und folglich das Risiko einer periprothetischen Fraktur erheblich verringert wird.

Um bei nicht mehr rekonstruierbaren Rotatorenmanschettendefekten bessere funktionelle Ergebnisse zu erzielen, wurden schließlich formschlüssige Prothesen entwickelt (Grammont et al. 1987; Post 1987; Laurence 1991), welche eine bessere mechanische Führung, aber geringere Bewegungsumfänge als kraftschlüssige Systeme aufweisen. Hierzu zählt die inverse Schulterprothese, welche mittlerweile neben der Defektarthropathie auch für cuff-defiziente rheumatische Schultergelenke verwendet wird, sofern noch ausreichend glenoidale Knochensubstanz vorhanden ist. Die Indikationstellung sollte bei rheumatoider Arthritis wegen der ungünstigen Ausgangsbedingungen (Osteoporose und Destruktion der Gelenkkörper, Immunsuppression) zurückhaltend erfolgen.

Bei formschlüssigen Prothesen ist zu beachten, dass die höhere mechanische Stabilität zu einem verstärkten Abrieb der Komponenten und zu einer frühzeitigen Lockerung der einzelnen Teile führen kann (Habermeyer 1999). Da im Falle einer Lockerung kaum Rückzugsmöglichkeiten bestehen, sollte dieser Prothesentyp vorwiegend bei älteren Patienten (über dem 65. Lebensjahr) implantiert werden (Habermeyer 2002; Liem et al. 2007).

Auch bipolare Prothesen finden bei fortgeschrittenen rheumatisch bedingten Defekten der Rotatorenmanschette ihren Einsatz. Ist die Knochensubstanz des Glenoids soweit destruiert, dass weder eine konventionelle Endoprothese noch das Metaglène einer inversen Endoprothese zuverlässig verankert werden können, stellen diese eine nützliche Alternative dar (Hedtmann u. Werner 2007). Außerdem wird dieser Prothese der Vorzug gegeben, wenn ein ausgeprägter Rotatorenmanschettendefekt vorliegt, die allgemein akzeptierte Altersgrenze für eine inverse Endoprothese von ca. 65 Jahren aber noch längst nicht erreicht ist. Zum Teil werden hierbei übergroße Kopfkompenten verwendet mit dem Ziel, eine Rezentrierung des Gelenks zu erreichen (Rittmeister u. Kerschbaumer 2001; Gohlke u. Hedtmann 2002; Jerosch u.

Heisel 2002). Boyer et al. (2006) bevorzugen jedoch normal große Prothesenköpfe, weil dadurch weniger Spannung auf die umgebenden Weichteile einwirkt, was wiederum einen positiven Effekt auf den vom Patienten empfundenen Schmerz hat. Wegen der unbefriedigenden funktionellen Ergebnisse - insbesondere die Fähigkeit, den Arm über Kopf zu heben, bleibt auf Dauer beeinträchtigt - sollten bipolare Endoprothesen nur noch in Ausnahmefällen (z.B. bei ständigem Gebrauch von Gehstützen) verwendet werden.

Die Entscheidung über den Einsatz des richtigen Implantats muss auf den individuellen präoperativen Status jedes Patienten abgestimmt werden und liegt letztlich beim Operateur. Ist die Rotatorenmanschette erhalten, sollte eine anatomische Totalendoprothese verwendet werden. Bei jungen Patienten wird in dieser Situation eher ein humeraler Oberflächenersatz gewählt bzw. eine Hemiprothese, falls bereits eine Glenoidaffektion und eine Rotatorenmanschetteninsuffizienz vorliegt.

Ist die Rotatorenmanschette nicht mehr erhalten bzw. breit defekt, kann ein inverses System oder eine bipolare Endoprothese implantiert werden.

## **2. Ergebnisse bei rheumatoider Arthritis**

Bei den 23 Rheuma-Patienten (überwiegend rheumatoide Arthritis) dieser Studie wurden vor allem anatomische Hemi- bzw. Totalendoprothesen (Aequalis) sowie inverse Prothesen nach Grammont implantiert. Jeweils eine Person erhielt eine bipolare Schulterprothese (Biomet) bzw. einen humeralen Oberflächenersatz nach Copeland.

Die besten Ergebnisse des Constant Scores (CS) fanden sich bei den 8 mit einer Grammont-Prothese versorgten Patienten (absoluter CS: 62,2 Punkte, relativer CS: 89,4%), wohingegen bei den 13 Aequalis-Prothesen 56,3 Punkte bzw. 76,2% erzielt wurden.

Im Vergleich hierzu ergab sich in einer Studie von Schmidt-Wiethoff et al. (2002) für 13 rheumatisch destruierte Schultergelenke, in welche eine Aequalis-Prothese implantiert wurde, ein absoluter CS von 57 bei einem Ausgangswert von 33. Rittmeister u. Kerschbaumer (2001) dagegen untersuchten 8 mit einer

Grammont-Prothese versorgten Rheuma-Patienten und konnte eine Steigerung des Constant Scores von 17 auf 63 Punkte feststellen. Darüber hinaus verbesserten in einer Studie von Gohlke (2001) 172 an entzündlicher Arthritis (überwiegend rheumatoide Arthritis) erkrankte Patienten nach anatomischer Hemi- bzw. Totalprothesenimplantation ihren Constant Score Wert von 26 (34%) auf 56 (73%). Auch bei Pfahler et al. (2006) ergaben sich mit einem postoperativen CS von 51,8 bzw. 57,6 Punkten ähnliche Werte für die Schulterfunktion von Rheuma-Patienten nach anatomischer Hemi- bzw. Totalendoprothesenversorgung. Auch unsere Patienten mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis profitierten von der Operation. Insgesamt verbesserten sie sich von durchschnittlich 15,7 auf 58,0 Punkte bzw. von 21,7 auf 79,9% (Grammont: von 17,5 auf 62,2 Punkte bzw. von 26,5 auf 89,4%; Aequalis: von 14,1 auf 56,5 Punkte bzw. 18,8 auf 76,2%).

Auch bei Einsatz eines endoprothetischen Oberflächenersatzes am Humeruskopf werden bei rheumatoider Omarthritis erfreuliche klinische Ergebnisse erzielt (Levy et al. 2004; Levy u. Copeland 2004; Thomas et al. 2005), die denjenigen modularer Prothesen, auch der neueren Generation, durchaus entsprechen. Über erste Erfahrungen bei der rheumatoiden Arthritis berichteten Rydholm und Sjögren bereits 1993. Sie untersuchten 72 Scan-Cup Prothesen nach durchschnittlich 4,2 Jahren, wobei 82% der Patienten mit der Bewegungsverbesserung zufrieden waren. In einer Studie von Alund et al. (2000) betrug der durchschnittliche Constant Score für 39 rheumatische Schultern bei einem follow-up von 4,4 Jahren 30 (15-79) Punkte. Andere Studien berichten diesbezüglich über Werte zwischen 48 und 57 Punkten (Fink et al. 2001; Schmidt et al. 2001; Levy et al. 2004; Thomas et al. 2005). Unsere mit einem humeralen Oberflächenersatz nach Copeland versorgte Patientin erreichte bei einem follow-up von 18 Monaten einen Score von 65 Punkten bzw. 81,3%.

Die rekonstruktive Versorgung der rheumatischen Schulter mit bipolarer Prothese zeigte bei Biehl et al. (1998) einen Constant Score von 60 Punkten bei rekonstruierbarer Rotatorenmanschette und einen von 48 Punkten bei irreversibel geschädigter Rotatorenmanschette. Bei Boyer et al. (2006) dagegen

ergab sich für 12 Rheumatiker mit irreparablen Rotatorenmanschettendefekten ein Constant Score von durchschnittlich 39 Punkten. Funktionell ist mit dieser Prothese beim Rheumatiker eher eine mäßige Verbesserung zu erwarten. So berichteten Lee und Niemann (1994) über eine durchschnittliche Flexion von 79°, Boyer et al. (2006) erreichten diesbezüglich einen Wert von 84°. Eine an rheumatoider Arthritis erkrankte Patientin unseres Kollektivs mit nahezu fehlender Rotatorenmanschette konnte diesbezüglich bei einem follow-up von 10,6 Jahren einen Score von 36 Punkten bzw. 51,4% erzielen.

Es sei zudem erwähnt, dass laut Gohlke (2001) bei entzündlichen Arthroseformen sowohl das Alter als auch der präoperative klinische Zustand stark mit dem postoperativen Constant Score korrelieren, wohingegen die Erkrankungsdauer hierauf keinen wesentlichen Einfluss hat. Auch in unserer Studie zeigte sich bezüglich der Erkrankungsdauer keine signifikante Korrelation, es ließ sich allerdings die Tendenz erkennen, dass bei geringerer Erkrankungsdauer eher höhere postoperative Constant Score Werte erzielt wurden und umgekehrt. Es konnte bei unseren Patienten der Rheumagruppe jedoch kein linearer Zusammenhang zwischen präoperativem klinischem Zustand und postoperativem Constant Score nachgewiesen werden.

### **3. Komponenten des Constant Score**

Hinsichtlich der Komponenten des Constant Scores steht für den Patienten mit einer Erkrankung aus dem rheumatischen Formenkreis die Schmerzbefreiung bzw. -verbesserung im Vordergrund, die auch meist zu mehr als 80% erreicht werden kann (Barrett u. Thornhill 1989; Rydholm u. Sjögren 1993; Gschwend u. Schwyzer 1994; Sneppen et al. 1996; Stewart u. Kelly 1997; Torchia et al. 1997; Alund et al. 2000; Levy et al. 2004). Bei Boyer et al. (2006) war dies sogar zu 100% der Fall, in einer Studie von Koorevaar et al. (1997) dagegen nur bei 70% der Patienten. Unser Rheumakollektiv erzielte postoperativ einen Schmerzwert von durchschnittlich 11,2 Punkten. Präoperativ lag dieser bei 2,6 Punkten.

Der aktive Bewegungsradius der operierten rheumatischen Schulter beträgt laut Literatur nur 50-60% des normalen Umfangs (Neer 1974; Kelly u. Foster 1987;

Barrett u. Thornhill 1989; Friedmann et al. 1989; Hawkins u. Bell 1989; McCoy u. Warren 1989; Stewart u. Kelly 1997). Im Gegensatz dazu konnte das Rheumakollektiv dieser Studie ihre Beweglichkeit im Mittel auf 26,7 Punkte verbessern, was 67% des maximalen Bewegungsausmaßes entspricht. Die Kontrollgruppe erzielte diesbezüglich 32,4 Punkte bzw. 81% der normalen Beweglichkeit.

Lediglich die Kraft konnte durch die Operation in beiden Kollektiven nur mäßig gesteigert werden, worüber in der Literatur ebenfalls häufig berichtet wird (Böhm et al. 1997; Gohlke 2001; Rittmeiser u. Kerschbaumer 2001).

Bei Patienten mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis zeigt sich nach Schulterprothesenimplantation überwiegend eine sehr hohe Zufriedenheit, die nicht immer mit den objektiv gemessenen Werten des Constant Score korreliert (Rydholm u. Sjögren 1993; Schill et al. 2002). Dies war auch bei unseren Patienten der Fall: So waren rund 95% mit dem Ergebnis sehr zufrieden bzw. zufrieden und lediglich ein Patient enttäuscht. Bei Boyer et al (2006) zeigte sich sogar eine hundertprozentige Patientenzufriedenheit.

#### **4. Vergleich mit anderen Ätiologien**

Bei der endoprothetisch versorgten rheumatoiden Omarthritis verbleiben im Vergleich zu degenerativ bedingten Omarthrosen oft erhebliche Schulterfunktionsdefizite. So konnten etwa Godeneche et al. (1999) bei zentrierter Omarthrose nach Endoprothetik einen relativen Constant Score von 97% feststellen, wohingegen in einer Studie von Kelly und Wade (1999) an rheumatoider Arthritis erkrankte Patienten diesbezüglich nur einen Score von 43 Punkten erzielten. Zwei französische Multicenterstudien über die Neer-II- (Boileau et al. 1994) bzw. die Aequalis-Prothese (Walch u. Boileau 1999) brachten ebenso zum Ausdruck, dass die Ergebnisse bei der rheumatoiden Arthritis schlechter sind als bei der Omarthrose. Dies belegen auch mehrere Studien über den Oberflächenersatz am Humeruskopf (Levy et al. 2004; Levy u. Copeland 2004; Thomas et al. 2005). Eine kürzlich durch Sande et al. (2006) durchgeführte Metaanalyse hat ebenso gezeigt, dass die Diagnose offensichtlich der stärkste prognostische Faktor hinsichtlich des Ergebnisses ist.

Demgegenüber ergab sich bei Boyer et al. (2006) für bipolare Prothesen bei jeweils irreparablen Rotatorenmanschettendefekten kein signifikanter Unterschied zwischen 12 Patienten mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis (R) und 10 Personen mit degenerativ bedingter Omarthrose (O). Allerdings wurden in dieser Studie in beiden Gruppen eher schlechte funktionelle Ergebnisse erzielt (mittlerer Constant Score: 39,4 (R) bzw. 40,2 (O) Punkte). Auch einer früheren Auflistung von Cofield (1990) und Gschwend u. Schwyzer (1994) zufolge sind in der Literatur von 1987 bis 1992 ca. 580 Fälle von Schulter-TEP-Implantationen bei Arthrose und rheumatoider Arthritis beschrieben, ohne dass von diesen Autoren zwischen beiden Gruppen ein signifikanter Unterschied angegeben wurde (Gohlke u. Hedtmann 2002). Im Laufe der Jahre zeigten sich aber mit steigender Fallzahl, neuen Designs und genauerer Evaluation hinsichtlich der Outcome-Parameter klare Diagnose-spezifische Unterschiede.

Liegt bei einer rheumatoiden Omarthritis eine ausgeprägte Rotatorenmanschettendefektsituation vor, so fällt die Wahl zum Teil auf eine inverse Schulterprothese (Schill et al. 2002), die darüber hinaus vor allem bei der Defektarthropathie ihre Verwendung findet. Zahlreichen Studien über die Grammontprothese zufolge, welche bei Boileau et al. (2006) aufgelistet sind, liegt der absolute Constant Score für die Defektarthropathie bei mittelfristigem follow-up zwischen 57 und 69 Punkten. In diesem Bereich liegt auch das Ergebnis unseres Rheumakollektivs sowie das der oben erwähnten Studie von Rittmeister und Kerschbaumer (2001). Wenn man bedenkt, dass durch Verwendung anderer Prothesentypen bei maximaler Schädigung der Rotatorenmanschettensmuskulatur zum einen oft nur Verbesserungen der Schmerzsymptomatik erreicht wurden und zum anderen die aktive Beweglichkeit meist nur wenig Verbesserung zeigte (Zuckermann et al. 2000), ist dies als erfreulich zu werten. Allerdings führt die veränderte Biomechanik bei der inversen Schulterprothese zu einer Einschränkung der Rotation, wobei vor allem die Innenrotation betroffen ist. Auch gilt es zu bedenken, dass die Verankerung der Glenoidkomponente bei einer rheumatoiden Arthritis aufgrund des fragilen Knochens oft erschwert oder sogar unmöglich ist und die

Indikationsstellung daher zurückhaltend erfolgen sollte. Zudem müssen erst noch Langzeitergebnisse abgewartet werden, bevor ein endgültiges Urteil gefällt werden kann.

In vorliegender Studie übertraf die Kontrollgruppe mit einem postoperativen Constant Score von 96,3% die Rheumagruppe um ca. 16 Prozentpunkte, wobei sich für die Aequalisprothesen ein Unterschied von 20 (R: 76,2%, K:96,4%), für die Grammontprothesen jedoch nur von 7 Prozentpunkten (R: 89,4%, K: 96,2%) ergab.

Die oft besseren Ergebnisse von nicht entzündlichen Omarthrosen (Walch u. Boileau 1999; Levy et al. 2004; Levy u. Copeland 2004; Kelly u. McLean 2005) sind auf die initial isolierte Schädigung der Gelenkflächen ohne Beteiligung der Weichteile zurückzuführen, die für einen guten postoperativen Bewegungsumfang unerlässlich sind (Gohlke u. Hedtmann 2002; Schmidt-Wiethoff et al. 2002). Eine rheumatoide Omarthritis weist dagegen hinsichtlich Knochenqualität und Rotatorenmanschettendestruktion weitaus ungünstigere präoperative Voraussetzungen auf (Sneppen et al. 1996; Gohlke u. Hedtmann 2002; Habermeyer 2002).

Oft verfügen Patienten mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis vor der Operation daher über eine deutlich schlechtere Schulterfunktion als Patienten mit degenerativ bedingter Omarthrose. So erreichte in unserer Studie die Rheumagruppe einen präoperativen Constant Score von 21,7%, wohingegen die Kontrollgruppe einen Wert von 28,7% aufweisen konnte. Aufgeteilt nach Prothesentypen unterschieden sich die präoperativen Werte bei den Grammontprothesen fast überhaupt nicht (R: 26,5%, K: 26,8%), bei den Aequalisprothesen jedoch war die präoperative Schulterfunktion für die rheumatoide Arthritis signifikant schlechter als die der Kontrollgruppe (R: 18,8%, K 30,1%). Die Angaben zur präoperativen Schulterfunktion des Rheumatikers fallen in der Literatur durchaus unterschiedlich aus. So betrug bei Gohlke (2001) der präoperative Score 26 (34%), bei Rittmeister und Kerschbaumer (2001) nur 17 und bei Schmidt-Wiethoff et al. (2002) sogar 33 Punkte. Letzterer wies darüber hinaus keinen signifikanten Unterschied zu anderen im Rahmen der Studie nachuntersuchten Ätiologien auf, wohingegen

Parsons et al. (2005) in ihrer 4 verschiedene Diagnosen umfassenden Studie für die rheumatoide Arthritis das größte präoperative Schulterfunktionsdefizit angaben. Boyer et al. (2006) wiederum stellten bezüglich der präoperativen Schulterfunktion keinen signifikanten Unterschied zwischen rheumatoider Omarthritis und Omarthrose fest.

Für die Omarthrose kann laut Literatur präoperativ noch ein Constant Score von ca. 30 Punkten erwartet werden (Schmidt-Wiethoff et al. 2002; Pfahler et al. 2006). Im Gegensatz dazu finden sich für die Defektarthropathie Werte zwischen 14 und 21 Punkten (Boileau et al. 2006) bzw. 26 und 38% (Seebauer et al. 2005).

Die oft schlechtere Ausgangssituation bei rheumatoider Omarthritis wird jedoch zumindest teilweise durch die reduzierte körperliche Aktivität und die geringeren Ansprüche an die funktionelle Leistungsfähigkeit der Schulter ausgeglichen. Darüber hinaus fordern viele Autoren (Kelly u. Foster 1987; Figgie et al. 1988; Barrett u. Thornhill 1989; Friedmann et al. 1989; McCoy u. Warren 1989) eine frühzeitige Prothesenversorgung der rheumatischen Schulter vor massiver Gelenk- und Rotatorenmanschettendestruktion, um so das postoperative funktionelle Ergebnis zu optimieren. Auch in unsere Studie konnte gezeigt werden, dass bei rheumatoider Omarthritis nach frühzeitiger endoprothetischer Versorgung funktionell ein gutes, wenn nicht sogar sehr gutes Ergebnis erwartet werden kann.

## **5. Bedeutung der Rotatorenmanschette**

Generell gilt, dass eine präoperativ noch intakte Rotatorenmanschette zu besseren Ergebnissen der Arthroplastik führt (Thabe et al. 1994; Schmidt et al. 2001; Collins et al. 2004; Boyer et al. 2006), auch wenn in der Literatur hierüber zum Teil widersprüchliche Meinungen vorliegen (Kelly u. Foster 1987; Friedmann et al. 1989; Hawkins u. Bell 1989; Figgie HE et al. 1988; Figgie MP et al. 1992; Boyd et al. 1990). Gerade bei einer rheumatoiden Omarthritis kommt es neben initialer Gelenkflächendestruktion, im Verlauf auch zu einer Affektion der umgebenden Weichteile, insbesondere der Rotatorenmanschette, was das postoperative Ergebnis verschlechtern kann (Habermeyer 1999;

Rittmeister u. Kerschbaumer 2001; Schmidt et al. 2001; Schmidt Wiethoff et al. 2002). Auch Fink et al. (2004) haben gezeigt, dass der Zustand der Rotatorenmanschette zum Zeitpunkt der Implantation das Endergebnis auch noch nach Jahren mitbestimmt. Lässt sich die RM im Falle von Defekten intraoperativ rekonstruieren, so können postoperativ in der Regel bessere funktionelle Ergebnisse erzielt werden als bei Ausbleiben einer Rekonstruktion (Biehl et al. 1998; Rozing u. Brand 1998). Eine Rekonstruktion ist jedoch nicht immer möglich. Außerdem ist im Langzeitverlauf gerade bei rheumatischen Patienten trotz Rekonstruktion der Rotatorenmanschette in mindestens der Hälfte der Fälle mit einer erneuten Ausdünnung oder Defektbildung zu rechnen. Auch in unserer Studie zeigte sich eine Abhängigkeit des postoperativen Constant Scores vom präoperativen Zustand der Rotatorenmanschette. War letztere in der Rheumagruppe vor Operation intakt, betrug der postoperative Constant Score im Mittel 92,6%. Lag dagegen präoperativ eine ausgedünnte, jedoch formal noch intakte RM vor, konnten sich die Patienten durch die endoprothetischen Maßnahmen dagegen nur auf durchschnittlich 74,0% steigern. Im Falle einer RM-Totalruptur, bei welcher in zwei Fällen eine Rekonstruktion der Rotatorenmanschette stattfand, wurde bei follow-up ein durchschnittlicher Score von 78,7% erzielt. Für die Kontrollgruppe ergab sich eine ähnliche Abhängigkeit.

Bei Betrachtung der Einzelfälle des Rheumakollektivs konnte diesbezüglich jedoch keine Korrelation nachgewiesen werden. So zog bei unseren Patienten mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis ein schlechter präoperativer Zustand der Rotatorenmanschette nicht immer auch ein schlechtes postoperatives Constant Score Ergebnis nach sich. Dies erklärt sich wohl vor allem durch den Einsatz der inversen Schulterprothese, die trotz irreparabler Rotatorenmanschettendefekte gute funktionelle Ergebnisse ermöglicht.

Hinzu kommt, dass bei rheumatoider Omarthritis mit präoperativ intakter Rotatorenmanschette nach der Operation zum Teil sekundäre Defektsituationen auftreten können (Sojbjerg et al. 1999; Jerosch u. Heisel 2002). Auch einer Studie nach Wirth und Rockwood (1994) zufolge soll bei rheumatoider

Omarthritis nach primär durchgeführter Rekonstruktion eine sekundäre Dezentrierung durch erneut auftretende Insuffizienzen der Rotatorenmanschette häufiger vorkommen als bei Arthrosen.

## **6. Radiologische Ergebnisse**

Die im Vergleich zur Omarthrose deutlich verminderte Knochenqualität eines rheumatisch destruierten Glenohumeralgelenks ist oft für eine hohe Anzahl an Lockerungssäumen, vor allem um die Glenoidkomponente, verantwortlich (Gschwend u. Schwyzer 1994; Sperling et al. 2007). Es kann jedoch zahlreichen mittelfristigen Studien zufolge (Kelly u. Foster 1987; Figgie et al. 1988; Friedmann et al. 1989; Hawkins u. Bell 1989; McCoy u. Warren 1989; Gschwend u. Schwyzer 1994; Collins et al. 2004) eine deutliche Diskrepanz zwischen diesen radiologisch sichtbaren Lysesäumen und der revisionspflichtigen Lockerungsrate beobachtet werden.

Hieraus erklärt sich auch die meist eher geringe klinische Relevanz dieser radiologischen Aufhellungszonen (Hedtmann u. Werner 2007). Es ist deshalb zudem von entscheidender Bedeutung bei der radiologischen Auswertung nicht nur auf einen periprothetischen Saum, sondern auch auf eine eventuelle Positonsänderung des Implantats zu achten (Gohlke u. Hedtmann 2002).

Bei der rheumatoiden Arthritis stellt vor allem die Lockerung der Glenoidkomponente mit einer Rate zwischen 22 und 44% (Sperling et al. 1997; Stewart u. Kelly 1997; Torchia et al. 1997; Sojbjerg et al. 1999; Schmidt et al. 2001) ein Problem dar. Ein Grund hierfür sind vertikal-kranial gerichtete Scherkräfte bei defekter Rotatorenmanschette, wie sie bei einer rheumatoiden Arthritis beispielsweise auftreten und zu exzentrischen Dysbalancen führen. Es entsteht dadurch das sogenannte „Rocking-horse“-Phänomen, welches Matsen zuerst beschrieb (Barrett et al. 1987): An der gegenüberliegenden Seite des exzentrisch belasteten Pfannenrandes beginnt die Lockerung, was am radiologisch sichtbaren Lockerungssaum erkennbar wird (Habermeyer 2002). Andererseits sind die Revisionsraten hierfür relativ niedrig, was wohl vor allem im verminderten Funktionsanspruch des Polyarthritikers begründet liegt (Cofield 1990; Wirth u. Rockwood 1996). Lockerungen der humeralen Komponente sind

bei der rheumatoiden Arthritis nicht signifikant häufiger als bei der Arthrose und stellen insgesamt eher eine Rarität dar (Hedtmann u. Werner 2007).

Auch bei der Omarthrose stellt der Glenoidersatz nach wie vor den Schwachpunkt einer Totalendoprothese dar. 10-Jahres-Kontrollen berichten über radiologisch nachweisbare Lysesäume bei bis zu 80% und operative Revisionen bei bis zu 10% der Fälle (Gartsman et al. 2005; Klepps et al. 2005; Ambacher 2007).

Dies spiegelt sich zum Teil auch in unserer Studie wider. So wurden bei den Aequalisprothesen der Rheumagruppe in 23% der Schaftkomponenten sowie in 67% der Glenoidkomponenten Lysesäume mit einem maximalen Ausmaß von 2 Millimetern beobachtet. Analog hierzu war dies innerhalb der Kontrollgruppe bei 8% der Schaft- sowie 69% der Glenoidkomponenten der Fall. Vom klinischen Standpunkt aus gesehen, ergaben sich hieraus aber keine Komplikationen.

Die Frage nach dem Glenoidersatz gehört seit der Einführung dieser Implantate für die Omarthrose durch Neer in den 1970er Jahren (Neer 1974), zu den offenen Kontroversen der Schulterendoprothetik. Mittlerweile ist man sich darüber einig, dass entweder bei einem ausgedehnten knöchernen Defizit, wie es im Rahmen einer rheumatoiden Arthritis auftreten kann, oder erhaltenem Pfannenknorpel (Typ-A1-Pfanne nach Walch et al. 1999) eine Hemiprothese indiziert ist. Dezentrierte Glenoide (Typ A2, B1 und B2 nach Walch et al. 1999) mit Verlust der Knorpelschicht machen dagegen einen Glenoidersatz erforderlich (Habermeyer et al. 2004; Rickert u. Loew 2007). Die Entscheidung hierüber hängt nicht zuletzt auch von der persönlichen Erfahrung des Operateurs ab.

Bei den mit einer Grammontprothese behandelten Patienten der Rheumagruppe zeigten die Schaftkomponenten in keinem der Fälle Lysesäume und auch die Glenosphären waren mit jeweils festsitzenden Schrauben diesbezüglich unauffällig. Für die Kontrollgruppe ergab sich die gleiche Situation. Andere Arbeiten über inverse Systeme bei rheumatoider Arthritis berichten dagegen im mittelfristigen Verlauf über erhöhte Lockerungs- und Komplikationsraten (Rittmeister u. Kerschbaumer 2001; Woodruff et al. 2003).

Darüber hinaus war in unserer Studie bei 75% der Patienten mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis ein inferiores Notching mit überwiegend erstgradiger Ausprägung in der Einteilung nach Sirveaux et al. (siehe Tab. B6, Seite 27) zu beobachten. Innerhalb unserer Kontrollgruppe bzw. in der Studie von Seebauer et al. (2005) ließ sich dies nur in 22 bzw. 24,5% der Fälle feststellen. Die Bedeutung dieses Phänomens im Langzeitverlauf ist bis heute nicht endgültig geklärt. Wenn auch bisher nicht häufig beschrieben, besteht die Gefahr dieser Osteolysen in einer drohenden Lockerung und dem Ausbruch der Glenosphäre aus der Schulterpfanne (Loew et al. 2007).

Ein weiteres radiologisches Problem nach Schulterendoprothetik stellt die kraniale Migration der Kopfprothese dar, welche gehäuft bei Polyarthritikern vorkommt (Sneppen et al. 1996). Eine präoperativ oft schon breit defekte Rotatorenmanschette, führt im postoperativen Verlauf zu einem allmählichen Höhersteigen des Humeruskopfes, einhergehend mit einer Arrosion der Unterfläche des Acromions oder sogar der Resorption des ganzen proximalen Pfannenpols und des AC-Gelenks (Gschwend u. Schwyzer 1994). Letztlich kommt es zum Bewegungsverlust, vor allem in der Elevation (Thabe et al. 1994). Auch bei unseren Patienten der Rheumagruppe wurde in 3 von 23 Fällen (13%) eine kraniale Migration beobachtet, wobei alle drei Personen bereits bei Operation ausgeprägte Defekte der Rotatorenmanschette aufwiesen. Stewart und Kelly (1997) beobachteten dieses Phänomen sogar in 57% der Fälle.

Bei einer mittels Hemiarthroplastik versorgten rheumatoiden Omarthritis wird zudem häufig eine Glenoiderosion beschrieben (Kelly 1994; Gschwend u. Schwyzer 1994; Sperling et al. 2007), welche dadurch entsteht, dass eine bereits geschädigte knöcherne Pfanne dem Druck der Humeruskomponente nicht standhält. Da die Beschwerden jedoch selten unerträglich werden, bilden Revisionen mit sekundärem Pfannenersatz eher die Ausnahme. Bei Alund et al. (2000) ergab sich hierbei außerdem keine Korrelation mit der Schulterfunktion und dem Schmerz. Die Gefahr einer Glenoiderosion bei Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises ist jedoch als gravierender anzusehen als die nicht unerhebliche Gefährdung des Glenoidimplantats (Hedtmann u. Werner

2007), so dass Hemiprothesen hier zurückhaltende Verwendung erfahren sollten. Auch die schlechten funktionellen Ergebnisse von Cofield et al (1995) legen dies nahe. In unserer Studie zeigte sich bei einer der vier Hemiarthroplastiken der Rheumagruppe eine Glenoiderosion, ohne dass bisher eine Revisionsoperation nötig wurde. Letztlich ist die Entscheidung zwischen Hemi- und Totalendoprothese nach wie vor ein kontrovers diskutiertes Problem (Friedmann et al. 1989; Sneppen et al. 1996; Stewart u. Kelly 1997; Sperling et al. 1997; Sojbjerg et al. 1999; Trail u. Nuttal 2002; Fink et al. 2004; Levy et al 2004). Sperling et al. (2007) kamen in ihrer ca. 300 Schultern umfassenden langfristigen Studie (follow-up von mehr als 10 Jahren) über Hemi- und Totalendoprothesen (überwiegend Neer-Prothesen) bei Patienten mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis zu dem Schluss, dass im Falle einer intakten Rotatorenmanschette eine Totalendoprothese zu besseren Ergebnissen hinsichtlich Schmerz, Beweglichkeit und Revisionsrate führt. Lag dagegen eine ausgedünnte oder rupturierte Rotatorenmanschette vor, so konnte in dieser Studie kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Prothesentypen festgestellt werden.

Auch Subluxationen bzw. Dislokationen zählen zu den beschriebenen radiologischen Komplikationen nach Schulterendoprothetik. Von unseren 23 Patienten der Rheumagruppe zeigte sich in zwei Fällen (9%) eine Dislokation nach ventral im Sinne einer anterioren Instabilität aufgrund eines Subscapularisdefekts (Warren et al. 2002; Sanchez-Sotelo et al. 2003). Dies befindet sich innerhalb der Raten anderer Studien (Cofield 1990; Gschwend u. Schwyzer 1994; Chin et al 2006).

## **7. Komplikationen**

Insgesamt liegt die Komplikationsrate für die Schulterarthroplastik laut Literatur bei etwa 10-14% (Cofield 1990; Gschwend u. Schwyzer 1994; Chin et al. 2006), wobei Rotatorenmanschettenrupturen, glenohumerale Instabilität und periprothetische Frakturen am häufigsten vorkommen. Im Vergleich hierzu ergab sich in unserer Studie neben den radiologischen Auffälligkeiten für intra- und postoperative Komplikationen ein Wert von etwa 15%.

Abgesehen von der Implantatlockerung und der Glenoiderosion unterscheidet sich das sonstige Komplikationsspektrum bei der rheumatoiden Arthritis grundsätzlich nicht von dem anderer Indikationen (Hedtmann u. Werner 2007). Bei Patienten mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis liegt jedoch eine etwas erhöhte Infektionswahrscheinlichkeit vor, was sich wohl durch immunmodulatorische Effekte der Erkrankung und durch den Einsatz immunsuppressiver Medikamente erklärt (Doran et al. 2002). Allgemein kommt es nach Schulterarthroplastik aber erstaunlich selten zu Infekten (Cofield 1990; Gschwend u. Schwyzer 1994; Alund et al. 2000; Metha et al. 2006), was man sich durch die dicke Weichteildecke und gute Durchblutung der Schulterregion mit den nur selten vorkommenden Wundheilungsstörungen erklärt. Im Vergleich hierzu waren bei unseren 45 Patienten im postoperativen Verlauf keine Infekte zu verzeichnen.

Neurologische Komplikationen finden sich bei der Schulterendoprothetik auffällig selten (Gschwend u. Schwyzer 1994; Chin et al. 2006; Sperling et al. 2007). Bei uns traten bei jeweils einer Patientin der beiden Kollektive Parästhesien als Folge einer Plexusirritation auf, die sich innerhalb weniger Monate komplett zurückbildeten. Auch bei Lynch et al. (1996) waren die neurologischen Ausfälle bei 70% der Patienten vollständig reversibel. Eine weitere Patientin unserer Arthrosegruppe entwickelte im postoperativen Verlauf eine sympathische Reflexdystrophie, welche ebenso ohne Residuen ausheilte. Ein Sulcus-ulnaris-Syndrom innerhalb der Kontrollgruppe führte jedoch zu anhaltenden Beschwerden hinsichtlich Schmerz und Mobilität. Auch wenn neurologische Komplikationen insgesamt selten sind, fielen sie bei Lynch et al. (1996) gehäuft bei Patienten unter Methotrexat-Therapie auf.

Vereinzelt kommt es im postoperativen Verlauf auch zu Hämatomen (Chin et al. 2006; Sperling et al. 2007), was in unserer Studie bei einer Patientin der Rheumagruppe der Fall war.

Periprothetische Frakturen treten allgemein im postoperativen Verlauf weitaus seltener auf als während der Operation (Chin et al. 2006; Sperling et al. 2007), finden sich infolge der schlechteren Knochenqualität bei der rheumatoiden Arthritis aber etwas häufiger als bei degenerativ bedingter Arthrose (Hedtmann

u. Werner 2007). Intraoperativ kann beim Einschlagen der Humerusraspel oder des Implantats eine Humerusfraktur auftreten. Riskant ist auch die gewaltsame Rotation des Arms zur Exploration des Humeruskopfes im Rahmen der Markraumpräparation, was zu Torsionsfrakturen des proximalen Humerus führen kann. In unserem Kollektiv traten während der Operation keine Frakturen auf. Postoperativ kam es sturzbedingt in einem Fall aus der Kontrollgruppe zu einer periprothetischen Fraktur, welche aber plattenosteosynthetisch versorgt werden konnte, ohne den Sitz des Implantats oder die Schulterfunktion (CS: 78 Punkte bzw. 113%, follow-up: 22 Monate) negativ zu beeinflussen.

Chin et al. (2006) zufolge hat die Häufigkeit an Komplikationen bei der Schulterendoprothetik in den letzten Jahren deutlich abgenommen. Dies betrifft vor allem die Rate an schwerwiegenden Komplikationen, das Problem der Lockerung einzelner Prothesenkomponenten und die Notwendigkeit einer Revisionsoperation. Auch Studien mit rein rheumatischem Patientengut berichten über niedrige Komplikationsraten (Alund et al. 2000; Boyer et al. 2006). Eine Revision nach Endoprothetik war bei den ca. 430 von Chin et al. (2006) nachuntersuchten Totalendoprothesen unterschiedlicher Ätiologien in etwa 4% der Fälle nötig. Bei rein rheumatischen Kollektiven bewegen sich die Revisionsraten eher zwischen 5 und 8% (Sperling et al. 2007; Hedtmann u. Werner 2007). Innerhalb unseres Kollektivs musste bisher bei keinem der 45 Patienten eine Revision vorgenommen werden. Diese positive Situation hinsichtlich eines Prothesenwechsels liegt möglicherweise an dem nur mittelfristigen follow-up dieser Studie.

Nach kontinuierlicher Weiterentwicklung der Schulterendoprothetik innerhalb der letzten 25 Jahre liegt der Grund für die abnehmenden Komplikationsraten wohl vor allem in den verbesserten Operationstechniken, einhergehend mit zunehmender Erfahrung des Operateurs, und dem über die Jahre zunehmend optimierten Prothesendesign.

Demgegenüber haben inverse Systeme bei rheumatoider Arthritis aber deutlich mehr Komplikationen, wie beispielsweise Lockerungen sowie Spina- und Ermüdungsbrüche, als bei degenerativer Grunderkrankung.

Abschließend lässt sich sagen, dass Patienten mit einer Erkrankung aus dem rheumatischen Formenkreis von einer endoprothetischen Versorgung der Schulter durchaus profitieren (vgl. Abb. A 4-6, Anhang S. 87 u. 88). Bedenkt man, dass die Schulter in der rheumaorthopädischen Versorgung wegen ihrer komplizierten funktionellen Anatomie und der guten Kompensationsmöglichkeiten durch die Nachbargelenke im Falle einer Affektion lange Zeit vernachlässigt wurde, ist dies als sehr erfreulich zu werten.

Allerdings profitieren Patienten mit rheumatoider Omarthritis nicht in dem Maße von einer Prothesenversorgung wie Patienten mit degenerativ bedingter Omarthrose. Der Grund hierfür sind der bei rheumatoider Pathogenese auftretende Verlust der knöchernen Substanz durch Erosion und Osteoporose, die erhöhte Morbidität, die Rotatorenmanschetteninsuffizienz sowie die Medialisierung und Kranialisierung des Humeruskopfes durch Glenoidabschliff.

## **E. Zusammenfassung**

Im Rahmen dieser retrospektiven Studie wurden 23 Patienten mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis (R), überwiegend rheumatoide Arthritis, und 22 Kontrollpersonen (K) mit degenerativ bedingter Omarthrose, welchen zwischen 1993 und 2005 eine Schulterprothese unterschiedlichen Typs implantiert worden war, in der Orthopädischen Klinik König Ludwig Haus durchschnittlich 28 Monate postoperativ (R: 38 Monate; K: 18 Monate) klinisch und radiologisch nachuntersucht. Die Patienten wurden in 26 Fällen (13 Rheumapatienten und 13 Kontrollpatienten) mit anatomischen Prothesen (Aequalis) sowie in 17 Fällen (8 Rheumapatienten und 9 Kontrollpersonen) mit inversen Systemen nach Grammont versorgt. Jeweils eine Patientin mit rheumatoider Arthritis erhielt eine bipolare Endoprothese der Firma Biomet bzw. einen humeralen Oberflächenersatz nach Copeland. Das Lebensalter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation betrug im Mittel 65 Jahre (R: 62 Jahre; K: 69 Jahre). Die Ergebnisse wurden anhand des Constant Scores (CS) erhoben.

Durch die Operation verbesserten die 23 Patienten mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis ihren Constant Score von durchschnittlich 21,7% (15,7 Punkte) auf 79,9% (58,0 Punkte), wobei keine Korrelation zwischen prä- und postoperativem Score sowie zwischen Erkrankungsdauer und postoperativem Score festgestellt werden konnte. Die Kontrollgruppe wies sowohl präoperativ (mittlerer CS: 28,7% bzw. 20,4 Punkte) als auch bei Nachuntersuchung (mittlerer CS: 96,3% bzw. 68,6 Punkte) eine signifikant bessere Schulterfunktion auf. Ein Vergleich mit zusätzlicher Aufteilung nach Prothesentypen zeigte allerdings, dass dies lediglich für die mit einer anatomischen Endoprothese versorgte Subgruppe gilt, da sich bei den inversen Systemen weder die prä- noch die postoperativen Score-Werte der beiden Kollektive signifikant voneinander unterschieden.

Die Verbesserung im Constant Score spiegelte sich auch bei den einzelnen Komponenten wider. So steigerte die Rheumagruppe ihren Schmerzwert von durchschnittlich 2,6 auf 11,3 Punkte und die Kontrollgruppe von 3,6 auf 12,5 Punkte. Bei der Beweglichkeit erzielten die Patienten mit Erkrankungen aus

dem rheumatischen Formenkreis 67% des maximal möglichen Bewegungsumfangs, die Kontrollpersonen sogar 81%. Die aktive Flexion steigerte sich hierbei bei R im Mittel von 57,6° auf 129,1°, bei K von 80,0° auf 149,1°. Die Besserung der Kraft fiel dagegen deutlich geringer aus.

Innerhalb beider Kollektive waren ca. 95% der Patienten mit dem Operationsergebnis sehr zufrieden bzw. zufrieden.

Es zeigte sich zudem, dass bei präoperativer Affektion der Rotatorenmanschette (RM) in Form einer Ausdünnung bzw. einer Ruptur in beiden Kollektiven durchschnittlich schlechtere postoperative Score Ergebnisse erzielt wurden als bei intakter RM. Bei den Patienten mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis erfolgte diesbezüglich zusätzlich eine nähere Betrachtung der Einzelfälle. Es konnte dabei keine lineare Korrelation zwischen präoperativem RM-Zustand und postoperativem Constant Score nachgewiesen werden, d. h. ein schlechter präoperativer RM-Zustand bedingte postoperativ nicht immer auch ein schlechtes funktionelles Ergebnis.

Lockerungszeichen der einzelnen Prothesenkomponenten, im Sinne von Lysesäumen im Röntgenbild mit einem maximalen Ausmaß von 2mm, betrafen vor allem die Glenoidkomponente (R: 67%; K:69%). Bei den Grammont-Prothesen wurde bei R in 75% sowie bei K in 22% der Fälle das Phänomen des inferioren Notchings mit überwiegend geringgradiger Ausprägung beobachtet. Klinisch ergab sich hieraus jedoch keine Relevanz.

In insgesamt 15% der Fälle kam es zu Komplikationen unterschiedlicher Art. Eine Revisionsoperation war bisher bei keinem der nachuntersuchten Patienten dieser Studie nötig.

Bei den Patienten der Rheumagruppe wurden die besten Constant Score Werte für die Grammont-Prothesen erzielt (62,2 Punkte bzw. 89,4%). Die Aequalis-Prothesen lagen hierfür rund 6 Absolutpunkte bzw. 13 Prozentpunkte zurück.



**FUNCTION**

5=normal, 4=good, 3=difficult, 2=with aid, 1=impossible

* Use back pocket	<input type="checkbox"/>	* Perineal care	<input type="checkbox"/>
* Wash opposite axilla	<input type="checkbox"/>	* Eat with utensil	<input type="checkbox"/>
* Comb hair	<input type="checkbox"/>		
* Carry 4-6 Kg with arm at side	<input type="checkbox"/>	* Sleep on shoulder	<input type="checkbox"/>
* Use hand with arm at shoulder level	<input type="checkbox"/>	* Do usual work	<input type="checkbox"/>
* Use hand with arm above head	<input type="checkbox"/>	* Dress	<input type="checkbox"/>

**MUSCLE ATROPHY** (Clinical aspect and muscle function test, e.g. lag sign, lift off)

• M. deltoid. (0,+,,++) :  • M. supraspinatus (0,+,,++) :  • M. infraspin.  
(0,+,,++) :  • M. subscap. (0,+,,++) :

Passive anterior elevation :  Active anterior elevation : Active external rotation at 0° of abduction ± : Passive external rotation at 0° of abduction ± : 

Dislocation ANTERIOR  ANTERO-SUPERIOR  POSTERIOR   
INFERIOR

**RHEUMATOID ARTHRITIS**Time since diagnosed :  y.Nb of corticoid injections :  Nb of synoviorthesis : Nb of joint replacement (lower extremity) : Radiological aspect :  (1:concentric ; 2 superior migration ; 3 : joint destruction)Larsen classification :  (stage 3, 4, 5)**IMAGING STUDIES AVAILABLE**Arthrography  Arthro CT  MRI  Sonography **ROTATOR CUFF** Supra-spinatus tendon  (0=no rupture, 1=deep partial tear,2=complete rupture)Infra-spinatus tendon  (0=no rupture, 1=rupture)Subscapularis tendon  (0=no rupture, 1=rupture)Infra-spinatus muscle  (fatty degeneration according to Goutallier: 0-1-2-3-4)Sub-scapularis muscle  (fatty degeneration : 0-1-2-3-4)Teres minor muscle  (fatty degeneration : 0-1-2-3-4)**GLENOID TYPE**  (0=N/A ; 1=A1 ; 2=A2 ; 3=B1 ; 4=B2 ; 5=C)

## INTRA-OPERATIVE DATA

Date of surgery (D/M/Y) :    | Age at surgery :  years old

Approach :  (1= delto-pectoral, 2= superior, 3= posterior)

ASSOCIATED PROCEDURE

1= lengthening of subscap. with juxta-glenoid capsulotomy., 2= lengthening of subscapularis with Z-plasty, 3= acromioplasty, 4= resection of lateral cm of the clavicle, 5= cuff repair, 6= tenodesis or tenotomy of long biceps, 7= other (specify) :

---

ROTATOR CUFF TEAR small  | medium  large  thinning   
 = acc. to Bateman: 1 tendon, 2 tendons, 3 tendons e.g. rheumat. arthritis

### HUMERAL COMPONENT

Neck (125, 130, 135, 140°)

Stem diameter (6, 9, 12 mm)

Stem length (100 mm, 160 mm)

Head size (39/14, 41/15, 43/16, 46/17, 48/18, 50/16, 50/19)   /

Index (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)

Cement (1= yes, 2= no)

Neck head union screw (+ / -)

Stem/neck union screw (+ / -)

SURGEON SUBJECTIVE ASSESSMENT

(1= good, 2= fair, 3= poor)

GLENOID COMPONENT  (0=no, 1=yes),

If yes, • size (1=small, 2=medium, 3=large)

• type (1=keel/polyethylene flat base, 2=cementless expanded screw, 3=2 peg polyethylene, 4=spherical base polyethylene)

External rotation with 0° of abduction at the end of procedure :

°

Technical probl. or intra-operative complication : \_\_\_\_\_

---

**IMMOBILIZATION**

(0=no, 1=yes)

if yes, abduction splint  (0=no, 1=yes)

neutral rotation brace  (0=no, 1=yes)

**REHABILITATION PROGRAM** Rehab center  (0=no, 1=yes)

Length  days

\* Post-op stiffness or difficulty to recover range of motion :  (0=no, 1=yes)

**COMPLICATIONS**

LOCAL :

(0=none, 1=intra-operative fracture., 2= sepsis, 3=haematoma,

4=regressive neurological pb, 5=non regressive neurological pb)

MECHANICAL :  (0=none, 1=anterior dislocation, 2=posterior dislocation)

REVISION SURGERY  (0=no, 1=yes)

## TOTAL SHOULDER ARTHROPLASTY - POST-OP FOLLOW-UP

File Number \_\_\_\_\_

LAST NAME : \_\_\_\_\_

First name : \_\_\_\_\_

Date of visit :    | post-op follow-up :   (months)

POST-OP OCCUPATION  (1=handicapped, 2=retired, 3=inactive, 4=same occupation, 5=not yet back to work, 6=other occupation)

### COMPLICATIONS

LOCAL :

(0=none, 1= sepsis, 2=haematoma, 3=regressive neurological pb, 4=non regressive neurological pb, 5= other (specify) : \_\_\_\_\_)

MECHANICAL :  (0=none, 1=anterior dislocation, 2=posterior dislocation)

REVISION SURGERY  (0=no, 1=yes)

Cause (specify) : \_\_\_\_\_

### MOBILITY

Passive external rotation at 0° of abduction     °

Passive anterior elevation     °

Standing position (active motion)

• Active anterior elevation     °

• Internal rotation (0=thighs, 2=buttocks, 4=sacrum, 6=L3, 8=T12, 10=T7)

• External rotation with 90° of abduction :     °

• Internal rotation with 90° of abduction :     °

• External rotation with 0° of abduction :     °



**RADIOGRAPHIC ASSESSMENT**

peri-prosthetic ossification :  (0=none, 1=moderate, 2=severe)

Humeral component:  (0=no change, 1=shift)

• Radiolucent line :  (0=no, 1=yes) if yes,  (1=complete, 2=partial)

Glenoid component:  (0=no change, 1=shift)

• Radiolucent line:  (0=no, 1=yes)

If YES, and if two successive X-rays are available at a minimum of one year F/U

1 : non progressive radiolucent line

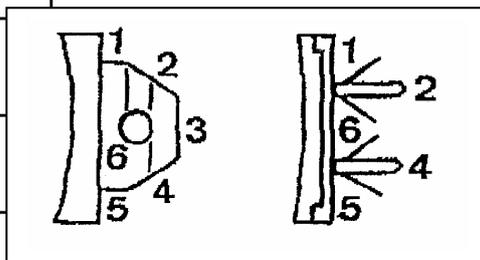
2 : progressive radiolucent line

3 : N/P

ADDITIONAL OBSERVATIONS : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ZONES	< 1 mm	1-2 mm	> 2 mm
1			
2			
3			
4			
5			
6			



## CONSTANT SCORE

### A - PAIN (/15)

1 - Do you have pain when performing daily living activities?

(none or climatic = 15 points, mild = 10 points, moderate = 5 points, severe = 0 pts)

2 - If "15" represents no pain at all and 0 represents "pain as hard as it can be" how would score your shoulder between 0 et 15

$$\text{PAIN} = (1 + 2) / 2$$

□

### B - ACTIVITY (/ 20)

1 - Does your shoulder limit you daily or professional activity ? (no = 4 points, severe limitation = 0 points)

Occupation .....

2 - does your shoulder limit your ability to perform sports or recreational activity?

(no = 4 points, severe limitation = 0 points)

sports or recreational activity .....

3 - Does your shoulder affect your comfort during sleep ?

(no = 2 points, severe discomfort = 0 points)

4 - At which level are you able to use your arm in reasonable condition ?

(belt = 2 points, xiphoid = 4 points, neck = 6 pts, top of head = 8 points, above head = 10 points).

$$\text{Total ACTIVITY} = 1 + 2 + 3 + 4$$

□

### C - ACTIVE MOBILITY (/ 40)

1 - Flexion : 0-30° (0 pts) ; 31-60° (2 pts) ; 61-90° (4 pts) ; 91-120° (6 pts)

121-150° (8 pts) ; > 150° (10 pts)

2 - Abduction (See flexion)

3 - external rotation (/ 10) : hand behind head, elbow forward (2 pts)

hand behind head, elbow backward (4 pts) ; hand on head, elbow forward (6 pts)

head on head, elbow backward (8 pts) ; full elevation from top of head (10 pts)

4 - internal rotation (/ 10) : dorsum of hand to buttocks (2 pts) ; to sacrum (4 pts), to L3 (6 pts) ; to D12 (8 pts) ; to D7-D8 (10 pts)

$$\text{Total ACTIVE MOBILITY} = 1 + 2 + 3 + 4$$

### D - STRENGHT (/ 25)

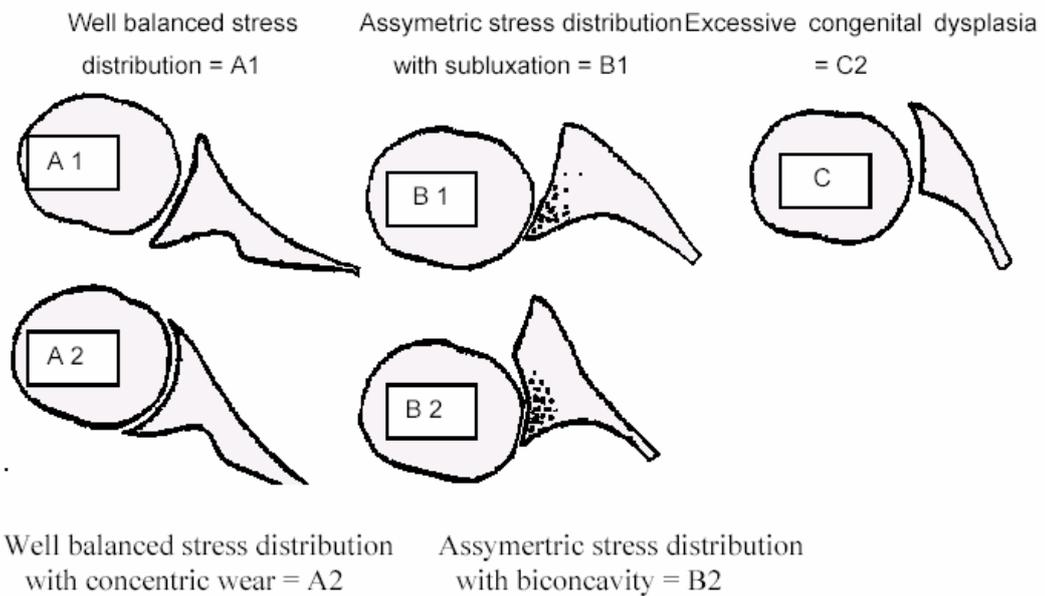
Average in Kg : [ ] [ ]

(Average in Kg on contralateral side [ ] [ ])

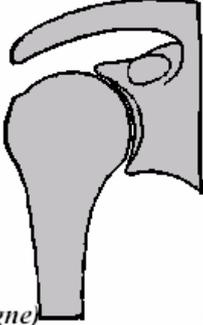
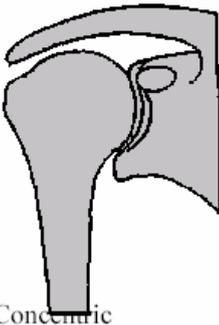
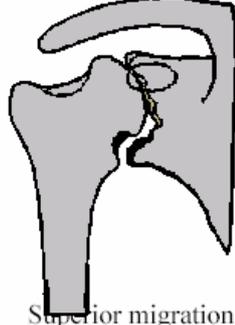
$$\text{STRENGHT} (= \text{Kg} \times 2) \quad \square$$

**ADJUSTED CONSTANT SCORE TABLE**

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

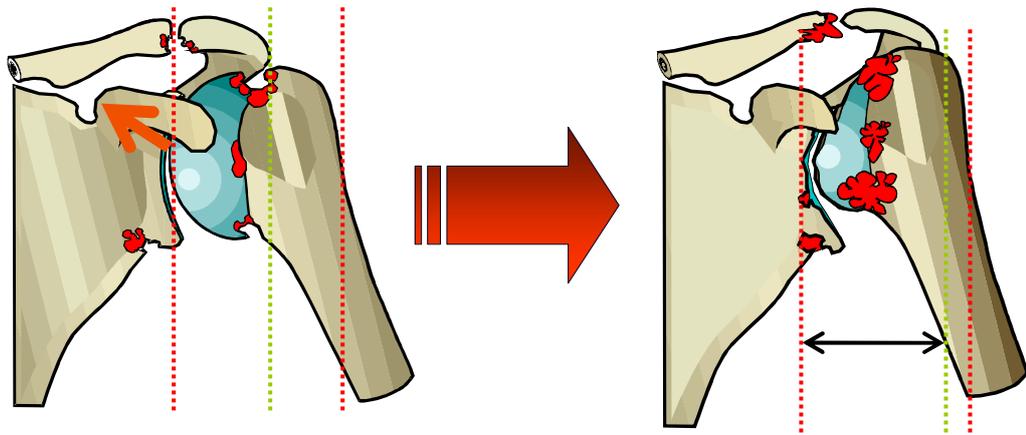


**USE ONLY IN CASE OF RHEUMATOID ARTHRITIS**

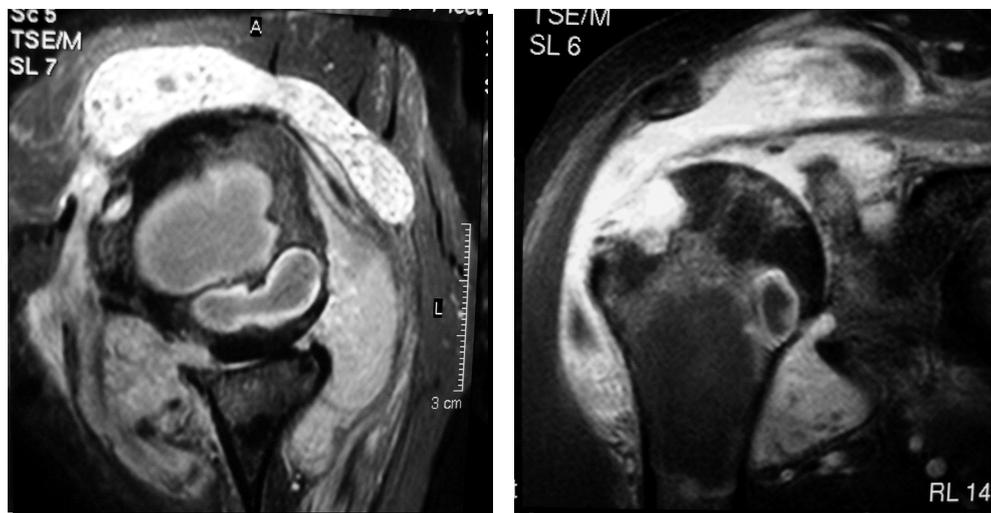
Stage III		Thinning of joint space, bony erosion, initial superior migration
Stage IV		Complete loss of joint space, advanced destruction, distinct superior migration of humeral head
Stage V		Severe destruction of joint, wear of superior glenoid, Tbc. majus in contact with acromion; collaps of humeral head, or dislocation, or ancylosis
<p><i>Classification of radiological destruction, (modified, acc. to Larsen et al. 1977), stage I + II (initial changes) not listed</i>  <i>Destruction forms</i></p>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p><i>(acc. to Levine)</i> «dry»</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Concentric Joint destruction «resorptive»</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Superior migration « wet »</p> </div> </div>		

**Constant Score-Fragebogen**

## 2. Weitere Abbildungen



**Abb. A1: Progression der Destruktion im Glenohumeralgelenk mit zunehmender Insuffizienz der Rotatorenmanschette und Hochstand des Humeruskopfes. Im Langzeitverlauf entwickelt sich der charakteristische kraneo-mediale Einschliff des Humeruskopfes mit Substanzverlust des Glenoids (siehe auch Verschiebung der Tangente an der lateralen Akromionkante gegenüber der Glenoidebene und der lateralen Kortikalis des Humerus). (Gohlke 2009)**



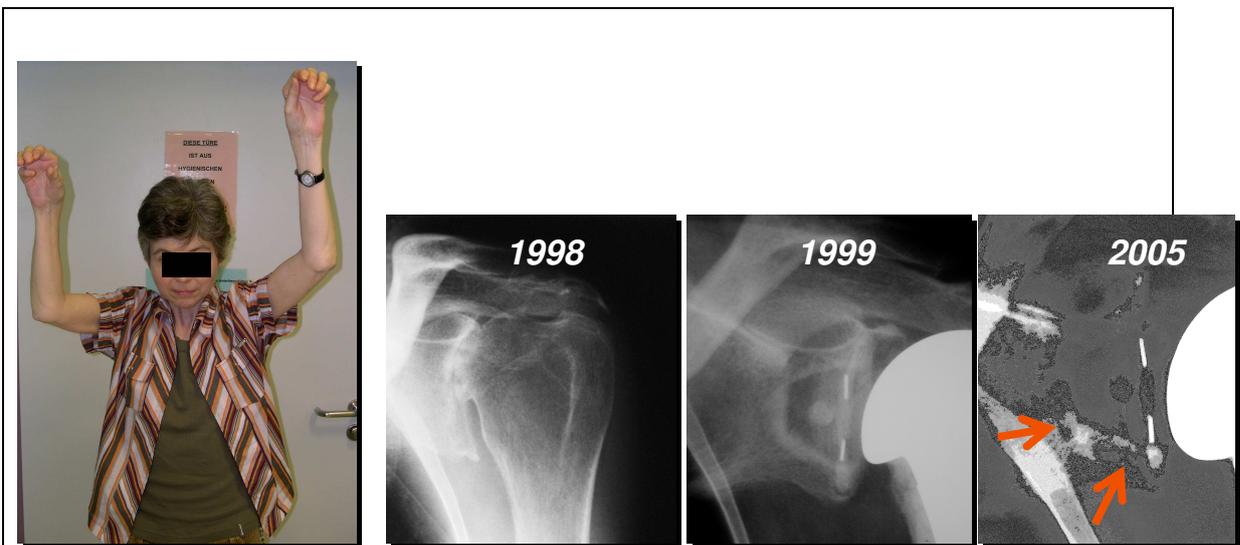
**Abb. A2: Charakteristischer Befund eines präoperativ angefertigten MRT (a: transversale, b: paracoronaire Schnittebene) einer zystisch-erosiven Verlaufsform trotz Einstellung auf Immunsuppressiva und TNF-alpha-Antikörper mit ausgeprägter Ergussbildung, Gelenkzerstörung, Muskelatrophie und erheblicher Ausdünnung der Rotatorenmanschette sowie Ansammlung von Fibrinkörper-Konglomeraten im periartikulären Rezessus. Hier droht der frühzeitige Kollaps des Humeruskopfes. (Gohlke 2009)**



**Abb. A3: Charakteristischer Befund einer rheumatischen Arthritis im Spätstadium mit erheblicher Medialisierung und leichter Kranialisierung (hier Psoriasis-Arthritis), entsprechend dem Typ A2 n. Levigne. Dieser Befund in der ap-Projektion lässt in der Regel einen beträchtlichen Substanzverlust der Pfanne und Probleme für die Glenoidverankerung erwarten. Mittel- bis langfristig ist entweder eine frühzeitige Lockerung der Glenoidkomponente oder eine superiore Glenoiderosion der Hemiprothese mit Funktionsverlust zu erwarten. (Gohlke 2009)**



**Abb. A4: Langzeitverlauf einer Hemiprothese vom Typ Aequalis (9 Jahre) bei einer juvenilen rheumatoiden Arthritis.**  
 Nach auswärtig durchgeführter, offener Synovektomie und schmerzhafter Einsteifung wegen fortgeschrittenen Knorpelschäden humeral und glenoidal (IV°) wurde diese implantiert.  
 (a: klinischer Befund post-OP 1998; b: 9 Jahre post-OP 2007; c: Röntgenbefund prä-OP; d: Röntgenbefund 2007); (Gohlke 2009)



**Abb. A5: Progressive Lysesäume im Röntgenverlauf nach Schulter-TEP.**  
 51 Jahre alte Frau mit rheumatoider Arthritis (MTX + Etanercept als Basistherapie) und „Champagner Korken“-Deformität des proximalen Humerus durch Erosionen (Mischtyp A2 bis D). Leicht zunehmende, aktivitätsabhängige Beschwerden 7 Jahre post-OP nach anatomischer Schulter-TEP im Verlauf. (Gohlke 2009)



**Abb. A6: 3 Jahre nach inverser Schulter-TEP (Grammont) bei 74 Jahre alter Patientin mit hochgradigem kranio-medialem Einschliff und Insuffizienz der Rotatorenmanschette entsprechend dem Typ 2C einer Defektarthropathie n. Huguet. Klinisches Ergebnis zwei Jahre post-OP. (Gohlke 2009)**

## G. Literaturverzeichnis

**Alund MC, Hoe-Hansen C, Tillander B, Heden BA, Norlin R**, Outcome after cup hemiarthroplasty in the rheumatoid shoulder: a retrospective evaluation of 39 patients followed for 2-6 years. *Acta Orthop Scand* 2000; 71: 180-184

**Ambacher T**, Schulterendoprothetik bei Omarthrose. *Orthopäde* 2007; 36: 1017-1026

**Ballmer FT, Sidles JA, Lippitt SB, Matsen FA**, Humeral head prosthetic arthroplasty: Surgically relevant geometric considerations. *J Shoulder Elbow Surg* 1993; 2: 296-304

**Barrett WP, Franklin JL, Jackins SE, Wyss CR, Matsen FA**, Total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1987; 69-A: 865-872

**Barrett WP, Thornhill TS**, Non constrained total shoulder arthroplasty in patients with polyarticular rheumatoid arthritis. *J Arthroplasty* 1989; 4: 91-96

**Benedek TG, Rodnan GP**, A brief history of the rheumatic diseases. *Bull Rheum Dis* 1982; 32: 59-68

**Biehl C, Schill S, Thabe H**, Die rekonstruktive Versorgung der rheumatischen Schulter mit der MVS-Schulterprothese, 47. Jahrestag Norddeutsche Orthopädenvereinigung, Leipzig 18.- 20.6.98, 1998

**Boileau P, Walch G, Noel E, Liotard JP**, La prothèse d'épaule de Neer : resultats en fonction de l'étiologie. *Rev Rhum Ed Fr* 1994 ; 61: 49-61

**Boileau P, Walch G**, The three dimensional geometry of the proximal humerus. Implications for surgical technique and prosthetic design. *J Bone Joint Surg* 1997; 79-B: 857-865

**Boileau P, Walch G**, Normal and pathological anatomy of the glenoid: Effects on the design, preparation and fixation of the glenoid component. In: Walch G, Boileau P (Hrsg.), *Shoulder Arthroplasty*; Springer Verlag Berlin-Heidelberg 1999: 127-140

**Boileau P, Watkinson DJ, Hatzidakis AM, Balg F**, Grammont reverse prosthesis: Design, rationale and biomechanics. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14: 147 -161

**Boileau P, Watkinson DJ, Hatzidakis AM, Hovorka I**, Neer Award 2005: The Grammont reverse shoulder prosthesis: Results in cuff tear arthritis, fracture sequelae, and revision arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; 15: 527-540

**Boyd AD Jr, Thomas WH, Scott RD, Sledge CB, Thornhill TS**, Total shoulder arthroplasty compared with hemiarthroplasty. Indications for glenoid resurfacing. *J Arthroplasty* 1990; 5: 329-336

**Boyer P, Hutten D, Alnot JY**, La prothèse bipolaire dans l'épaule rhumatoïde avec rupture de coiffe irréparable. *Revue de chirurgie orthopédique* 2006 ; 92: 556-566

**Böhm D, Müller T, Rehwald C, Gohlke F, Barthel T, Eulert J**, Age and sex related Constant Mureley Score. *J Shoulder Elbow Surg* 1997; 6: 194

**Broca P**, La torsion de L'humerus et le tropomètre, instrument destiné a mesurer la torsion des os. *Revue d'Anthropologie (Paris)* 1981; 2. Ser. 4

**Burroughs PL, Gearen PF, Petty WR, Wright TW**, Shoulder arthroplasty in the young patient. *J Arthroplasty* 2003 Sep; 18 (6): 792-798

**Chin PYK, Sperling JW, Cofield RH, Schleck S**, Complications of total shoulder arthroplasty: Are they fewer or different? *J Shoulder Elbow Surg* 2006; 15: 19-22

**Cofield RH, Edgerton BC**, Total shoulder arthroplasty: Complications and revision surgery. In: Green W. B. (Hrsg.), Instructional course lecture. American Academy of Orthopedic Surgeons 1990; Vol XXXIX

**Cofield RH, Frankle MA, Zuckermann JD**, Humeral head replacement for glenohumeral arthritis. *Semin Arthroplasty* 1995; 6: 214-221

**Collins DN, Harryman DT, Wirth MA**, Shoulder arthroplasty for the treatment of inflammatory arthritis. *J Bone Joint Surg* 2004; 86-A: 2489-2496

**Constant C, Murley AHG**, A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop* 1887; 214: 160-164

**Constant C**, Schulterfunktionsbeurteilung. *Orthopäde* 1991; 20: 289-294

**Copeland S**, The continuing development of shoulder replacement: "Reaching the surface". *J Bone Joint Surg* 2006; 88-A: 900-905

**Dähnert W, Bernd W**, Computertomographische Bestimmung des Torsionswinkels am Humerus. *Z Orthop.* 1986; 124: 46-49

**Doran MF, Crowson CS, Pond GR**, Frequency of infection in patients with rheumatoid arthritis compared with controls: a population-based study. *Arthritis Rheum* 2002; 46: 2287-2293

**Fick R**, Schultergelenk. In: Gustav Fischer (Hrsg.), *Handbuch der Anatomie des Menschen*. Fischer Verlag, Jena 1904: 163-187

**Figgie HE, Inglis AE, Goldberg VM**, An Analysis of factors affecting the long-term results of shoulder arthroplasty in inflammatory arthritis. J Arthroplasty 1988; 3: 123- 130

**Figgie MP, Inglis AE, Figgie HE 3<sup>rd</sup>, Sobel M, Burstein AH, Kraay MJ**, Custom total shoulder arthroplasty in inflammatory arthritis. J Arthroplasty 1992; 7: 1-6

**Fink B, Sallen V, Guderian H, Tillmann K, R  ther W**, Resection interposition arthroplasty of the shoulder effected by inflammatory arthritis. J Shoulder Elbow Surg 2001; 6: 18-23

**Fink B., Strauss J. M., Lamla U., Kurz T., Guderian H., R  ther W.**, Der endoprothetische Oberflächenersatz am Humeruskopf. Orthopäde 2001; 30: 379 – 385

**Fink B, Singer J, Lamla U, R  ther W**, Surface replacement of the humeral head in rheumatoid arthritis. Arch Orthop Trauma 2004; 124: 366-371

**Friedmann RJ, Thornhill TS, Thomas WH, Sledge CB**, Non constrained total shoulder arthroplasty in patients who have rheumatoid arthritis and class-IV function. J Bone Joint Surg 1989; 71-A: 494-498

**Galinat BJ, Howell SM**, The containment mechanism: the primary stabilizer of the glenohumeral joint. Orthop Trans 1987; 11: 458

**Gartsman GM, Elkousy HA, Warnock KM**, Radiographic comparison of pegged and keeled glenoid components. J Shoulder Elbow Surg 2005; 12: 252-257

**Gerber C**, Integrated Scoring System for the functional assessment of the shoulder. Rosemont, Illinois, The American Academy of Orthopaedic Surgeons 1992: 531-550

**Godeneche A, Boileau P, Favard L, Walch G**, Resultats de la prothèse aequalis dans l'omarthrose centr  e (   propos de 268 cas) ; Proc. of SECEC 1999; 234

**Gohlke F**, Das sonographische Erscheinungsbild der Rotatorenmanschette beim älteren Menschen. Orthopäde 1993; 22: 288-293

**Gohlke F**, Biomechanik der Schulter. Orthopäde 2000; 29: 834-844

**Gohlke F**, Clinical and radiographic results of shoulder arthroplasty in rheumatoid arthritis. 2000 Shoulder Prostheses...two to ten year follow-up, Walch G, Boileau P, Mole D, Sauramps Medical 2001: 163-170

**Gohlke F, Hedtmann A (Hrsg.),** Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Schulter. Thieme Verlag, Stuttgart 2002

**Gohlke F,** Arthritis bei Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises. In : Loew M (Hrsg.), Schulterendoprothetik. Steinkopff Verlag, Darmstadt 2009 (im Druck)

**Grammont P, Trouilloud P, Laffay JP, Deries X,** Etude et réalisation d'une nouvelle prothèse d'épaule. Rhumatologie 1987; 39: 17-22

**Gross WL,** Rheumatoide Arthritis. In: Classen M, Diehl V, Kochsiek K (Hrsg.), Innere Medizin. Urban und Fischer Verlag, München-Jena 2004: 1052-1060

**Gschwend N, Schwyzer HK,** Komplikationen der Schulterarthroplastik und Behandlungsmöglichkeiten. Akt Rheumatol 1994; 19: 161-170

**Habermeyer P, Ebert T,** Aktueller Entwicklungsstand und Perspektiven der Schulterendoprothetik. Unfallchirurg 1999; 102: 668-683

**Habermeyer P (Hrsg.),** Schulterchirurgie. Urban und Fischer Verlag, München-Jena 2002

**Habermeyer P, Lichtenberg S, Magosch P,** Schulterendoprothetik - Operatives Management. Unfallchirurg 2004; 107: 1008-1025

**Hatrup SJ, Cofield RH,** Osteonecrosis of the humeral head: relationship of disease, stage, extent, and cause to natural history. J Shoulder Elbow Surg 1999; 8: 559-564

**Hawkins RJ, Bell RH,** Total shoulder arthroplasty. Clin Orthop 1989; 242: 188-194

**Heers G, Grifka J, An KN,** Biomechanische Überlegungen zur Schultergelenksendoprothetik. Orthopäde 2001; 30: 386-394

**Hedtmann A, Werner A,** Schulterendoprothetik bei rheumatoider Arthritis. Orthopäde 2007; 36: 1050-1061

**Hertel R, Lehmann O,** Die Schultergelenkpfanne - Anatomische Aspekte und Implikationen für das Prothesendesign. Orthopäde 2001; 30: 363-369

**Hettenkofer HJ (Hrsg.),** Rheumatologie: Diagnostik - Klinik - Therapie. Thieme Verlag, Stuttgart 1998

**Hettrich CM, Weldon E, Boorman RS, Parsons IM, Matsen FA,** Preoperative factors associated with improvements in shoulder function after humeral hemiarthroplasty. J Bone Joint Surg 2004; 86-A (7): 1446-1451

**Ianotti JP, Gabriel JP, Schneck SL, Evans BG, Misra S**, The normal glenohumeral relationships. An anatomical study of one hundred and forty shoulders. *J Bone Joint Surg* 1992; 74-A: 491-500

**Inoue K, Shichikawa K, Nishioka J, Hirota S**, Older age onset rheumatoid arthritis with or without osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 1987; 46: 908-911

**Jerosch J, Heisel J (Hrsg.)**, Schulterendoprothetik. Steinkopff Verlag, Darmstadt 2002

**Jonsson E, Eglund N, Kelly I, Rydholm U, Lindgren L**, Cup arthroplasty of the rheumatoid shoulder. *Acta Orthop Scand* 1986; 542-546

**Kelly IG, Foster RS**, Neer total shoulder replacement in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg* 1987; 69-B: 723-726

**Kelly IG, Wade FA**, Modular shoulder arthroplasty in rheumatoid arthritis. In: Willems J, Rozing P (Hrsg.), *Proc. of SECEC* 1999; 230

**Kelly IG**, Unconstrained shoulder arthroplasty in rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 1994; 307: 94-102

**Kelly IG, McLean AD**, Glenohumeral inflammatory arthritis: Special issues. In: Bigliani LU, Flatow EL (Hrsg.), *Shoulder Arthroplasty*, Springer Verlag, Heidelberg 2005; 63-85

**Klepps S, Chiang AS, Miller S**, Incidence of early radiolucent glenoid lines in patients having total shoulder replacements. *Clin Orthop* 435: 118-125

**Koorevaar RC, Merkies ND, de Waal Malefijt MC, Teeuwen M, van den Hoogen FH**, Shoulder hemiarthroplasty in rheumatoid arthritis. 19 cases reexamined after 1-17 years. *Acta Orthop Scand* 1997; 68: 243-245

**Lanz T, Wachsmuth W (Hrsg.)**, Die Schulter: Praktische Anatomie, Teil III, Springer Verlag, Heidelberg 1959: 96-107

**Larsen A, Dale K, Eek M**, Radiographic evaluation of rheumatoid arthritis and related conditions by standard reference films. *Acta Radiol Diagn (Stockh)* 1977; 18: 481-491

**Laurence M**, Replacement arthroplasty of the rotator cuff deficient shoulder. *J Bone Joint Surg* 1991; 73-B: 916-919

**Lee DH, Niemann KM**, Bipolar shoulder arthroplasty. *Clin Orthop* 1994; 304: 97-107

**Lee DM, Schur PH**, Clinical utility of the anti-CCP assay in patients with rheumatic diseases. *Ann Rheum Dis* 2003; 62 (9): 870-874

**Levy O, Funk L, Sforza G, Copeland SA**, Copeland Surface Replacement Arthroplasty of the Shoulder in Rheumatoid Arthritis. *J Bone Joint Surg* 2004; 86-A: 512-518

**Levy O, Copeland SA**, Cementless surface replacement arthroplasty (COPELAND CSRA) for osteoarthritis of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; 13: 266-272

**Liem D, Marquardt B, Witt KA, Steinbeck J**, Schulterendoprothetik – Biomechanik und Design. *Orthopäde* 2007; 36: 1027-1036

**Loew M, Raiss P, Kasten P, Rickert M**, Endoprothetik bei der Rotatorenmanschetten-Defektarthropathie der Schulter. *Orthopäde* 2007; 36: 988-995

**Lynch NM, Cofield RH, Silbert PL, Hermann RC**, Neurologic complications after total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 1996; 5: 53-61

**McCoy SR, Warren RF**, Total shoulder arthroplasty in rheumatoid arthritis. *J Arthroplasty* 1989; 4: 105-113

**McPherson EJ, Friedmann RJ, Chokesi R, Dooley RL**, Anthropometric study of normal glenohumeral relationships. *J Shoulder Elbow Surg* 1997; 6: 105-112

**Metha P, Schall SB, Zalavras CG**, Septic arthritis of the shoulder, elbow and wrist. *Clin Orthop* 2006; 451: 42-45

**Mont MA, Payman RK, Laporte DM, Petri M, Jones LC, Hungerford DS**, Atraumatic osteonecrosis of the humeral head. *J Rheumatol* 2000; 27: 1766-1773

**Neer CS, Brown TH, McLaughlin HL**, Fracture of the neck of the humerus with dislocation of the head fragment. *Am J Surg* 1953; 85: 252-258

**Neer CS**, Articular replacement for the humeral head. *J Bone Joint Surg* 1964; 46-A: 1607

**Neer CS**, Replacement arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis. *J Bone Joint Surg* 1974; 56-A: 1-13

**Nyffeler RW, Clément WML, Gerber C**, Biomechanical relevance of glenoid component positioning in the reverse Delta III total shoulder prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14: 524-528

**Parsons MI, Campbell B, Titelman RM, Smith KL, Matsen FA**, Characterizing the effect of diagnosis on presenting deficits and outcomes after total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14: 575-584

**Pfahler M, Jena F, Neyton L, Sirveaux F, Molé D**, Hemiarthroplasty versus total shoulder prosthesis : Results of cemented glenoid components. J Shoulder Elbow Surg 2006; 15: 154-163

**Pfuhl W**, Das subakromiale Nebengelenk des Schultergelenkes. Gegenbaurs Morph JB 1933; 73: 300-346

**Post M**, Constrained arthroplasty of the shoulder. Orthop. Clin. N. Amer. 1987; 18: 455-462

**Rickert M, Loew M**, Humeruskopfersatz oder Totalendoprothese bei Omarthrose. Orthopäde 2007; 36: 1013-1016

**Rittmeister M, Kerschbaumer F**, Grammont reverse total shoulder arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis and nonreconstructable rotator cuff lesions. J Shoulder Elbow Surg 2001; 10: 17-22

**Rockwood JR, Matsen FA (Hrsg)**, The Shoulder. Saunders Verlag, Philadelphia 1990

**Roziing PM, Brand R**, Rotator cuff repair during shoulder arthroplasty in rheumatoid arthritis. J Arthroplasty 1998; 13: 311-319

**Rydholm U, Sjögren J**, Surface replacement of the humeral head in the rheumatoid shoulder. J Shoulder Elbow Surg 1993; 2: 286-295

**Saha AH**, Dynamic stability of the glenohumeral joint. Acta Orthop Scand 1971; 42: 491-505

**Sanchez-Sotelo J, Sperling JW, Rowland CM, Cofield RH**, Instability after shoulder arthroplasty: results of surgical treatment. J Bone Joint Surg 2003; 85-A: 622-631

**Sande MA van de, Brand R, Roziing PM**, Indications, complications, and results of shoulder arthroplasty. Scand J Rheumatol 2006; 35: 426-434

**Schellekens GA, Visser H, de Jong BA, van den Hoogen FH, Hazes JM, Breedveld FC, van Venrooij WJ**, The diagnostic properties of rheumatoid arthritis antibodies recognizing a cyclic citrullinated peptide. Arthritis Rheum 2000; 43 (1): 155-163

**Schill S, Thabe H, Grifka J**, Differentialtherapie der rheumatischen Schulter. Orthopäde 2002; 31: 1132-1144

**Schmidt K, Miehke RK**, Mittelfristige Ergebnisse nach arthroskopischer Synovektomie des Schultergelenks von Rheumatikern. Akt Rheumatol 1994; 19: 148- 154

**Schmidt K, Willburger RE, Grosser S**, Endoprothetik der rheumatischen Schulter. Orthopäde 2001; 30: 370-378

**Schmidt-Wiethoff R, Wolf P, Lehmann M, Habermeyer P**, Schultergelenkprothetik- Klinische Ergebnisse von 171 Patienten. Z Orthop 2002; 140: 409-414

**Seebauer L, Walter W, Keyl W**, Die inverse Schulterprothese zur Behandlung der Defektarthropathie. Operat Orthop Traumatol 2005; 1: 1-24

**Sirveaux F, Favard L, Oudet D, Huguet D, Lautman S, Grammont** inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive and non repairable cuff rupture. In: Walch G, Boileau P, Mole D (Hrsg.), 2000 shoulder prosthesis... two to ten year follow-up. Sauramps Medical, Montpellier 2001; 247-252

**Sirveaux F, Favard L, Oudet D, et al.**, Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive cuff rupture of the cuff. Results of al multicenter study of 80 shoulders. J Bone Joint Surg 2004; 86-Br: 388-395

**Sneppen O, Fruensgaard S, Johannsen HV, Olsen BS, Sojbjerg JO, Andersen NH**, Total shoulder replacement in rheumatoid arthritis: proximal migration and loosening. J Shoulder Elbow Surg 1996; 5: 47-52

**Soini I, Belt EA, Niemitukia L, Mäenpää HM, Kautiainen HJ**, Magnetic resonance imaging of the rotator cuff in destroyed rheumatoid shoulder: Comparison with Findings during Shoulder Replacement. Acta Radiologica 2004; 45: 434-439

**Sojbjerg JO, Frich LH, Johannsen HV, Sneppen O**, Late results of total shoulder replacement in patients with rheumatoid arthritis. Clin Orthop 1999; 39-45

**Sperling JW, Cofield RH, Rowland CM**, Neer hemiarthroplasty and Neer total shoulder arthroplasty in patients fifty years old or less. Long-term results. J Bone Joint Surg 1997; 80-A: 464-473

**Sperling JW, Cofield RH, Schleck CD, Harmsen WS**, Total shoulder arthroplasty versus hemiarthroplasty for the rheumatoid arthritis of the shoulder: Results of 303 consecutive cases. J Shoulder Elbow Surg 2007; 16: 683-690

**Stegers M, Tahira S, Miehke RK**, Involvement of the schoulder in rheumatoid arthritis. In: Lettin AWC, Petersson C (Hrsg.), Rheumatoid arthritis surgery of the shoulder. Rheumatology. Karger Verlag, Basel 1989; 12: 24-30

**Stewart MP, Kelly IG**, Total shoulder replacement in rheumatoid disease: 7-to13-year-follow-up of 37 joints. J Bone Joint Surg 1997; 79-B: 68-72

**Strauss JM, Rüter W, Fink B, Tillmann K**, Biomechanische Aspekte der Resektions-Interpositions-Arthroplastik am rheumatischen Schultergelenk. Akt Rheumatol 1996; 21: 149-153

**Sundy JS, Haynes BF**, Rheumatoid Arthritis. In: Rose N. R., Mackay I. R. (Hrsg.), The autoimmune diseases. San Diego, CA: Academic Press, Inc., 1988; 343-380

**Swanson AB, De Groot Swanson G, Sattel AB, Cendo RD, Hynes D, Jar-Ning W**, Bipolar implant shoulder arthroplasty. Long term results. Clin Orthop 1989; 249: 227-247

**Thabe H, Tillmann K**, Spätergebnisse von Resektionsarthroplastiken an der oberen Extremität bei chronischer Polyarthritits im Vergleich zu Alloarthroplastik. Orthop Prax 1983: 662-670

**Thabe H, Schill S, Dinges H**, Die endoprothetische Versorgung des rheumatischen Schultergelenks. Akt Rheumatol 1994; 19: 155-160

**Thabe H**, Das Schultergelenk. In: Thabe H (Hrsg.), Praktische Rheumaorthopädie. Chapman und Hall Verlag, London 1997: 126-146

**Thomas SR, Wilson AJ, Chamblor A**, Outcome of Copeland surface replacement shoulder arthroplasty. J Shoulder Elbow Surg 2005; 14: 485-491

**Tillmann K, Braatz D**, Results of resection arthroplasty and the Benjamin double osteotomy. In: Kölbel R, Helbig B, Blauth W (Hrsg.), Shoulder replacement. Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York 1987: 47-50

**Tillmann K, Braatz D**, Resection interposition arthroplasty of the shoulder in rheumatoid arthritis. In: Lettin AWF, Petersson C (Hrsg.), Rheumatoid Arthritis, Vol 12: Surgery of the shoulder. Karger Verlag, Basel 1989: 68-72

**Tillmann B, Töndury G**, Obere Extremität. In: Tillmann B, Töndury G (Hrsg.), Rauber/Kopsch, Anatomie des Menschen, Thieme Verlag, Stuttgart - New York 1998: 310-443

**Torchia ME, Cofield RH, Settegren CR**, Total shoulder arthroplasty with the Neer prosthesis. Long-term results. Journal Shoulder Elbow Surg 1997; 6: 495-505

**Trail IA, Nuttall D**, The results of shoulder arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis. J Bone Joint Surg 2002; 84-B: 1121-1125

**Wagenhäuser FJ, Binzegger K**, Die Besonderheiten der chronischen Polyarthritits mit Krankheitsbeginn im höheren Alter. Akt. Rheumatol 1982; 7: 154-163

**Walch G, Badet R, Boulahia A, Khoury A**, Morphologic study of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis. J Arthroplasty 1999; 14: 756-760

**Walch G, Boileau P**, Prosthetic adaptability: A new concept for shoulder arthroplasty. J Shoulder Elbow Surg 1999; 366: 39-45

**Warren RF, Coleman SH, Dines JS**, Instability after arthroplasty: the shoulder. J Arthroplasty 2002; 17: 28-31

**Werner A, Hedtmann A**, "Resurfacing" des Humeruskopfes - Indikationen und Grenzen. Orthopäde 2007; 36: 996-1001

**Wirth MA, Rockwood CA**, Complications of shoulder arthroplasty. Clin Orthop 1994; 307: 47-69

**Wirth MA, Rockwood CA**, Current concepts review. Complications of total shoulder- replacement arthroplasty. J Bone Joint Surg 1996; 78-A: 603-616

**Woodruff MJ, Cohen AP, Bradley JG**, Arthroplasty of the shoulder in rheumatoid arthritis with rotator cuff dysfunction. Int Orthop 2003; 27: 7-10

**Worland RL, Jessup DE, Arredondo J, Warburton KJ**, Bipolar shoulder arthroplasty for rotator cuff arthropathy. J Shoulder Elbow Surg 1997; 6: 512-515

**Zuckermann JD, Scott AJ, Gallagher MA**, Hemiarthroplasty for cuff tear arthropathy, J Shoulder Elbow Surg 2000; 9: 169-172

#### **Weitere Hilfsmittel:**

**Broschüre: Aequalis-Schultergelenkendoprothese** von Tornier; [www.tornier.de](http://www.tornier.de)

**Broschüre: Inverse CTA-TM-Schulterprothese** von DePuy; [www.depuy.com](http://www.depuy.com)

**Broschüre: Bio-Modular Schulter-System** von Biomet-Deutschland GmbH; [www.biomet.com](http://www.biomet.com)

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich ganz herzlich Herrn Prof. Dr. med. F. Gohlke, der mir stets alle auftretenden Fragen in höchst freundlicher Weise beantwortete, für die Überlassung der sehr interessanten Thematik danken.

Besonderer Dank geht auch an Herrn Dr. med. A. H. von Weyhern, der mir während der gesamten Dauer der Arbeit sehr hilfsbereit betreuend zur Seite stand und mir bei allen Schwierigkeiten, Anregungen und Fragen sehr geduldig weiter half.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei Frau Diana Stoehr vom Institut für Mathematik und Statistik der Universität Würzburg, deren Hilfe bei der statistischen Auswertung der Daten unerlässlich war.

Ich möchte mich auch bei Frau Seuling bedanken, die in der Zeit, als ich nicht mehr in Würzburg war, meine Telefonate und e-mails immer freundlich und unterstützend entgegennahm bzw. weiterleitete.

Zuletzt sei Herrn Prof. Dr. med. M. Rudert für die Übernahme des Korreferates gedankt.

## **Lebenslauf**

### **Persönliche Daten**

Name	Christine Wätzig
Geburtsdatum	30. November 1980
Geburtsort	Eichstätt
Konfession	evangelisch
Familienstand	ledig

### **Schulbildung**

1987-1988	Grundschule Mühlhausen
1988-1991	Grundschule Eckersdorf
1991-2000	Graf-Münster-Gymnasium Bayreuth
2000	Allgemeine Hochschulreife

### **Studium**

09/2000-03/2001	Englisch/Französisch (Lehramt) an der Universität Regensburg
04/2001-11/2007	Humanmedizin an der Universität Würzburg
04/2003	Ärztliche Vorprüfung nach alter Approbationsordnung
11/2007	Staatsexamen nach neuer Approbationsordnung

### **Berufliche Erfahrung**

Seit 04/2008	Assistenzärztin in der Frauenklinik des Klinikum Ingolstadt
--------------	---

### **Hobbies**

Joggen, Wandern, Reisen

Ingolstadt, Mai 2009

Christine Wätzig