

Aus der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
der Medizinischen Fakultät Charité - Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Klinische Ergebnisse der Behandlung von proximalen  
Humerusfrakturen. Eine Untersuchung unter besonderer  
Betrachtung der Lebensqualität.**

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité - Universitätsmedizin Berlin

von

Torsten Florian Matz  
aus Berlin

Gutachter: 1. Prof. Dr. med. W. Ertel

2. Prof. Dr. med. J. M. Rueger

3. Priv.-Doz. Dr. med. habil. R. A. Laun

Datum der Promotion: 09.09.2011

# *Inhaltsverzeichnis*

Inhaltsverzeichnis	- 3 -
Abbildungsverzeichnis	- 6 -
Tabellenverzeichnis	- 8 -
1.0 Einleitung	- 9 -
1.1 Fragestellung und Zielsetzung	- 9 -
1.2 Anatomie des Oberarmes	- 10 -
1.2.1 Der Humerus	- 10 -
1.2.2 Das Schultergelenk	- 11 -
1.2.3 Das Ellenbogengelenk	- 12 -
1.2.4 Die Muskulatur	- 12 -
1.2.5 Die Blutversorgung	- 13 -
1.2.6 Die Nerven	- 14 -
1.3 Epidemiologie der proximalen Humerusfrakturen	- 15 -
1.4 Ätiologie der proximalen Humerusfraktur	- 16 -
1.5 Diagnostik	- 17 -
1.6 Therapie der proximalen Humerusfraktur	- 18 -
1.6.1 Konservative Therapie	- 18 -
1.6.2 Operative Therapie	- 18 -
1.7 Begleitverletzungen und Komplikationen	- 20 -
2.0 Material und Methoden	- 21 -
2.1 Fraktur-Klassifikationen	- 21 -
2.1.1 Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO)	- 21 -
2.1.2 Klassifikation der proximalen Humerusfraktur nach Codman	- 22 -
2.1.3 Klassifikation der proximalen Humerusfraktur nach Neer	- 22 -
2.2 Patientengut, Befragung und Untersuchung	- 25 -
2.2.1 Bewegungsmaße nach Neutral-Null-Methode	- 26 -
2.2.2 Armumfang und Armlänge	- 27 -
2.2.3 Krafttest mit dem Jamar Dynamometer	- 27 -
2.3 Quality of Life – The Dash	- 27 -
2.4 Visuelle Analogskala zur Schmerzmessung	- 31 -
2.5 Radiologische Bewertung	- 32 -

2.5.1	Gelenkspaltweite	- 32 -
2.5.2	Humeroakromiale Distanz	- 33 -
2.5.3	Humerusschaft-Kopf-Winkel nach Keats	- 34 -
2.5.4	Radiologische Klassifikationen der Omarthrose	- 34 -
3.0	Ergebnisse	- 36 -
3.1	Patientengut	- 36 -
3.1.1	Altersverteilung	- 36 -
3.2	Fraktur-Klassifikationen	- 38 -
3.2.1	Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen	- 38 -
3.2.2	Klassifikation nach Neer	- 39 -
3.2.3	Klassifikation nach Fragmentanzahl	- 40 -
3.3	Begleitverletzungen	- 41 -
3.4	Aufenthaltsdauer	- 41 -
3.5	Dauer der Arbeitsunfähigkeit	- 42 -
3.6	Dauer bis zur Selbstständigkeit	- 42 -
3.7	Operationsverfahren	- 43 -
3.7.1	Revisionsoperationen	- 44 -
3.7.2	Operationszeit	- 46 -
3.7.3	Zeitpunkt der OP	- 46 -
3.7.4	Physiotherapie, Dauer der Ruhigstellung	- 47 -
3.7.5	Komplikationen	- 47 -
3.8	Schürzen-, Hinterkopf- und Mundgriff	- 49 -
3.9	Bewegungsmaße	- 50 -
3.10	Armlängendifferenz	- 53 -
3.11	Krafttest mit dem Jamar Dynamometer	- 54 -
3.12	Quality of Life – The Dash	- 55 -
3.13	Subjektive Bewertung	- 56 -
3.14	Visuelle Analogskala zur Schmerzmessung	- 57 -
3.15	Radiologische Bewertung	- 59 -
3.15.1	Gelenkspaltweite	- 59 -
3.15.2	Humeroakromiale Distanz	- 60 -
3.15.3	Humerusschaft-Kopf-Winkel nach Keats	- 61 -
3.15.4	Radiologische Klassifikation der Omarthrose	- 62 -
4.0	Diskussion	- 64 -

5.0	Zusammenfassung	- 82 -
6.0	Literaturverzeichnis	- 83 -
	Erklärung	- 93 -
	Lebenslauf	- 94 -
	Danksagung	- 95 -

# *Abbildungsverzeichnis*

Abbildung 1: Humerus	S. 10
Abbildung 2: Schultergelenk	S. 11
Abbildung 3: Ellenbogengelenk	S. 11
Abbildung 4: Muskulatur des Oberarmes	S. 13
Abbildung 5: Blutversorgung des Humeruskopfes	S. 14
Abbildung 6: T-Platte, rechtwinklig	S. 19
Abbildung 7: winkelstabile proximale Humerusplatte	S. 19
Abbildung 8: Humeruskopfendoprothese	S. 19
Abbildung 9: UHN mit Zielgerät	S. 19
Abbildung 10: AO-Klassifikation der proximalen Humerusfraktur	S. 22
Abbildung 11: Neer Klassifikation der proximalen Humerusfraktur	S. 24
Abbildung 12: Messblatt für obere Gliedmaßen	S. 26
Abbildung 13: Jamar Dynamometer	S. 27
Abbildung 14: Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (Dash)-Fragebogen, S. 2-4	S. 29-31
Abbildung 15: Messung der glenohumeralen Gelenkspaltweite	S. 33
Abbildung 16: Messung der humeroakromialen Distanz	S. 33
Abbildung 17: Humerusschaft-Kopf-Winkel nach Keats	S. 34
Abbildung 18: Stadien 1-3 der Klassifikation nach Samilson und Prieto	S. 35
Abbildung 19: Altersverteilung der Gesamtheit mit prox. Humerusfraktur	S. 37
Abbildung 20: Altersverteilung bei Studienteilnehmern	S. 37
Abbildung 21: Gesamtzahl der proximalen Humerusfrakturen (n=143) nach AO-Klassifikation	S. 38
Abbildung 22: Studienteilnehmer nach AO-Klassifikation	S. 38
Abbildung 23: Gesamtzahl der proximalen Humerusfrakturen (n=143) nach Neer Klassifikation	S. 39
Abbildung 24: Studienteilnehmer nach Neer Klassifikation	S. 39
Abbildung 25: Gesamtzahl der proximalen Humerusfrakturen (n=143) nach Fragmentanzahl	S. 40
Abbildung 26: Studienteilnehmer nach Fragmentanzahl	S. 40
Abbildung 27: Zuletzt verwendetes Behandlungsverfahren	S. 43

Abbildung 28: Zuletzt verwendetes Behandlungsverfahren bei Studienteilnehmern	S. 43
Abbildung 29: Behandlungsverfahren bei 2-Fragment-Frakturen	S. 44
Abbildung 30: Behandlungsverfahren bei 3-Fragment-Frakturen	S. 44
Abbildung 31: Behandlungsverfahren bei 4-Fragment-Frakturen	S. 44
Abbildung 32: Differenz Anteversion in Grad	S. 51
Abbildung 33: Differenz Abduktion in Grad	S. 51
Abbildung 34: Differenz Außenrotation (anliegender Oberarm) in Grad	S. 51
Abbildung 35: Anteversion in Grad	S. 51
Abbildung 36: Abduktion in Grad	S. 51
Abbildung 37: Außenrotation (anliegender Oberarm) in Grad	S. 51
Abbildung 38: Armlängendifferenz in mm	S. 53
Abbildung 39: Griffstärke bei Männern in kg	S. 54
Abbildung 40: Griffstärke bei Frauen in kg	S. 54
Abbildung 41: Ergebnisse (Median) des Dash-Fragebogens	S. 56
Abbildung 42: Ergebnisse (Median) der VAS zur Schmerzmessung	S. 58
Abbildung 43: Schmerzreduktion über den gesamten Follow-Up-Zeitraum anhand der VAS	S. 58
Abbildung 44: Gelenkspaltweite anhand postoperativer Röntgenaufnahmen in mm	S. 60
Abbildung 45: Gelenkspaltweite anhand der am Untersuchungstag angefertigten Röntgenaufnahmen in mm	S. 60
Abbildung 46: Subakromialdistanz 1 (postoperativ) in mm	S. 60
Abbildung 47: Subakromialdistanz 2 (Untersuchungstag) in mm	S. 60
Abbildung 48: Humeruskopfaxialwinkel nach Keats 1 (postoperativ) in Grad	S. 62
Abbildung 49: Humeruskopfaxialwinkel nach Keats 2 (Untersuchungstag) in Grad	S. 62

# ***Tabellenverzeichnis***

Tabelle 1: Referenzwerte der Handkraftmessung mit dem Jamar Dynamometer	S. 27
Tabelle 2: Begleitverletzungen	S. 41
Tabelle 3: Aufenthaltsdauer	S. 41
Tabelle 4: Dauer der Arbeitsunfähigkeit in Wochen	S. 42
Tabelle 5: Dauer bis zum Erreichen einer selbständigen häuslichen Versorgung	S. 42
Tabelle 6: Revisionsoperationen	S. 45
Tabelle 7: Revisionsoperationen bei Studienteilnehmern	S. 45
Tabelle 8: Operationszeit beim 1. OP-Verfahren in Minuten	S. 46
Tabelle 9: Komplikationen nach 1. Operation/konservativer Behandlung bei Studienteilnehmern (n=56)	S. 48
Tabelle 10: Komplikationen nach 2. Operation	S. 48
Tabelle 11: Schürzengriff	S. 49
Tabelle 12: Hinterkopfgriff	S. 49
Tabelle 13: Mundgriff	S. 50
Tabelle 14: Bewegungsmaße der Studienteilnehmer als absolute Werte verletzte Seite in Grad und Differenz (gesunde – kranke Seite) in Grad	S. 52
Tabelle 15: Signifikante Ergebnisse ( $\chi^2$ -Test nach Kruskal-Wallis) für Bewegungsmaße verglichen nach Behandlungsmethode	S. 53
Tabelle 16: Alter der Studienteilnehmer bei Nachuntersuchung	S. 55
Tabelle 17: Dash-Ergebnisse	S. 56
Tabelle 18: Subjektive Bewertung des Behandlungsergebnisses durch die Patienten	S. 57
Tabelle 19: Schmerzen bei Nachuntersuchung	S. 58
Tabelle 20: Schmerzreduktion	S. 59
Tabelle 21: Subakromialdistanz 1 (postoperative Röntgenaufnahmen)	S. 61
Tabelle 22: Subakromialdistanz 2 (Röntgenaufnahmen am Untersuchungstag)	S. 61
Tabelle 23: Arthrose-Klassifikation nach Samilson, Gesamtergebnis bei Nachuntersuchung	S. 62
Tabelle 24: Arthrose-Progredienz nach Samilson-Klassifikation	S. 63



# **1.0      *Einleitung***

## **1.1      Fragestellung und Zielsetzung**

Bei der Behandlung von Humerusfrakturen wird die Behandlungstrategie seit Jahren kontrovers diskutiert. Operative Verfahren werden insbesondere durch den Einsatz neuer Implantate weiter entwickelt und modifiziert.

Während bei distalen Humerusfrakturen [13-18] die Indikation zur operativen Behandlung und die Wahl des OP-Verfahrens eindeutig ist [18-20], kommen bei proximalen Humerusfrakturen [21-24] und Humerusschaftfrakturen [25-34] neben einem ausschließlich konservativen Vorgehen mehrere operative Verfahren zur Anwendung: herkömmliche Platten- und winkelstabile Plattenosteosynthese, Kirschner-Draht-Osteosynthese, intramedulläre Osteosyntheseverfahren, Schraubenosteosynthese, Cerclage, resorbierbare Suturen und die Implantation einer Humeruskopfprothese [32, 35-38].

Ausschlaggebend für die Wahl des Verfahrens sind vor allem der Frakturtyp, aber auch das biologische Alter des Patienten sowie Begleiterkrankungen, die Knochenqualität und nicht zuletzt auch das Verletzungsmuster, das für die Ausprägung des Weichteilschadens oder für weitere Begleitverletzungen eine Rolle spielt.

Bei der Wahl der Operationsmethode gilt es, die jeweiligen Risiken und Chancen der unterschiedlichen Optionen gegeneinander abzuwägen und für jeden Patienten individuell das für seine Verletzung Erfolg versprechende Verfahren festzulegen.

In dieser Arbeit wird einerseits eine Analyse der eingesetzten Therapieoptionen eines Drei-Jahres-Zeitraumes an der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie am Campus Benjamin Franklin der Charité vorgenommen und die objektivierbaren Ergebnisse aller Humerusfrakturen mit den Ergebnissen der aktuellen Literatur verglichen und diskutiert.

Ein wesentliches Ziel dieser Arbeit ist es andererseits, diesen objektivierbaren Ergebnissen und den ggf. verbliebenen funktionellen Defiziten die wahrgenommene Einschränkung der Lebensqualität der behandelten Patienten gegenüber zu stellen.

Ein wichtiger Fokus der Arbeit liegt deshalb neben der klinischen Bewertung von objektiven Daten, wie Bewegungsmaß, Kraft und radiologischem Ergebnis, auf der patientenzentrierten Evaluierung des „DASH“-Fragebogens (**D**isabilities of the **A**rm, **S**houlder and **H**and) [39], eines weltweit etablierten Fragebogens zur Selbsteinschätzung, mit dem der Ansatz verfolgt wird, die

subjektiven Wahrnehmungen der Patienten standardisiert zu erfassen und damit bewertbar machen zu können.

## 1.2 Anatomie des Oberarmes

### 1.2.1 Der Humerus

Der Humerus ist untergliedert in den proximalen Anteil, den Humerusschaft und den distalen Anteil mit den Epikondylen.

Das halbkugelförmige Caput humeri mit der Facies articularis am proximalen Ende des Humerus wird durch den anatomischen Hals von den beiden Muskelhöckern (Tuberculum majus und minus) abgegrenzt. Zwischen den beiden Tubercula liegt ventral der Sulcus intertubercularis mit der Sehne des langen Bizepskopfes. Den proximalen Anteil des Humerusschafts bildet das Collum chirurgicum [40].

Am Humerusschaft verläuft an der Rückseite, zwischen den Ursprungsfeldern des medialen und lateralen Trizepskopfes, der Sulcus nervi radialis.

Den distalen Anteil des Humerus bilden die Condylus mediales et laterales, sowie Epicondylus mediales et laterales. Das distale Ende der Condylus humeri bilden die Gelenkflächen, medial die Trochlea humeri, die mit der Elle artikuliert und lateral das Capitulum humeri, das mit der Speiche artikuliert.

Ventral oberhalb der Gelenkfläche liegen die Fossa radialis und -coronoidea, an der dorsalen Seite die Fossa olecrani [40].

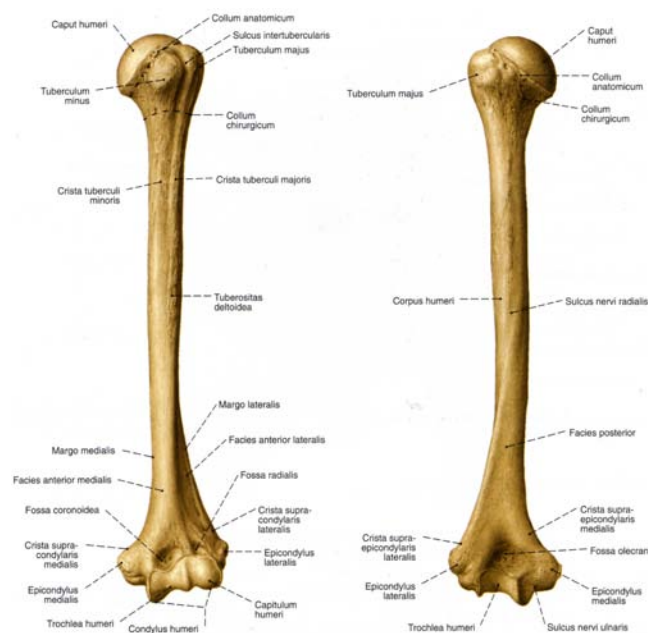


Abbildung 1: Humerus [5]

## 1.2.2 Das Schultergelenk

Das Schultergelenk besteht aus Skapulohumeralgelenk, Akromioklavikulargelenk und Sternoklavikulargelenk. Es ist das Gelenk mit den größten Bewegungsausmaßen im menschlichen Körper und kann in allen Ebenen bewegt werden. Diese Bewegungsfreiheit entsteht durch das Zusammenspiel der verschiedenen Gelenke und der Beweglichkeit der Skapula, die mit einer Stellungsänderung ihrer Gelenkfläche die Abduktion des Armes über 90° hinaus ermöglicht.

Beim Skapulohumeralgelenk steht der Gelenkfläche des Caput humeri nur eine kleine Gelenkpfanne gegenüber. Es fehlt eine starke knöcherne Stabilisierung des Gelenkes. Stabilisiert wird das Schultergelenk durch die umgebende Muskulatur und in geringerem Maße durch ligamentäre Strukturen (Ligg. Glenohumerale), die Gelenkkapsel, das Labrum glenoidale und den korakoakromialen Bogen.

Bei beweglicher Skapula lassen sich eine Außenrotation von 90°, eine Innenrotation von 90°, eine Abduktion von 180°, eine Adduktion von 40°, eine Anteversion von 180° und eine Retroversion von 40° erreichen [5, 40].

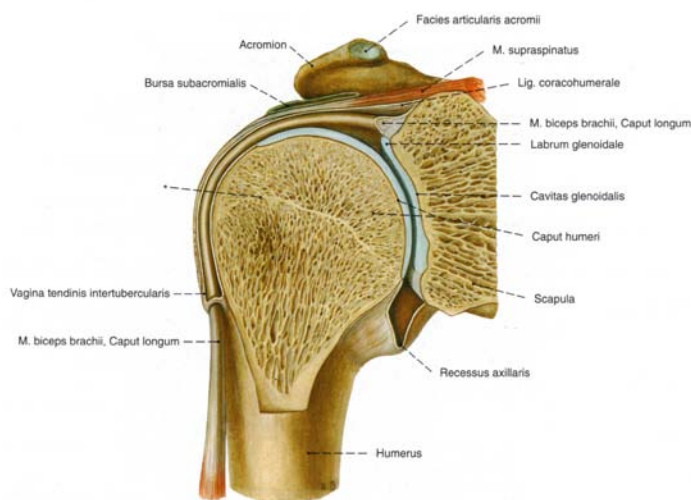


Abbildung 2: Schultergelenk [5]

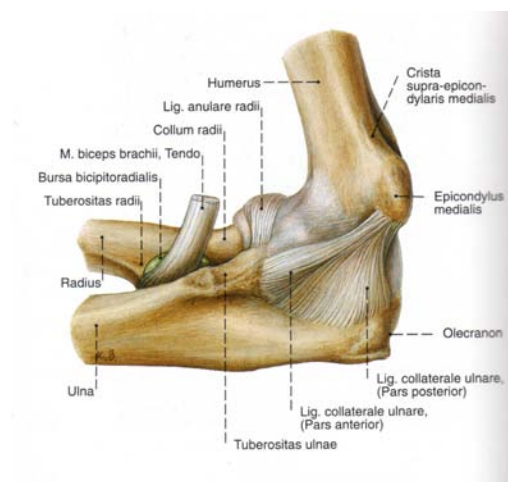


Abbildung 3: Ellenbogengelenk [5]

### 1.2.3 Das Ellenbogengelenk

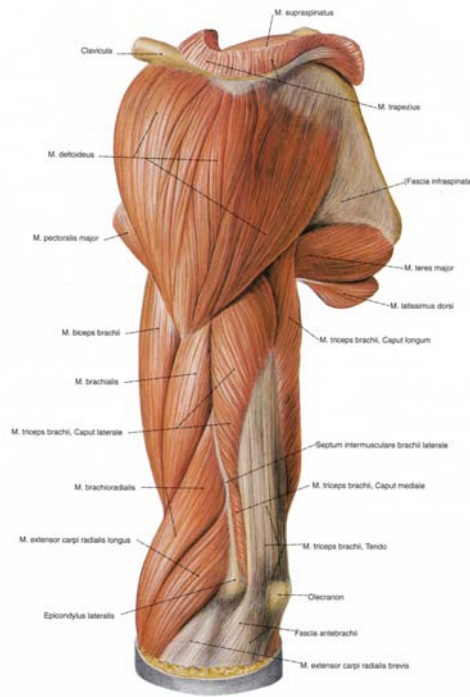
Das Ellenbogengelenk besteht aus dem Humeroulnargelenk, dem Humeroradialgelenk und dem proximalen Radioulnargelenk. Die drei Teilgelenke besitzen eine gemeinsame Gelenkhöhle und -kapsel. Die Gelenkkapsel entspringt oberhalb der Fossa radialis, der Fossa coronoidea und der Fossa olecrani. Die Epikondylen des Humerus liegen extrakapsulär. Distal ist die Kapsel auf Höhe der incisura trochlearis an der Ulna und am Collum radii angewachsen. In die Gelenkkapsel sind kräftige Bänder (Lig. collaterale ulnare, Lig. collaterale radiale und das Lig. anulare radii) integriert. Die Bewegungsausmaße betragen bei Flexion 150°, in Extension bei Frauen und Kindern bis zu 10° Überstreckung, bei Männern ist meist keine Überstreckung möglich. Supination ist bis 90° und Pronation bis 85° möglich [5, 40].

### 1.2.4 Die Muskulatur

Zur Muskulatur der Schulter zählt man die Muskeln der Rotatorenmanschette, den M. teres major, M. deltoideus, M. latissimus dorsi, M. pectoralis major und den M. pectoralis minor.

Die muskuläre Führung und Stabilisierung des Schultergelenkes wird durch den langen Kopf des M. trizeps brachii, den M. pectoralis major, den langen Kopf des M. biceps brachii mit intrakapsulärem Verlauf der Sehne und die Rotatorenmanschette sichergestellt [40].

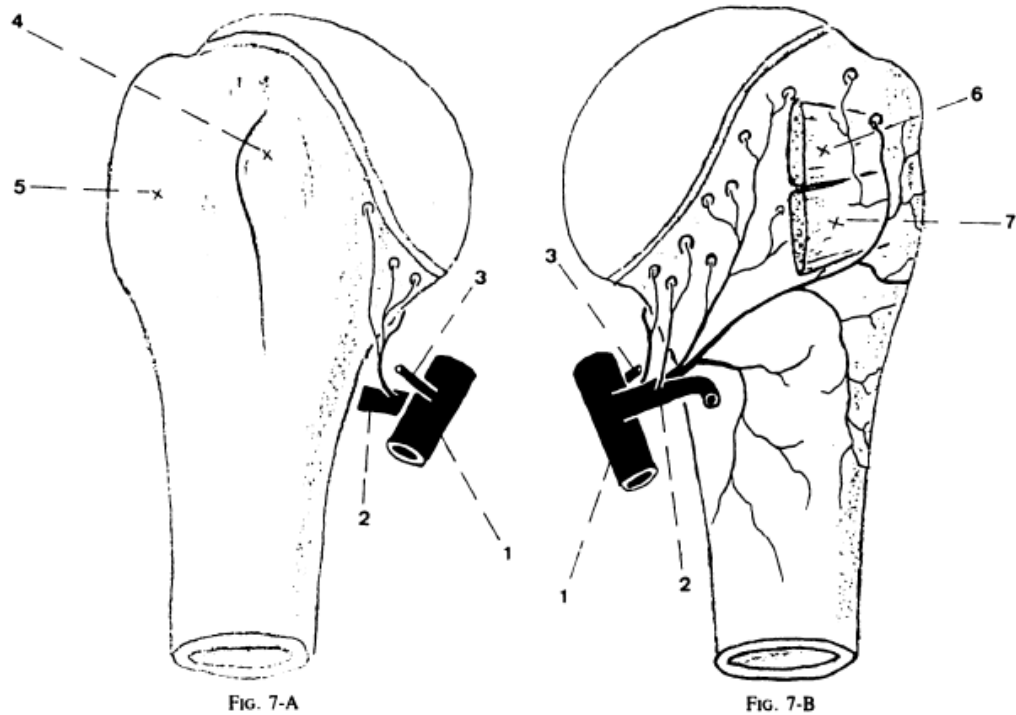
Die Rotatorenmanschette umgibt das Gelenk mantelförmig, wobei die Sehnen der Muskeln in die Gelenkkapsel einstrahlen und sich untereinander verflechten. Sie besteht aus M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. teres minor und M. subscapularis. Der M. subscapularis setzt am Tuberculum minus an, die anderen Muskeln der Rotatorenmanschette am Tuberculum majus. Zu den Flexoren zählen M. biceps brachii, M. coracobrachialis und der M. brachialis. Der M. biceps brachii wirkt sowohl auf das Schultergelenk als auch auf das Ellenbogengelenk, während der M. coracobrachialis nur auf die Schulter und der M. brachialis nur auf den Ellenbogen wirkt. Die Extensoren sind M. triceps brachii, M. articularis humeri und der M. anconeus. Während das Caput longum des M. triceps den zweigelenkigen Anteil bildet, wirken das Caput mediale und laterale nur als Extensoren des Ellenbogengelenkes. Auch der M. anconeus bewirkt eine Streckung im Ellenbogen. Auf den Ellenbogen wirken ebenfalls Unterarmmuskeln [5, 40].



**Abbildung 4: Muskulatur des Oberarmes [5]**

### 1.2.5 Die Blutversorgung

Der Humeruskopf wird von den Aa. circumflexae anterior et posterior durchblutet, die aus der A. axillaris entspringen. Von der A. circumflexa anterior zweigt die A. ascendens ab, die das Tuberculum minus mitversorgt und lateral des Sulcus bicipitalis nach proximal zieht, um auf Höhe des Tuberculum majus als A. arcuata in den Humeruskopf einzutreten. Sie versorgt nahezu 2/3 der Epiphyse [37]. Lediglich dorsale Anteile des Humeruskopfes und des Tuberculum majus werden von der A. circumflexa posterior versorgt. Weitere Äste der Aa. circumflexae anterior et posterior sind die ventromedialen und dorsomedialen Arterien, die die mediale Gelenkkapsel und den medialen Humeruskopfanteil versorgen. Es bestehen keine Anastomosen zwischen der A. circumflexa anterior, der A. circumflexa posterior, der A. thoracoacromialis und der A. suprascapularis [8, 37]. Die A. brachialis gibt im Oberarmbereich die A. profunda brachii ab, die dem N. radialis folgt und zieht im Sulcus bicipitalis medialis, begleitet vom N. medianus, den Vv. brachiales und Lymphgefäßen nach distal in die Ellenbeuge. Distal des Abgangs der A. profunda brachii aus der A. brachialis bestehen Kollateralkreisläufe mit vier Kollateralarterien, denen vom Unterarm drei Aa. recurrentes entgegenziehen und die zusammen das Rete articulare cubiti bilden [40]. Die Blutversorgung des Knochens wird durch nutritive, metaphysäre und periostale Arterien aufrechterhalten.



Posterior circumflex artery — anterior (Fig. 7-A) and posterior (Fig. 7-B) aspects of the humeral head. 1 = axillary artery, 2 = posterior circumflex artery, 3 = anterior circumflex artery, 4 = lesser tuberosity, 5 = greater tuberosity, 6 = insertion of infraspinatus, and 7 = insertion of teres minor.

Abbildung 5: Blutversorgung des Humeruskopfes [8]

### 1.2.6 Die Nerven

Der Plexus brachialis wird von den Rr. anteriores der Spinalnerven der Segmente C5-Th1 und Anteilen aus C4 und Th2 gebildet.

Der N. musculocutaneus stammt aus dem Fasciculus lateralis. In seinem Verlauf durchstößt er den M. coracobrachialis und innerviert motorisch die Flexoren des Oberarmes. Ein Ast zieht weiter nach distal und innerviert die Haut radial am Unterarm sensibel.

Der N. medianus bildet sich aus der Radix lateralis aus dem Fasciculus lateralis und der Radix medialis aus dem Fasciculus medialis, die sich vor der A. axillaris zusammenschließen. Der N. medianus verläuft mit der A. brachialis am Septum intermusculare brachii mediale entlang in die Ellenbeuge und unterhalb der Bizepsaponeurose zum Unterarm.

Der N. medianus innerviert die Flexoren des Unterarmes, mit Ausnahme des M. flexor carpi ulnaris und des ulnaren Anteiles des M. flexor digitorum profundus, Anteile der Thenarmuskulatur, sowie die Mm. lumbricales I und II. Sensible Äste innervieren die Haut der palmaren radialen 3 ½ Finger und dorsal deren Endglieder [40, 41].

Der N. ulnaris liegt hinter dem Septum intermusculare brachii mediale, bevor er dorsal des Epicondylus medialis humeri im Sulcus nervi ulnaris dicht unter der Haut nach distal zieht.

Er innerviert den M. flexor carpi ulnaris, sowie den ulnaren Teil des M. flexor digitorum profundus, die Hypothenarmuskulatur, alle Mm. interossei palmares et dorsales, die Mm. lumbricales III und IV, den M. adductor pollicis und das Caput profundum des M. flexor pollicis brevis.

Sensibel versorgt er die Haut über dem Kleinfingerballen und palmar der 1 ½ ulnaren Finger bzw. dorsal 2 ½ ulnaren Finger.

Der N. radialis und der N. axillaris entspringen aus dem Fasciculus posterior.

Der N. radialis läuft dorsal auf dem Humerus im Sulcus nervi radialis zusammen mit der A. profunda brachii nach distal, wo er das Septum intermusculare brachii laterale durchstößt und in die Ellenbeuge gelangt. Am Durchtritt durch das laterale Septum intermusculare hat der Nerv eine relative Fixationsstelle, an der er durch Druck, Traktion oder bei Manipulationen gefährdet ist [33, 40].

Der N. radialis innerviert motorisch die Extensoren des Ober- und Unterarmes, sowie sensibel die Haut der Streckseite an Ober- und Unterarm und dorsal die Haut über den Grund- und Mittelgliedern der radialen 2 ½ Finger.

Der N. axillaris verläuft unterhalb des M. deltoideus mit der A. circumflexa humeri posterior um das Collum chirurgicum des Humerus. Er innerviert motorisch den M. deltoideus und den M. teres minor und sensibel die Haut am oberen seitlichen Oberarm [5, 40].

Nerven und Gefäße können bei Frakturen des proximalen Oberarmes, insbesondere bei Luxationsfrakturen, in Mitleidenschaft gezogen werden. Bei operativen Eingriffen gilt es die entsprechenden anatomischen Strukturen weitestgehend zu schonen, um sekundäre Nerven- und Gefäßverletzungen zu vermeiden.

### 1.3 Epidemiologie der proximalen Humerusfrakturen

Proximale Humerusfrakturen machen ca. 4-5 % aller Extremitätenfrakturen aus [42-44]. Die proximale Humerusfraktur ist nach der Radiusfraktur [45, 46] die zweithäufigste Fraktur an der oberen Extremität [47] und die führende Verletzung des Oberarmknochens.

In der Gruppe der über 65 jährigen, sind 10 % aller Frakturen proximale Humerusfrakturen [48].

Die Inzidenz ist mit dem Alter zunehmend. Die höchste Inzidenz an proximalen

Humerusfrakturen wird in der Gruppe der 80-89 jährigen Frauen verzeichnet. Sie betrug 260 / 100.000 / Jahr [42]. Frauen sind im Verhältnis 3:1 häufiger betroffen als Männer [42, 49].

Nach Court-Brown et al. [42] handelt es sich bei 49,7 % aller proximalen Humerusfrakturen um minimal bis gering dislozierte Frakturen, 37,5 % sind Zwei-Segment-Frakturen, am häufigsten (28 %) mit Fraktur am Collum chirurgicum. 9,5 % sind Drei-Segment-Frakturen, vor allem des Tuberculum majus und Collum chirurgicum (9 %). 3,1 % sind Vier-Segment-Frakturen. 7,2 % aller Frakturen sind Luxationsfrakturen, davon 5 % Zwei-Segment-Frakturen.

Nach der AO-Klassifikation finden sich 66 % Typ-A Frakturen, 27 % Typ-B Frakturen und 6 % Typ-C Frakturen [42].

Nach Untersuchungen von Neer liegt das Durchschnittsalter der Verletzten bei 55,6 Jahren (22-89 Jahre) [50]. Eine ähnliche Verteilung findet man auch bei Jakob und Siebler [51, 52]. Bei jüngeren Patienten treten vermehrt komplizierte Frakturen auf [21, 41, 53].

## 1.4 Ätiologie der proximalen Humerusfraktur

Die Entstehung der proximalen Humerusfraktur ist entweder durch direkte oder indirekte Gewalteinwirkung bedingt. Während bei jungen Menschen direkte Krafteinwirkung häufiger zu einer Schulterluxation führt [37], kommt es mit zunehmendem Alter häufiger zur Fraktur.

Zu den häufigsten Unfallmechanismen der proximalen Humerusfraktur gehören [37, 43, 54]:

1. der Sturz auf die ausgestreckte Hand,
2. ein Direkttrauma (Schlag von der Seite oder direkter Sturz auf die Schulter)
3. Krafteinwirkung im Sinne einer Außenrotationsbewegung auf den abduzierten Arm.

Bei der Verteilung der Ursachen ist eine Korrelation zum Alter erkennbar: Während bei älteren Patienten, auch aufgrund von oftmals vorbestehender Osteoporose, der einfache Sturz aus Standhöhe 87 % aller Frakturen bedingt, sind bei jüngeren Patienten meist große Gewalteinwirkungen, wie zum Beispiel Rasanztraumen bei Verkehrs- (4 %) und Sportunfällen (4 %) ursächlich [42, 44, 55].

Als Risikofaktoren für eine proximale Humerusfraktur gelten menopausale Osteoporose, niedrige Kalziumaufnahme, eine hohe Anzahl an vorangegangenen Frakturen, ein erhöhter BMI und Linkshändigkeit. Auch eine erhöhte Fallneigung stellt einen Risikofaktor dar, nicht nur bei Patienten mit Epilepsie, sondern auch bei Diabetikern, Depressiven und bei Schwerhörigen. Eine Reduktion des Risikos zeigte sich dagegen bei Personen, die körperlich aktiv sind, Frauen mit



menopausaler Hormontherapie und bei Personen, die Calciumcarbonat Tabletten einnahmen [45, 46, 56-59].

## 1.5 Diagnostik

Im Rahmen der Diagnostik ist anamnestisch die Frage nach dem Unfallmechanismus und dem Ausmaß der Gewalteinwirkung von Bedeutung. Hinweise auf das Fehlen eines adäquaten Traumas lassen an das Vorliegen einer pathologischen Fraktur denken. Frakturen, die durch Stürze aus Standhöhe resultieren, können insbesondere bei älteren Personen als Hinweis auf das Vorliegen einer Osteoporose verstanden werden [24].

Bei der klinischen Untersuchung ist auf Prellmarken, Hautabschürfungen, Schmerzen, Bewegungseinschränkungen, Schonhaltung des betroffenen Armes sowie Veränderungen der Schulterkontur und Fehlstellungen zu achten, die ebenfalls Hinweise auf die Art der Verletzung und auf den Unfallmechanismus geben können. Bei der klinischen Untersuchung ist die Überprüfung von Durchblutung, Motorik und Sensibilität der oberen Extremität obligat, ebenso ist regelhaft die Untersuchung der angrenzenden Gelenke erforderlich, um Komplikationen und Begleitverletzungen auszuschließen [24].

Die radiologische Diagnostik der proximalen Humerusfraktur basiert auf Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen, einer Aufnahme im a.-p.-Strahlengang und einer axialen Aufnahme, eventuell ergänzt durch eine Y-Aufnahme, die zusammen mit der von Neer empfohlenen „Traumaserie der Schulter“ entsprechen [36, 37, 50]. Die Beurteilung der Gelenkstabilität kann mittels einer Untersuchung unter dem Bildwandler durchgeführt werden, sollte jedoch beim klinischen Hinweis auf das Vorliegen einer Fraktur im Interesse des Patienten einer sehr engen Indikationsstellung unterstellt bleiben.

Weitere radiologische Untersuchungen sind nicht zwingend erforderlich, können aber wichtige Zusatzinformationen geben. Beim klinischen Verdacht auf das Vorliegen einer Fraktur ohne eine sicher nachweisbare Frakturzone im konventionellen Röntgenbild, kann eine Computertomographie Aufschluss bringen. Sonographie und Magnetresonanztomographie sind hilfreich bei der Beurteilung der Weichteile, z.B. bei Verdacht auf eine Begleitverletzung der Rotatorenmanschette [24, 37, 43, 50].

Bestehen Störungen der peripheren Durchblutung, ist eine Doppler-sonographische Untersuchung oder eine Angiographie indiziert.

Schäden des Plexus brachialis oder der peripheren Nerven werden klinisch diagnostiziert. Apparative neurologische Diagnostik dient der Befunddokumentation und Überprüfung des Heilungsverlaufes [24, 37, 43, 50].

## 1.6 Therapie der proximalen Humerusfraktur

### 1.6.1 Konservative Therapie

Proximale Humerusfrakturen, die nicht oder nur minimal disloziert sind, werden primär konservativ therapiert. Dies sind nach Neer Frakturen mit weniger als 1 cm Dislokation oder weniger als 45° Abkipfung der Fragmente. Über 85 % der proximalen Humerusfrakturen fallen in diese Gruppe (Neer I) [37, 43, 50, 60-62].

Einige Autoren berichten über konservative Behandlung von valgus impaktierten Frakturen des Collum chirurgicum (11.B.1 nach AO-Klassifikation) [37, 62, 63]. Auch bei älteren Patienten vertreten einige Autoren die Auffassung, die Indikation zur konservativen Therapie sei weitläufiger zu stellen [64].

Bei der konservativen Therapie wird eine Ruhigstellung des Armes für 7-10 Tage in einem, den Arm an den Rumpf fixierenden, Adduktionsverband (Desault-, Gilchrist-, Velpeauverband, Berrehail-Weste) und anschließende frühfunktionelle Physiotherapie empfohlen [61, 65, 66].

### 1.6.2 Operative Therapie

Das oberste Ziel einer Osteosynthese ist die Wiederherstellung der Anatomie mit ausreichender Stabilität, um eine frühfunktionelle Nachbehandlung zu ermöglichen [44].

Operationsindikationen sind bei folgenden Verletzungen gegeben:

- Dislozierte Zwei- bis Vier-Fragment-Frakturen des proximalen Humerus (Dislokation > 1 cm oder Abkipfung > 45°) [54, 67]
- nicht reponierbare und nach Reposition nicht retinierbare Frakturen [50, 54, 61, 67]
- dislozierten Tuberculum majus-Fraktur mit einer Dislokation von 0,5 cm [37, 43, 60, 61].

Als Osteosyntheseverfahren kommen Plattenosteosynthese, Kirschner-Drahtosteosynthese, Schraubenosteosynthese, intramedulläre Drahtstiftung, Drahtcerclage und resorbierbare Osteosuture, Humeruskopf-Endoprothese und die intramedulläre Nagelung zur Anwendung.

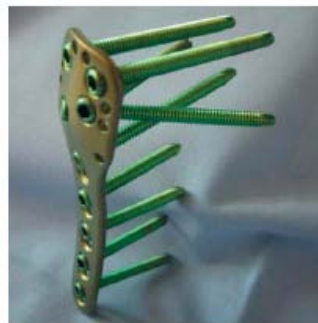
Als Implantate bei Plattenosteosynthesen kommen T-Platten und winkelstabile Platten zur Anwendung. Der Standardzugang zur Plattenosteosynthese der proximalen Humerusfraktur ist der Deltoideopectorale Zugang nach Kocher. Der Transdeltoidale- oder Delta-Split-Zugang wird vor allem bei isolierten Frakturen der Tubercula- oder bei der Marknagelung angewendet.

Bei den Minimalosteosynthese-Verfahren werden Reposition und Retention der Fraktur geschlossen vorgenommen und die Implantate perkutan eingebracht, um maximalen Schutz der Durchblutung des Kopfkalottenfragments und maximale Schonung der Weichteile zu gewährleisten [22, 35, 51, 68, 69].

Der Einsatz von Humeruskopf-Endoprothesen bei komplexen intraartikulären- und Luxationsfrakturen wird in der Literatur kontrovers diskutiert [24, 43, 44]. Laut AO Multizenterstudie von 1997 wurden 17 % der Humerusfrakturen primär endoprothetisch behandelt [35].



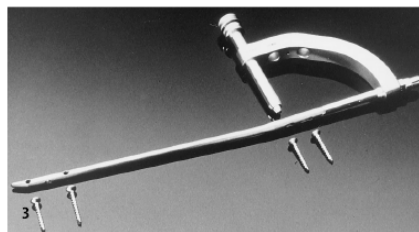
**Abbildung 6: T-Platte, rechtwinkelig [12]**



**Abbildung 7: winkelstabile proximale Humerusplatte [11]**



**Abbildung 8: Humeruskopf-Endoprothese [2]**



**Abbildung 9: UHN mit Zielgerät [1]**

## 1.7 Begleitverletzungen und Komplikationen

Begleitverletzungen bei proximalen Humerusfrakturen sind vor allem neurovaskuläre Verletzungen. Die Inzidenz initialer Nervenschädigungen wird mit 8 % (5 % Plexus- und 3 % N. axillaris-Schäden) angegeben. Sie treten zumeist wegen des stärkeren Dislokationsausmaßes und der höheren Gewalteinwirkung bei Luxationsfrakturen auf [22, 41, 43].

Die Inzidenz traumatischer Gefäßverletzungen liegt bei 4,9 %, wobei vor allem A. axillaris und die Aa. circumflexae humeri anterior et posterior betroffen sind [22].

Weitere Komplikationen, insbesondere auch operativ bedingte, sind Wundhämatome, oberflächliche und tiefe Wundinfektionen, Implantatversagen, Pseudarthrosen und die Humeruskopfnekrose, deren Inzidenz je nach Art der Fraktur mit bis zu 90 % angegeben wird [62], sowie Einsteifung der Gelenke.

Spätkomplikationen sind degenerative Erscheinungen am Schultergelenk im Sinne einer posttraumatischen Arthrose, das Auftreten einer Impingement-Symptomatik und Rotatorenmanschetten-Läsionen [24, 35, 43].

## **2.0**      *Material und Methoden*

### 2.1      Fraktur-Klassifikationen

#### 2.1.1      Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO)

Eine Klassifikation ist nach Müller nur dann nützlich, wenn sie die Schwere der knöchernen Läsion berücksichtigt und als Basis für die Behandlung und die Auswertung der Ergebnisse dient [Müller 1988, [70]].

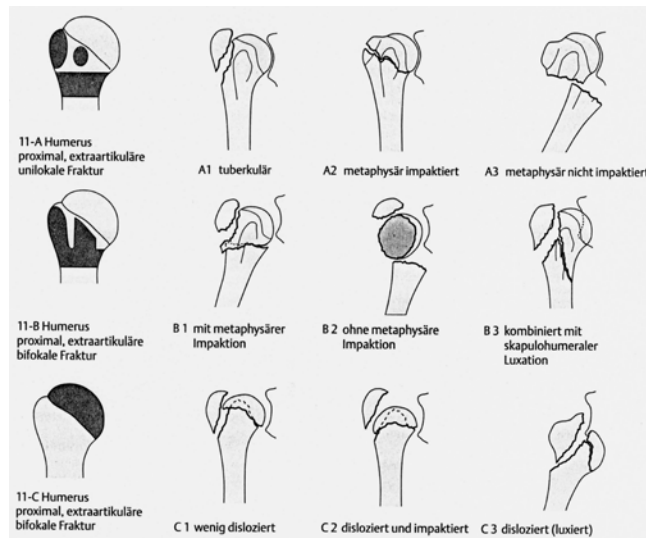
Die AO-Klassifikation für proximale Humerusfrakturen wurde im Jahre 1983 von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen entwickelt. Es wurde anhand von 730 chirurgisch behandelten Oberarmkopffrakturen eine Gliederung erstellt, die dislozierte, nicht dislozierte und auch seltene Brüche erfasst.

Sie unterscheidet drei Haupttypen (Typ-A, Typ-B, Typ-C), die jeweils in drei Gruppen unterteilt sind und vor allem das Ausmaß der Dislokation beschreiben. Jede dieser drei Gruppen ist noch einmal in drei Untergruppen unterteilt, die nach Segmentzahl und Dislokationsrichtung differenzieren. Insgesamt gibt es bei der AO-Klassifikation also 27 Untergruppen, die nach zunehmender Schwere der Fraktur und entsprechend schlechterer Prognose eingeteilt sind [71].

**Typ-A Frakturen** sind extraartikuläre, unifokale Frakturen, bei denen meist keine ernsthafte Einschränkung der Durchblutung des Kopffragments und somit ein geringes Risiko einer avaskulären Humeruskopfnekrose gegeben ist.

**Typ-B Frakturen** sind extraartikuläre, bifokale Frakturen, die partiell von der Durchblutung isolierte Kopffragmente aufweisen können, aber insgesamt noch ein relativ niedriges Nekrosrisiko haben.

Die Gruppe der **Typ-C Frakturen** beinhaltet die schwersten Frakturen mit potentieller Isolation der Kopffragmente von der Durchblutung und einem hohen Risiko der avaskulären Humeruskopfnekrose [36, 37, 70].



**Abbildung 10: AO-Klassifikation der proximalen Humerusfraktur [6]**

### 2.1.2 Klassifikation der proximalen Humerusfraktur nach Codman

1934 stellte Codman das Konzept der Vier-Segment-Klassifikation vor. Er hatte erkannt, dass Frakturen des proximalen Humerus typischerweise aus Kombinationen von vier Fragmenten bestehen. Diese Fragmente sind das Kopffragment, das Schaftfragment, das Tuberculum majus und das Tuberculum minus [50].

### 2.1.3 Klassifikation der proximalen Humerusfraktur nach Neer

Die von Neer 1970 veröffentlichte Klassifikation stellt eine Weiterentwicklung der Klassifikation von Codman (1934) dar. Sie betrachtet ebenfalls vier Hauptsegmente, Humeruskopf, Schaft, Tuberculum majus und Tuberculum minus, berücksichtigt jedoch auch den Dislokationsgrad der Fragmente, um eine Einteilung des Schweregrades der Frakturen und damit eine Aussage zur Prognose zu ermöglichen [36, 50].

Frakturen, die nicht- oder minimal disloziert sind, werden in einer Gruppe zusammengefasst [50].

Die dislozierten Frakturen werden in fünf Gruppen unterteilt, wobei Frakturform, der Effekt von Muskelzug an den freien Fragmenten, die Humeruskopfdurchblutung und die Kontinuität der Gelenkfläche berücksichtigt werden [50]. Die Klassifikation nach Neer ist inzwischen die am häufigsten verwendete Klassifikation für Frakturen des proximalen Humerus (Abb. 11).

Die **Gruppe I** beinhaltet alle Frakturen, unabhängig von der Anzahl der Frakturlinien und Segmente, bei denen kein Segment mehr als 1,0 cm disloziert ist oder um mehr als 45° verkippt ist [50].

Die **Gruppe II** bildet die alleinige Fraktur des Collum anatomicum ab, die selten ist und leicht übersehen werden kann. Bei diesen Frakturen ist die nutritive Versorgung des Kopffragments über die A. arcuata unterbrochen, mit einem hohen Risiko eine avaskuläre Humeruskopfnekrose zu entwickeln [50].

Die Fraktur am Collum chirurgicum beschreibt die **Gruppe III**, wobei die Fraktur distal der Tubercula liegt. Die Ansätze der Rotatorenmanschette bleiben intakt, sodass der Humeruskopf in neutraler Position gehalten wird oder lediglich leicht abduziert wird, während der Humerusschaft durch den Zug des M. pectoralis major meist nach medial und anterior disloziert [50].

In der **Gruppe IV** besteht ein Abriss des Tuberculum majus, das häufig nur gering disloziert ist. Durch den Zug des M. supraspinatus, M. infraspinatus und M. teres minor kann das Tuberculum majus aber nach posterior und superior dislozieren [68] und bei Einklemmung unter das Akromion kann es zum Impingement kommen.

Regelhaft entsteht beim Abriß des Tuberculum majus ein longitudinaler Einriss der Rotatorenmanschette [50]. Kommt es zusätzlich zum Abriss des Tuberculum majus noch zu einem Bruch im Collum chirurgicum, wird das Kopffragment durch den Zug des M. subscapularis innenrotiert und der Riss in der Rotatorenmanschette wird gleichzeitig vergrößert. Die ansetzende Muskulatur wirkt erschwerend einer geschlossenen Reposition entgegen [50].

Die **Gruppe V** ist durch den Abriss des Tuberculum minus gekennzeichnet, wobei die isolierte Abrissfraktur des Tuberculum minus selten vorkommt [50, 54]. Der Tuberculum-minus-Abriss im Rahmen einer Drei-Segment-Fraktur hat durch Zug der Außenrotatoren und des M. supraspinatus die Außenrotation und Abduktion des Kopffragments zur Folge. Bei Vier-Segment-Frakturen sind beide Tubercula disloziert und das artikulierende Fragment ist nach lateral disloziert, ohne Kontakt zum Glenoid zu haben. Zusätzlich ist die Durchblutung des Kopffragmentes stark gefährdet [50].

Bei der **Gruppe VI** handelt es sich um echte Luxationsfrakturen. Der Humeruskopf gerät dabei nach axillär, subkorakoidal und selten nach posterior [50, 72], wodurch es zur Aufhebung der Blutversorgung kommt. Die Prognose ist an das Auftreten einer avaskulären Humeruskopfnekrose gekoppelt und ebenso wie das funktionelle Ergebnis abhängig von der Anzahl der Fragmente [73]. Bei den anterioren Drei-Segment-Luxationsfrakturen bleibt das Tuberculum minus oft unversehrt, während bei posterioren Drei-Segment-Luxationsfrakturen das Tuberculum majus intakt bleibt [50].

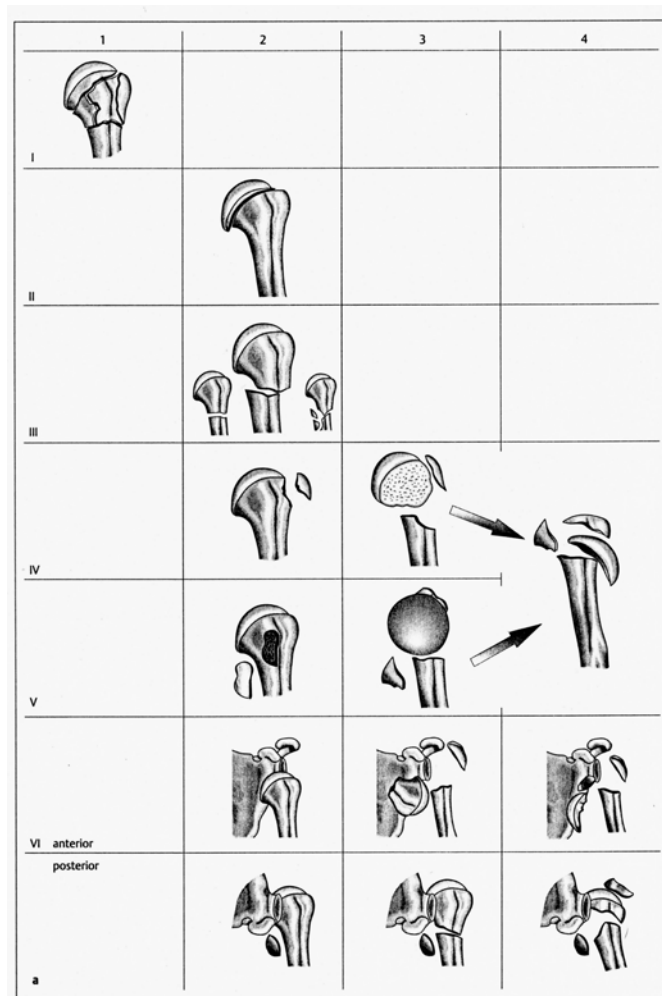


Abbildung 11: Neer Klassifikation der proximalen Humerusfraktur [6]



## 2.2 Patientengut, Befragung und Untersuchung

Im Patientengut dieser Arbeit finden sich die Patienten, die in den Jahren 2000-2003 in der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Charité-Campus Benjamin Franklin mit einer proximalen Humerusfraktur behandelt worden sind.

Kriterien, die zum Ausschluss aus der Untersuchung führten, waren:

- Minderjährigkeit zum Zeitpunkt der Fraktur
- Fehlen/Unvollständigkeit der Akten
- Fehlen der Röntgenbilder der Fraktur
- Wohnsitz außerhalb Berlins oder Brandenburgs
- Tod (ohne Zusammenhang mit dem Unfall)

Behandelte Patienten des Zeitraumes von 2000-2003 wurden per Brief oder telefonisch zu einer Befragung, Nachuntersuchung und radiologischen Kontrolle der Fraktur aufgefordert. Adressen und / oder Telefonnummern, die nicht aus der Akte zu entnehmen waren, wurden über das Landeseinwohneramt Berlin erfragt.

Patienten, die bereit waren an der Untersuchung teilzunehmen, wurden nach standardisiertem Muster vom Verfasser der vorliegenden Arbeit befragt und untersucht.

Die Patienten beantworteten den „Disability of the Arm, Shoulder and Hand“-Fragebogen (Dash) (Abb. 14), sowie einen selbst entworfenen Fragebogen. Dieser enthielt Fragen zur Dauer der Arbeitsunfähigkeit, Komplikationen bei der Behandlung und eine Bewertung des Behandlungsergebnisses anhand einer numerischen Graduierung. Zusätzlich wurde die subjektive Wahrnehmung der Schmerzsymptomatik anhand einer visuellen Analogskala (VAS) erfasst.

Die klinische Untersuchung umfasste Inspektion, Palpation und Messung der Bewegungsmaße und Umfänge der oberen Gliedmaßen. Die Ergebnisse der Bewegungsmaße wurden im „Messblatt für obere Gliedmaßen“ dokumentiert (Abb. 12). Neben der Beurteilung der Durchblutung, Motorik und Sensibilität der betroffenen Extremität wurden funktionelle Prüfungen vorgenommen, bei denen Schürzen-, Hinterkopf- sowie Mundgriff analysiert wurden. Schließlich erfolgte die Handkraftmessung im Seitenvergleich mittels des hydraulischen Jamar-Dynamometers. Röntgenaufnahmen der ehemaligen Fraktur in zwei Ebenen wurden angefertigt, sofern die Patienten einverstanden waren.

## 2.2.1 Bewegungsmaße nach Neutral-Null-Methode

Die Bewegungsmaße wurden mittels eines Goniometers im Seitenvergleich bestimmt und nach der Neutral-Null-Methode dokumentiert.

Bei der Neutral-Null-Methode gilt die Gelenkstellung des aufrecht stehenden Patienten mit herabhängenden Armen als Null-Grad-Ausgangsstellung, von der aus jede Bewegung in Winkelgraden gemessen wird.

Name: \_\_\_\_\_ Aktenzeichen: \_\_\_\_\_

Untersuchungstag: \_\_\_\_\_

Rechtshänder  Linkshänder

**Messblatt für obere Gliedmaßen (nach der Neutral - 0 - Methode)**

	Rechts	Links
<b>Schultergelenke:</b>		
Arm seitw. / körperw. (Abb. 1)		
Arm rückw. / vorw. (Abb. 2)		
Arm ausw. / einw. drehen (Oberarm anliegend) (Abb. 3)		
Arm ausw. / einw. (Oberarm 90° seitw. abgeh.) (Abb. 4)		
<b>Ellenbogengelenke:</b>		
Streckung / Beugung (Abb. 5)		
<b>Unterarmdrehung:</b>		
ausw. / einw. (Abb. 6)		
<b>Handgelenke:</b>		
handrückenw. / hohlhandw. (Abb. 7)		
ellenw. / speichenw. (Abb. 8)		
<b>Fingergelenke:</b>		
Abstände in cm:		
Nagelrand / quere Hohlhandfalte (Abb. 9)		
Nagelrand / verl. Handrückenebene (Abb. 10)		
<b>Daumengelenke:</b>		
Streckung/Beugung:		
Grundgelenk		
Endgelenk		
Abspreizung (Winkel zwischen 1. und 2. Mittelhandknochen)		
In der Handebene (Abb. 11)		
Rechtwinklig zur Handebene (Abb. 12)		
<b>Ankreuzen, welche Langfingerkuppen mit der Daumenspitze erreicht werden können</b>		
<b>Handspanne:</b>		
Größter Abstand in cm zwischen Daumen- und Kleinfingerkuppe		
<b>Umfangmaße in cm:</b>		
(Hängender Arm)		
15 cm ob. äußerem Oberarmknorren		
Ellenbogengelenk		
10 cm unt. äußerem Oberarmknorren		
Handgelenk		
Mittelhand (ohne Daumen)		
<b>Armlänge in cm:</b>		
Schulterhöhe / Speichenende		
<b>Stumpflängen in cm:</b>		
Schulterhöhe / Stumpfende		
Auß. Oberarmknorren / Stumpfende		

Abbildung 12: Messblatt für obere Gliedmaßen

## 2.2.2 Armumfang und Armlänge

Bestehende Differenzen des muskulären Mantels wurden im „Messblatt für obere Gliedmaßen“ festgehalten.

Es wurden die Umfänge beider Arme 15 cm oberhalb des äußeren Oberarmknorrens, am Ellenbogengelenk, 10 cm unterhalb des äußeren Oberarmknorrens, am Handgelenk und der Mittelhand, ohne Daumen, vermessen.

## 2.2.3 Krafttest mit dem Jamar Dynamometer

Das Jamar Hand Dynamometer (Abb. 13) wurde zur Objektivierung und Qualifizierung einer Kraftminderung der betroffenen Extremität verwendet. Dabei wird bei aufrechter Sitzposition der Oberarm adduziert, der Ellenbogen 90° flektiert und das Handgelenk in Neutralposition gehalten und im Seitenvergleich die maximale isometrische Griffkraft über das Gerät bestimmt. Aus drei Messungen wurde der Durchschnittswert ermittelt [9].



Abbildung 13: Jamar Dynamometer [10]

Age Range (y)	Hand	Men		Women	
		Number	Grip Strength (kg)	Number	Grip Strength (kg)
18–24	R	25	37–67	24	19–39
	L		28–66		16–36
25–34	R	24	32–73	35	20–44
	L		30–69		18–42
35–44	R	34	32–72	42	19–43
	L		31–71		16–40
45–54	R	37	39–63	33	16–42
	L		36–63		17–42
55–64	R	31	28–58	26	16–36
	L		24–60		15–37
65–74	R	27	36–54	21	11–33
	L		23–55		12–32
75+	R	17	17–49	29	5–34
	L		18–48		8–32

Tabelle 1: Referenzwerte der Handkraftmessung mit dem Jamar Dynamometer [9]

## 2.3 Quality of Life – The Dash

### „Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand“-Fragebogen

Der „Disability of the Arm, Shoulder and Hand“-Fragebogen (Dash) ist ein 1997 im amerikanischen Sprachraum entwickelter „Self-Report-Fragebogen“. Er wurde in

Zusammenarbeit der Upper Extremity Collaborative Group der American Academy of Orthopaedics Surgeons (AAOS), dem Institute for Work & Health (Toronto, Kanada) und dem Council for Musculoskeletal Speciality Societies erstellt, mit dem Ziel, die subjektive Einschätzung des Patienten seiner funktionellen Einschränkung bei Erkrankungen oder nach Verletzungen an der gesamten oberen Extremität, erfassen zu können.

Über seine initiale Verwendung in den USA und Kanada hinaus, wurde der Dash 1999 für den deutschsprachigen Raum adaptiert, in Anlehnung an die Richtlinien der „American Academy of Orthopedic Surgeons“ übersetzt und in Deutschland vorgestellt [74].

Es handelt sich beim Dash (Abb. 14) um einen 30 Fragen umfassenden Fragebogen zu den Bereichen

- Symptome (Schmerz, Taubheit etc.)
- körperliche Funktion (bei Alltagstätigkeiten, Haus-/ Gartenarbeit, beim Einkaufen, Freizeitaktivitäten, Sport, sexueller Aktivität etc.)
- soziale Funktion (beim Umgang mit Familie und Freunden)
- und psychische Funktion (Selbstbild).

Zwei optionale Zusatzmodule mit je vier Fragen behandeln das Arbeitsleben und Sport- bzw. musikalische Aktivitäten [74, 75].

Die Ergebnisse des Dash - Fragebogens basieren auf einer Skala von 0 - 100 Punkten, wobei ein hoher Punktwert eine hohe Einschränkung des Patienten bedeutet. Bei jeder Frage stehen fünf Antwortmöglichkeiten zur Auswahl (1 = keine Schwierigkeiten bis 5 = nicht möglich). Der Dash-Wert wird nach folgender Formel errechnet:

$$\frac{(\text{Rohwert} - 30)}{1.2} = \text{DASH-Wert (0-100)}$$

Die Fragebögen wurden von den Patienten dieser Untersuchung, gemäß den auf der ersten Seite angegebenen Richtlinien zur Bearbeitung der Fragen, selbstständig ausgefüllt.

## DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, wie Sie folgende Tätigkeiten in der vergangenen Woche durchgeführt haben, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. Ein neues oder festverschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
2. Schreiben	1	2	3	4	5
3. Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
4. Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
5. Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
6. Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
7. Schwere Hausarbeit (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
8. Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
9. Betten machen	1	2	3	4	5
10. Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
11. Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	1	2	3	4	5
12. Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
13. Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
14. Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
15. Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
16. Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
17. Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stricken, usw.)	1	2	3	4	5
18. Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.)	1	2	3	4	5
19. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z. B. Badminton, Frisbee)	1	2	3	4	5
20. Mit Fortbewegungsmitteln zurecht zukommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)	1	2	3	4	5
21. Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5

## DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

22. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Woche beeinträchtigt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziemlich	Sehr
1	2	3	4	5

23. Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht eingeschränkt	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Sehr eingeschränkt	Nicht möglich
1	2	3	4	5

Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Beschwerden während der letzten Woche ein. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die entsprechende Zahl an)

	Keine	Leichte	Mäßige	Starke	Sehr starke
24. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
25. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	1	2	3	4	5
26. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
27. Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
28. Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5

29. Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1	2	3	4	5

30. Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann. (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung noch Ablehnung	Stimme zu	Stimme sehr zu
1	2	3	4	5

## DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

### ARBEITS- UND BERUFS-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf Ihre Arbeit\_ (einschließlich Haushaltsführung, falls dies Ihre Hauptbeschäftigung ist).  
Bitte geben Sie Ihre/n Arbeit/Beruf hier an:

Ich bin nicht berufstätig (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt.  
Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise zu arbeiten?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihre übliche Arbeit zu erledigen?	1	2	3	4	5
3. So gut zu arbeiten wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit Ihrer Arbeit zu verbringen?	1	2	3	4	5

### SPORT- UND MUSIK-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf das Spielen Ihres Musikinstrumentes oder auf das Ausüben Ihres Sports oder auf beides.

Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausüben (oder beides), so beantworten Sie bitte die Fragen in bezug auf das Instrument oder die Sportart, die für Sie am wichtigsten ist.

Bitte geben Sie dieses Instrument bzw. diese Sportart hier an:

Ich treibe keinen Sport oder spiele kein Instrument (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt.  
Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
3. So gut Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstrumentes oder mit Sporttreiben zu verbringen?	1	2	3	4	5



DSH Deutsche Version 2002.  
Gunter Gommers, Angela Bartz,  
Gerdhard Wind, Edda Dierck  
Dank an Hand-, Schulter und  
Forschungsinstitute  
- Schweden/Arbeitsmarktforschung  
- DSH/Hand- und Schulter  
Dank an Hand- und Handchirurgie  
der Universität Heidelberg

DAK & AAROS & COMSS 1997

Abbildung 14: Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand-Fragebogen (Dash), Seite 2-4 [3]

## 2.4 Visuelle Analogskala zur Schmerzmessung

Die Beurteilung des Schmerzes als Parameter für ein operatives Behandlungsergebnis ist schwierig. Da Schmerz eine subjektive Wahrnehmung ist, interindividuell different empfunden wird und deshalb bei der Objektivierung schwer zu fassen ist, wird versucht, im klinischen Alltag mit eindimensionalen Skalen zur Schmerzmessung, zu denen auch die visuelle Analogskala zu zählen ist, die subjektive Empfindung zu quantifizieren.

Die visuelle Analogskala besteht aus einer 10 cm langen Linie auf der der Anfangspunkt mit „kein Schmerz“ und der Endpunkt mit „maximaler Schmerz“ gekennzeichnet sind. Der Patient wird gebeten seine Schmerzen in der letzten Woche einzuschätzen und die Intensität durch eine Markierung auf der Linie zwischen den beiden Extremwerten wiederzugeben. Der Wert der Schmerzintensität wird durch Ausmessen der Strecke bis zur Markierung festgestellt und als Zahlwert angegeben.

In dieser Studie wurden die Patienten aufgefordert, ihre Schmerzen direkt nach dem Unfall, nach der Operation und die aktuell noch vorhandenen Schmerzen einzuschätzen.

## 2.5 Radiologische Bewertung

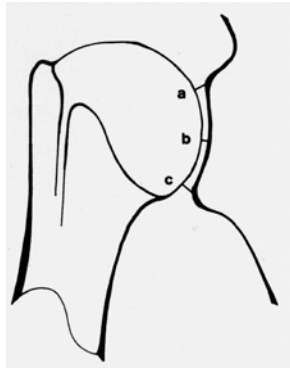
Die radiologische Beurteilung erfolgte anhand von Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen, die am Unfalltag, postoperativ und sofern die Patienten ihr Einverständnis dazu gegeben hatten, am Tag der Nachuntersuchung von der betroffenen oberen Extremität angefertigt wurden. Die am Unfalltag angefertigten Bilder dienten der Fraktur-Klassifizierung. Auf den postoperativen Bildern und den Aufnahmen bei der Nachuntersuchung wurde festgestellt, ob eine Ausheilung der Fraktur stattgefunden hat und anhand der Position der ehemaligen Fraktur, ob dieses Ausheilungsergebnis anatomische und achsengerechte Resultate zeigte. Ferner wurde bei proximalen Humerusfrakturen auf Zeichen einer partiellen / totalen Humeruskopfnekrose oder einer Sub- / Luxation geachtet. Neben der Beurteilung der erfolgten anatomischen Ausheilung, wurde das Vorliegen und die Schwere von vorhandenen Arthrosezeichen beurteilt und bewertet. Die Klassifikation erfolgte nach Samilson und Prieto [7].

### 2.5.1 Gelenkspaltweite

Die Gelenkspaltverschmälerung zählt zu den typischen radiologischen Arthrosezeichen und wird daher zur radiologischen Beschreibung einer Arthrose herangezogen. Die Gelenkspaltverschmälerung ist in vielen Arthroseklassifikationen eine zu betrachtende Größe.

Unabdingbar für eine Beurteilung des glenohumeralen Gelenkspaltes ist die orthograde Abbildung des Gelenkspaltes auf der im a.p.-Strahlengang angefertigten Röntgenaufnahme sowie ein gleichbleibender Film-Focus-Abstand. Selten werden auch Aufnahmen unter Belastung angefertigt [76, 77]. Die Messung des Gelenkspaltes wird dabei an drei Stellen durchgeführt. Anschließend wird ein Durchschnittswert ermittelt (Abb. 15).





**Abbildung 15: Messung der glenohumeralen Gelenkspaltweite [4]**

### 2.5.2 Humeroakromiale Distanz

Die humeroakromiale Distanz wird im a.-p.-Strahlengang als kürzester Abstand zwischen dem inferioren Anteil des Akromions und dem superioren Anteil des Humeruskopfes definiert (Abb. 16).

Eine Verkürzung der humeroakromialen Distanz, d.h. eine Verkleinerung des Subakromialraumes ist als Hinweis auf eine Rotatorenmanschettenläsion zu verstehen. Sie zeigt sich häufig bei Patienten mit Omarthrose bzw. vorangegangener proximaler Humerusfraktur.

Petersson und Redlund-Johnell ermittelten 1984 anhand von 75 normalen Schultern die Normalwerte des Subakromialraumes radiologisch [78]. Hierbei wurden Normwerte für die humeroakromiale Distanz bei Männern mit je nach Alter durchschnittlich  $9,7 \pm 1,5$  mm bis  $10,2 \pm 1,7$  mm und bei Frauen im Durchschnitt mit  $9,2 \pm 1,4$  mm (keine Korrelation zum Alter) festgestellt. Bei Männern zeigte sich mit zunehmendem Alter eine signifikante Verkürzung der humeroakromialen Distanz, also eine negative Korrelation.



**Abbildung 16: Messung der humeroakromialen Distanz [4]**

### 2.5.3 Humerusschaft-Kopf-Winkel nach Keats

Die Messung des Winkels zwischen Humerusschaft und Humeruskopf nach der Methode von Keats wird am a.-p.-Röntgenbild durchgeführt. Die Gerade AB bildet die Mittellinie der Humerusdiaphyse, sie wird durch zwei Punkte gelegt, die jeweils die Mitte der Diaphyse markieren. Die Gerade CD bildet die Linie durch das Collum anatomicum ab. Sie verläuft von der Spitze des Tuberculum majus zum Übergang der Gelenkfläche zum Humerusschaft. Der Winkel  $\alpha$ , gebildet durch die sich kreuzenden Geraden, beträgt bei Erwachsenen im Durchschnitt 60 - 62° (Abb. 17). Ist der Winkel kleiner als 60° liegt ein Humerus varus vor, bei Winkelmaßen über 65° besteht ein Humerus valgus [4, 79].

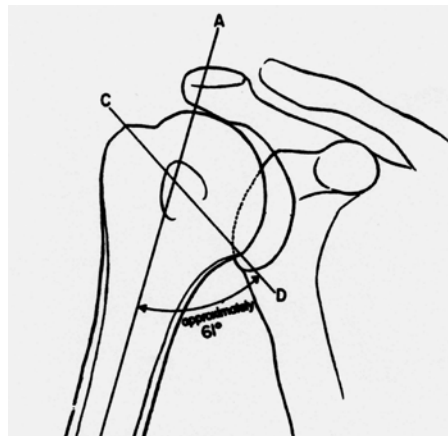
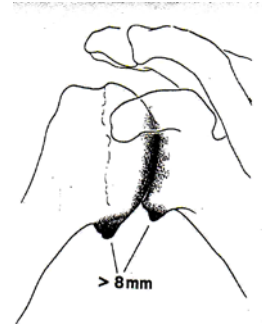
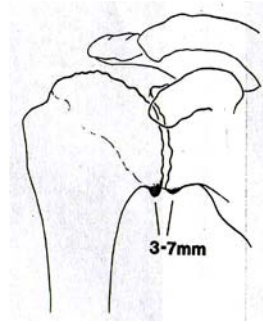
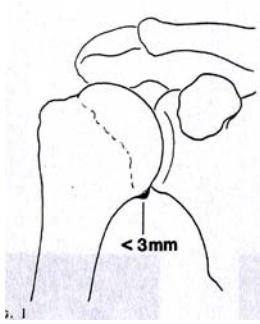


Abbildung 17: Humerusschaft-Kopf-Winkel nach Keats [4]

### 2.5.4 Radiologische Klassifikationen der Omarthrose

Zur Beurteilung der glenohumeralen Arthrose wurde in der vorliegenden Arbeit die Methode nach Samilson und Prieto verwendet. Sie basiert auf der Messung der Größe der Osteophyten am inferioren Rand der Humeruskopfgelenkfläche und am inferioren Rand der Fossa glenoidalis (Abb. 18). Samilson und Prieto beschrieben 3 Stadien der Arthrose, milde Arthrose (Osteophyten bis 3 mm), mittelschwere Arthrose (Osteophyten 3-7 mm) und schwere Arthrose (Osteophyten ab 8 mm, sowie Gelenkspaltverschmälerung und -sklerosierung) [7].



**Abbildung 18: Klassifikation nach Samilson und Prieto, Stadien 1-3 [7]**

## **3.0      *Ergebnisse***

### **3.1      Patientengut**

143 Patienten , die sie sich im Zeitraum zwischen 2000-2003 eine proximale Humerusfraktur zugezogen hatten und in der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie des Campus Benjamin Franklin der Charité behandelt worden waren, wurden angeschrieben und darum gebeten, sich für eine Nachuntersuchung zur Verfügung zu stellen. Alle Patienten erfüllten die in Kapitel 2.2 genannten Kriterien.

Es handelte sich um 47 Männer und 96 Frauen mit 143 Frakturen des Humerus. 140 Frakturen hatten eine traumatische Ursache, 3 eine pathologische Ursache. Es handelte sich bei allen Frakturen um geschlossene Brüche.

67 Frakturen betrafen den rechten und 76 den linken Arm.

Von den angeschriebenen Patienten waren 56 Patienten bereit, sich einer Nachuntersuchung zu unterziehen. Hierbei konnten 21 Männer und 35 Frauen untersucht werden. Von den 56 Frakturen lag bei 55 Patienten eine traumatische Ursache vor, eine Fraktur war pathologischen Ursprungs. Alle 56 Patienten hatten sich eine geschlossene Fraktur zugezogen.

26 Mal war der linke Arm betroffen und 30 Patienten hatten eine Fraktur des rechten Armes.

Im Durchschnitt wurden die Patienten 3,2 Jahre (Minimum 2,1 Jahre und Maximum 4,9 Jahre), nachdem sie die Fraktur erlitten hatten, nachuntersucht.

#### **3.1.1      Altersverteilung**

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag das Durchschnittsalter der Studienteilnehmer bei 70,38 Jahren mit einem Minimum von 45 Jahren und einem Maximum von 91 Jahren, der Median lag bei 69,41 Jahren. Bei den Frauen lag das Durchschnittsalter bei 74,84 Jahren und bei den Männern bei 62,94 Jahren, der Median bei den Frauen lag bei 76,16 Jahren, bei den Männern bei 60,64 Jahren (Tab. 16).

Die Altersverteilung zum Zeitpunkt der Fraktur zeigte bei den Männern den Gipfel zwischen dem 51. und 60. Lebensjahr, während der Gipfel bei den Frauen zwischen dem 71. und 80. Lebensjahr lag (Abb. 19). Die Altersverteilung bei den Studienteilnehmern war vergleichbar mit

der entsprechenden Verteilung bei der Gesamtheit der Patienten mit proximaler Humerusfraktur (Abb. 20).

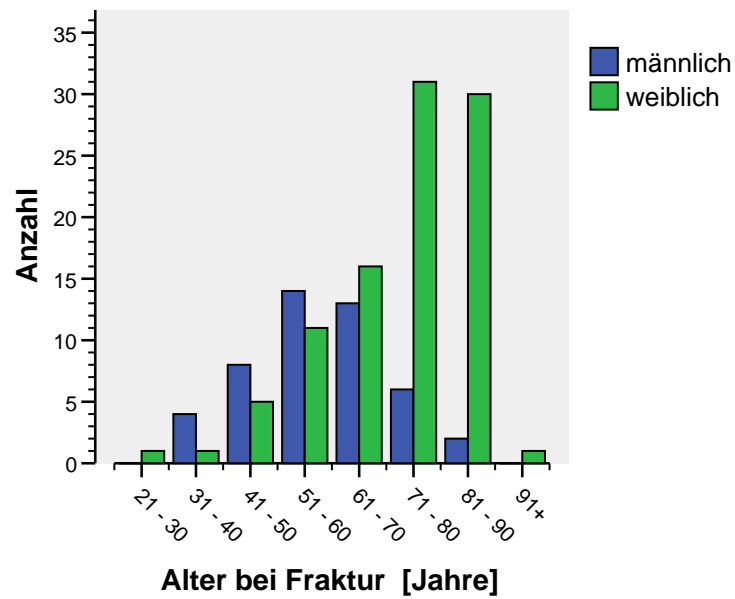


Abbildung 19: Altersverteilung der Gesamtheit mit prox. Humerusfraktur

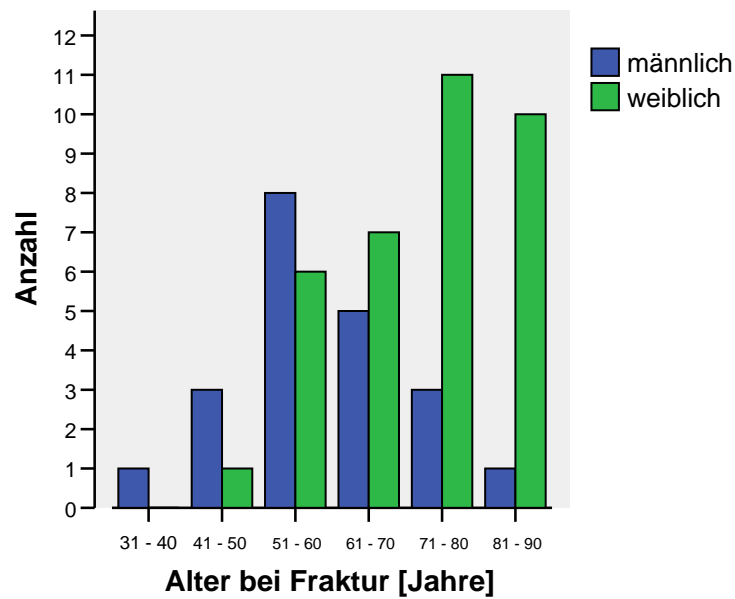


Abbildung 20: Altersverteilung bei Studienteilnehmern

## 3.2 Fraktur-Klassifikationen

### 3.2.1 Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen

Die Verteilung der proximalen Humerusfrakturen nach AO-Klassifikation zeigt bei der Gesamtheit der Patienten Schwerpunkte bei den Frakturen vom Typ A mit 43,4 % (n=62) und Typ B mit 49 % (n=70). Seltener vertreten waren die Frakturen vom Typ-C mit 7,7 % (n=11) (Abb. 21).

Eine vergleichbare Verteilung ergab sich bei den Studienteilnehmern. Hier gehörten 44,6 % (n=25) zur Gruppe der A-Frakturen, 46,4 % (n=26) zur Gruppe der B-Frakturen und 8,9 % (n=5) zu den C-Frakturen (Abb. 22).

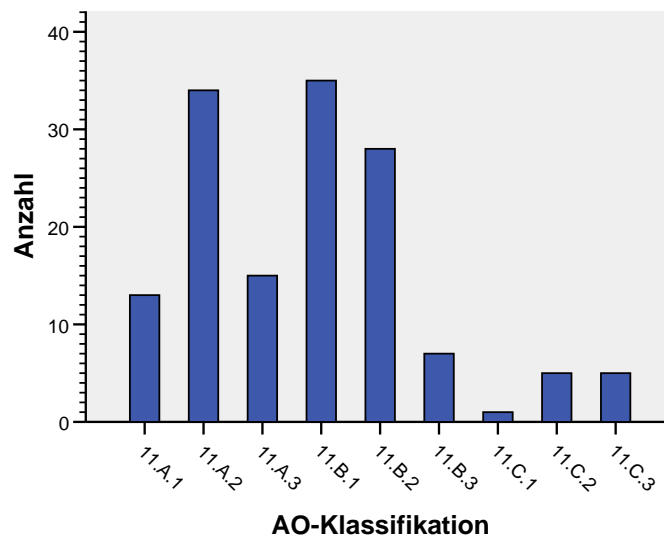


Abbildung 21: Gesamtzahl der proximalen Humerusfrakturen (n=143) nach AO-Klassifikation

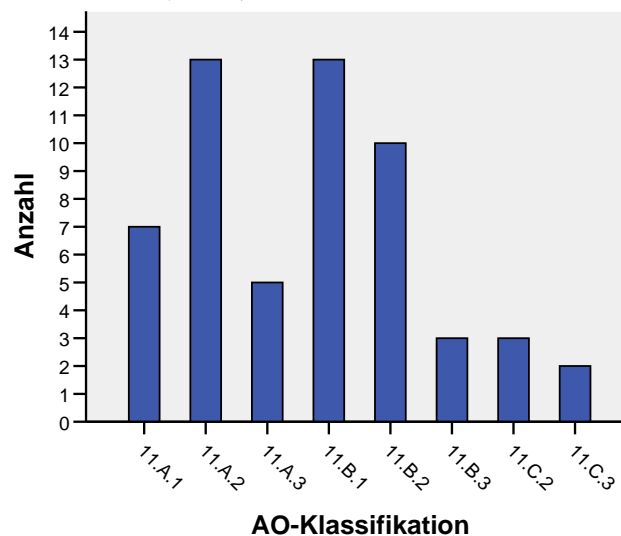


Abbildung 22: Studienteilnehmer nach AO-Klassifikation

### 3.2.2 Klassifikation nach Neer

Nach der Klassifikation nach Neer machten nicht dislozierte Frakturen der Gruppe Neer I 9,8 % (n=14) aus. 2,1 % (n=3) der Frakturen waren vom Typ Neer II. Am zweithäufigsten mit 24,5 % (n=35) waren Frakturen vom Typ Neer III, am häufigsten Frakturen vom Typ Neer IV mit 45,5 % (n=65). Neer V Frakturen machten 0,7 % (n=1) und die Luxationsfrakturen vom Typ Neer VI 17,5 % (n=25) aus (Abb. 23).

Die an der Studie teilnehmenden Patienten wiesen in 8,9 % (n=5) nicht dislozierte Frakturen vom Typ Neer I auf, eine Fraktur (1,8 %) des Collum anatomicum vom Typ Neer II und in 23,2 % (n=13) Frakturen des Typs Neer III auf. Mit 42,9 % (n=24) am häufigsten waren Frakturen des Typs Neer IV. Ein Patient (1,8 %) hatte eine Fraktur vom Typ Neer V und 21,4 % (n=12) Luxationsfrakturen vom Typ Neer VI (Abb. 24).

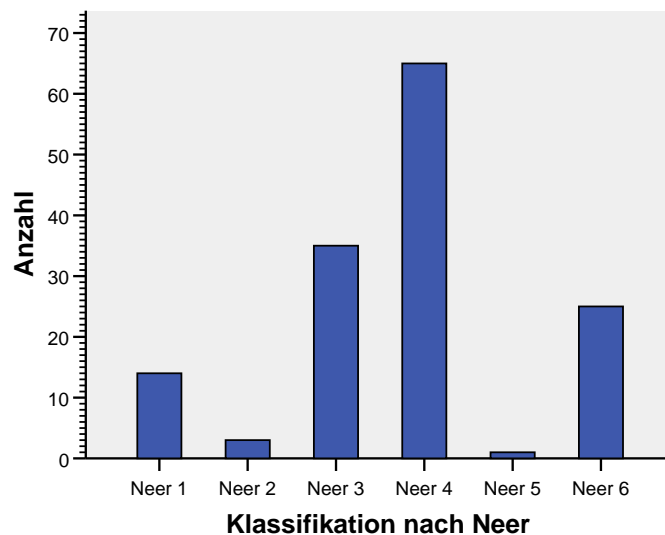


Abbildung 23: Gesamtzahl der proximalen Humerusfrakturen (n=143) nach Neer-Klassifikation

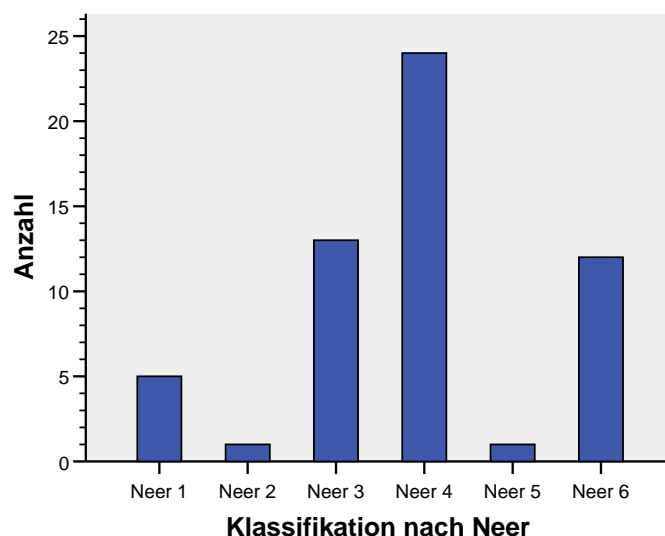
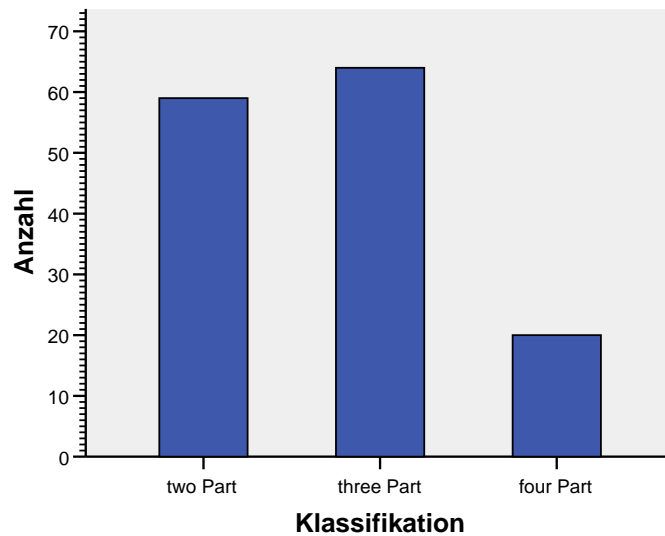


Abbildung 24: Studienteilnehmer nach Neer-Klassifikation (n=56)

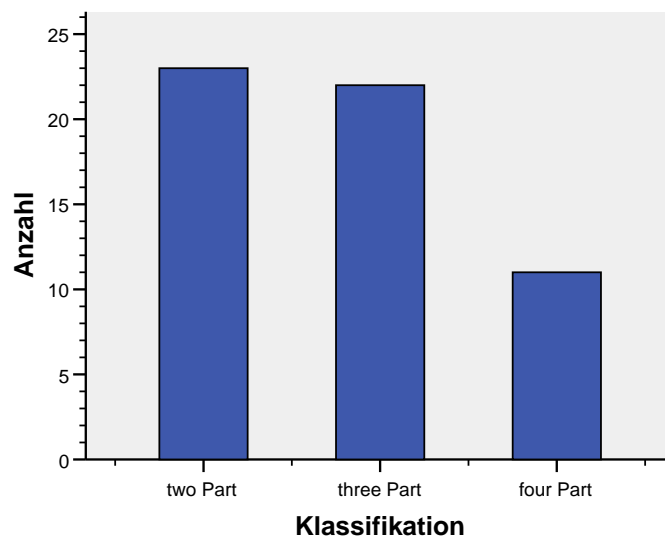
### 3.2.3 Klassifikation nach Fragmentanzahl

41,3 % 2-Part (n=59) und 44,8 % 3-Part (n=64) Frakturen waren vergleichbar häufig, während 4-Part Frakturen mit 13,9 % (n=20) deutlich seltener auftraten (Abb. 25).

Bei den untersuchten Patienten gab es 41,1 % 2-Part Frakturen (n=23), 39,3 % 3-Part Frakturen (n=22) und 19,6 % 4-Part Frakturen (n=11) (Abb. 26).



**Abbildung 25: Gesamtzahl der proximalen Humerusfrakturen (n=143) nach Fragmentanzahl**



**Abbildung 26: Studienteilnehmer nach Fragmentanzahl (n=56)**



### 3.3 Begleitverletzungen

Unter den teilnehmenden Patienten wiesen 16 Patienten (28,6 %) Begleitverletzungen auf, darunter 1 Polytrauma-Patient (1,8 %). 40 Patienten (71,4 %) hatten keine weiteren Verletzungen (Tab. 2). Es gab 22 Begleitverletzungen bei 16 Patienten.

proximale Humerusfraktur	Anzahl	Prozent
Plexus brachialis Läsion	1	1,8%
N. radialis Läsion	2	3,6%
N. medianus Läsion	0	0
N. ulnaris Läsion	0	0
N. axillaris Läsion	0	0
Verletzung des ipsilateralen Armes	6	10,7%
Verletzung des kontralateralen Armes	0	0
Verletzung der unteren Extremitäten	3	5,4%
Verletzungen des Beckens/WS	3	5,4%
Verletzungen des Kopfes	3	5,4%
Verletzungen des Thorax/Abdomens	3	5,4%
Polytrauma	1	1,8%
Anzahl Pat. ohne Begleitverletzungen	40	71,4%
Anzahl Pat. mit Begleitverletzungen	16	28,6%

**Tabelle 2: Begleitverletzungen**

### 3.4 Aufenthaltsdauer

Die folgende Tabelle (Tab. 3) zeigt die stationären Aufenthaltszeiten in Tagen von Patienten mit proximalen Humerusfrakturen in Abhängigkeit des Behandlungsverfahrens. Dabei wurden die stationären Aufenthaltszeiten der Patienten von 143 proximalen Humerusfrakturen analysiert.

Aufenthaltsdauer	Mittelwert	Standard-abwei-chung	Minimum	Maximum	Median	n
Minimalosteosynthese	18,47	9,855	7	42	16,00	36
Platte	23,84	16,727	6	56	16,00	19
Platte winkelstabil	19,86	17,486	6	105	16,00	35
UHN	21,50	3,536	19	24	21,50	2
Humeruskopfprothese	24,42	14,126	12	52	14,50	12
konservativ	12,56	9,052	0	41	11,00	39
gesamt	18,45	13,679	0	105	14,00	143

**Tabelle 3: Aufenthaltsdauer**

### 3.5 Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Die Patienten wurden am Tag der Untersuchung nach der Dauer (in Wochen) ihrer Arbeitsunfähigkeit gefragt. 14 Patienten gaben an, zum Zeitpunkt des Unfalls in einem Arbeitsverhältnis gestanden zu haben.

Die kürzeste Arbeitsunfähigkeit nach der Behandlung einer proximalen Humerusfraktur trat nach konservativem Vorgehen (Median = 6 Wochen) und Implantation einer winkelstabilen Platte (Median = 8 Wochen) auf, am längsten waren Patienten mit einer Humeruskopfprothese arbeitsunfähig (Median = 47 Wochen) (Tab. 4).

Arbeitsunfähigkeit	Mittelwert	Minimum	Maximum	Median	n
Minimalosteosynthese	10,50	3	20	9,50	4
Platte	33,25	16	52	32,50	4
Platte winkelstabil	39,33	6	104	8,00	3
Humeruskopfprothese	47,00	16	78	47,00	2
konservativ	6,00	6	6	6,00	1
gesamt	28,07	3	104	16,00	14

**Tabelle 4: Dauer der Arbeitsunfähigkeit in Wochen**

### 3.6 Dauer bis zur Selbstständigkeit

Alle Patienten wurden gefragt wie viel Zeit (in Wochen) sie nach dem Unfall benötigt haben, um eine, zur Situation vor der Humerusfraktur vergleichbare, häusliche und private Selbstständigkeit im alltäglichen Leben wiederzuerlangen.

Der Median aller Patienten lag bei 25,5 Wochen. Die besten Ergebnisse zeigten die winkelstabilen Platten (Median = 12 Wo) und die Minimalosteosynthesen (Median = 13 Wo). Die konservativ Behandelten, die Gruppe der Humeruskopfprothesen und die der Plattenosteosynthesen benötigten im Median 26 Wochen. 4 Patienten gaben an, keine weitgehende Selbstständigkeit mehr erlangt zu haben (Tab. 5).

Selbstständigkeit	Mittelwert	Minimum	Maximum	Median	n
Minimalosteosynthese	48,92	3	234	13,00	13
Platte	47,13	10	156	26,00	8
Platte winkelstabil	36,00	0	127	12,00	13
Humeruskopfprothese	58,43	3	156	26,00	7
konservativ	20,18	3	52	26,00	11
gesamt	40,62	0	234	25,50	52

**Tabelle 5: Dauer bis zum Erreichen einer selbstständigen häuslichen Versorgung**

### 3.7 Operationsverfahren

Neben den konservativ (n=40, 28,0 %) behandelten Frakturen, wurden initial folgende Osteosyntheseverfahren angewendet: Minimalosteosynthese (n=39, 27,3 %), Plattenosteosynthese (n=17, 11,9 %), winkelstabiler Plattenosteosynthese (n=36, 25,2 %), UHN (n=2, 1,4 %) und Humeruskopfprothese (n=9, 6,3 %). Bei 5 Patienten (3,5 %) wurde das initiale Behandlungsverfahren gewechselt.

Von den nachuntersuchten Patienten waren initial 15 (26,8 %) mit einer Minimalosteosynthese, 7 (12,5 %) mit einer Plattenosteosynthese, 15 (26,8 %) mit einer winkelstabilen Plattenosteosynthese, 6 (10,7 %) mit einer Humeruskopfprothese und 13 (23,2 %) konservativ behandelt worden. Bei 3 von 56 (5,4 %) Patienten wurde das initiale Behandlungsschema später geändert.

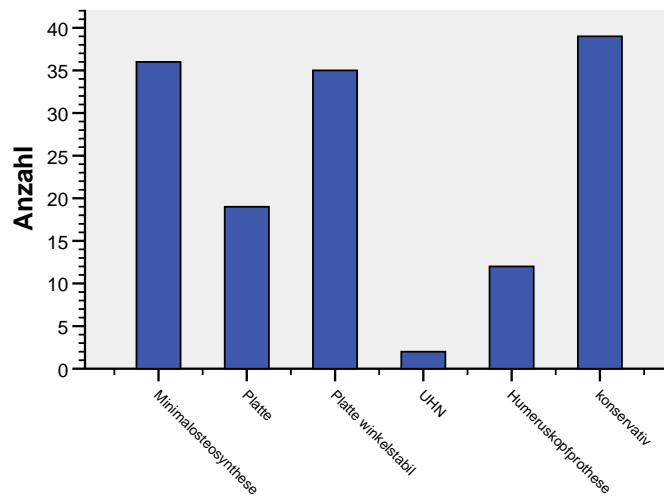


Abbildung 27: Zuletzt verwendetes Behandlungsverfahren

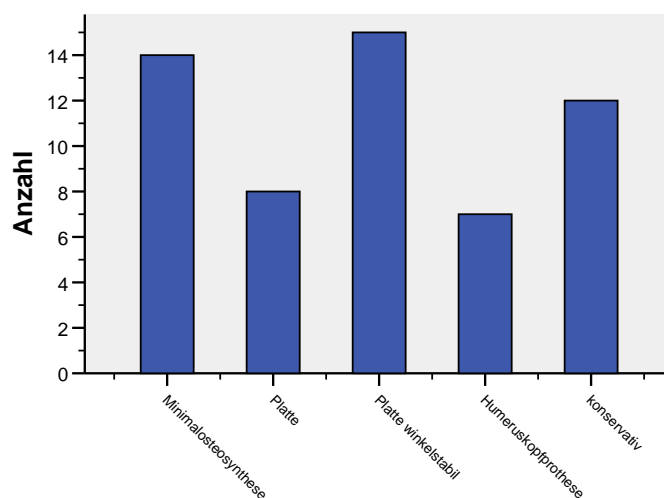
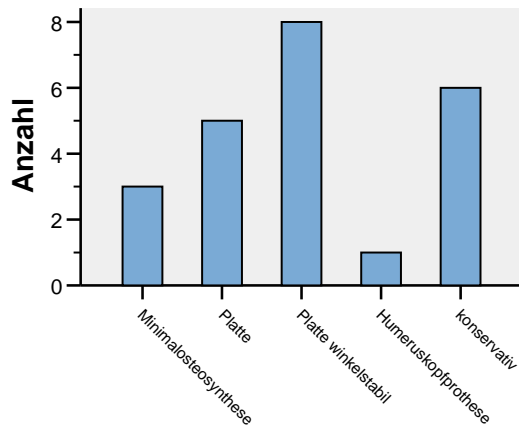
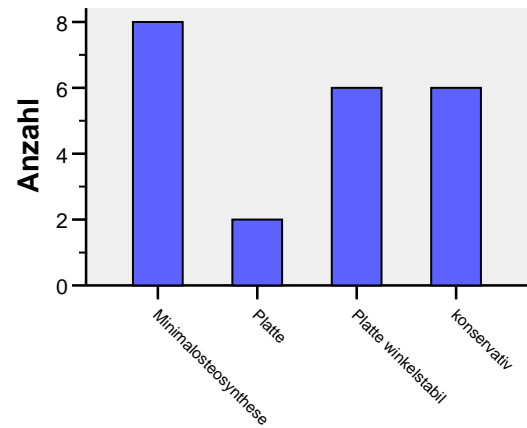


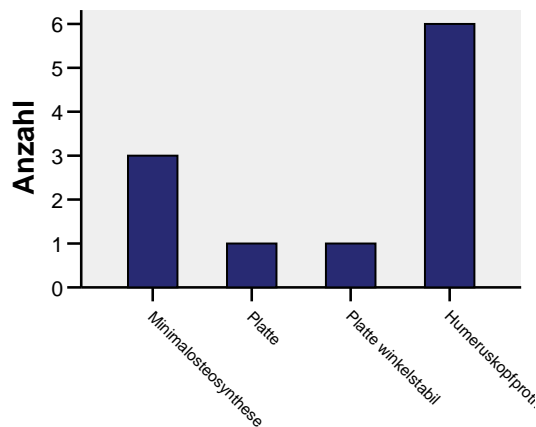
Abbildung 28: Zuletzt verwendetes Behandlungsverfahren bei Studienteilnehmern



**Abbildung 29: Behandlungsverfahren bei 2-Fragment-Frakturen**



**Abbildung 30: Behandlungsverfahren bei 3-Fragment-Frakturen**



**Abbildung 31: Behandlungsverfahren bei 4-Fragment-Frakturen**

### 3.7.1 Revisionsoperationen

Von 103 operativ behandelten Patienten wurden 29 (28,2 %) ein zweites Mal operiert:

- 16 Materialentfernungen aufgrund von Komplikationen oder Beschwerden,
- 2 Minimalosteosynthesen wurden gegen Platten gewechselt,
- 1 Minimalosteosynthese wurde durch eine winkelstabile Platte ersetzt,
- 2 winkelstabile Platten wurden durch Humeruskopfprothesen ersetzt,
- 6 Mal wurde das primär gewählte Implantat beibehalten, Elemente des Implantats jedoch gewechselt,
- 2 Mal wurden sonstige OP's (z.B. Wunddébridement oder Hämatomentleerung) bei verbliebener winkelstabiler Plattenosteosynthese durchgeführt.

Revisionsoperationen		1. OP			gesamt
		Minimal-osteosynthese	Platte	winkelstabile Platte	
2. OP	Minimalosteosynthese	1	0	0	1
	Platte	2	0	0	2
	winkelstabile Platte	1	0	5	6
	Humeruskopfprothese	0	0	2	2
	Materialentfernung	9	6	1	16
	sonstige OP	0	0	2	2
gesamt		13	6	10	29

**Tabelle 6: Revisionsoperationen**

2 der 29 Patienten wurden insgesamt dreimal operiert:

- ein Plattenwechsel einer winkelstabilen Platte,
- eine winkelstabile Platte wurde durch eine Humeruskopfprothese ersetzt.

Bei 11 von 43 (25,6 %) Teilnehmern der Studie, die operativ behandelt wurden, wurde eine 2. Operation durchgeführt (Tab. 7):

- 3 Mal wurde das Implantat beibehalten,
- 1 Minimalosteosynthese wurde durch eine Plattenosteosynthese ersetzt,
- 1 sonstige Operation bei winkelstabiler Plattenosteosynthese,
- 6 Materialentnahmen aufgrund von Komplikationen oder Beschwerden.

Bei einer Patientin wurde das initial konservative Behandlungsschema durch ein operatives Vorgehen mit Implantation einer winkelstabilen Platte abgelöst.

Revisionsoperationen bei Studienteilnehmern		1. OP			gesamt
		Minimal-osteosynthese	Platte	winkelstabile Platte	
2. OP	Minimalosteosynthese	1	0	0	1
	Platte	1	0	0	1
	winkelstabile Platte	0	0	2	2
	Materialentnahme	1	4	1	6
	sonstige OP	0	0	1	1
gesamt		3	4	4	11

**Tabelle 7: Revisionsoperationen bei Studienteilnehmern**

Ein Patient erhielt nach winkelstabiler Plattenosteosynthese und Revision der winkelstabilen Plattenosteosynthese in einer dritten Operation eine Humeruskopfdoprothese.

### 3.7.2 Operationszeit

Die folgende Tabelle zeigt die durchschnittlichen Operationszeiten der verschiedenen Operationsverfahren, errechnet für alle Humerusfrakturen (n = 103).

Im Median beträgt die OP-Dauer aller Verfahren 75 Minuten. Die kürzeste OP-Zeit haben die Minimalosteosynthesen mit im Median 47 Minuten. Die winkelstabile Plattenosteosynthese dauerte mit im Median 105 Minuten deutlich länger als eine herkömmliche Plattenosteosynthese (Median = 85 min.) (Tab. 8).

Operationszeit	Mittelwert	Standard-abwei-chung	Minimum	Maximum	Median	n
Minimalosteosynthese	53,19	31,875	20	165	47,00	39
Platte	90,06	27,578	43	135	85,00	17
Platte winkelstabil	105,06	39,271	53	215	105,00	36
UHN	80,00	42,426	50	110	80,00	2
Humeruskopfprothese	125,14	31,556	80	169	115,00	9
gesamt	83,80	42,121	20	215	75,00	103

**Tabelle 8: Operationszeit beim 1. Op-Verfahren in Minuten**

### 3.7.3 Zeitpunkt der OP

Die Zeitspanne zwischen Fraktur und Operation bei allen Humerusfrakturen lag im Durchschnitt bei 5,3 Tagen.

Die an der Studie teilnehmenden Patienten wurden zu folgenden Zeitpunkten operativ versorgt:

- 3 Frakturen noch am Unfalltag,
- 11 Frakturen am ersten Tag nach dem Unfall,
- 20 Patienten im Verlauf der ersten Woche nach dem Unfall,
- 5 Patienten in der 2. Woche nach dem Unfall,
- 4 Patienten zu einem späteren Zeitpunkt.

Von den 9 Patienten, die in der 2. Woche nach dem Unfall oder später operiert wurden, kam es bei 4 Patienten zu einer Verzögerung der Operation aufgrund von Begleiterkrankungen, die primär im Fokus standen und bei 4 Patienten kam es zu einer verzögerten Vorstellung in der Klinik (z.B. durch Sturz im Ausland).

### 3.7.4 Physiotherapie, Dauer der Ruhigstellung

Im Median wurde 4,0 Tage nach der Operation mit der physiotherapeutischen Behandlung der verletzten Extremität begonnen. Bei den konservativ behandelten Patienten betrug die Zeit zwischen dem Frakturereignis und dem Beginn der Physiotherapie im Median 6,5 Tage. Bei den Minimalosteosynthesen lag der Median bei 7,5 Tagen, bei Platten und winkelstabilen Platten bei 4,5 bzw. 4,0 Tagen postoperativer Ruhigstellung, beim UHN betrug der Median 3,0 Tage und bei der Humeruskopfprothese, dem Verfahren mit der kürzesten postoperativen Ruhigstellung, lag der Median bei 2,0 Tagen.

### 3.7.5 Komplikationen

Bei 26 von 56 Patienten (46,4 %) mit einer proximalen Humerusfraktur traten insgesamt 36 Komplikationen auf, die in der folgenden Tabelle veranschaulicht sind. Zwei der festgestellten Komplikationen betrafen das konservative Vorgehen. Bei den operativ versorgten 43 Patienten standen 17 Komplikationen direkt mit der Operation in Verbindung, eine der gelisteten Komplikation war nicht als in direkten Zusammenhang mit dem Eingriff stehend zu bewerten, sondern war durch kardiale Ursachen bedingt. Bei 16 Patienten wurden 16 Komplikationen nach Konsolidierung der Fraktur festgestellt.

30 von 56 Patienten (53,6 %) zeigten keine Komplikationen (Tab. 9).

Komplikationen nach 1. OP / kons. Behandlung		Mini- mal- osteo- syn- these	Platte	winkel- stabile Platte	Hu- merus- kopf- pro- these	konser- vativ	gesamt
nicht- operative Kompl.	verstorben						
	andere Komplikationen						
	kardiologische Komplikationen			1			1 (1,8%)
operative Kompl.	Refraktur						
	Pseudarthrose						
	Humeruskopfnekrose						
	N. medianus						
	N. radialis				1		1 (1,8%)
	N. ulnaris						
	Wundinfektion tief						
	Wundinfektion oberflächlich						
	Materialfehl- lage /-bruch	4	1	3			8 (14,3%)
	Blutung / Nachblutung (Hb↓)	1	1	3	2		7 (12,5%)
Fehlstellung primär				1		1 (1,8%)	
Ergebnis	Fehlstellung sekundär	5	1	2		1	9 (16,1%)
	funktionelle Beschwerden	1	4	3		1	9 (16,1%)
	Anzahl Patienten ohne Komplikation						30 (53,6%)
	Gesamtzahl der Komplikationen	11	7	12	4	2	36

**Tabelle 9: Komplikationen nach 1. Operation / konservativer Behandlung bei Studienteilnehmern (n=56)**

Die Tabelle (Tab. 10) zeigt die Komplikationen, die nach einer 2. Operation auftraten. 15 Patienten mit proximaler Humerusfraktur wurden ein zweites Mal operiert, 10 der 15 Operationen wurden zur Entnahme des Osteosynthesematerials durchgeführt, davon 6 Materialentnahmen aufgrund von Komplikationen oder Beschwerden und 4 ohne dass Beschwerden vorlagen. 12 der 15 Zweiteingriffe (75 %) waren komplikationsfrei.

Bei einer Patientin wurde von einem konservativen Therapieschema zu einer operativen Behandlung mittels winkelstabiler Platte gewechselt.

Komplikationen nach 2.OP / 2. Behandlungsverfahren		Minimal- osteo- synthese	Platte	winkel- stabile Platte	Hu- merus- kopfpro- these	gesamt	konser- vativ→ operativ (n=1)
operative Kompl.	Humeruskopfnekrose			1		1 (6,7%)	
	Materialfehl- lage /-bruch			1		1 (6,7%)	
	Blutung / Nachblutung	1				1 (6,7%)	1
Ergebnis	funktionelle Beschwerden	1		1		2 (13,4%)	1
	Anzahl Patienten ohne Komplikation					12 (75%)	
	Gesamtzahl der Komplikationen	2		3		5	2

**Tabelle 10: Komplikationen nach 2. Operation**



### 3.8 Schürzen-, Hinterkopf- und Mundgriff

Bei der Untersuchung wurden die Patienten aufgefordert, Schürzengriff, Hinterkopfgriff und Mundgriff durchzuführen. Von den operierten Patienten konnten 70,5 % den Schürzen-, 61,4 % den Hinterkopf- und 97,7 % den Mundgriff ausführen. Bei den konservativ behandelten Patienten konnten 91,7 % den Schürzen-, 100 % den Hinterkopf- und 100 % den Mundgriff ausführen.

Von den operierten Patienten zeigte die Gruppe der Humeruskopfprothesen die schwerwiegendsten Einschränkungen, während die Patienten mit winkelstabiler Platte die besten Ergebnisse erzielen konnten.

Schürzengriff		möglich	nicht möglich	gesamt
Minimalosteosynthese	Anzahl	10	4	14
	Prozent	71,4%	28,6%	100,0%
Platte	Anzahl	5	3	8
	Prozent	62,5%	37,5%	100,0%
Platte winkelstabil	Anzahl	12	3	15
	Prozent	80,0%	20,0%	100,0%
Humeruskopfprothese	Anzahl	4	3	7
	Prozent	57,1%	42,9%	100,0%
konservativ	Anzahl	11	1	12
	Prozent	91,7%	8,3%	100,0%
gesamt	Anzahl	42	14	56
	Prozent	75,0%	25,0%	100,0%

**Tabelle 11: Schürzengriff**

Hinterkopfgriff		möglich	nicht möglich	gesamt
Minimalosteosynthese	Anzahl	9	5	14
	Prozent	64,3%	35,7%	100,0%
Platte	Anzahl	5	3	8
	Prozent	62,5%	37,5%	100,0%
Platte winkelstabil	Anzahl	11	4	15
	Prozent	73,3%	26,7%	100,0%
Humeruskopfprothese	Anzahl	2	5	7
	Prozent	28,6%	71,4%	100,0%
konservativ	Anzahl	12	0	12
	Prozent	100,0%	0,0%	100,0%
gesamt	Anzahl	39	17	56
	Prozent	69,6%	30,4%	100,0%

**Tabelle 12: Hinterkopfgriff**

Mundgriff		möglich	nicht möglich	gesamt
Minimalosteosynthese	Anzahl	14	0	14
	Prozent	100,0%	0,0%	100,0%
Platte andere	Anzahl	8	0	8
	Prozent	100,0%	0,0%	100,0%
Platte winkelstabil	Anzahl	15	0	15
	Prozent	100,0%	0,0%	100,0%
Humeruskopfprothese	Anzahl	6	1	7
	Prozent	85,7%	14,3%	100,0%
konservativ	Anzahl	12	0	12
	Prozent	100,0%	0,0%	100,0%
gesamt	Anzahl	55	1	56
	Prozent	98,2%	1,8%	100,0%

**Tabelle 13: Mundgriff**

### 3.9 Bewegungsmaße

Es zeigten sich deutliche Einschränkungen der Bewegungsmaße, insbesondere bei Anteversion, Abduktion und Außenrotation.

Die größten Einschränkungen zeigten sich bei Patienten mit einer Humeruskopfprothese. Sie schnitten in fast allen Bewegungsebenen am schlechtesten ab. Die konservativ behandelten Patienten erzielten in allen Bewegungsebenen die besten Werte. Herkömmliche Platten, winkelstabile Platten und Minimalosteosynthesen bildeten bei den Bewegungsmaßen das Mittelfeld und zeigten keine markanten Unterschiede (Tab. 14).

Die Unterschiede der einzelnen Bewegungsmaße zwischen den verschiedenen Behandlungsmethoden wurden mittels des  $\chi^2$ -Test nach Kruskal-Wallis auf ihre Signifikanz überprüft. Bei der Mehrzahl der Bewegungsmaße lag die Irrtumswahrscheinlichkeit unter 5 % ( $p < 0,05$ ), so dass die Unterschiede zwischen den Behandlungsmethoden bei diesen Bewegungsmaßen als signifikant zu betrachten sind (Tab. 15).

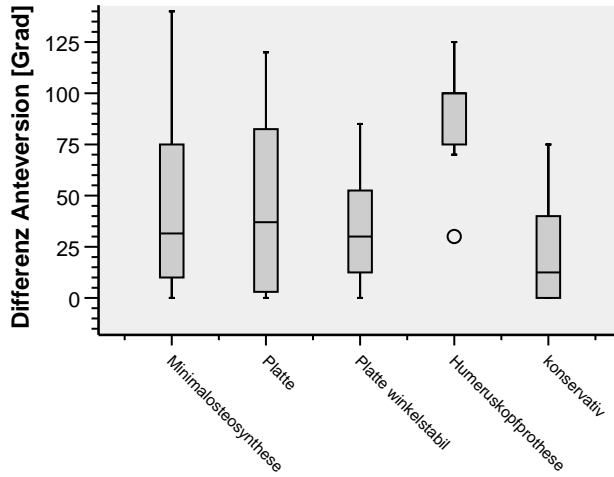


Abbildung 32: Differenz Anteversion in Grad

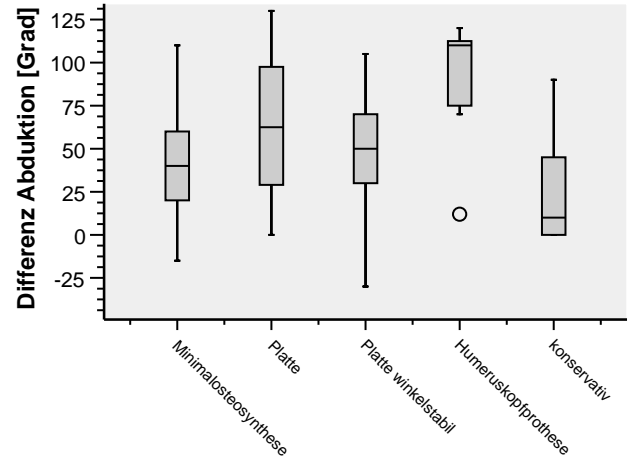


Abbildung 33: Differenz Abduktion in Grad

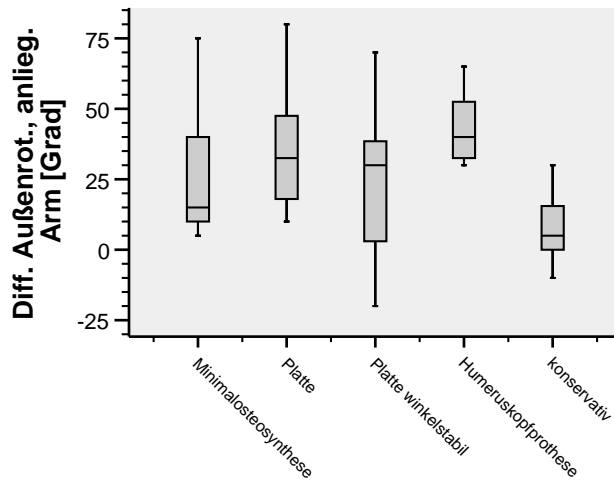


Abbildung 34: Differenz Außenrotation (anliegender Oberarm) in Grad

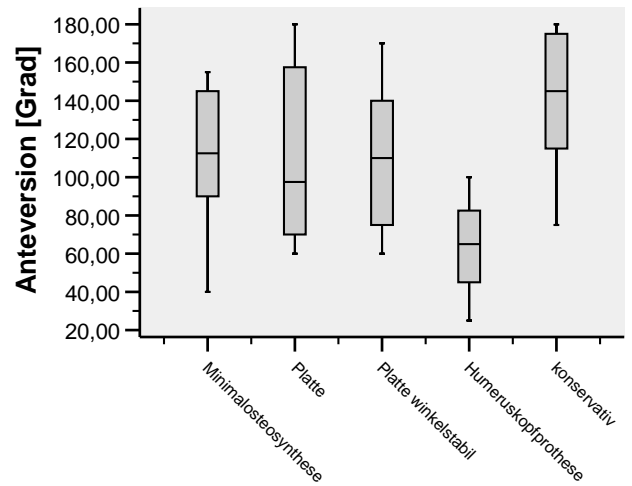


Abbildung 35: Anteversion in Grad

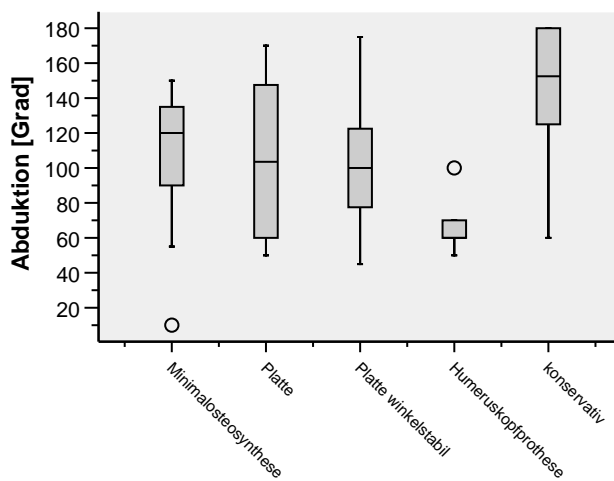


Abbildung 36: Abduktion in Grad

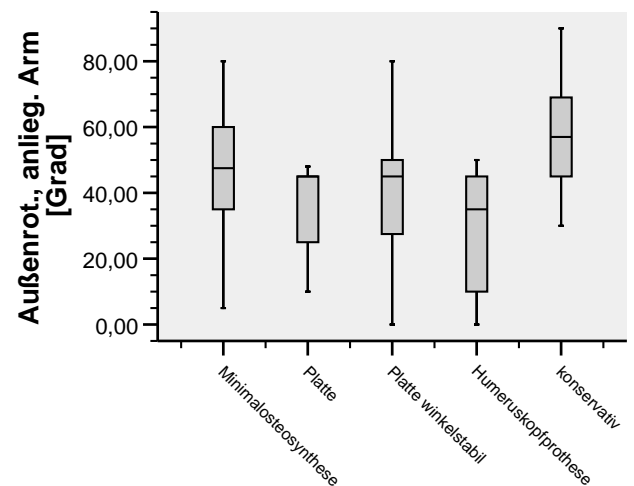


Abbildung 37: Außenrotation (anliegender Oberarm) in Grad

Bewegungsmaße		Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	Median	Mittelwert Differenz	Standardabweichung Differenz	Minimum Differenz	Maximum Differenz	Median Differenz
Anteversion	Minimalosteosynthese	113,0	34,8	40,0	155,0	112,5	42,0	41,8	,0	140,0	31,5
	Platte	111,3	49,2	60,0	180,0	97,5	45,6	45,4	,0	120,0	37,0
	Platte winkelstabil	109,1	35,8	60,0	170,0	110,0	34,5	25,1	,0	85,0	30,0
	Humeruskopfprothese konservativ	63,6	26,9	25,0	100,0	65,0	86,4	30,4	30,0	125,0	100,0
	gesamt	140,8	34,8	75,0	180,0	145,0	10,8	52,8	-135,0	75,0	12,5
Retroversion	gesamt	111,5	41,5	25,0	180,0	112,5	39,4	44,3	-135,0	140,0	30,0
	Minimalosteosynthese	47,1	12,0	20,0	65,0	45,0	10,4	9,7	,0	25,0	7,5
	Platte	45,0	19,3	10,0	65,0	50,0	15,0	14,1	,0	40,0	12,5
	Platte winkelstabil	45,8	10,7	25,0	65,0	50,0	17,9	31,9	,0	128,0	10,0
	Humeruskopfprothese konservativ	52,9	11,9	30,0	65,0	55,0	12,9	10,4	5,0	30,0	10,0
gesamt	58,3	11,9	40,0	80,0	60,0	-,8	9,3	-20,0	15,0	,0	
Abduktion	gesamt	49,6	13,5	10,0	80,0	50,0	10,9	19,5	-20,0	128,0	5,0
	Minimalosteosynthese	106,8	38,2	10,0	150,0	120,0	48,1	48,3	-15,0	170,0	40,0
	Platte	105,3	48,2	50,0	170,0	103,5	63,5	46,3	,0	130,0	62,5
	Platte winkelstabil	102,2	38,6	45,0	175,0	100,0	49,1	36,5	-30,0	105,0	50,0
	Humeruskopfprothese konservativ	67,1	16,0	50,0	100,0	60,0	88,1	38,5	12,0	120,0	110,0
Adduktion	gesamt	144,6	39,6	60,0	180,0	152,5	9,2	61,9	-165,0	90,0	10,0
	gesamt	108,5	43,3	10,0	180,0	108,5	47,2	51,6	-165,0	170,0	45,0
	Minimalosteosynthese	28,6	17,4	,0	65,0	32,5	15,4	17,0	-10,0	45,0	12,5
	Platte	28,1	22,2	10,0	65,0	17,5	15,0	15,8	,0	40,0	12,5
	Platte winkelstabil	28,0	21,9	,0	70,0	30,0	16,0	13,7	-10,0	45,0	15,0
Außenrotation (anliegender Oberarm)	Humeruskopfprothese konservativ	19,3	15,7	,0	45,0	15,0	27,1	16,3	5,0	55,0	20,0
	gesamt	36,3	19,0	10,0	70,0	37,5	6,3	11,9	-10,0	30,0	,0
	gesamt	28,8	19,4	,0	70,0	30,0	15,0	15,5	-10,0	55,0	15,0
	Minimalosteosynthese	48,0	19,4	5,0	80,0	47,5	25,6	21,6	5,0	75,0	15,0
	Platte	36,0	14,3	10,0	48,0	45,0	35,8	23,9	10,0	80,0	32,5
Innenrotation (anliegender Oberarm)	Platte winkelstabil	41,0	22,9	,0	80,0	45,0	23,1	23,1	-20,0	70,0	30,0
	Humeruskopfprothese konservativ	27,9	20,8	,0	50,0	35,0	43,6	15,2	30,0	65,0	40,0
	gesamt	57,7	18,1	30,0	90,0	57,0	7,1	11,9	-10,0	30,0	5,0
	gesamt	44,0	21,2	,0	90,0	45,0	24,6	22,4	-20,0	80,0	25,5
	Minimalosteosynthese	85,0	7,6	70,0	90,0	90,0	2,1	5,8	,0	20,0	,0
Außenrotation (90° abduzierter Oberarm)	Platte	82,5	4,6	80,0	90,0	80,0	1,3	3,5	,0	10,0	,0
	Platte winkelstabil	86,7	5,2	75,0	90,0	90,0	,7	2,6	,0	10,0	,0
	Humeruskopfprothese konservativ	78,6	10,7	60,0	90,0	80,0	5,7	11,3	,0	30,0	,0
	gesamt	86,3	4,8	80,0	90,0	90,0	,0	,0	,0	,0	,0
	gesamt	84,6	6,9	60,0	90,0	90,0	1,6	5,3	,0	30,0	,0
Innenrotation (90° abduzierter Oberarm)	Minimalosteosynthese	51,6	25,6	5,0	90,0	60,0	29,9	24,6	-10,0	75,0	26,5
	Platte	56,9	18,1	20,0	75,0	57,5	28,1	10,3	15,0	40,0	30,0
	Platte winkelstabil	54,7	27,0	,0	90,0	65,0	28,0	24,7	,0	70,0	25,0
	Humeruskopfprothese konservativ	32,1	24,6	,0	65,0	35,0	42,1	15,5	25,0	70,0	40,0
	gesamt	71,3	18,2	30,0	90,0	77,5	2,5	31,3	-90,0	30,0	5,0
gesamt	54,9	25,4	,0	90,0	60,0	24,8	26,3	-90,0	75,0	25,0	
Innenrotation (90° abduzierter Oberarm)	Minimalosteosynthese	54,6	24,8	10,0	90,0	60,0	17,9	26,0	-40,0	70,0	12,5
	Platte	45,0	23,8	,0	75,0	50,0	38,1	27,1	5,0	90,0	37,5
	Platte winkelstabil	52,7	26,9	,0	90,0	50,0	20,9	25,0	-5,0	70,0	10,0
	Humeruskopfprothese konservativ	30,0	21,4	,0	70,0	25,0	26,4	24,3	-10,0	65,0	35,0
	gesamt	72,1	17,2	40,0	90,0	80,0	-1,1	30,4	-80,0	40,0	,0
gesamt	53,4	25,8	,0	90,0	52,5	18,6	28,5	-80,0	90,0	12,5	

**Tabelle 14: Bewegungsmaße der Studienteilnehmer als absolute Werte, verletzte Seite in Grad und Differenz (gesunde - kranke Seite) in Grad**

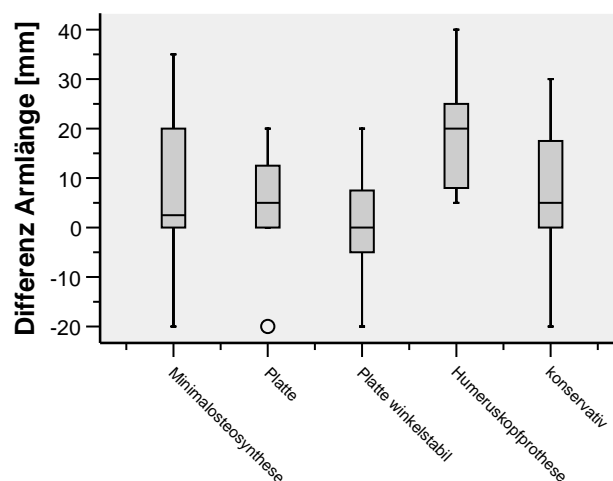
$\chi^2$ -Test	Differenz Abduktion	Differenz Retroversion	Differenz Anteversion	Differenz Außenrotation (anliegender Oberarm)	Differenz Außenrotation (90° abduz. Oberarm)	Differenz Innenrotation (90° abduz. Oberarm)	Abduktion	Anteversion	Außenrotation (anliegender Oberarm)	Innenrotation (90° abduz. Oberarm)	Außenrotation (90° abduz. Oberarm)
Chi-Quadrat	12,536	11,998	12,916	15,817	13,476	9,602	15,142	14,615	9,861	13,735	11,566
df	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Signifikanz	,014	,017	,012	,003	,009	,048	,004	,006	,043	,008	,021

**Tabelle 15: signifikante Ergebnisse ( $\chi^2$ -Test nach Kruskal-Wallis) für Bewegungsmaße verglichen nach Behandlungsmethode**

### 3.10 Armlängendifferenz

Bei allen Patienten wurde die Armlänge (Schulterhöhe bis Speichenende) beider Arme gemessen und die Armlängendifferenz aus gesundem Arm minus verletzten Arm errechnet.

Bei den proximalen Humerusfrakturen zeigte sich, dass insbesondere bei den Humeruskopfprothesen eine Verkürzung von im Median ca. 20 mm vorlag. Während bei den anderen Therapieoptionen der Median unter 10 mm oder sogar wie bei den winkelstabilen Platten bei 0 mm lag (Abb. 38).



**Abbildung 38: Armlängendifferenz in mm**

### 3.11 Krafttest mit dem Jamar Dynamometer

Die Messung der Griffstärke mit dem Jamar Dynamometer zeigte bei den Männern die besten Werte in der Gruppe der Minimalosteosynthesen, gefolgt von der der winkelstabilen Platten, der Gruppe der Platten und der der Humeruskopfprothesen. Die schlechtesten Kraftwerte zeigte die Gruppe der konservativ behandelten Patienten. Die Altersmediane der Patientengruppen lagen zwischen 53 und 61 Jahren, lediglich die Gruppe der konservativ behandelten Patienten hatte mit 80 Jahren einen deutlich höheren Altersmedian (Tab. 16).

Bei den Frauen zeigte die Gruppe der konservativ behandelten Patientinnen die besten Werte, gefolgt von der der Platten und der Gruppe der winkelstabilen Platten. Die jüngsten Patientinnen stellten die Gruppe mit Plattenosteosynthese (Median = 55,66 Jahre) und die konservativ Behandelten (Median = 64,62 Jahre) (Tab. 16).

Verglichen mit Normwerten aus der Literatur [9] (Tab. 1) befanden sich Frauen aller Behandlungsgruppen innerhalb der ihrem Altersmedian zugehörigen Referenzbereiche.

Bei den Männern lag die Prothesengruppe unterhalb des Referenzbereiches, die anderen operativen Verfahren und die konservativ behandelten Patienten fanden sich innerhalb des Referenzbereiches der Griffstärke, wobei sich Patienten mit herkömmlichen Platten am unteren Ende des Referenzbereichs fanden.

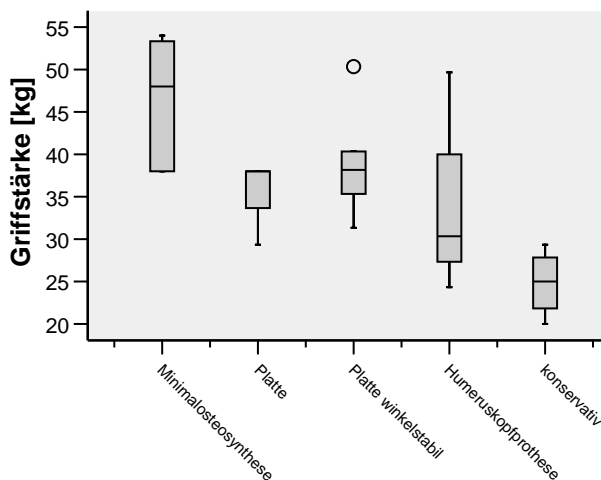


Abbildung 39: Griffstärke bei Männern in kg

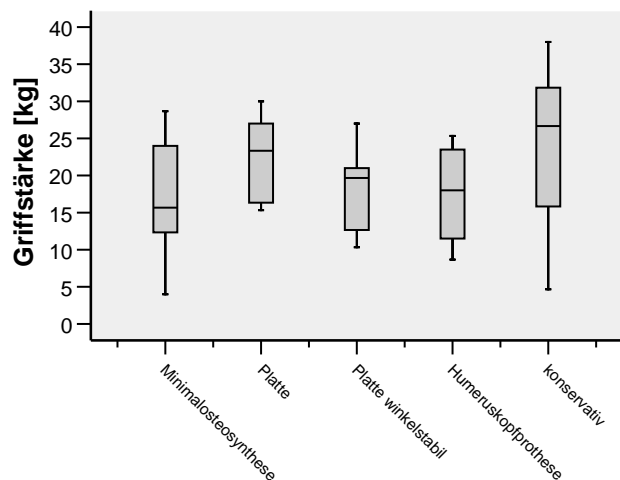


Abbildung 40: Griffstärke bei Frauen in kg

Alter bei Untersuchung		Mittelwert	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Median	n
weiblich	Minimalosteosynthese	79,77	9,242	65	91	83,17	9
	Platte andere	61,69	11,553	50	78	55,66	5
	Platte winkelstabil	80,22	7,838	68	91	77,36	9
	Humeruskopfprothese konservativ	78,13	10,051	69	89	77,16	4
	gesamt	69,81	11,788	59	91	64,62	8
gesamt		74,84	11,599	50	91	76,16	35
männlich	Minimalosteosynthese	56,32	9,659	45	69	53,54	5
	Platte andere	58,88	1,572	58	61	58,38	3
	Platte winkelstabil	61,37	7,908	53	70	61,84	6
	Humeruskopfprothese konservativ	58,81	7,895	54	68	54,34	3
	gesamt	79,70	3,389	75	83	80,18	4
gesamt		62,94	10,744	45	83	60,64	21
gesamt	Minimalosteosynthese	71,39	14,736	45	91	72,43	14
	Platte andere	60,63	8,894	50	78	58,00	8
	Platte winkelstabil	72,68	12,199	53	91	74,39	15
	Humeruskopfprothese konservativ	69,85	13,340	54	89	69,08	7
	gesamt	73,11	10,738	59	91	75,77	12
gesamt		70,38	12,606	45	91	69,41	56

**Tabelle 16: Alter der Studienteilnehmer bei Nachuntersuchung**

### 3.12 Quality of Life – The Dash

#### „Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand“-Fragebogen

Bei der Auswertung des Dash-Fragebogens zeigte sich nach Behandlungsverfahren unterteilt, dass die konservativ behandelten Patienten mit im Median 4,16 das beste Ergebnis erreichten, während die Patienten mit Humeruskopfprothese mit im Median 48,33 das schlechteste Ergebnis erzielten. Patienten mit Platten (im Median 25,41), winkelstabilen Platten (im Median 24,16) und Minimalosteosynthesen (im Median 19,16) lagen mit ihren Werten insgesamt sehr nahe beisammen und zwischen den Werten der konservativ- und der mit Humeruskopfprothese behandelten Personen (Abb. 41, Tab. 17).

Die Unterschiede zwischen den Behandlungsverfahren wurden mittels des Kruskal-Wallis Test auf ihre Signifikanz getestet, wobei die Irrtumswahrscheinlichkeit bei unter 5 % lag ( $p=0,032$ ) und die Unterschiede zwischen den Gruppen somit signifikant sind.

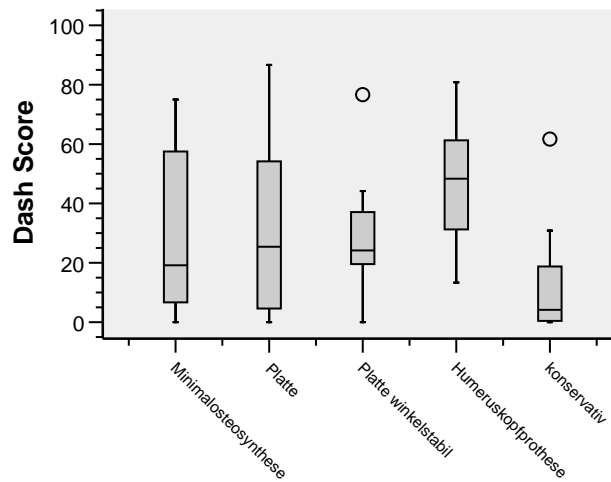


Abbildung 41: Ergebnisse (Median) des Dash-Fragebogens

Dash A	Mittelwert	Standard-abwei-chung	Minimum	Maximum	Median	n
Minimalosteosynthese	29,64	27,18	,00	75,00	19,16	14
Platte	31,87	31,94	,00	86,66	25,41	8
Platte winkelstabil	28,05	17,83	,00	76,66	24,16	15
Humeruskopfprothese	46,78	23,46	13,33	80,83	48,33	7
konservativ	12,42	18,56	,00	61,66	4,16	12
gesamt	27,98	24,80	,00	86,66	23,33	56

Tabelle 17: Dash-Ergebnisse

### 3.13 Subjektive Bewertung

In der subjektiven Bewertung des Behandlungsergebnisses durch den Patienten zeigten sich mehr als 70 % mit dem Ergebnis „zufrieden“ oder „sehr zufrieden“. „Unzufrieden“ oder „sehr unzufrieden“ waren 6 von 56 (10,8 %) Patienten (Tab. 18).



Subjektive Bewertung		Minimal- osteo- synthese	Platte	Platte winkel- stabil	Humerus- kopf- prothese	konser- vativ	gesamt
1 sehr zufrieden	Anzahl	10	3	6	3	3	25
	Prozent	71,4%	37,5%	40,0%	42,9%	25,0%	44,6%
2 zufrieden	Anzahl	2	3	3	2	5	15
	Prozent	14,3%	37,5%	20,0%	28,6%	41,7%	26,8%
3 mäßig zufrieden	Anzahl	1	1	5	0	3	10
	Prozent	7,1%	12,5%	33,3%	,0%	25,0%	17,9%
4 unzufrieden	Anzahl	1	1	1	0	0	3
	Prozent	7,1%	12,5%	6,7%	,0%	,0%	5,4%
5 sehr unzufrieden	Anzahl	0	0	0	2	1	3
	Prozent	,0%	,0%	,0%	28,6%	8,3%	5,4%
gesamt	Anzahl	14	8	15	7	12	56
	Prozent	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

**Tabelle 18: subjektive Bewertung des Behandlungsergebnisses durch die Patienten**

### 3.14 Visuelle Analogskala zur Schmerzmessung

58,9 % der Patienten waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nicht schmerzfrei. 41,1 % der Patienten gaben keine Schmerzen mehr an, davon 1 Patient mit Minimalosteosynthese und 1 Patient mit winkelstabiler Platte, die zu keinem Zeitpunkt Schmerzen angaben.

Bei der Gruppe der Minimalosteosynthesen waren 28,6 % (n=4) schmerzfrei. Bei der mit Plattenosteosynthese behandelten Gruppe waren 37,5 % (n=3) schmerzfrei, bei den mit winkelstabiler Platte versorgten Patienten gaben 46,7 % (n=7) Schmerzfreiheit an. Das höchste Maß an Schmerzfreiheit erreichte die Gruppe der konservativ Behandelten mit 75 % (n=9), während in der Gruppe der Humeruskopfprothesen kein Patient Schmerzfreiheit erreichte.

Im Median gaben alle Gruppen der operativ behandelten Patienten anhand der visuellen Analogskala an weiterhin Schmerzen zu haben. Lediglich die Gruppe der konservativ behandelten Patienten war auch im Median schmerzfrei.

Bei allen Gruppen, außer bei den Humeruskopfprothesen, war jedoch seit dem Frakturereignis und der postoperativen Zeit eine deutliche Schmerzreduktion zu verzeichnen. Nur die Gruppe der Humeruskopfprothesen verzeichnete eine geringe Zunahme der Schmerzintensität und hatte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung auch knapp den höchsten Schmerzmedian, gefolgt von den Plattenosteosynthesen, den Minimalosteosynthesen und den winkelstabilen Plattenosteosynthesen (Abb. 42).

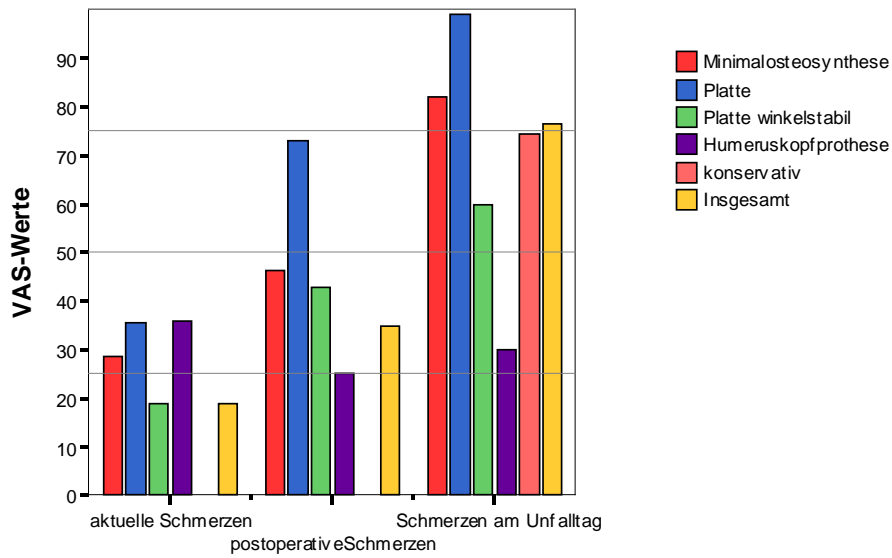


Abbildung 42: Ergebnisse (Median) der VAS zur Schmerzmessung

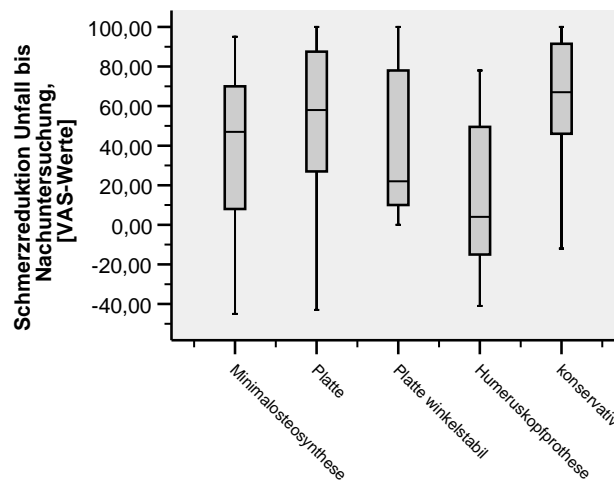


Abbildung 43: Schmerzreduktion über den gesamten Follow-Up-Zeitraum anhand der VAS

Schmerzen bei Nachuntersuchung	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	Median
Minimalosteosynthese	28,50	27,301	0	92	28,50
Platte	34,38	33,835	0	73	35,50
Platte winkelstabil	16,73	18,398	0	57	19,00
Humeruskopfprothese	35,86	18,810	12	65	36,00
konservativ	11,33	22,717	0	61	,00
gesamt	23,43	25,251	0	92	19,00

Tabelle 19: Schmerzen bei Nachuntersuchung

Schmerzreduktion		Schmerz- zunahme	geringe Schmerz- reduktion (bis 33%)	mittlere Schmerz- reduktion (33-66%)	starke Schmerz- reduktion (66-99%)	komplette Schmerz- reduktion (100%)	gesamt
Minimalosteosynthese	Anzahl	2	2	2	4	3	13
	Prozent	15,4%	15,4%	15,4%	30,8%	23,1%	100,0%
Platte	Anzahl	1	2	1	1	3	8
	Prozent	12,5%	25,0%	12,5%	12,5%	37,5%	100,0%
Platte winkelstabil	Anzahl	0	4	2	2	6	14
	Prozent	,0%	28,6%	14,3%	14,3%	42,9%	100,0%
Humeruskopfprothese	Anzahl	3	1	2	1	0	7
	Prozent	42,9%	14,3%	28,6%	14,3%	,0%	100,0%
konservativ	Anzahl	1	0	1	1	9	12
	Prozent	8,3%	,0%	8,3%	8,3%	75,0%	100,0%
gesamt	Anzahl	7	9	8	9	21	54
	Prozent	13,0%	16,7%	14,8%	16,7%	38,9%	100,0%

**Tabelle 20: Schmerzreduktion**

### 3.15 Radiologische Bewertung

Die radiologische Bewertung erfolgte anhand postoperativer und am Untersuchungstag angefertigter Röntgenbilder. Bei 39 (69,6 %) Patienten standen postoperative Aufnahmen zur Auswertung zur Verfügung. 40 (71,4 %) der Studienteilnehmer ließen bei der Nachuntersuchung erneut Röntgenaufnahmen anfertigen. Bei 31 (55,4 %) Patienten standen postoperative Röntgenaufnahmen und Röntgenaufnahmen vom Untersuchungstag zur Verfügung.

Am Nachuntersuchungstag waren 33 Frakturen (82,5 %) ausgeheilt, 5 Patienten (12,5 %) hatten eine Humeruskopfprothese und 2 Frakturen (5 %) erschienen im Röntgenbild nicht vollständig durchbaut, bei klinisch vorhandener Stabilität und weitgehender Beschwerdefreiheit der Patienten.

4 Patienten (9,8 %) zeigten am Tag der Nachuntersuchung auf den Röntgenaufnahmen Zeichen einer partiellen Humeruskopfnekrose.

#### 3.15.1 Gelenkspaltweite

Bei allen Gruppen war eine Abnahme der Gelenkspaltweite zu verzeichnen. Am geringsten war die Abnahme bei den herkömmlichen Plattenosteosynthesen (-0,165 mm) und den konservativ behandelten Patienten (-0,33 mm). Bei den winkelstabilen Platten zeigte sich eine Reduktion von -1,67 mm. Die größte Abnahme der Gelenkspaltweite war bei den Minimalosteosynthesen (-2,5 mm) und den Humeruskopfprothesen (-4 mm) zu verzeichnen.

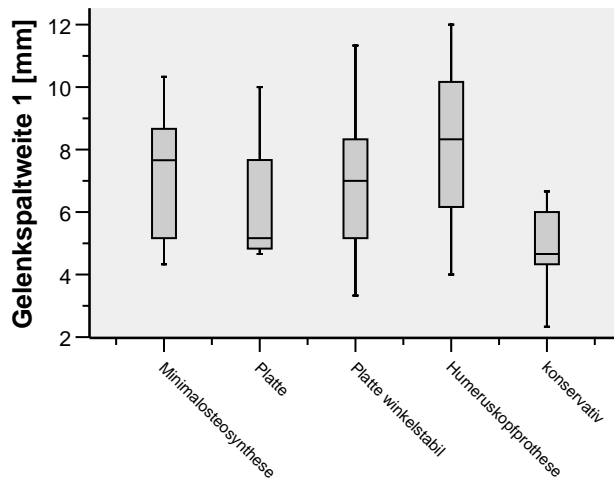


Abbildung 44: Gelenkspaltweite anhand postoperativer Röntgenaufnahmen in mm

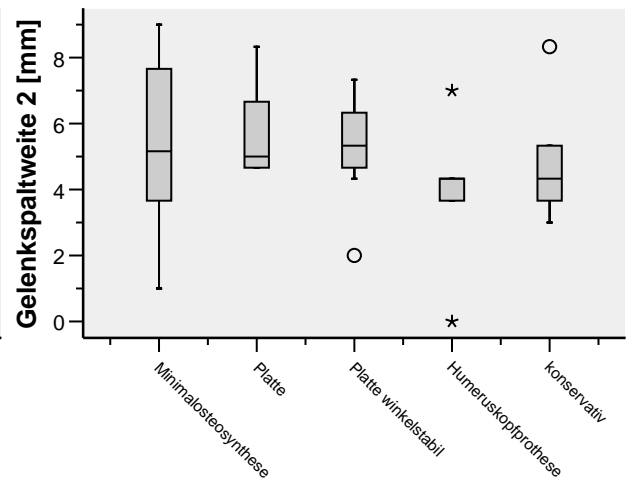


Abbildung 45: Gelenkspaltweite anhand der am Untersuchungstag angefertigten Röntgenaufnahmen in mm

### 3.15.2 Humeroakromiale Distanz

Die Humeroakromiale Distanz (Subakromialdistanz) wurde jeweils auf Röntgenaufnahmen im a.-p. Strahlengang, die zu Beginn der postoperativen Phase angefertigt wurden und auf Aufnahmen vom Untersuchungstag ausgemessen.

Der Median der Subakromialdistanz zeigte bei allen Gruppen eine Abnahme. Den geringsten Median (6 mm) bei der Nachuntersuchung wiesen die Patienten mit Humeruskopfprothese auf. Der größte Abstand (Median = 11,5 mm) war bei der Gruppe der Minimalosteosynthesen zu verzeichnen, die auch schon auf den postoperativen Aufnahmen mit einem Median von 15 mm den größten Wert hatten.

Die geringste Abnahme der Subakromialdistanz zeigten die konservativ behandelten Patienten, bei denen sich die Distanz im Median nur um 1 mm verkürzte.

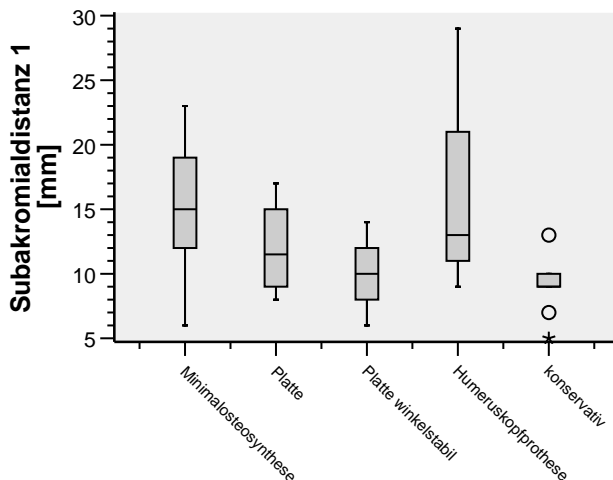


Abbildung 46: Subakromialdistanz 1 (postoperativ) in mm

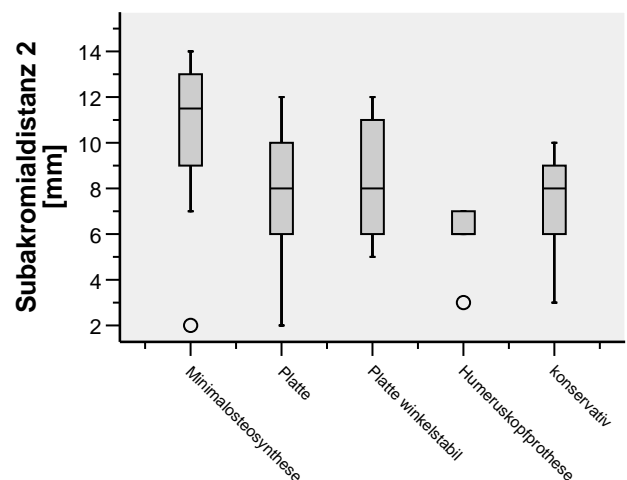


Abbildung 47: Subakromialdistanz 2 (Untersuchungstag) in mm

Subakromialdistanz 1		Standard- abwei- chung			
	Mittelwert		Minimum	Maximum	Median
Minimalosteosynthese	15,36	5,182	6	23	15,00
Platte	12,00	3,916	8	17	11,50
Platte winkelstabil	10,00	2,335	6	14	10,00
Humeruskopfprothese	17,00	10,583	9	29	13,00
konservativ	9,00	2,179	5	13	9,00

**Tabelle 21: Subakromialdistanz 1 (postoperative Röntgenaufnahmen)**

Subakromialdistanz 2		Standard- abwei- chung			
	Mittelwert		Minimum	Maximum	Median
Minimalosteosynthese	11,40	5,621	2	24	11,50
Platte	7,67	3,502	2	12	8,00
Platte winkelstabil	8,40	2,459	5	12	8,00
Humeruskopfprothese	5,80	1,643	3	7	6,00
konservativ	7,33	2,345	3	10	8,00

**Tabelle 22: Subakromialdistanz 2 (Röntgenaufnahmen am Untersuchungstag)**

### 3.15.3 Humerusschaft-Kopf-Winkel nach Keats

Der Humerusschaft-Kopf-Winkel (Humeruskopfaxialwinkel) war auf den postoperativen Bildern bei allen Gruppen vergleichsweise nahe an den von Keats veröffentlichten Normwerten (60-62°). Bei der Gruppe der Minimalosteosynthesen lag er mit einem Median von 66° am höchsten, während die winkelstabilen Platten mit einem Median von 59° den kleinsten Humeruskopfaxialwinkel aufwiesen. Auf den am Untersuchungstag angefertigten Bildern zeigte sich, dass sich der Winkel bei allen Gruppen deutlich verkleinert hatte. Die Minimalosteosynthesen zeigten mit 54° im Median den größten Winkel und die konservativ behandelten Patienten mit 51° den kleinsten. Alle Gruppen zeigten eine deutliche Verkleinerung des Winkels und lagen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung unter den Normwerten von Keats. Bei den Minimalosteosynthesen betrug die Differenz im Mittel 12,8°, bei den winkelstabilen Platten 8°, bei den konservativ Behandelten 7° und bei den Plattenosteosynthesen 5,75°. Es zeigte sich bei allen Gruppen eine Varusstellung des Humerus (Abb. 49).

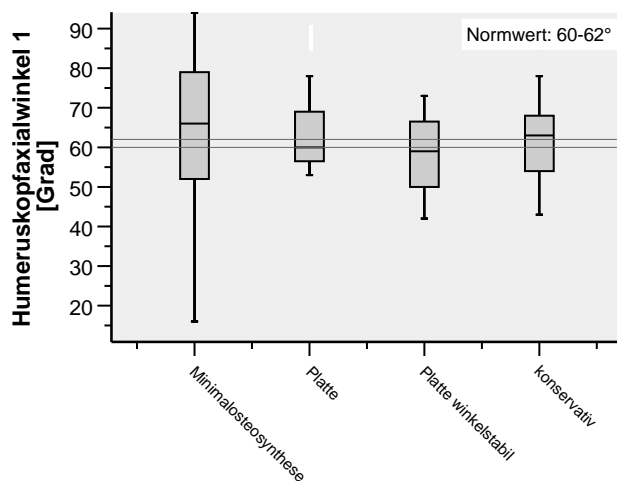


Abbildung 48: Humeruskopfaxialwinkel nach Keats 1 (postoperativ) in Grad

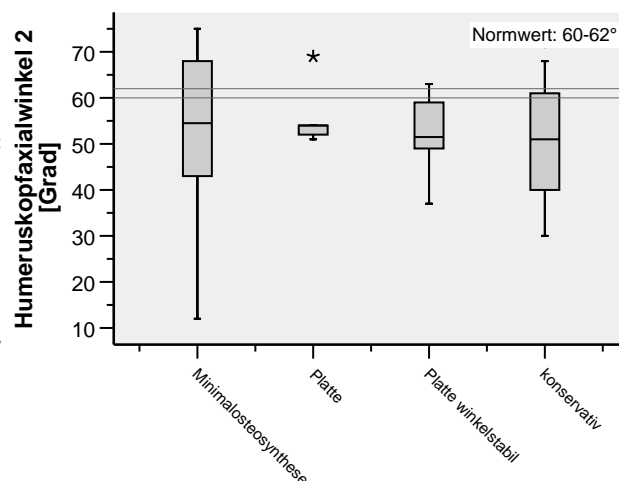


Abbildung 49: Humeruskopfaxialwinkel nach Keats 2 (Untersuchungstag) in Grad

### 3.15.4 Radiologische Klassifikation der Omarthrose

Bei Auswertung der Röntgenbilder von den Patienten (n=31), die sowohl über postoperative Röntgenbilder, als auch über Aufnahmen vom Untersuchungstag verfügten, ließ sich anhand der Arthrose-Klassifikation nach Samilson zeigen, dass bei 19 (61,3 %) Patienten eine Verschlechterung um ein Stadium und bei einem (3,2 %) Patienten eine Verschlechterung um drei Stadien eingetreten war. 11 (35,5 %) Patienten zeigten keine Arthrose oder keine Progredienz der Arthrose (Tab. 24).

Im Gesamtergebnis wiesen 30 % der Patienten keine Arthrosezeichen auf, 70 % der Patienten Zeichen einer Arthrose. 15 % zeigten mittelschwere und schwere Arthrosen (Stadium 2 und 3 nach Samilson) (Tab. 23).

Samilson-Klassifikation	Prozent der Studienteilnehmer (n=56)		Prozent der Beurteilten
	Häufigkeit		
keine Arthrose	12	21,4	30,0
Stadium 1	22	39,3	55,0
Stadium 2	5	8,9	12,5
Stadium 3	1	1,8	2,5
gesamt	40	71,4	100,0

Tabelle 23: Arthrose-Klassifikation nach Samilson, Gesamtergebnis bei Nachuntersuchung

Arthroseprogredienz	unverändert	1 Stadium schlechter	3 Stadien schlechter	gesamt
Minimalosteosynthese	2	7	0	9
Platte	0	4	0	4
Platte winkelstabil	4	5	0	9
Humeruskopfprothese konservativ	1	0	1	2
gesamt	4	3	0	7
	11	19	1	31

**Tabelle 24: Arthrose-Progredienz nach Samilson-Klassifikation**

## 4.0 *Diskussion*

In der vorliegenden Arbeit konnten 56 von 143 Patienten, die eine proximale Humerusfraktur erlitten hatten und am Campus Benjamin Franklin der Charité behandelt wurden, befragt und retrospektiv nachuntersucht werden. Das durchschnittliche Zeitintervall zwischen Unfall und Nachuntersuchung lag bei 3,2 Jahren (Minimum 2,1 Jahre und Maximum 4,9 Jahre).

Mit einem Durchschnittsalter aller Patienten von 66,6 Jahren (59,3 Jahren bei den Männern und 71,0 Jahren bei den Frauen) zum Zeitpunkt des Unfalls weist das Patientengut der vorliegenden Arbeit eine charakteristische Alterstruktur für Patienten mit proximalen Humerusfrakturen auf. Court-Brown et al. [42] publizierten in ihrer epidemiologischen Studie ein Durchschnittsalter von 66 Jahren, bei Männern 56 Jahre und bei Frauen 70 Jahre. Höhere Werte für das Durchschnittsalter fanden Palvanen et al. [80] (73 Jahren bei den Männern und 78 Jahren bei den Frauen), allerdings wurden in dieser epidemiologischen Studie nur Patienten mit einem Alter über 60 Jahre eingeschlossen. Rose et al. [55] und Kristiansen et al. [49] beschrieben in ihren epidemiologischen Studien jeweils eine mit dem Alter ansteigende Inzidenz von proximalen Oberarmfrakturen, die ihren Gipfel sowohl bei Männern als auch bei Frauen jeweils in der Gruppe der über 80 jährigen hatte.

37,5 % der Patienten in dieser Arbeit waren Männer und 62,5 % waren Frauen. Obwohl bei Court-Brown et al. [42] (73 % Frauen und 27 % Männer), Kristiansen et al. [49] (77 % Frauen und 23 % Männer) und Rose et al. [55] (74,1 % Frauen und 25,9 % Männer) dieses Verhältnis stärker zugunsten der Frauen verschoben war, als in der vorliegenden Untersuchung, zeigte sich ein höherer Anteil von Frauen unter den Verletzten und ebenso das höhere Alter der Frauen gegenüber den verletzten Männern mit proximaler Humerusfraktur (Abb. 20).

In den im weiteren Verlauf zitierten klinischen Studien zeigen die Alters- und Geschlechtsverteilungen zum Teil erhebliche Unterschiede und größere Schwankungen, was in der Bewertung und beim Vergleich der klinischen Ergebnisse der Studien Berücksichtigung finden muss [35, 69, 81, 82]. Dabei gilt es beim Vergleich unterschiedlicher Patientenkollektive vor allem auf Altersstruktur und Zusammensetzung des Patientenkollektivs bezüglich der Frakturklassifikation zu achten, um eine differenzierte Einschätzung und einen Vergleich der Studienergebnisse vornehmen zu können. So berichtet Gerber [69] beispielsweise über ein Patientenkollektiv von 34 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 44,9 Jahren und nach



radiologischen Aspekten guter Knochenqualität, während Frangen [81] über 166 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 74,7 Jahren berichtet.

28,6 % (n=16) der Teilnehmer hatten Begleitverletzungen, 71,4 % (n=40) hatten ausschließlich eine Humerusfraktur. Die Begleitverletzungen waren unterschiedlich schwer und reichten von primären Nervenläsionen bis zum Polytrauma (Tab. 2).

Court-Brown et al. [42] berichten in ihrer epidemiologischen Studie bei 9,5 % der Patienten von einer Begleitverletzung. Autoren klinischer Studien machen Angaben zwischen 16,6 % und 25 % und in einigen Studien wurden Patienten mit Begleitverletzungen von vornherein ausgeschlossen oder keine Angaben gemacht [23, 81-87].

Es zeigt sich bei den Teilnehmern dieser Studie eine hohe Rate an Begleitverletzungen, die bei der Interpretation berücksichtigt werden sollte, da die Begleitverletzungen Einfluss auf das Behandlungsergebnis der Humerusfraktur haben können.

Bei den Studienteilnehmern lagen in 44,6 % (n=25) Frakturen der Gruppe A, also extraartikuläre Frakturen vor. 46,4 % (n=26) hatten Frakturen der Gruppe B und 8,9 % (n=5) Frakturen der Gruppe C. Bei Court-Brown et al. [42] fanden sich in einer epidemiologischen Studie 66 % Frakturen der Gruppe A, 27 % Frakturen der Gruppe B und 6 % Typ-C Frakturen, so dass in dem hier vorliegenden Patientengut mehr komplexere Frakturen enthalten waren, als in epidemiologischen Publikationen berichtet.

Diese Feststellung trifft auch für andere Parameter zu: Nach Neer klassifiziert lagen in diesem Patientengut 8,9 % Typ Neer I, 1,8 % Neer II, 23,2 % Neer III, 42,9 % Neer IV, 1,8 % Neer V und 21,4 % Neer VI Frakturen vor. Auch hier überwiegen die schweren Frakturformen deutlich. Bei Court-Brown et al. [42] zählten allein zur Gruppe der minimaldislozierten Frakturen vom Typ Neer I 49 % der Patienten. Kristiansen et al. [49] und Rose et al. [55] berichten von 48 % bzw. 78 % nicht – oder minimal dislozierten Frakturen.

Klassifiziert nach der Anzahl der Hauptfragmente in Anlehnung an Codman und Neer, gab es 41,1 % Two-Part-Frakturen, 39,3 % Three-Part-Frakturen und 19,6 % Four-Part-Frakturen.

Eine generelle Vergleichbarkeit der Studien gestaltet sich jedoch deswegen schwierig, weil die Schwere der Frakturen und deren prozentuale Verteilung bei der Beurteilung der Ergebnisse mehrerer Studien stark variieren bzw. einige Studien bestimmte Subgruppen betrachten oder ausschließen. So reichen beispielsweise die Angaben von keiner genauen Angabe zur

Frakturverteilung [82] bis hin zu variierenden Verteilungen von 2 - 4-Part-Frakturen in unterschiedlichen Studien [69, 85, 88, 89]. Hierbei werden für 2-Part Frakturen Anteile von 11,1-53,5 %, für 3-Part-Frakturen Anteile von 35,9-81,0 % sowie für 4-Part Frakturen Werte von 10,6-47,1 % angegeben [23, 35, 69, 81, 83, 85-90]. Einige Studien betrachteten auch ausschließlich Teilkollektive ihres gesamten Patientenkollektivs bzw. ausschließlich operativ behandelte Patienten [69, 86, 90].

Die Krankenhausaufenthaltsdauer betrug im Median zwischen 11 und 21,5 Tagen (insgesamt 14,0 Tage) bezogen auf 143 Patienten, die im CBF mit einer proximalen Humerusschaftfraktur behandelt wurden. Die konservativ behandelten Patienten waren mit im Median 11 Tagen am kürzesten hospitalisiert. Während die operativ versorgten Patienten mit Humeruskopfprothese (Median 14,5 Tage), mit winkelstabiler Plattenosteosynthese, Plattenosteosynthese, Minimalosteosynthese (Median je 16,0 Tage) und zwei mit einem UHN versorgte Patienten (Median 21,5 Tage) deutlich länger hospitalisiert waren (Tab. 3).

Insgesamt erscheint die Hospitalisationsdauer relativ lang, was offensichtlich durch die hohe Anzahl an Begleitverletzungen zu erklären ist.

Literaturangaben bezüglich der Hospitalisationsdauer liegen bei Weber et al. [35] zwischen 15 und 17 Tagen (17 Tage bei Frauen und 15 Tagen bei Männern), wobei ein Drittel C-Frakturen nach AO-Klassifikation und relativ junge Patienten behandelt wurden (Durchschnittsalter bei Männern 49 Jahre und Frauen 65 Jahre). Frangen et al. [81] kamen bei mit winkelstabilen Platten versorgten Patienten auf durchschnittlich 15 Tage, bei hohem Durchschnittsalter (74,6 Jahre) und vielen 4-Part-Frakturen (32,5 %) im Patientenkollektiv. Hoellen et al. [91] geben eine durchschnittliche Verweildauer von 14 Tagen nach Minimalosteosynthese und 10,6 Tagen nach endoprothetischer Versorgung an, bei ausschließlich über 65jährigen Patienten und ausschließlich 4-Part-Frakturen. Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit den Ergebnissen dieser Studie. Inzwischen sind kürzere Hospitalisationszeiten, wie bei Smith et al. angegeben [92] auch an deutschen Kliniken üblich, was eine Folge der veränderten Krankenhausfinanzierung sein dürfte.

Bei 14 von 56 Patienten lag eine Arbeitsunfähigkeit vor, die im Median für 16 Wochen bestand. Bei einem konservativ behandelten Patienten war sie mit 6 Wochen am kürzesten und bei den mit einer Humeruskopfprothese versorgten Patienten mit im Median 47 Wochen (16-78 Wochen) am längsten (Tab. 4). Weber et al. [35] geben in ihrer AO-Sammelstudie an, dass 35 % ihrer Patienten eine mehr als vierteljährliche vollständige Arbeitsunfähigkeit hinter sich hatten und gleich viele nur teilarbeitsfähig waren.

Aufgrund des höheren Alters der Patienten im untersuchten Patientenkollektiv ist die Patientenzahl, die noch erwerbstätig war und bei der eine Arbeitsunfähigkeit vorlag, so gering, dass eine valide Aussage nicht möglich ist. Dennoch zeigt sich tendenziell, dass die operativen Verfahren gegenüber der konservativen Behandlung bei der proximalen Humerusfraktur durch die im Median um 10 Wochen längere Arbeitsunfähigkeit auch eine zusätzliche ökonomische Komponente beinhalten, die über die Kosten der reinen Klinikbehandlung hinaus geht.

Während die Frage der ökonomischen Konsequenzen für die in der Untersuchung betrachteten Patienten eine untergeordnete Rolle spielt, ist die Dauer bis zur Erlangung häuslicher und privater Selbstständigkeit im alltäglichen Leben für die Lebensqualität des Patienten von entscheidender Bedeutung.

Sie wurde im Median mit 25,5 Wochen angegeben, wobei 4 Patienten (7,7 %) angaben, keine Selbstständigkeit mehr erreicht zu haben und dauerhaft auf fremde Hilfe angewiesen zu sein. Von diesen vier Patienten waren zwei mit winkelstabiler Platte, einer mit Minimalosteosynthese und einer konservativ behandelt worden.

Konservativ behandelte Patienten gaben im Median an 26 Wochen bis zur Erlangung der Selbstständigkeit benötigt zu haben. Zwischen den verschiedenen operativen Behandlungsverfahren zeigten sich deutliche Unterschiede. Während bei den winkelstabilen Plattenosteosynthesen und den Minimalosteosynthesen mit 12 bzw. 13 Wochen im Median noch relativ kurze Zeiträume angegeben wurden, waren die Zeiträume bei den anderen Verfahren mit im Median 26 Wochen doppelt so lang (Tab. 5).

Aufgrund der geringen Fallzahl und der erheblichen Schwankungen in den Angaben (Tab. 4 und 5) sind diese Werte, als Tendenz zu interpretieren und nur eingeschränkt aussagefähig.

Es ist jedoch erkennbar, dass konservativ behandelte Patienten (ausschließlich 2- und 3-Part-Frakturen) lange Rekonvaleszenzzeiten aufweisen, während Minimalosteosynthesen und winkelstabile Plattenosteosynthesen deutlich kürzere Zeit bis zur Rekonvaleszenz benötigten, trotz eines hohen Anteils schwerer Frakturen (78,6 % 3- und 4-Part-Frakturen bei Minimalosteosynthesen und 46,7 % bei winkelstabilen Plattenosteosynthesen) (Abb. 29-31) und eines hohen Altersmedian in beiden Gruppen (Tab. 16).

Die konservative Behandlung beschränkte sich auf 2- und 3-Part-Frakturen. Während bei den endoprothetisch versorgten Patienten in 6 von 7 Fällen eine 4-Part-Fraktur vorlag. Bei den verschiedenen Osteosyntheseverfahren waren sowohl 2-, 3- und 4-Part-Frakturen in den Gruppen

vertreten. Bei den Minimalosteosynthesen drei, bei den Plattenosteosynthesen und winkelstabilen Plattenosteosynthesen je eine 4-Part-Fraktur.

25,6 % (n=11) der operativ behandelten Studienteilnehmer (n=43) mussten mehrfach operiert werden, davon wurde bei 14,0 % (n=6) der Patienten aufgrund von Beschwerden oder Komplikationen eine Materialentnahme durchgeführt (Tab. 7). Bei einer Patientin wurde nach initial konservativer Behandlung eine winkelstabile Plattenosteosynthese durchgeführt.

In der Literatur sind die Angaben zu Revisionsoperationen sehr inhomogen. Sie reichen von keiner Angabe [90] bzw. von 8 % bis 34,3 %, wobei einige Autoren Materialentnahmen nicht mitgezählt haben [83, 89], während andere, wie es auch in dieser Studie der Fall war Materialentnahmen mit in die Betrachtung einbezogen haben [35, 69, 81, 85, 86, 88, 93].

Für die letztere Vorgehensweise stellt die Zahl von 25 % Revisionsoperationen einen durchschnittlichen Wert dar, die Ergebnisse der Studie liegen in diesem Bereich.

Bei den Plattenosteosynthesen mussten in 50 %, bei den winkelstabilen Plattenosteosynthesen in 26,6 % und bei den Minimalosteosynthesen in 21,4 % Revisionsoperationen durchgeführt werden.

Hier zeigte sich eine insbesondere bei den Plattenosteosynthesen deutlich erhöhte Anzahl an Revisionsoperationen, wobei es sich in der vorliegenden Arbeit ausschließlich um Materialentnahmen handelte (Tab. 7). Bätthi [89] berichtet in seinem mit T-Platten versorgten Patientengut über 12,5 % (n=4) Revisionseingriffe, darunter 2 sekundäre Schulterprothesenimplantationen und 2 Reosteosynthesen aufgrund von Materiallockerungen, er macht aber keine Angaben zu Materialentnahmen. Hessmann [83] berichtet über 3 Fälle von Infektionen und 4 Fälle mit Implantatversagen und sekundärem Repositionsverlust, welche reoperiert werden mussten (7,1 %). Er berichtet zusätzlich über 6 Fälle von Plattenimpingement und 1 Frozen Shoulder, macht aber keine Angaben zur Anzahl der Materialentnahmen. Meier [85] berichtete in seiner Studie über ein Patientenkollektiv, welches mit Klingenplatten versorgt wurde und gab 27,8 % Revisionsoperationen an bei 33,3 % Komplikationen, davon 8,3 % Materialentnahmen aufgrund von Implantatdislokation/-versagen. Hintermann [86] gibt nach Osteosynthesen mittels Klingenplatte 11,9 % Revisionsoperationen an, davon 1 sekundäre Implantation einer Humeruskopfprothese und 4 Materialentnahmen nach funktionellen Beschwerden. Gerber [69] hingegen verzeichnete bei 8 Plattenosteosynthesen 5 Revisionsoperationen (62,5 %), davon 5 Materialentnahmen, eine in Verbindung mit einer Bursektomie und 2 mit gleichzeitiger Adhäsionolyse.

Bei den Operationszeiten zeigten die Minimalosteosynthesen erwartungsgemäß deutlich kürzere Zeiten als die restlichen Verfahren. Das Einbringen einer Endoprothese erforderte die meiste Zeit. Im Vergleich von Plattenosteosynthesen weisen die winkelstabilen Plattenosteosynthesen, mit im Median 105 Minuten, deutlich längere OP-Zeiten auf, als die herkömmlichen Plattenosteosynthesen, mit im Median 85 Minuten (Tab. 8). Dieses wurde auch bei anderen Autoren im Umgang mit winkelstabilen Systemen beschrieben [81] und dem Umstand zugerechnet, dass die Einführung der winkelstabilen Implantate mit einer Lernkurve einhergehe. Frangen et al. [81] berichten in einer Studie aus 2007 bei winkelstabilen Plattenosteosynthesen über durchschnittlich 72,8 Minuten OP-Zeit, Bartsch et al. [87] über 63,4 Minuten, Handschin et al. [94] über 112 Minuten und Hente et al. [23] benötigten 92 Minuten für eine winkelstabile Plattenosteosynthese. Auch hier schwanken die Absolutwerte in den Literaturangaben beträchtlich.

Der Zeitpunkt der Operation lag bei 77 % der Studienteilnehmer innerhalb der ersten Woche nach dem Unfall. 31,8 % wurden am Unfalltag oder dem ersten Tag nach dem Unfall operiert. Das bedeutet, dass die Mehrzahl der Patienten im Intervall und nicht frühelektiv operiert wurde. Hente [23] gibt durchschnittlich 3,9 Tage an. 45,7 % wurden innerhalb der ersten 48 h operiert, 54,3 % innerhalb der ersten 10 Tage nach dem Unfall. Weber [35] berichtet in einer AO-Multicenter-Studie von „knapp einem Drittel“, das innerhalb von 48 h operiert wurde und sagt, dass die Mehrzahl der Eingriffe jedoch im Intervall zwischen 3 und 10 Tagen durchgeführt wurden. Bahrs [12] gab an, 90 % der Eingriffe innerhalb der ersten Woche nach dem Unfall durchgeführt zu haben. Smith [92] gab im Durchschnitt 4 Tage (0-21 Tage) bis zur Operation an. Hintermann [86] gab an, alle Patienten innerhalb von 24 h operiert zu haben, Hoffmann [84] 86,5 % innerhalb von 48 h. Viele Autoren machen zum Operationszeitpunkt keine Angaben [69, 83, 89, 90].

Die Physiotherapie der betroffenen Extremität begann laut Dokumentation im Median 4,0 Tage nach der Operation, wobei die endoprothetisch versorgten Patienten früher begannen (2,0 Tage) und bei den konservativ behandelten die Zeit der Ruhigstellung mit im Median 6,5 Tagen am längsten war. In der Literatur sind nur allgemeine Angaben zur Verfahrensweise zu finden. Bei konservativ behandelten Patienten werden mindestens 1 Woche bzw. 2 Wochen Ruhigstellung in einem adduzierenden Verband empfohlen, bevor mit passiven Bewegungsübungen begonnen wird [95, 96]. Frangen [81] gibt an, bei winkelstabilen Plattenosteosynthesen am 3. postop. Tag mit der passiven Übungsbehandlung begonnen zu haben, Hente [23] und Mückter [93] beginnen

ab dem 2. postop. Tag mit passiven Pendelbewegungen des verletzten Armes. Bartsch [87] beginnt die passive Übungsbehandlung mit Pendelbewegungen bereits am 1. postop. Tag. Bei den Plattenosteosynthesen gibt die Mehrheit der Autoren den Beginn der passiven Beübung mit dem 1. postop. Tag an [12, 69, 83, 85, 86]. Ebenso wird bei Patienten mit Minimalosteosynthese verfahren, jedoch wird hier meist das Tragen eines adduzierenden Verbandes für mehrere Wochen empfohlen [84]. Hoellen [91] gibt an, auch nach endoprothetischer Versorgung, ab dem 1. postoperativen Tag mit passiven Bewegungsübungen zu beginnen. Weber [35] gibt an, dass 36 % der Frakturen entlastet werden mussten und sogar 50 % postoperativ eine Schienung erhielten.

Bei den Studienteilnehmern kam es in 46,4 % (n=26) der Patienten zu Komplikationen unterschiedlichen Ausmaßes während der Behandlung (Tab. 9). 53,6 % (n=30) der Patienten hatten keine Komplikation. 17 Komplikationen standen bei den 43 operativ behandelten Patienten direkt mit dem Eingriff in Zusammenhang.

Die höchsten Komplikationsraten waren bei der Behandlung mit herkömmlichen Plattenosteosynthesen zu verzeichnen. Hier traten bei 6 von 8 Patienten Komplikationen auf, wobei insbesondere funktionelle Beschwerden (4 von 7 Komplikationen) eine Rolle spielten. Materialfehlagen und sekundäre Dislokationen, die in der Literatur mit einer Häufigkeit von 0-27,8 % angeführt werden [12, 83, 85, 86, 89, 97], traten in 2 Fällen auf. Bei den winkelstabilen Osteosynthesen kam es bei 9 von 15 Patienten zu Komplikationen, bei den Minimalosteosynthesen bei 7 von 14 Patienten, bei den Humeruskopfprothesen bei 3 von 7 Patienten und bei den konservativ behandelten Patienten bei 1 von 12. Trotz der zunächst bedrückend erscheinenden Höhe von Komplikationen, liegen vergleichbare Ergebnissen aus der Literatur vor:

Smith et al. berichten 2007 [92] in einem Patientenkollektiv von insgesamt 104 Patienten über Komplikationen bei 56 Patienten (53,8%). Hierbei waren Komplikationen bei 42 von 82 Patienten mit verschiedenen Osteosyntheseverfahren aufgetreten (51 %) sowie bei 14 von 22 endoprothetisch versorgten Frakturen (64 %). Meier et al. [85] berichten bei einer Untersuchung von Plattenosteosynthesen in 12 von 36 Fällen (33 %) über Komplikationen. Hoffmann et al. [84] berichten bei der Nachuntersuchung von intramedullären Drahtschienungen über 33 Komplikationen bei 74 Schultern (44,6 %). Mückter et al. [93] bei winkelstabilen Osteosynthesen über Komplikationen in 8 von 31 Fällen (25,8 %). Auch Weber et al. [35] berichten in ihrer Multicenterstudie über ähnlich hohe Komplikationsraten bei der Versorgung von proximalen Humerusfrakturen.

In der vorliegenden Studie kam es in einem Fall (1,8 %) zu einer Humeruskopfnekrose und in keinem Fall zu einer Pseudarthrose. Dies stellt im Literaturvergleich einen niedrigen Wert dar. Insbesondere herkömmliche Plattenosteosynthesen werden in der Literatur häufig mit hohen Humeruskopfnekrosen (bis 44,6 %) in Verbindung gebracht [73, 98, 99]. In der vorliegenden Studie kam es in der Gruppe der Plattenosteosynthesen zu keiner Humeruskopfnekrose.

Die bei den Minimalosteosynthesen bekannte Instabilität und Tendenz zur Implantatdislokation [100, 101] bestätigte sich auch in dieser Studie, mit den höchsten Raten an Materialfehlagen und sekundären Repositionsverlusten (Tab. 9). Hoffmann [84] gibt bei 37,8 % der Patienten Dislokationen von intramedullären Drähten an. Hoellen [91] gab bei 33,3 % der mit K-Drähten versorgten Humeruskopffrakturen Implantatdislokationen bzw. Repositionsverluste an, bei einer Komplikationsrate von insgesamt 46,7 %. Smith [92] gibt bei 17 perkutan mit K-Drähten versorgten Frakturen 5 Fälle (29,4 %) von Repositionsverlust an und eine weitaus höhere Gesamtkomplikationsrate und Bächli [89] verzeichnete 3 Materiallockerungen (27,3 %) bei der Gruppe der Minimalosteosynthesen.

Bei der Durchführung von Schürzen-, Mund- und Hinterkopfgriff im Rahmen der Nachuntersuchung, zeigten sich insbesondere bei den Patienten mit Humeruskopfprothesen deutliche Einschränkungen (Tab. 11, 12 und 13). Konservativ behandelte Patienten erzielten die besten Ergebnisse, gefolgt von Patienten mit winkelstabiler Osteosynthese und den etwas schlechter abschneidenden Minimalosteosynthesen. Die Humeruskopfprothesen zeigten die schlechtesten Resultate. Den Mundgriff konnten alle Patienten, bis auf einen mit einer Humeruskopfprothese versorgten Patienten, durchführen. Ähnlich schlechte Ergebnisse für die Humeruskopfprothesen beschreibt Gierer [102]. Während 94 % den Schürzengriff durchführen konnten, waren nur 39 % in der Lage einen Hinterkopfgriff auszuführen.

Bei der Messung der Bewegungsausmaße erzielten die konservativ behandelten Patienten mit Abstand die besten Ergebnisse. Auch in der Literatur werden gute und exzellente Ergebnisse nach konservativer Behandlung beschrieben [63, 95].

Die Gruppen der winkelstabilen Plattenosteosynthesen, Plattenosteosynthesen und Minimalosteosynthesen erreichten vergleichbare Ergebnisse. Meier [85] berichtet nach Plattenosteosynthesen bei 3- und 4-Part-Frakturen über Durchschnittswerte bei Anteversion von 125°, Abduktion 120° und Außenrotation 37°. Fassbender [97] verzeichnete nach T-

Plattenosteosynthesen folgende Durchschnittswerte: Anteversion 119°, Abduktion 109°, Außenrotation 31°. Hente [23] verzeichnete nach winkelstabiler Osteosynthese, dass 71 % der Patienten den Arm über 90° abduzieren konnten. Gerber [69] berichtet bei seinem mehrheitlich mit Minimalosteosynthesen versorgten Patientenkollektiv von 3- und 4-Part-Frakturen über durchschnittliche Anteversion von 154°, Abduktion 152° und Außenrotation 39°. Lill [103] verzeichnet nach minimalosteosynthetischer Schraubenfixation bei 2- und 3-Part-Frakturen eine Abduktion >90° bei 79 % der Patienten.

Die endoprothetischen Patienten zeigten hier die deutlichsten Defizite (Tab. 14). Auch Gierer [102] beschreibt mit Werten (Median) von 70° bei Anteversion und 60° bei der Abduktion in seiner Studie das Outcome im funktionellen Bereich als mäßig. Fallatah et al. [104] berichten über mittlere Anteversion von 87°, Abduktion von 63° und Außenrotation von 22°. Bei Kralinger [105] erreichten 41,9 % eine Anteversion > 90° und 34,7 % eine Abduktion >90°.

Die Unterschiede bei Messung von Abduktion, Anteversion, Außenrotation und Innenrotation zwischen den unterschiedlichen Behandlungsverfahren in dieser Studie sind signifikant (Tab. 15).

Insgesamt war bei allen Gruppen, außer den konservativ behandelten Patienten, eine deutliche Verringerung der Beweglichkeit in allen Ebenen an der von der Fraktur betroffenen oberen Extremität im Vergleich zur Gegenseite festzustellen (Tab. 14). Auch hier zeigten die endoprothetisch versorgten Patienten die schlechtesten Resultate.

Eine aktive Abduktion über 90° hinaus erreichten 67,9 % der Nachuntersuchten, über 120 Grad hinaus konnten 39,3 % abduzieren. Bei der Gruppe der konservativ behandelten Patienten konnten 75 % über 120 Grad abduzieren.

Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist vor allem die Verteilung nach Schweregrad der Fraktur zu berücksichtigen. Bei den endoprothetisch versorgten Frakturen handelte es sich in 6 von 7 Fällen (85,7 %) um 4-Fragment-Frakturen, während bei den Minimalosteosynthesen nur 3 von 14 (21,4 %) 4-Fragment-Frakturen waren, bei den Plattenosteosynthesen 1 von 8 (12,5 %) und bei den winkelstabilen Implantaten nur 1 von 15 (6,7 %). Die konservative Behandlung war nur auf 2- und 3-Fragment-Frakturen beschränkt.

Trotzdem bleibt, in Übereinstimmung mit vielen anderen Autoren [65, 73, 102, 106-109] festzustellen, dass die funktionellen Ergebnisse bei Patienten mit endoprothetisch versorgten Mehrfragmentfrakturen des proximalen Humerus schlechter sind, im Vergleich zu konservativer und osteosynthetischer, humeruskopferhaltender Versorgung.



Die konservative Therapie bleibt auf die nicht oder nur gering dislozierten einfacheren Frakturformen beschränkt [44, 61, 110] und erzielt wohl nicht zuletzt deshalb auch die besten funktionellen Ergebnisse. Court-Brown [63] konnte nach konservativer Behandlung B1.1 Frakturen nach AO-Klassifikation 80,6 % exzellente und gute Ergebnisse verzeichnen.

In dieser Studie zeigt, bezüglich der funktionellen Ergebnisse, keines der beteiligten Osteosyntheseverfahren deutliche Vorteile. Tendenziell sind die Minimalosteosynthesen, bei ähnlichem funktionellem Outcome, komplexerer Frakturzusammenstellung innerhalb der Gruppe und bei mit im Median 69 Jahren vergleichbarem Alter, positiv hervorzuheben. Hier waren jedoch die höchsten Dislokationsraten zu verzeichnen (Tab.9).

Die im Median größte Armlängendifferenz trat bei den endoprothetisch versorgten Patienten auf (Abb. 38). Auch Greiner et al. [111] berichten in ihrer Studie zur Evaluation einer neuen Methode zur korrekten intraoperativen Längenbestimmung bei Prothesenimplantation über Längendifferenzen von  $1,4 \pm 0,8$  cm bei Anwendung der herkömmlichen Technik.

Voigt et al. [112] und Habermeyer et al. [113] berichten in ihren Artikeln, dass die korrekte Höheneinstellung der Prothese zur Rekonstruktion der humeralen Länge Grundlage für eine ausgeglichene Spannung von Rotatorenmanschette und M. deltoideus ist, und dass dies einer von mehreren Faktoren ist, die das funktionelle Ergebnis beeinflussen.

Die Kraftmessung mit dem Jamar-Dynamometer zeigte vor allem eine Altersabhängigkeit der Ergebnisse.

Verglichen mit den alters- und geschlechtsadaptierten Normwerten aus der Literatur [9] (Tab. 1) ist festzustellen, dass sich bei den Frauen alle Behandlungsgruppen innerhalb, des ihrem Altersmedian zugehörigen Referenzbereiches der Griffstärke befanden.

Bei den Männern lagen die Gruppen der Minimalosteosynthese, der winkelstabilen Platten und der konservativ behandelten Patienten mit ihren Medianwerten innerhalb der Referenzbereiche. Bei den herkömmlichen Platten lag der Median am unteren Ende, jedoch noch innerhalb des Referenzbereichs, während der Wert der Prothesengruppe unterhalb des Referenzbereiches lag.

Bei den Männern zeigte die Gruppe der konservativ behandelten Patienten das schwächste Ergebnis, wies aber mit 76,5 Jahren im Median das mit Abstand höchste Alter auf. Bei den Frauen konnten die konservativ Behandelten das beste Ergebnis erzielen, stellten hier aber auch die zweitjüngste Gruppe. Insgesamt zeigten die Krafttestergebnisse eine starke Altersabhängigkeit. Verglichen mit den Referenzwerten, zeigte erneut die Gruppe der Endoprothesen ihre Defizite im funktionellen Bereich (Tab. 1, Abb. 39 und 40).

Meier [85] stellte nach Plattenosteosynthesen einen Kraftverlust auf der operierten Seite fest. Die Patienten erreichten im Durchschnitt 71,6% der Gegenseite. Dietrich [109] konnte in seiner vergleichenden Studie von winkelstabilen Platten und Humeruskopfprothesen schlechtere Ergebnisse bei den Prothesen in der Subkategorie des Constant-Scores feststellen. Hier erreichten die Patienten (Durchschnittsalter der Gruppen 82 bzw. 80 Jahre) nur 10 bzw. 6 von max. 25 Punkten. Hintermann [86] verzeichnete nach Plattenosteosynthese bei einem Durchschnittsalter von 72 Jahren durchschnittlich 11 von max. 25 Punkten. Court-Brown [63] verzeichnete bei einem konservativ behandelten Patientenkollektiv durchschnittlich 8,9 bis 9,3 von max. 10 Punkten im Kraft-Subscore des Neer-Scores. Hoellen [91] gibt an, bei allen Patienten auf der operierten Seite eine Kraftminderung festgestellt zu haben, jedoch ohne wesentliche Unterschiede zwischen Minimalosteosynthesen und Humeruskopfprothesen.

Ein weitergehender Vergleich der Kraftmessungen mit und unter den Literaturangaben gestaltet sich schwierig, da teilweise unterschiedliche Messmethoden angewendet werden bzw. die Kraftmessungen nur im Rahmen von unterschiedlichen Scores durchgeführt werden und somit Ergebnisse oftmals nicht einzeln aufgeführt sind.

Der Dash-Test ergab mit im Durchschnitt 28 Punkten insgesamt einen befriedigenden Wert.

Vergleicht man die Mittelwerte mit den Referenzwerten, die anhand einer deutschen Population von arbeitenden nicht erkrankten Personen im Alter zwischen 18 und 65 Jahren erstellt und von Jester et al. [114] publiziert wurden, so ergibt sich für die Gesamtheit der Studienteilnehmer ein höherer Wert (Gesamtmittelwert = 28) als bei der gesunden Referenzpopulation (Referenzwert = 16), dies bedeutet eine Einschränkung der Lebensqualität.

Exzellente Resultate konnten die konservativ behandelten Patienten erreichen, deren Werte die einer jüngeren, Vergleichspopulation übertrafen [114]. Die Gruppen der Minimalosteosynthesen, der Plattenosteosynthesen und winkelstabilen Plattenosteosynthesen lagen im Durchschnitt nur wenige Punkte auseinander. Sie erreichten befriedigende Ergebnisse und lagen deutlich über den Referenzwerten der gesunden Vergleichspopulation von Jester [114]. Schlecht schnitt die Gruppe der Humeruskopfprothesen ab (Dash-Score 47), sie erzielte deutlich schlechtere Ergebnisse als alle anderen Behandlungsgruppen in dieser Studie und als die Vergleichspopulation (Tab. 17 und Abb. 41).

Die Gruppe der Humeruskopfprothesen war also nicht nur im Bereich der objektiven Parameter am schlechtesten, sondern zeigte, auch bei der Beurteilung der Lebensqualität durch den Patienten selbst, die größten Einschränkungen.

Verglichen mit den Dash-Werten, die Schmidt et al. 2005 [82] publizierten, bleibt festzustellen, dass sowohl die Gruppe der Minimalosteosynthesen, als auch die Gruppe der winkelstabilen Plattenosteosynthesen in dieser Studie schlechtere Ergebnisse erzielten. Insbesondere die Gruppe der winkelstabilen Platten zeigte bei Schmidt et al. exzellente Resultate (Dash-Score 11,8). Im Gegensatz dazu konnten sich in dieser Studie die erreichten Werte nicht von den anderen Osteosyntheseverfahren abheben (Tab. 17). Schmidt macht jedoch hinsichtlich des Fraktur-Typs keine detaillierten Angaben zur Zusammensetzung seines Patientenguts.

In einer von Meier et al. [85] veröffentlichten Studie zur Evaluation von nicht winkelstabilen Plattenosteosynthesen ergab sich ein Dash-Score von durchschnittlich 22, bei hohem Anteil an 4-Part-Frakturen und mit einem Durchschnittsalter von 69 Jahren in seinem Patientengut. Diese Werte übertreffen die erreichten Werte bei den Plattenosteosynthesen in dieser Studie (Dash-Score 31,9). Fassbender [97] verzeichnete einen Mittelwert von 32 Punkten im Dash-Score bei Nachuntersuchung von T-Plattenosteosynthesen, Bahrs [12] konnte einen Mittelwert von 27,4 Punkten ermitteln. In diesem Bereich liegen auch die Werte dieser Studie.

Greiner et al. [111] berichten in ihrer Studie über einen mittleren Dash-Score von 39,8 Punkten nach Prothesenimplantation, wobei die Gruppe, der mit herkömmlicher Methode zur intraoperativen Längeneinstellung operierten Patienten, einen mittleren Score von 51,4 Punkten aufwies. Diese Werte sind vergleichbar mit dem in dieser Studie erzielten Ergebnis.

Neben der Dash Beurteilung kommen auch andere Systeme zur Beurteilung des Ergebnisses zur Anwendung, jedoch nehmen die anhand anderer Scoring-Systeme ausgewerteten Ergebnisse weniger Bezug auf die subjektive Einschätzung des Patienten und seine Lebensqualität. Auch diese auf objektivierbare Parameter ausgerichtete Scoring-Systeme zeigen uneinheitliche Ergebnisse. Frangen et al. [81] konnten keine Verbesserungen durch winkelstabile Plattenosteosynthesen im Outcome gegenüber anderen Osteosyntheseverfahren feststellen. Mückter et al. [93] konnten ebenso wie andere Autoren [23, 88] gute Ergebnisse mit den winkelstabilen Platten erzielen, wobei hier kein direkter Vergleich mit anderen Osteosyntheseverfahren stattfand.

Auch für Plattenosteosynthesen und Minimalosteosynthesen stellt sich in der Literatur ein uneinheitliches Bild dar. Gute bis sehr gute Ergebnisse mit Plattenosteosynthesen werden zwar von zahlreichen Autoren publiziert [89, 115, 116], jedoch auch schlechte Ergebnisse [73, 99].

Bei Minimalosteosynthesen werden in einigen Studien gute und sehr gute Ergebnisse präsentiert [117-119] während sie in einigen anderen Studien schlechter abschneiden als andere Osteosyntheseverfahren [82, 120].

Messbare Verbesserungen bei der Stabilität der Osteosynthese werden insbesondere in experimentellen biomechanischen Studien berichtet, bei denen unterschiedliche Osteosyntheseverfahren verglichen werden. Sie belegen im experimentellen Setting Vorteile, die durch winkelstabile Implantate erreicht werden [121]. Diese biomechanischen Vorteile machten sich in der vorliegenden klinischen Studie jedoch nicht im Outcome bemerkbar. Auch andere Autoren konnten hier keine eindeutigen Vorteile in der klinischen Anwendung bei winkelstabilen Implantaten feststellen. Frangen [81] schreibt: „...Aufgrund der Ergebnisse der aktuellen Literatur und unserer eigenen Erfahrungen muss die Verwendung von winkelstabilen Implantaten am Oberarm kritisch gesehen werden. Das winkelstabile Prinzip der Plattenosteosynthese kann einen sekundären Repositionsverlust nicht immer wirkungsvoll verhindern...“. Auch Lungershausen [88] konnte in seiner Studie keine signifikante Verbesserung im funktionellen Outcome gegenüber den minimalinvasiven Verfahren aufzeigen. Ebenso konnte Handschin [94] keine signifikanten Unterschiede im funktionellen Outcome zwischen konventionellen und winkelstabilen Plattenosteosynthesen feststellen, bemerkte jedoch die wesentlich höheren Kosten der winkelstabilen Implantate kritisch.

Das Gesamtergebnis von 71,4 % sehr zufriedenen oder zufriedenen Patienten, im Rahmen der subjektiven Beurteilung des Behandlungsergebnisses, zeigt, dass die Mehrzahl der proximalen Humerusfrakturen mit gutem Ergebnis behandelt werden konnte (Tab. 18). Nur 10,8 % der Studienteilnehmer waren mit dem Ergebnis unzufrieden oder sehr unzufrieden, je ein Patient jeder Gruppe. Lediglich in der Endoprothesen-Gruppe waren 2 Patienten (28,6 %) sehr unzufrieden. Am besten wurden die Minimalosteosynthesen mit 85,7 % zufriedenen und sehr zufriedenen Patienten bewertet, gefolgt von den Plattenosteosynthesen mit 75 % zufriedenen und sehr zufriedenen Patienten. Bei den Humeruskopfprothesen vergaben 71,5 % die beste oder zweitbeste Benotung, bei den konservativ Behandelten 66,7 %. Die Gruppe der winkelstabilen Platten zeigte zwar mit nur einem unzufriedenen Patienten (6,7 %) die geringste Anzahl schlechter Benotungen, hatte aber gleichzeitig 5 Patienten, die die Note „3“ vergaben, also nur mäßig zufrieden mit dem Ergebnis waren. 60 % dieser Gruppe waren zufrieden oder sehr zufrieden.

Verglichen mit Ergebnissen in der Literatur zeigt sich ein gutes Ergebnis in der subjektiven Beurteilung der Behandlung in dieser Studie. Hente et al. [23] konnten in einer retrospektiven Studie zum Outcome nach Verwendung von winkelstabilen Platten über 64 % gute und sehr gute Beurteilungen seitens der Patienten berichten. 23 % attestierten ein schlechtes Ergebnis.

Hessmann et al. [83] berichten nach T-Platten-Osteosynthese über 71 % gute und exzellente Bewertungen, bei 14 % unzufriedenen Patienten.

Weber et al. [35] berichten in ihrer Multizenterstudie, bei der Minimalosteosynthesen, Plattenosteosynthesen und endoprothetische Versorgung von proximalen Humerusfrakturen nachuntersucht wurden, über insgesamt über 88 % gute und sehr gute Benotungen bei lediglich 12 % schlechten Bewertungen.

Beurteilt man die Daten dieser Studie in diesem Kontext, bleibt festzuhalten, dass sich die Ergebnisse in das uneinheitliche Bild der publizierten Literatur einreihen, die Patientenzufriedenheit in diesem Kollektiv jedoch vergleichsweise hoch war.

Die Schmerzintensität wurde anhand einer Visuellen Analogskala dokumentiert. Hierbei zeigte sich bei allen Gruppen, außer den endoprothetisch versorgten Patienten, eine Reduktion der Schmerzen bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (Abb. 43). Die im Median stärkste Abnahme der Schmerzen bei operativ Versorgten war bei den Patienten mit Plattenosteosynthese zu verzeichnen (Abb. 43), wobei hier initial auch der höchste und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung der zweithöchste Messwert vorlag (Abb. 42). Den insgesamt stärksten Rückgang der Schmerzen gaben konservativ behandelte Patienten an, die zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Median keine Schmerzen mehr hatten. Ebenfalls eine deutliche Verringerung der Schmerzen zeigte die Gruppe der winkelstabilen Plattenosteosynthesen, diese hatte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung von den operativ versorgten Patienten die geringsten Schmerzen (Abb. 42, Tab. 19). Die Gruppe der Endoprothesen gab initial die geringsten Schmerzen an, verzeichnete aber zum Untersuchungszeitpunkt sogar eine geringfügige Zunahme (Abb. 42).

Hente et al. [23] gab bei der Nachuntersuchung eines mit winkelstabilen Platten versorgten Kollektivs im Mittel 33 Punkte auf der VAS an. Meier et al. [85] verzeichneten im Durchschnitt 20 Punkte bei Nachuntersuchung von Patienten mit Plattenosteosynthesen. Hessmann et al. [83] berichteten nach T-Plattenosteosynthese über Schmerzfreiheit bei 61 % der Patienten, Weber et al. [35] verzeichneten nach Anwendung verschiedener Behandlungsverfahren bei 44 % der Patienten Schmerzfreiheit.

Mit im Mittel insgesamt 23,4 (Median 19,0) Punkten auf der VAS und insgesamt 41,1 % vollständig schmerzfreien Patienten ist das Ergebnis dieser Studie im Vergleich mit den Literaturdaten als gut zu bewerten. Insbesondere Weber et al. und Hessmann et al. hatten deutlich weniger komplexe Frakturen in ihren Patientenkollektiven.

Die von anderen Autoren vertretene Ansicht [43, 122], die endoprothetische Versorgung würde bei meist mäßigen funktionellen Ergebnissen insbesondere eine Schmerzreduktion erreichen, wird durch die Ergebnisse dieser Studie nicht unterstützt und auch durch die vorgenannten Literatur-Ergebnisse nicht bestätigt. In der vorliegenden Untersuchung erreichte die endoprothetisch versorgte Patientengruppe in Bezug auf Schmerzen die schlechtesten Ergebnisse, während sich die größte Schmerzreduktion in der Gruppe der konservativ behandelten Patienten fand.

Die Beurteilung der radiologischen Ergebnisse lässt eine nur eingeschränkte Aussagefähigkeit zu, da nicht bei allen Patienten postoperative Röntgenaufnahmen zur Verfügung standen und auch am Untersuchungstag nicht alle Patienten bereit waren, Röntgenaufnahmen anfertigen zu lassen. Bei lediglich 55,4 % der Studienteilnehmer standen postoperative Röntgenbilder und Röntgenbilder vom Untersuchungstag zum Vergleich zur Verfügung. Dennoch sollten die vorliegenden Aufnahmen in die Betrachtung Eingang finden.

Die Gelenkspaltweite, ein Parameter zur Beurteilung der Omarthrose, zeigte bei allen Gruppen eine Abnahme. Neben der Gruppe der Humerkopfprothesen, die mit 4 mm die stärkste Abnahme verzeichnete, was jedoch durch Prothesenimplantation systembedingt ist, zeigte vor allem die Minimalosteosynthese mit einer Reduktion von 2,5 mm eine deutliche Abnahme der Gelenkspaltweite. Die geringsten Veränderungen der Gelenkspaltweite zeigten Plattenosteosynthesen und konservativ behandelte Patienten (Abb. 44 und 45).

Eine 1983 von Petersson und Redlund-Johnell [123] durchgeführte Studie an 175 normalen Schultergelenken zeigte, dass Männer im Durchschnitt eine glenohumerale Gelenkspaltweite von  $4,93 \pm 0,22$  mm und Frauen von  $4,43 \pm 0,33$  mm hatten. Männer zeigten gegenüber Frauen einen signifikant breiteren Gelenkspalt. Während bei Männern keine Korrelation zum Alter herstellbar war, konnte bei Frauen eine Verbreiterung des Gelenkspaltes mit zunehmendem Alter gemessen werden [123]. Gelenkspaltweiten  $< 2$  mm werden unabhängig vom Alter und Geschlecht des Patienten als pathologisch angesehen [123]. Keine der Behandlungsgruppen lag im Median unterhalb des Wertes von 2 mm.

Bei der humeroakromialen Distanz war ebenfalls bei allen Gruppen eine Abnahme zu erkennen. Den geringsten Wert mit im Median 6 mm bei Nachuntersuchung wiesen Patienten mit Humerkopfprothese auf. Nach Petersson et al. [78] ist eine Distanz  $< 6$  mm immer als pathologisch zu erachten und als Hinweis auf eine Schädigung der Rotatorenmanschette, insbesondere der Sehne des M. supraspinatus zu werten. Andere Autoren sehen Werte  $< 5$  mm

unabhängig von Alter und Geschlecht als pathologisch an [124, 125]. Bei den verschiedenen Osteosyntheseverfahren reduzierte sich die Distanz um 2-3,5 mm (Abb. 46, 47 und Tab. 21, 22). Die geringste Abnahme (1 mm) war bei konservativ behandelten Patienten zu beobachten.

Die Messung des Humerokopfaxialwinkels nach Keats ergab auf den postoperativen Aufnahmen bei allen Gruppen im Median einen Wert, der vergleichsweise nah am von Keats [4] veröffentlichten Normwert von 60-62° lag. Im Vergleich mit den am Untersuchungstag angefertigten Bildern zeigte sich bei allen Gruppen eine zunehmende Varusstellung des Humerus. Die Minimalosteosynthesen hatten sowohl mit initial 66° als auch bei der Nachuntersuchung mit 54° den größten Winkel. Dennoch zeigt die Änderung des Winkels im Mittel um 12,8° eine deutliche Stellungsänderung der Fraktur an. Am ehesten sind diese Ergebnisse mit den in biomechanischen Studien beschriebenen Defiziten in Bezug auf Stabilität der Minimalosteosynthesen zu erklären [126, 127]. Bei Plattenosteosynthesen, konservativ Behandelten und winkelstabilen Plattenosteosynthesen lagen diese Veränderungen im Mittel bei 5,75°, 7° und 8° und fielen somit gegenüber der Minimalosteosynthese geringer aus. Es konnten sich jedoch auch hier die winkelstabilen Implantate nicht positiv abheben, obwohl ihnen in biomechanischen Untersuchungen eine verbesserte Stabilität bescheinigt wurde [121]. Auch andere Autoren beschreiben eine Sinterung der Kopfkalotte und somit zunehmende Varisierung nach winkelstabilen Plattenosteosynthesen. Dietrich [109] beschreibt sekundäre Frakturdislokationen respektive –sinterungen bei 46 % der mit winkelstabilen Plattenosteosynthesen versorgten Patienten. Frangen [81] konnte ein Nachsintern der Kalotte gegen den Schaft trotz winkelstabiler Osteosynthese bei 21,6 % der Patienten beobachten und Mückter [93] schreibt : „Im Rahmen der knöchernen Heilung zeigte sich bei den meisten Patienten eine leichte Sinterung mit geringer zentraler Einstauchung und Varisierung des Kopffragments.“

Bei der Auswertung der Röntgenaufnahmen nach den Omarthrosekriterien von Samilson [7] zeigte sich bei 20 von 31 (64,5 %) Patienten, bei denen postoperative Röntgenaufnahmen und Aufnahmen vom Untersuchungstag vorlagen, eine Zunahme der Arthrosekriterien innerhalb des Follow-Up-Zeitraumes von im Durchschnitt 3,2 Jahren. Es bestätigte sich die Vermutung, eine proximale Humerusfraktur prädisponiere für eine Omarthrose [128]. Die geringste Zunahme der Omarthrosekriterien war bei den konservativ behandelten Patienten zu verzeichnen. Wie hier hatten die konservativ behandelten Patienten auch bei der Messung der Gelenkspaltweite die geringsten Veränderungen.

Bezüglich radiologischer Arthrosezeichen kam es bei 42,8 % der ausgewerteten Bilder zu einer Zunahme. 4 von 7 konservativ behandelten Patienten (57,2 %) zeigten keine radiologischen Kriterien einer Omarthrose. Lill et al. [103] berichten bei ihrem konservativ behandelten Patientengut über das Auftreten einer deutlichen glenohumeralen Arthrose bei 37,8 % der Patienten nach 20 Monaten. Zyto [64] beobachtete in einem mehrheitlich konservativ therapierten Patientenkollektiv bei 37,1 % der Patienten ein Auftreten einer Omarthrose, bei einem Follow-Up-Zeitraum von 3 Jahren.

Bei den Operierten in dieser Studie zeigten 70,8 % der Patienten (17 von 24) eine Progredienz oder ein neues Auftreten von Arthrosezeichen (Tab. 23 und 24). Lill et al. [103] fanden in einem minimalosteosynthetisch versorgten Patientengut bei einem Drittel der Patienten eine Omarthrose, bei einem Follow-Up-Zeitraum von lediglich 18 Monaten. Weber et al. [35] berichten in ihrer AO-Multizenterstudie über das Auftreten einer Arthrose bei 17 % der Patienten ein Jahr nach Fraktur. Hintermann et al. [86] berichten hingegen nach einem Zeitraum von 3,4 Jahren lediglich über eine Arthrose bei 5,3 % der mittels Plattenosteosynthese versorgten Patienten.

Auch hier zeigen sich deutliche Unterschiede in den Literaturangaben, welche teilweise anhand der unterschiedlichen Follow-Up-Zeiträume erklärt werden können. Außerdem lag in keiner der erwähnten Studien eine Arthrose-Klassifikation den gemachten Angaben zu Grunde. Viele Autoren machen keine Angaben zur Omarthrose.

Insgesamt zeigten in dieser Studie die Gruppe der konservativ behandelten Patienten die besten Untersuchungsergebnisse, sowohl bei den objektiven Parametern, wie z.B. Bewegungsausmaßen, Hospitalisationsdauer und radiologischer Auswertung, als auch bei Daten zur Dauer der Arbeitsunfähigkeits- und in der subjektiven Einschätzung im Dash-Score. Ferner verzeichnete sie die größte Schmerzreduktion auf der visuellen Analogskala. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass bei vergleichbarem Altersmedian, die Gruppe nur 2- und 3- Part-Frakturen aufwies und somit die konservative Behandlung die komplexen 4-Part-Frakturen nicht beinhaltete.

Bei den operativen Verfahren erzielte die Gruppe der Humeruskopfprothesen die ungünstigsten Resultate. Sowohl bei der Messung der Bewegungsausmaße, als auch im Dash-Score konnten keine guten Ergebnisse erzielt werden. Bei der Frakturklassifikation zeigte die Gruppe jedoch auch den höchsten Anteil an 4-Part-Frakturen. Literaturangaben bezüglich des Outcomes nach Implantation einer Humeruskopfprothese zeigen sich uneinheitlich. Diverse Autoren berichten



über vergleichsweise schlechte funktionelle Ergebnisse [108, 129, 130] bei der Hemiarthroplastik, andere sehen bei der Behandlung von 4-Part-Frakturen jedoch Vorteile gegenüber den humeruskopferhaltenden Osteosynthesetechniken [2, 122]. Die oftmals vertretene Ansicht der weitgehenden Schmerzreduktion nach endoprothetischer Behandlung [2, 43, 122], kann durch diese Studie nicht bestätigt werden. Als einzige Gruppe verzeichnete sie bei der Schmerzmessung auf der visuellen Analogskala keine Schmerzreduktion.

Bei den humeruskopferhaltenden Operationsverfahren, die seitens der betrachteten Parameter zwischen den Extremen der konservativen und der endoprothetischen Behandlung lagen, zeigten die Minimalosteosynthesen tendenziell leicht bessere Ergebnisse als winkelstabile und herkömmliche Plattenosteosynthesen. Während im Dash-Score und bei den Bewegungsausmaßen alle Osteosyntheseverfahren nahe beieinander liegen und die Minimalosteosynthese hier nur leichte Vorteile zeigte, führte sie mit 85 % zufriedenen und sehr zufriedenen Patienten bei der subjektiven Einschätzung des Behandlungsergebnisses und wies die kürzeste Operationszeit auf.

Minimalosteosynthesen und winkelstabile Plattenosteosynthesen zeigten kurze Rekonvaleszenzzeiten und letztere konnten bei der Schmerzmessung anhand der VAS leichte Vorteile gegenüber Minimalosteosynthesen und herkömmlichen Plattenosteosynthesen verzeichnen.

Bei tendenziell schwereren Frakturen in der Minimalosteosynthesen-Gruppe sind Vorteile gegenüber den Plattenosteosyntheseverfahren zu erkennen. Anhand der vorliegenden Ergebnisse dieser Untersuchung kann aber keines der humeruskopferhaltenden Osteosyntheseverfahren deutliche Vorteile gegenüber den Konkurrenzverfahren zeigen.

Für Patienten mit 2- und 3-Part-Frakturen lassen die vorliegenden Daten deutliche Vorteile bei der konservativen Behandlung erkennen.

## 5.0 Zusammenfassung

4-5 % aller Extremitätenfrakturen sind proximale Humerusfrakturen. Bezüglich der Therapie gibt es in der Literatur kontroverse Aussagen. Es kommen vielfältige operative Verfahren, wie Plattenosteosynthesen, winkelstabile Plattenosteosynthesen, intramedulläre Osteosyntheseverfahren, minimalosteosynthetische Verfahren, die Endoprothetik und nicht zuletzt die konservative Therapie zum Einsatz.

In dieser Arbeit werden die zwischen 2000 und 2003 am Campus Benjamin-Franklin der Charité eingesetzten Therapieverfahren anhand von objektiven Parametern und einem auf die Sicht des Patienten ausgerichteten Fragebogens, dem Dash-Test, evaluiert und im Kontext der aktuellen internationalen Literatur diskutiert.

56 Patienten konnten retrospektiv nachuntersucht, befragt und - falls einverstanden - einer erneuten radiologischen Untersuchung zugeführt werden. Der durchschnittliche Follow-Up-Zeitraum betrug 3,2 Jahre. Der Altersmedian lag bei den Frauen bei 76,16 Jahren und bei den Männern bei 60,46 Jahren. Nach AO-Klassifikation hatten 44,6 % der Studienteilnehmer eine Fraktur der Gruppe A, 46,4 % eine Fraktur der Gruppe B und 8,9 % eine Fraktur der Gruppe C.

Bei der Messung der Bewegungsausmaße zeigte insbesondere die Gruppe der Endoprothesen deutliche Einschränkungen. Sie erreichte im Median eine Abduktion von  $60,0^\circ$ , eine Anteversion von  $65^\circ$  und eine Außenrotation von  $35^\circ$ . Die besten Ergebnisse erzielten die konservativ behandelten Patienten. Sie konnten im Median  $152,5^\circ$  abduzieren,  $145^\circ$  antevertieren und  $57^\circ$  außenrotieren. Im Dash-Test zeigte das gesamte Patientenkollektiv mit im Median 23,3 Punkten ein befriedigendes Resultat. Hervorragende Werte (Median = 4,16 Punkte) konnten erneut die konservativ behandelten Patienten erreichen. Minimal-, Platten- und winkelstabile Plattenosteosynthesen zeigte befriedigende Werte (Median = 19,16 – 24,16 Punkte) und lagen im Ergebniss dicht beisammen. Ein schlechtes Resultat erzielten erneut die endoprothetisch versorgten Patienten (Median = 48,33 Punkte). 41,1 % der Patienten waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung schmerzfrei. Bei 70,8 % der operierten Studienteilnehmer und 42,8 % der konservativ behandelten, die am Tag der Nachuntersuchung eine erneute Röntgenaufnahme anfertigen ließen, zeigten nach radiologischen Kriterien eine Zunahme der Arthrosezeichen im Schultergelenk. Insgesamt waren 71,4 % der Studienteilnehmer mit ihrem Behandlungsergebnis sehr zufrieden bzw. zufrieden.

## 6.0 *Literaturverzeichnis*

1. Blum J., Rommens P.M., Janzing H., et al., Retrograde nailing of humerus shaft fractures with the unreamed humerus nail. An international multicenter study. *Unfallchirurg*, 1998. 101(5): p. 342-52.
2. Kollig E., Kutscha-Lissberg F., Roetman B., et al., Primary hemiarthroplasty after complex fracture of the humeral head--functional late results. *Zentralbl Chir*, 2003. 128(2): p. 125-30.
3. The DASH Outcome Measure. Toronto: 2006, (Accessed September 24, 2006, at <http://www.dash.iwh.on.ca/index.htm>.)
4. Keats T.E., Siström C., Atlas of Radiologic Measurement. 7th ed., 2001, St. Louis: Mosby
5. Sobotta J., Atlas der Anatomie des Menschen., Band 1, 20. Auflage, 1993, München, Wien, Baltimore: Urban & Schwarzenberg Verlag
6. Mutschler W., Haas, N.P., ed. Praxis der Unfallchirurgie. 2. aktualisierte Auflage, 2003, Stuttgart, New York: Thieme Verlag.
7. Samilson R.L., Prieto V., Dislocation arthropathy of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am*, 1983. 65(4): p. 456-60.
8. Gerber C., Schneeberger A.G., Vinh T.S., The arterial vascularization of the humeral head. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am*, 1990. 72(10): p. 1486-94.
9. Massy-Westropp N., Rankin W., Ahern M., et al., Measuring grip strength in normal adults: reference ranges and a comparison of electronic and hydraulic instruments. *J Hand Surg [Am]*, 2004. 29(3): p. 514-9.
10. Peolsson A., Hedlund R., Oberg B., Intra- and inter-tester reliability and reference values for hand strength. *J Rehabil Med*, 2001. 33(1): p. 36-41.
11. Kostler W., Strohm P.C., Sudkamp N.P., New techniques for bone synthesis on the humerus. *Chirurg*, 2002. 73(10): p. 969-77.
12. Bahrs C., Oehm J., Rolauffs B., et al., T-plate osteosynthesis--an obsolete osteosynthesis procedure for proximal humeral fractures? Middle-term clinical and radiological results. *Z Orthop Unfall*, 2007. 145(2): p. 186-94.
13. Self J., Viegas S.F., Buford W.L., Jr., et al., A comparison of double-plate fixation methods for complex distal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg*, 1995. 4(1 Pt 1): p. 10-6.

14. Srinivasan K., Agarwal M., Matthews S.J., et al., Fractures of the distal humerus in the elderly: is internal fixation the treatment of choice? *Clin Orthop Relat Res*, 2005(434): p. 222-30.
15. Webb L.X., Distal Humeral Fractures in Adults. *J Am Acad Orthop Surg*, 1996. 4(6): p. 336-344.
16. Pereles T.R., Koval K.J., Gallagher M., et al., Open reduction and internal fixation of the distal humerus: functional outcome in the elderly. *J Trauma*, 1997. 43(4): p. 578-84.
17. McKee M.D., Wilson T.L., Winston L., et al., Functional outcome following surgical treatment of intra-articular distal humeral fractures through a posterior approach. *J Bone Joint Surg Am*, 2000. 82-A(12): p. 1701-7.
18. Korner J., Lill H., Muller L.P., et al., Distal humerus fractures in elderly patients: results after open reduction and internal fixation. *Osteoporos Int*, 2005. 16 Suppl 2: p. S73-9.
19. Hausman M., Panozzo A., Treatment of distal humerus fractures in the elderly. *Clin Orthop Relat Res*, 2004(425): p. 55-63.
20. Rueger J.M., Janssen A., Barvencik F., et al., Fractures of the distal humerus. *Unfallchirurg*, 2005. 108(1): p. 49-57.
21. Habermeyer P., Schweiberer L., Fractures of the proximal humerus. *Orthopade*, 1989. 18(3): p. 200-7.
22. Habermeyer P., Fracture of the head of the humerus. *Unfallchirurg*, 1997. 100(10): p. 820-37.
23. Hente R., Kampshoff J., Kinner B., et al., Treatment of dislocated 3- and 4-part fractures of the proximal humerus with an angle-stabilizing fixation plate. *Unfallchirurg*, 2004. 107(9): p. 769-82.
24. Hoffmeyer P., The operative management of displaced fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br*, 2002. 84(4): p. 469-80.
25. Bhandari M., Devereaux P.J., McKee M.D., et al., Compression plating versus intramedullary nailing of humeral shaft fractures--a meta-analysis. *Acta Orthop*, 2006. 77(2): p. 279-84.
26. Henley M.B., Chapman J.R., Claudi B.F., Closed retrograde Hackethal nail stabilization of humeral shaft fractures. *J Orthop Trauma*, 1992. 6(1): p. 18-24.
27. Koch P.P., Gross D.F., Gerber C., The results of functional (Sarmiento) bracing of humeral shaft fractures. *J Shoulder Elbow Surg*, 2002. 11(2): p. 143-50.
28. Kuner E.H., Bonnaire F., Schaefer D.J., Plate osteosynthesis in humerus shaft fracture. *Chirurg*, 1995. 66(11): p. 1085-91.

29. McCormack R.G., Brien D., Buckley R.E., et al., Fixation of fractures of the shaft of the humerus by dynamic compression plate or intramedullary nail. A prospective, randomised trial. *J Bone Joint Surg Br*, 2000. 82(3): p. 336-9.
30. Modabber M.R., Jupiter J.B., Operative management of diaphyseal fractures of the humerus. Plate versus nail. *Clin Orthop Relat Res*, 1998(347): p. 93-104.
31. Riemer B.L., D'Ambrosia R., Kellam J.F., et al., The anterior acromial approach for antegrade intramedullary nailing of the humeral diaphysis. *Orthopedics*, 1993. 16(11): p. 1219-23.
32. Sarmiento A., Waddell J.P., Latta L.L., Diaphyseal humeral fractures: treatment options. *Instr Course Lect*, 2002. 51: p. 257-69.
33. Schittko A., Humeral shaft fractures. *Chirurg*, 2004. 75(8): p. 833-46.
34. Siebert C.H., Heinz B.C., Hofler H.R., et al., Plate osteosynthesis management of humerus shaft fractures. *Unfallchirurg*, 1996. 99(2): p. 106-11.
35. Weber E., Matter P., Surgical treatment of proximal humerus fractures--international multicenter study. *Swiss Surg*, 1998. 4(2): p. 95-100.
36. Ruchholtz S., Nast-Kolb D., Humeral head fractures. *Unfallchirurg*, 2003. 106(6): p. 498-512.
37. Szyszkowitz R., Schippinger G., Fractures of the proximal humerus. *Unfallchirurg*, 1999. 102(6): p. 422-8.
38. Nast-Kolb D., Knoefel W.T., Schweiberer L., The treatment of humeral shaft fractures. Results of a prospective AO multicenter study. *Unfallchirurg*, 1991. 94(9): p. 447-54.
39. Germann G., Harth A., Wind G., et al., Standardisation and validation of the German version 2.0 of the Disability of Arm, Shoulder, Hand (DASH) questionnaire. *Unfallchirurg*, 2003. 106(1): p. 13-9.
40. Schiebler T.H., Schmidt W., Zilles K, *Anatomie*. 7th ed. 1997, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
41. Kwasny O., Maier R., The significance of nerve damage in upper arm fractures. *Unfallchirurg*, 1991. 94(9): p. 461-7.
42. Court-Brown C.M., Garg A., McQueen M.M., The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*, 2001. 72(4): p. 365-71.
43. Lill H., Josten C., Proximal and distal humerus fractures in advanced age. *Orthopade*, 2000. 29(4): p. 327-41.
44. Hessmann M.H., Rommens P.M., Osteosynthesis techniques in proximal humeral fractures. *Chirurg*, 2001. 72(11): p. 1235-45.

45. Chu S.P., Kelsey J.L., Keegan T.H., et al., Risk factors for proximal humerus fracture. *Am J Epidemiol*, 2004. 160(4): p. 360-7.
46. Kelsey J.L., Browner W.S., Seeley D.G., et al., Risk factors for fractures of the distal forearm and proximal humerus. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Am J Epidemiol*, 1992. 135(5): p. 477-89.
47. Baron J.A., Barrett J.A., Karagas M.R., The epidemiology of peripheral fractures. *Bone*, 1996. 18(3 Suppl): p. 209S-213S.
48. Baron J.A., Karagas M., Barrett J., et al., Basic epidemiology of fractures of the upper and lower limb among Americans over 65 years of age. *Epidemiology*, 1996. 7(6): p. 612-8.
49. Kristiansen B., Barfod G., Bredesen J., et al., Epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*, 1987. 58(1): p. 75-7.
50. Neer C.S., 2nd, Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am*, 1970. 52(6): p. 1077-89.
51. Siebler G., Walz H., Kuner E.H., Minimal osteosynthesis of fractures of the head of the humerus. Indications, technic, results. *Unfallchirurg*, 1989. 92(4): p. 169-74.
52. Jakob R.P., Miniaci A., Anson P.S., et al., Four-part valgus impacted fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br*, 1991. 73(2): p. 295-8.
53. Jaberg H., Jakob R.P., Compound fractures of the proximal humerus. *Orthopade*, 1987. 16(4): p. 320-35.
54. Habermeyer P., Schweiberer L., Fractures of the humeral head. Conservative and surgical differential therapy. *Unfallchirurg*, 1991. 94(9): p. 438-46.
55. Rose S.H., Melton L.J., 3rd, Morrey B.F., et al., Epidemiologic features of humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res*, 1982(168): p. 24-30.
56. Lee S.H., Dargent-Molina P., Breart G., Risk factors for fractures of the proximal humerus: results from the EPIDOS prospective study. *J Bone Miner Res*, 2002. 17(5): p. 817-25.
57. Nguyen T.V., Center J.R., Sambrook P.N., et al., Risk factors for proximal humerus, forearm, and wrist fractures in elderly men and women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *Am J Epidemiol*, 2001. 153(6): p. 587-95.
58. Luetters C.M., Kelsey J.L., Keegan T.H., et al., Left-handedness as a risk factor for fractures. *Osteoporos Int*, 2003. 14(11): p. 918-22.

59. Schwartz A.V., Sellmeyer D.E., Ensrud K.E., et al., Older women with diabetes have an increased risk of fracture: a prospective study. *J Clin Endocrinol Metab*, 2001. 86(1): p. 32-8.
60. Runkel M., Subkapitale und Humerusschaftfraktur. *Trauma Berufskrankh*, 2004. 6[Suppl1]: p. 66-70.
61. Tingart M., Bathis H., Bouillon B., et al., The displaced proximal humeral fracture: is there evidence for therapeutic concepts?. *Chirurg*, 2001. 72(11): p. 1284-91.
62. McLaurin T.M., Proximal humerus fractures in the elderly are we operating on too many?. *Bull Hosp Jt Dis*, 2004. 62(1-2): p. 24-32.
63. Court-Brown C.M., Cattermole H., McQueen M.M., Impacted valgus fractures (B1.1) of the proximal humerus. The results of non-operative treatment. *J Bone Joint Surg Br*, 2002. 84(4): p. 504-8.
64. Zyto K., Kronberg M., Brostrom L.A., Shoulder function after displaced fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg*, 1995. 4(5): p. 331-6.
65. Szyszkowitz R., Seggl W., Schleifer P., et al., Proximal humeral fractures. Management techniques and expected results. *Clin Orthop Relat Res*, 1993(292): p. 13-25.
66. Kuner E.H., Fractures of the proximal humerus. Classification and treatment principles. *Z Unfallchir Versicherungsmed*, 1992. 85(3): p. 156-62.
67. Neer C.S., 2nd, Displaced proximal humeral fractures. II. Treatment of three-part and four-part displacement. *J Bone Joint Surg Am*, 1970. 52(6): p. 1090-103.
68. Sanchez-Sotelo J., Proximal humerus fractures. *Clin Anat*. 2006. 19(7): p. 588-98.
69. Gerber C., Werner C.M., Vienne P., Internal fixation of complex fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br*, 2004. 86(6): p. 848-55.
70. Müller M.E., *AO Classification of Fractures - Long Bones*. Davos: 2006 (Accessed December 27, 2006, at: [http://www.aofoundation.org/portal/AOFileServer/PortalFiles?FilePath=/Extranet/Active/\\_att/wor/act/fracture\\_classif/mueller\\_ao\\_class.pdf](http://www.aofoundation.org/portal/AOFileServer/PortalFiles?FilePath=/Extranet/Active/_att/wor/act/fracture_classif/mueller_ao_class.pdf).)
71. Müller M.E., Nazarian S., Koch P., et al., *The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones*. 1990, New York: Springer Verlag.
72. Meissner A., Surgical therapy of dislocation fractures of the head of the humerus in adults. Personal procedure and results. *Aktuelle Traumatol*, 1987. 17(5): p. 204-8.
73. Kuner E.H., Siebler G., Dislocation fractures of the proximal humerus--results following surgical treatment. A follow-up study of 167 cases. *Unfallchirurgie*, 1987. 13(2): p. 64-71.

74. Jester A., Harth A., Wind G., et al., The "Shoulder, Arms and Hand Disability Questionnaire" as a scale for identification of the diagnosis-specific activity profile. *Unfallchirurg*, 2003. 106(10): p. 834-8.
75. Kirkley A., Griffin S., Dainty K., Scoring systems for the functional assessment of the shoulder. *Arthroscopy*, 2003. 19(10): p. 1109-20.
76. Wulker N., Omarthrosis. *Orthopade*, 2000. 29(10): p. 909-16.
77. Gupta K.B., Duryea J., Weissman B.N., Radiographic evaluation of osteoarthritis. *Radiol Clin North Am*, 2004. 42(1): p. 11-41.
78. Petersson C.J., Redlund-Johnell I., The subacromial space in normal shoulder radiographs. *Acta Orthop Scand*, 1984. 55(1): p. 57-8.
79. Heuck F.H.W., Bast B.R.G., *Radiologische Skizzen und Tabellen - Peripheres Skelett*, 1994, Stuttgart, New York : Thieme Verlag.
80. Palvanen M., Kannus P., Niemi S., et al., Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res*, 2006. 442: p. 87-92.
81. Frangen T.M., Dudda M., Martin D., et al., Proximal humeral fractures with angle-stable plate osteosynthesis--is everything better now?. *Zentralbl Chir*, 2007. 132(1): p. 60-9.
82. Schmidt J., Calmez D., Bak P., Comparison of Different Methods of Osteosynthesis from Proximal Humerus Fractures and there Treatment. *Phys Med Rehab Kuror*, 2005. 15: p. 99-104.
83. Hessmann M., Baumgaertel F., Gehling H., et al., Plate fixation of proximal humeral fractures with indirect reduction: surgical technique and results utilizing three shoulder scores. *Injury*, 1999. 30(7): p. 453-62.
84. Hoffmann R., Khodadadyan C., Raschke M., et al., Retrograde intramedullary nailing in proximal fracture of the humerus in the elderly patient. Results of a minimally invasive management concept. *Zentralbl Chir*, 1998. 123(11): p. 1232-8.
85. Meier R.A., Messmer P., Regazzoni P., et al., Unexpected high complication rate following internal fixation of unstable proximal humerus fractures with an angled blade plate. *J Orthop Trauma*, 2006. 20(4): p. 253-60.
86. Hintermann B., Trouillier H.H., Schafer D., Rigid internal fixation of fractures of the proximal humerus in older patients. *J Bone Joint Surg Br*, 2000. 82(8): p. 1107-12.
87. Bartsch S., Echtermeyer V., Osteosyntheseverfahren bei dislozierten proximalen Humerusfrakturen. *Trauma Berufskh*, 2003. 5 [Suppl 1]: p. S1-S10.
88. Lungershausen W., Bach O., Lorenz C.O., Locking plate osteosynthesis for fractures of the proximal humerus. *Zentralbl Chir*, 2003. 128(1): p. 28-33.



89. Bathis H., Tingart M., Bouillon B., et al., Surgical treatment of proximal humeral fractures. Is the T-plate still adequate osteosynthesis procedure?. *Zentralbl Chir*, 2001. 126(3): p. 211-6.
90. Trupka A., Wiedemann E., Ruchholtz S., et al., Dislocated multiple fragment fractures of the head of the humerus. Does dislocation of the humeral head fragment signify a worse prognosis?. *Unfallchirurg*, 1997. 100(2): p. 105-10.
91. Hoellen I.P., Bauer G., Holbein O., Prosthetic humeral head replacement in dislocated humerus multi-fragment fracture in the elderly--an alternative to minimal osteosynthesis?. *Zentralbl Chir*, 1997. 122(11): p. 994-1001.
92. Smith A.M., Mardones R.M., Sperling J.W., et al., Early complications of operatively treated proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg*, 2007. 16(1): p. 14-24.
93. Muckter H., Herzog L., Becker M., et al., Angle- and rotation-stable internal fixation of proximal humerus fractures with the humerus fixator plate. Early clinical experience with a newly developed implant. *Chirurg*, 2001. 72(11): p. 1327-35.
94. Handschin A.E., Cardell M., Contaldo C., et al., Functional results of angular-stable plate fixation in displaced proximal humeral fractures. *Injury*, 2008. 39(3): p. 306-13.
95. van den Broek C.M., van den Besselaar M., Coenen J.M., et al., Displaced proximal humeral fractures: intramedullary nailing versus conservative treatment. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2007. 127(6): p. 459-63.
96. Fjalestad T., Stromsoe K., Blucher J., et al., Fractures in the proximal humerus: functional outcome and evaluation of 70 patients treated in hospital. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2005. 125(5): p. 310-6.
97. Fassbender M., Rothenbacher G., Weschler C., et al., Minimally invasive T-plating at the proximal humerus. *Z Orthop Unfall*, 2008. 146(3): p. 318-24.
98. Speck M., Lang F.J., Regazzoni P., Proximal humeral multiple fragment fractures--failures after T-plate osteosynthesis. *Swiss Surg*, 1996(2): p. 51-6.
99. Lill H., Lange K., Prasse-Badde J., et al., T-plate osteosynthesis in dislocated proximal humerus fractures. *Unfallchirurgie*, 1997. 23(5): p. 183-90; discussion 191-2.
100. Lill H., Giers R., Schmidt A., et al., Die dislozierte subcapitale Humerusfraktur. *Chir Prax*, 1996. 50: p. 427-38.
101. Wachtl S.W., Marti C.B., Hoogewoud H.M., et al., Treatment of proximal humerus fracture using multiple intramedullary flexible nails. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2000. 120(3-4): p. 171-5.

102. Gierer P., Simon C., Gradl G., et al., Complex proximal humerus fractures--management with a humeral head prosthesis? Clinical and radiological results of a prospective study. *Orthopade*, 2006. 35(8): p. 834-40.
103. Lill H., Korner J., Glasmacher S., et al., Crossed screw osteosynthesis of proximal humerus fractures. *Unfallchirurg*, 2001. 104(9): p. 852-9.
104. Fallatah S., Dervin G.F., Brunet J.A., et al., Functional outcome after proximal humeral fractures treated with hemiarthroplasty. *Can J Surg*, 2008. 51(5): p. 361-5.
105. Kralinger F., Schwaiger R., Wambacher M., et al., Outcome after primary hemiarthroplasty for fracture of the head of the humerus. A retrospective multicentre study of 167 patients. *J Bone Joint Surg Br*, 2004. 86(2): p. 217-9.
106. Boss A., Hintermann B., Primary management of comminuted humeral head fracture in the elderly patient with a humerus head prosthesis. *Unfallchirurg*, 1997. 100(11): p. 867-73.
107. Esser R.D., Open reduction and internal fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res*, 1994(299): p. 244-51.
108. Bosch U., Skutek M., Fremerey R.W., et al., Outcome after primary and secondary hemiarthroplasty in elderly patients with fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg*, 1998. 7(5): p. 479-84.
109. Dietrich M., Meier C., Lattmann T., et al., Complex fracture of the proximal humerus in the elderly. Locking plate osteosynthesis vs hemiarthroplasty. *Chirurg*, 2008. 79(3): p. 231-40.
110. Helmy N., Hintermann B., New trends in the treatment of proximal humerus fractures. *Clin Orthop Relat Res*, 2006. 442: p. 100-8.
111. Greiner S.H., Kaab M.J., Kroning I., et al., Reconstruction of humeral length and centering of the prosthetic head in hemiarthroplasty for proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg*, 2008. 17(5): p. 709-14.
112. Voigt C., Lill H., Primary hemiarthroplasty in proximal humerus fractures. *Orthopade*, 2007. 36(11): p. 1002-12.
113. Habermeyer P., Ebert T., Current status and perspectives of shoulder replacement. *Unfallchirurg*, 1999. 102(9): p. 668-83.
114. Jester A., Harth A., Germann G., Measuring levels of upper-extremity disability in employed adults using the DASH Questionnaire. *J Hand Surg [Am]*, 2005. 30(5): p. 1074-1074.

115. Munst P., Kuner E.H., Osteosynthesis in dislocated fractures of the humerus head. *Orthopade*, 1992. 21(2): p. 121-30.
116. Wijgman A.J., Roolker W., Patt T.W., et al., Open reduction and internal fixation of three and four-part fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*, 2002. 84-A(11): p. 1919-25.
117. Resch H., Povacz P., Frohlich R., et al., Percutaneous fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br*, 1997. 79(2): p. 295-300.
118. Zingg U., Brunnschweiler D., Keller H., et al., Percutaneous minimal osteosynthesis of fractures of the proximal humerus in elderly patients. *Swiss Surg*, 2002. 8(1): p. 11-4.
119. Jaberg H., Warner J.J., Jakob R.P., Percutaneous stabilization of unstable fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*, 1992. 74(4): p. 508-15.
120. Kocialkowski A., Wallace W.A., Closed percutaneous K-wire stabilization for displaced fractures of the surgical neck of the humerus. *Injury*, 1990. 21(4): p. 209-12.
121. Seide K., Triebe J., Faschingbauer M., et al., Locked vs. unlocked plate osteosynthesis of the proximal humerus - a biomechanical study. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2007. 22(2): p. 176-82.
122. Schittko A., Ruter A., Proximal humeral fracture in the elderly. Primary head replacement as one alternative. *Chirurg*, 2003. 74(11): p. 990-3.
123. Petersson C.J., Redlund-Johnell I., Joint space in normal gleno-humeral radiographs. *Acta Orthop Scand*, 1983. 54(2): p. 274-6.
124. Kotzen L.M., Roentgen diagnosis of rotator cuff tear. Report of 48 surgically proven cases. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med*, 1971. 112(3): p. 507-11.
125. Weiner D.S., Macnab I., Superior migration of the humeral head. A radiological aid in the diagnosis of tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br*, 1970. 52(3): p. 524-7.
126. Wheeler D.L., Colville M.R., Biomechanical comparison of intramedullary and percutaneous pin fixation for proximal humeral fracture fixation. *J Orthop Trauma*, 1997. 11(5): p. 363-7.
127. Koval K.J., Blair B., Takei R., et al., Surgical neck fractures of the proximal humerus: a laboratory evaluation of ten fixation techniques. *J Trauma*, 1996. 40(5): p. 778-83.
128. Wiater J.M., Flatow E.L., Posttraumatic arthritis. *Orthop Clin North Am*, 2000. 31(1): p. 63-76.
129. Zyto K., Wallace W.A., Frostick S.P., et al., Outcome after hemiarthroplasty for three- and four-part fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg*, 1998. 7(2): p. 85-9.

130. Habermeyer P., Current developmental status and prospects in shoulder endoprosthesis. Unfallchirurg, 1999. 102(9): p. 667.

# *Erklärung*

„Ich, Torsten Florian Matz, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: „Klinische Ergebnisse der Behandlung von proximalen Humerusfrakturen. Eine Untersuchung unter besonderer Betrachtung der Lebensqualität.“ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Berlin, den 17. August 2010

(Torsten Florian Matz)

# *Lebenslauf*

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

## *Danksagung*

Ich danke Herrn Prof. Dr. med. W. Ertel für die Überlassung des Themas dieser Arbeit und die stets gewährte Unterstützung. Weiterhin gilt mein Dank Herrn Dr. med. W. Wyrwich für die engagierte Betreuung und stetige, tatkräftige Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit. Besonderer Dank gilt meinen Eltern und meinem Bruder, die mir immer zur Seite standen und mich unterstützt haben.

Nicht unerwähnt möchte ich PD Dr. Dr. W. Hopfenmüller und R. Borrmann lassen, die mich bei der Statistik und Computerfragen hilfreich beraten haben.