

Funktionelle und röntgenologische Ergebnisse
nach osteosynthetischer Versorgung
von proximalen Humerusfrakturen
unter Einsatz des Proximalen Humerusnagels

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
Bonn

Elmar Renato Daiber
Neuwied/Rhein

2012

Angefertigt mit der Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Herrn Prof. Dr. med. C. Burger
2. Gutachter: Herrn Prof. Dr. med. J. Standop

Tag der Mündlichen Prüfung: 24.05.2012

Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie der Universitätsklinik Bonn
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. D. C. Wirtz

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	6
1.1	HISTORIE	6
1.2	ANATOMIE	6
1.3	PRÄVALENZ PROXIMALER HUMERUSFRAKTUREN	10
1.4	FRAKTUR-KLASSIFIKATIONEN	11
1.4.1	<i>Klassifikation nach Neer</i>	11
1.4.2	<i>Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen</i>	13
1.5	UNFALLMECHANISMEN	14
1.6	THERAPIE DER PROXIMALEN HUMERUSFRAKTUR	15
1.6.1	<i>Konservative Therapie</i>	16
1.6.2	<i>Operative Therapie</i>	16
2	FRAGESTELLUNG	18
3	METHODIK	19
3.1	EINSCHLUSSKRITERIEN	19
3.2	ORGANISATION	19
3.3	IMPLANTAT	20
3.3.1	<i>Operatives Verfahren</i>	22
3.3.2	<i>Postoperatives Vorgehen</i>	23
3.4	DATENERHEBUNG	24
3.4.1	<i>Patientenorientierte Fragebogen</i>	24
3.4.2	<i>Nachuntersuchung</i>	26
3.4.3	<i>Radiologische Befunde</i>	28
3.5	DATENVERARBEITUNG	28
4	METAANALYSE DER LITERATUR	30
4.1	EINLEITUNG UND KRITERIEN	30
4.1.1	<i>Evidenzlevel</i>	31
4.1.2	<i>Scores</i>	32
4.1.3	<i>Bewegungsumfang</i>	32
4.1.4	<i>Komplikationen</i>	32
4.2	ERGEBNISSE DER METAANALYSE	33
4.2.1	<i>Evidenzlevel</i>	34
4.2.2	<i>Implantate</i>	34
4.2.3	<i>Klassifikationen</i>	36
4.2.4	<i>Outcome</i>	36

4.2.5	Scores	36
4.2.6	Bewegungsumfang	39
4.2.7	Komplikationen	41
5	ERGEBNISSE.....	43
5.1	PATIENTEN.....	43
5.1.1	Alters- und Geschlechtsverteilung	43
5.1.2	Vorerkrankungen	44
5.1.3	Unfallmechanismus.....	45
5.1.4	Subjektive Zufriedenheit	45
5.1.5	Sportliche Aktivität der Patienten.....	46
5.2	FRAKTUREN.....	46
5.2.1	Quantifizierung	46
5.2.2	Begleitverletzungen	47
5.3	OPERATION.....	48
5.3.1	Zeiten	48
5.3.2	Komplikationen und Nachsorge.....	48
5.4	ERGEBNISSE DER DATENERHEBUNG	49
5.4.1	Ergebnisse der patientenorientierten Fragebögen.....	49
5.4.2	Ergebnisse der Nachuntersuchung	54
5.4.3	Ergebnisse der radiologischen Auswertung.....	57
5.4.4	Vergleich der Scores.....	58
6	DISKUSSION.....	63
6.1	AUSFÜHRUNGEN ZUR KORRELATIONSANALYSE	63
6.2	DISKUSSION ZUR META-ANALYSE	67
6.2.1	Epidemiologie.....	68
6.2.2	Klassifikation.....	68
6.2.3	Gesundheitszustand und Vorerkrankungen.....	69
6.2.4	Verletzungsmechanismus und Begleitverletzungen	70
6.2.5	Therapie und Komplikationen.....	71
6.2.6	Röntgenbilder.....	73
6.2.7	Outcome.....	74
6.2.8	Bewegungsausmaße.....	80
7	ZUSAMMENFASSUNG	83
8	ANHANG	85
8.1	FRAGEBOGEN FÜR DIE PATIENTEN	85
8.2	BEARBEITUNGSBOGEN FÜR DEN UNTERSUCHER	95
8.3	TABELLEN.....	97

9	LITERATURVERZEICHNIS	103
10	DANKSAGUNG.....	112

Untersuchung auf Grundlage der Deklaration von Helsinki

Die im Rahmen dieser Studie erhobenen Daten aus Fragebögen und Untersuchungen wurden unter Einhaltung der ethischen ärztlichen Grundsätze für die medizinische Forschung am Menschen, die in der Deklaration von Helsinki vom Weltärztebund 1964 verabschiedet wurden, gewonnen. Insbesondere wurden die Revision von 1983 und die aktuelle Revision beachtet.

1 Einleitung

Wie die gesamte Medizin ist auch die Unfallchirurgie in einem ständigen Wandel begriffen. Fortschritte in Technik und Forschung ermöglichen ein ständiges Hinterfragen vergangener und aktueller Behandlungsmethoden. Methoden, die das funktionelle Ergebnis nach einer Fraktur sowohl kurzfristig als auch langfristig beeinflussen. Ziel sollte immer sein, dem Patienten Beschwerdefreiheit mit freier Funktion des betroffenen Körperteils zu ermöglichen. Wie dieses Ziel erreicht wird, wird in Bezug auf die proximale Humerusfraktur kontrovers diskutiert. Eine deutliche Therapieempfehlung zur Behandlung der proximalen Humerusfraktur gibt es in der evidenzbasierten Medizin trotz der Häufigkeit der Verletzung bisher nicht (134). Die konservative Therapie steht der operativen gegenüber: 70-80 Prozent der proximalen Humerusfrakturen werden erfolgreich mit konservativen Verfahren therapiert. Für die übrigen 20-30 Prozent stellt sich dem Chirurgen die Frage nach humeruskopferhaltender Osteosynthese oder nach Prothese. Welcher Weg eingeschlagen wird, ist von vielen Faktoren abhängig und muss im Einzelfall entschieden werden.

1.1 Historie

Kocher und Malgaigne (73) stellten bereits Ende des 19. Jahrhunderts eine Frakturklassifikation für proximale Humerusfrakturen vor. Bereits 1855 unterschied Malgaigne intra- von extraartikulären Frakturen des proximalen Humerus. Kocher (1896) berücksichtigte einerseits die Lage der Fraktur nach anatomischen Gesichtspunkten, andererseits die Lage der Fragmente zueinander - damals ohne Hilfe der Röntgendiagnostik. Er beschrieb sie als supratuberkuläre (entsprechend dem Collum anatomicum), pertuberkuläre und infratuberkuläre Brüche (entsprechend dem Collum chirurgicum) sowie als Abduktions-, Adduktions- und Kompressionstypen. Die Ausführungen von Malgaigne und Kocher waren grundlegend. Heutige Klassifikationen basieren auf diesen Erkenntnissen (vgl. 1.4).

1.2 Anatomie

In der freien oberen Extremität ist eine weitreichende Beweglichkeit im Raum möglich. Sie lässt sich auf ein komplexes Gefüge aus aktiven und passiven Bewegungselementen zurückführen. Die gürtelförmig angelegte Schulter besteht aus der Skapula und der Clavicula.

Am Humerus unterscheidet man die Diaphyse von der proximalen bzw. distalen Epiphyse. Der proximale Humerus wird eingeteilt in vier größere anatomische Segmente: Humeruskopf, Tubercula majus und minus und proximaler Schaft. Der halbkugelige Oberarmkopf (Caput humeri) bildet mit der Schaftachse einen Winkel von 130° . Seine überknorpelte Fläche artikuliert mit der Cavitas glenoidalis scapulae. Die Fläche des Gelenkkopfes ist dabei 3-4 mal größer als die flache Gelenkpfanne, die durch eine etwa 5 mm breite faserknorpelige Pfannenlippe, Labrum glenoidale, vergrößert wird. Die Größendifferenz von Gelenkkopf und -pfanne verleiht dem Gelenk außergewöhnliche Beweglichkeit, die es zum beweglichsten und zugleich anfälligsten Kugelgelenk des menschlichen Körpers macht. Tuberculum majus und minus bilden Ansatzpunkte für den Musculus supraspinatus, Musculus infraspinatus und Musculus teres minor bzw. den Musculus subscapularis. In der dazwischen liegenden Rinne, dem Sulcus intertubercularis, verläuft die lange Sehne des Musculus biceps brachii.

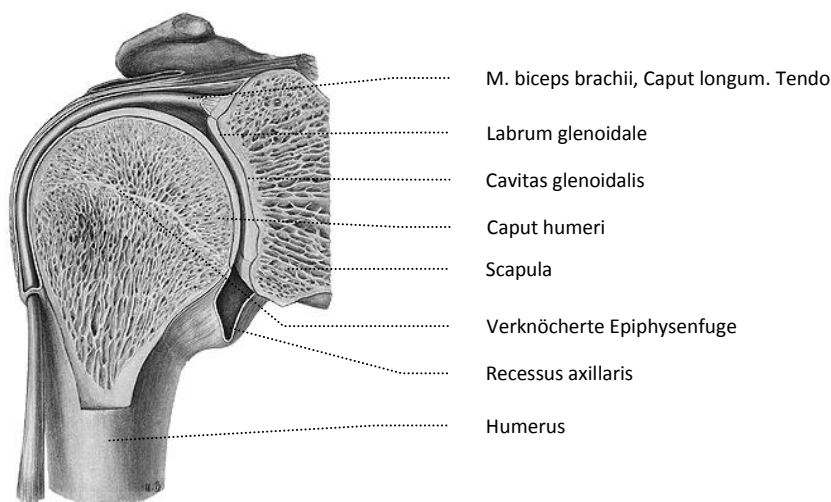


Abbildung 1: Schultergelenk, Articulatio humeri; Schnitt in der Skapularebene; von vorne (rechts); Aus: Sobotta, Atlas der Anatomie des Menschen. Urban und Fischer 2001

Beim Humerus varus ist der Winkel zwischen Oberarmschaft und Oberarmkopfachse bis nahe 90° verkleinert. Das Tuberculum majus steht relativ hoch. Zwischen Tubercula und Gelenkfläche wird das Collum anatomicum beschrieben; das Collum chirurgicum beschreibt die Grenze zwischen Humeruskopf und Humerusschaft. Frakturen treten häufiger am Collum chirurgicum auf.

Am Collum anatomicum setzt die Gelenkkapsel an und verläuft bis zum äußeren Rand der Pfannenlippe an der Skapula. Eine übermäßige Außenrotation wird durch Verstärkungsbänder wie

die Ligg. glenohumerale gehemmt. Von außen wird die Gelenkkapsel durch die Rotatorenmanschette, bestehend aus den Mm. supraspinatus, infraspinatus, teres minor und subscapularis, verstärkt.

Bei einem Abduktionswinkel von 45° befindet sich das Schultergelenk in Entspannungsposition. Die Schwerkraft bewirkt das Anliegen des Armes an den Körper. Ausgeglichen wird das mit einer Schwenkbewegung des unteren Schulterblattwinkels nach medial (42; 126).

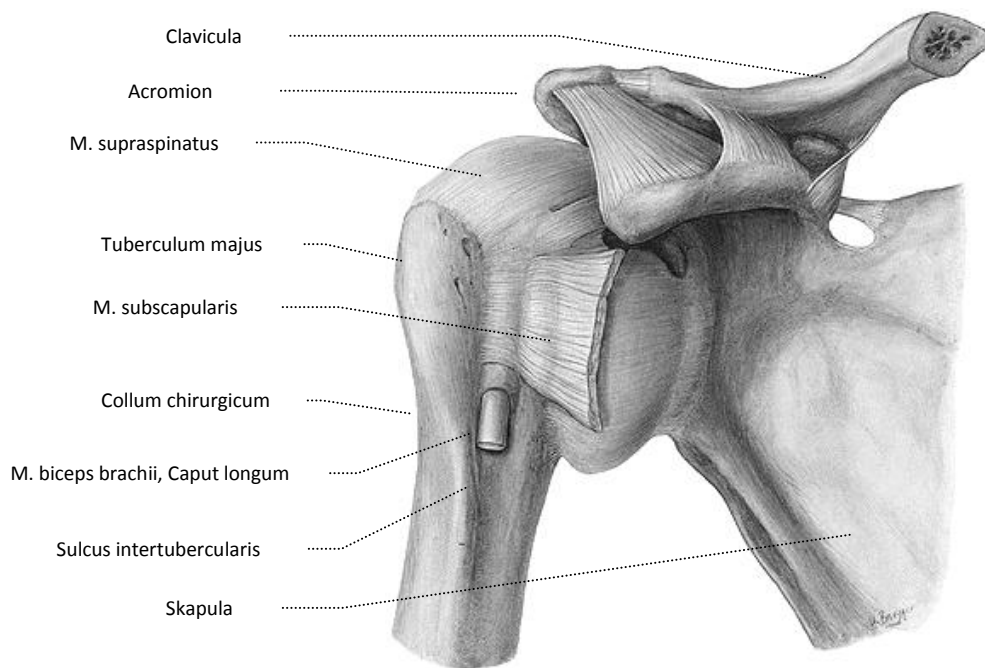


Abbildung 2: Schultergelenk; Articulatio humeri; von vorne (rechts). Aus: Sobotta, Atlas der Anatomie des Menschen. Urban und Fischer 2001.

Innervation und Gefäßversorgung

In der Axilla verläuft der Gefäß-Nervenstrang des Arms mit folgenden Strukturen: A. axillaris, V. axillaris und begleitende Lymphbahnen und der infraclaviculäre Teil des Plexus brachialis. Als Leitstruktur für den Gefäß-Nervenstrang wulstet sich bei Abduktion der M. coracobrachialis deutlich hervor, eine für die Inspektion und für operative Eingriffe geeignete Stellung. Bei extremer Abduktion verlagert sich der Plexus in die Nähe des Humeruskopfes. Es kommt zur Dehnung und gegebenenfalls zur Schädigung des medialen Bündels des Plexus. Aufgrund der anatomischen Nähe von Oberarmkopf und Collum chirurgicum sind der N. axillaris und die ihn be-

gleitenden Vasa circumflexa posteriora humeri bei Frakturen des proximalen Humerus, Luxationen des Schultergelenks und Repositionsversuchen besonders gefährdet. Zur Prüfung auf eine traumatische Schädigung des N. axillaris kann leicht die vom Nervus cutaneus brachii lateralis superior innervierte Hautpartie Regio deltoidea stimuliert werden (42).

Die Gefäßversorgung für den proximalen Humerus wird durch Abgänge der A. axillaris gewährleistet. Die A. circumflexae umgreifen den Humerus in Höhe des Collum chirurgicum; die A. circumflexa anterior humeri versorgt überwiegend das Caput humeri, desweiteren den M. deltoideus und die Kapsel des Schultergelenks. Sie gibt einen Ast, Ramus ascendens, im Bereich des Sulcus intertubercularis ab, der lateral der langen Bicepssehne nach kranial verläuft, um das Tuberculum majus zu versorgen. Die A. circumflexa humeri posterior ist erheblich an der Knöcheldurchblutung beteiligt, darüber hinaus versorgt sie noch den langen und den lateralen Tricepskopf. Ihren im Bereich der Knorpel-Knochen-Grenze penetrierenden Ästen wird eine besondere Bedeutung in der posttraumatischen Fragmentdurchblutung zugeschrieben (15; 32; 42; 45; 100; 126). Wie von Laing et al. bestätigt, sind die beiden aus der A. axillaris stammenden Aa. circumflexae die einzigen, die in das Caput humeri eintreten. Er konnte keine perforierenden Äste identifizieren, die über die Rotatorenmanschette den Humeruskopf durchbluten (86).

Bewegungsausmaß der Schulter

Die Schulter bildet mit dem Glenohumeral- und den Nebengelenken eine funktionelle Einheit. Die Gelenke des Schultergürtels (Articulationes sternoclavicularis und acromioclavicularis) beteiligen sich an den Bewegungen, wie kinematische und elektromyographische Untersuchungen zeigen (141). Bei einem Ausfall der beteiligten Gelenke kommt es zu einer starken Beeinträchtigung der Beweglichkeit der oberen Extremität. Funktionseinbußen können dagegen durch Teilfunktionen eines anderen Gelenkes kompensiert werden (141; 152).

Von der Neutral-Null-Stellung ausgehend wird die Beweglichkeit des Schultergelenkes in den 3 Hauptachsen gemessen. Innen- und Außenrotation erfolgen in der longitudinalen, Ante- und Retroversion in der transversalen und Ab- und Adduktion in der sagittalen Achse. Der Bewegungsumfang der oberen Extremität im Schultergelenk wurde von Debrunner mit folgenden

Normwerten beschrieben (125): Innenrotation/Außenrotation: $95^{\circ}/0^{\circ}/40-60^{\circ}$; Ante-/ Retroversion $90^{\circ}/0^{\circ}/40^{\circ}$ und Abduktion/Adduktion $90^{\circ}/0^{\circ}/20-40^{\circ}$.

Zur Erweiterung des Bewegungsumfangs der Arme folgt die Schulterpfanne den Armbewegungen. Das Schulterblatt stellt sich in die Ebene ein, in welcher der Arm gehoben wird. Um stets eine optimale Position zu gewährleisten, erfolgen diese Hilfsbewegungen schon vor Erreichen der Grenzlagen des Gelenkes (9; 83). Die autonome Beweglichkeit des Schultergelenkes ist gering: Ohne Hilfgelenke erreicht die Ventral-flexion einen Winkel von bis zu 60° . Darüber hinaus kommt es zu einer Ventralverschiebung des Schultergelenkes, die eine Mitbewegung der Hilfgelenke bedingt. Die größte Autonomie wird in der longitudinalen Achse erreicht: die Außenrotation ist bis 90° , die Innenrotation bis 60° möglich – zu einer Abhebelung des Schulterblattes von der Thoraxwand kommt es erst in der Endphase dieser Bewegung (148).

In Kombination von Schulterblatt- und Schultergelenkbewegungen erreicht das Bewegungsausmaß der Schulter $0^{\circ} - 180^{\circ}$. Physiologisch beginnt die Bewegung des Schulterblattes ab einer Armhebung von $20^{\circ} - 30^{\circ}$. Über 90° wird eine Schulterblattrotation notwendig (5; 28).

1.3 Prävalenz proximaler Humerusfrakturen

Frakturen des proximalen Humerus umfassen ungefähr 5 Prozent aller Frakturen und nahezu die Hälfte aller Humerusfrakturen (51; 82). Neben Frakturen von Wirbelkörpern, Rippen, der Clavicula und des Beckens zählen auch die des proximalen Humerus zu den im Alter häufiger auftretenden Frakturen (78). Die Inzidenz nimmt mit steigendem Alter stetig zu. In der epidemiologischen Studie von Lind und Mitarbeitern waren 75 % über 60 Jahre alt (92). Kannus beschreibt die proximale Humerusfraktur nach der Hüftkopf- und der distalen Unterarmfraktur als die dritthäufigste Fraktur bei älteren Menschen (63).

Frauen sind dabei wesentlich häufiger betroffen. Kristiansen et al. geben Inzidenzen von 142 für Frauen und 48 für Männer auf 100 000 städtische Einwohner an, das entspricht 77 Prozent. Osteoporose ist als Risikofaktor signifikant. Dreiviertel der proximalen Humerusfrakturen treten bei über 60-jährigen Menschen auf, mit einem dreimal so häufigen Auftreten beim weiblichen Geschlecht (21; 143).

Mit Blick auf die allgemeine Alterung der Bevölkerung ist damit zu rechnen, dass Frakturen am proximalen Humerus zukünftig häufiger als bisher auftreten werden. Obwohl in der Literatur nur wenige Daten bezüglich der zukünftigen Entwicklung vorhanden sind, wird der Anteil dieser Frakturen in der älteren Bevölkerung als weltweit steigend prognostiziert (82; 92; 122; 143). Palvanen und Mitarbeiter gehen davon aus, dass sich die Zahl der proximalen Humerusfrakturen bei den über 60-jährigen Finnen von 2002 bis zum Jahr 2030 verdreifacht (111).

Entsprechende Geschlechtsverteilung finden wir bei den mit einem *Proximalen Humerusnagel* operierten Patienten am Universitätsklinikum Bonn (25 weibliche gegenüber 12 männlichen Patienten - bereits verstorbene Patienten eingeschlossen). Von ihnen waren (Stand 2007) mehr als die Hälfte im Rentenalter (geboren 1943 und früher). Bei jüngeren Patienten sind statistisch Frakturen mit hoher Energieeinwirkung führend.

Die Mehrheit der proximalen Humerusfrakturen sind nicht disloziert oder nur gering disloziert und stabil. Sie können in der Regel erfolgreich konservativ mit früher Rehabilitation behandelt werden. Dem stehen die wenig zufriedenstellenden Ergebnisse bei konservativer Behandlung von 3- und 4-Fragment-Frakturen entgegen (143).

1.4 Fraktur-Klassifikationen

Eine Einteilung bestimmter Frakturmerkmale in ein Klassifikationsschema erscheint sinnvoll, um eine bessere Vergleichbarkeit und um Aussagen bezüglich Therapie, Komplikationen und Prognose zu ermöglichen. Die Klassifikationen nach Neer und nach der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO/ASIF) fand auch bei der Bonner Patientengruppe Verwendung.

1.4.1 Klassifikation nach Neer

Die zur Zeit gängige Klassifikation nach Neer basiert auf der von Codman 1934 aufgestellten Viersegmenteinteilung mit Tuberculum majus, Tuberculum minus, Kalotte und Schaft. In der Abbildung 3 sind 6 Gruppen (vertikal) mit ihren Untergruppen (Anzahl Fragmentstücke) dargestellt. Die Einteilung ergibt sich aus dem Frakturverlauf, dem Dislokationsgrad und der Fragmentzahl.















I	DISLOZIERTE FRAKTUREN		
	Anzahl der Fragmente		
	2	3	4
 Minimale Dislokation			
II Collum anatomicum			
III Collum chirurgicum			
IV Tuberculum majus			
V Tuberculum minus			
VI anteriore Luxationsfraktur			
posteriore Luxationsfraktur			

Abbildung 3: Klassifikation nach Neer, aus Habermeyer P. (1997) Die Humeruskopffraktur Der Unfallchirurg 100: 820-837)

Die meisten Humerusfrakturen können konservativ therapiert werden. Bei der Neer-Klassifikation besteht eine Operationsindikation bei Vorhandensein von 4 Fragmenten mit einer Dislokation der Fragmente von mindestens 1 cm oder mit mehr als 45°-Abkipfung. Nicht oder

nur gering dislozierte Frakturen gelten unabhängig von der Anzahl der Fragmente als nicht operationswürdig.

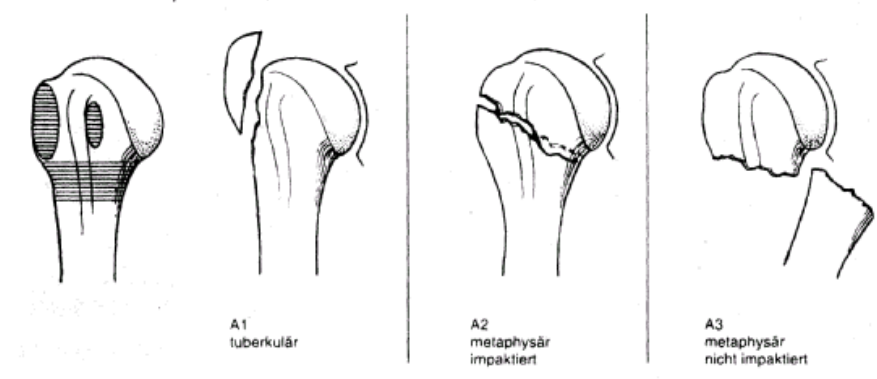
Mit steigender Zahl der Fragmente (2/3/4) erhöht sich auch die Gefahr der avaskulären Humeruskopfnekrose. Neer empfiehlt daher bei 3-Fragment-Frakturen die offene Reposition oder Kopfprothese und bei der 4-Fragmentfraktur die Hemiarthroplastik (107; 108). Ursprünglich fand die Klassifikation nach Neer im angloamerikanischen Sprachraum Anwendung, seit den frühen 1980-er Jahren immer mehr auch im deutschsprachigen Raum (62; 150).

1.4.2 Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen

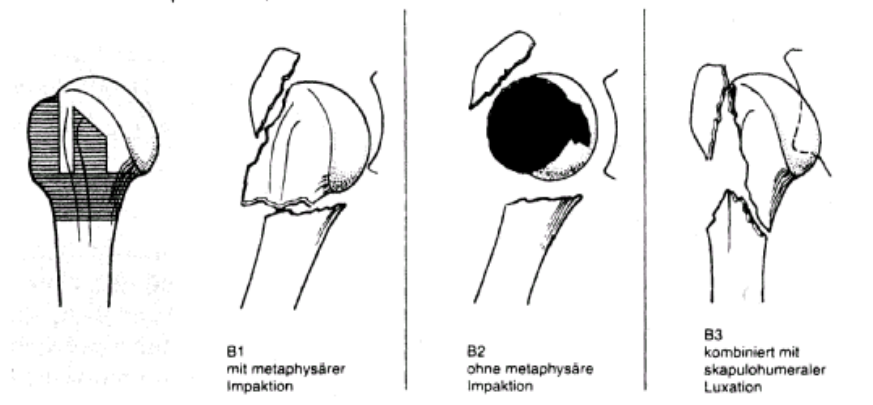
Die AO/ASIF-Klassifikation (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese/Association for the Study of Internal Fixation) wurde von Müller und Mitarbeiter 1984 veröffentlicht und entspricht der ABC-Klassifikation mit den Typen A, B und C, die auch in anderen Extremitätenregionen breite Anwendung findet. In Typ A werden extraartikuläre Frakturen eingeteilt, Typ B-Frakturen haben 3 Hauptfragmente und ihr Frakturspalt liegt teilweise extra- und teilweise intraartikulär. Frakturen vom Typ C verlaufen intraartikulär. Jeder Frakturtyp wird in 3 Gruppen mit jeweils 3 Untergruppen eingeteilt, so dass insgesamt 27 Frakturtypen unterschieden werden können. Analog zur Neer-Klassifikation steigt auch hier das Risiko einer Kopfnekrose mit höherer Rangfolge.

Insbesondere in Europa verwenden Wissenschaftler die AO/ASIF-Klassifikation (52). Sie konnte sich bisher nicht allgemein durchsetzen (79; 128). Strohm und Mitarbeiter führen dies auf die niedrige Reliabilität dieser Klassifikation zurück, die Vergleiche mit anderen Arbeiten erschwert. Die Unfallaufnahmen sind unter den erschwerten Bedingungen technisch oft mangelhaft durchgeführt. Bei dieser Vorgabe wird angezweifelt, ob eine genaue Einschätzung des Dislokationsgrades der einzelnen Segmente anhand der Erstaufnahmen überhaupt möglich ist (134).

11-A Humerus proximal, extraartikuläre unifokale Fraktur



11-B Humerus proximal, extraartikuläre bifokale Fraktur



11-C Humerus proximal, Gelenkfraktur

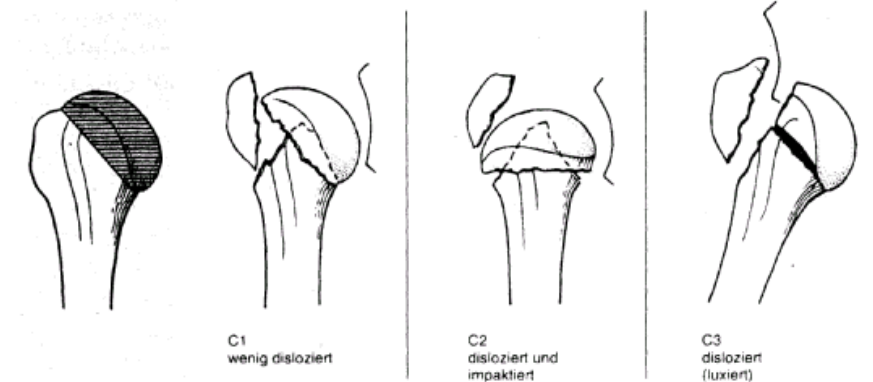


Abbildung 4: Klassifikation nach der Arbeitsgruppe für Osteosynthesefragen (AO). aus: Müller, M.E., Nazarin, S., Koch, P., Schatzker, J. (1990). The comprehensive classification of fractures of long bones. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 344-376

1.5 Unfallmechanismen

Ursache für das Auftreten proximaler Humerusfrakturen ist meist ein Sturz auf die ausgestreckte Hand, eine Außenrotationsbewegung bei abduziertem Arm oder ein Direktanprall. Da der

Kapsel-Band-Apparat in jungem Alter schwächer als die Knochenstruktur ist, kommt es hierbei häufig zu einer Schulterluxation (136).

Im Gegensatz zum überwiegend indirekten Unfallmechanismus beim älteren Menschen ist die Verletzung bei jungen Menschen eher die Folge eines Hochenergietraumas. In der verminderten Knochenfestigkeit bei abnehmender Mineraleichte liegt auch ein großes Problem der osteosynthetischen Stabilisierung dislozierter Humeruskopffrakturen (134).

Palvanen und Mitarbeiter fanden heraus, dass die Mehrzahl der proximalen Humerusfrakturen bei älteren Menschen das Resultat eines direkten Aufpralls nach einem Sturz auf die entsprechende Seite ist. Dabei ist die typischste Fallrichtung schräg nach vorne (111).

1.6 Therapie der proximalen Humerusfraktur

Das Spektrum zur Behandlung proximaler Humerusfrakturen reicht von rein konservativen Verfahren bis zur primären Hemiarthroplastik. Häufig erleiden ältere Menschen aufgrund eines Sturzereignisses eine wenig dislozierte proximale Humerusfraktur, die erfolgreich konservativ behandelt werden kann (25). Das Vorgehen ist in der Zwischenzeit relativ standardisiert. Die endgültige Entscheidung des Chirurgen hängt zum einen ab von seiner Erfahrung und seinen Möglichkeiten und zum anderen von der Frakturmorphologie, dem biologischen Alter, der Knochenqualität, der zu erwartenden Compliance und den Aktivitätsanforderungen des Patienten (136). Prinzipiell gelten die Ausführungen von Neer hinsichtlich der Operationsindikation (107; 134): Operative Rekonstruktionen mit Stabilisierung werden bei instabilen Frakturen durchgeführt, wenn

- die Knochenqualität eine ausreichende Verankerung der Implantate im Knochen erlaubt,
- das Operationsrisiko minimal erscheint und
- seitens der Frakturform eine Rekonstruktion möglich ist.

Bei einem Patienten unter 60 Jahren ist das praktisch immer gegeben. Bei älteren Patienten nur bei ausreichender Durchblutung des artikulären Fragments sowie bei guter Compliance und Motivation, auch die erforderliche Nachbehandlung durchzuführen (115).

1.6.1 Konservative Therapie

Vor allem bei nur minimalen Dislokationen stellt die proximale Humerusfraktur auch heute noch eine Domäne der konservativen Therapie dar. Bei Bewegung des Armes sollte sich der Humerkopf mitbewegen – gegebenenfalls unter leichter Einstauchung des Arms durch den Untersucher.

Zu Beginn wird der Arm in 90° Beugung ruhig gestellt. Nach einer Woche können passive Kreisbewegungen des hängenden Armes folgen, nach 2 Wochen geführte Bewegungen bis 90° Anteversion und Abduktion. Aktive Bewegung gegen die Schwerkraft bis 90° sind nach 4 Wochen möglich, nach 6 Wochen kann die Fraktur zur Bewegung frei gegeben werden (134).

1.6.2 Operative Therapie

Grundsätzlich unterscheidet man gedeckte bzw. minimalinvasive Verfahren von den halboffenen. Zu den gedeckten Verfahren zählen die Bohrdrainage, die Helix, die perkutane Verschraubung und die Markdrainage. Zu den halboffenen Verfahren gehören die Zuggurtung, die Nage lung und die eingeschobene Plattenosteosynthese. Des Weiteren stehen als dritte Gruppe die offenen Verfahren wie die Plattenosteosynthese – heute vorwiegend mit winkelstabilen Plattensystemen – zur Verfügung. Bei komplexer Fraktursituation mit Trümmerzonen und geschädigter Durchblutung des artikulären Fragmentes wird insbesondere bei älteren Patienten bevorzugt primär eine Schulterprothese implantiert. Ist die Rotatorenmanschette intakt, wird klassischerweise auf die Hemiprothese zurückgegriffen, ist sie defekt, greift man auf die inverse Schulterprothese zurück (115).

Kirschner-Drähte werden heute regelhaft nur noch im Kinder- und Adoleszentenalter eingesetzt. Zur frühen Mobilisierung wird von dem verwendeten Implantat nach dem Schließen der Wachstumsfugen eine höhere Stabilität gefordert. Bei den intramedullären Implantaten unterscheidet man zwischen antegraden (z. B. *Proximaler Humerusnagel*) und retrograden (z. B. Flexnail). Der Flexnail wurde zur Therapie von Humerusschaftfrakturen entwickelt (105).

Zur plattenosteosynthetischen Versorgung stehen winkelstabile und nicht winkelstabile Implantate zur Verfügung. Bei kontroverser Diskussion wird den winkelstabilen Platten (z. B. PHILOS-

Platte) von einigen Autoren einerseits eine geringere Kompromittierung der periostalen Durchblutung (vgl. 1.2) und andererseits eine höhere, sich v. a. im osteoporotischen Knochen bemerkbar machende Stabilität zugesprochen (41). Kuner und Siebler beschreiben beispielsweise eine Beeinflussung der Durchblutungssituation des Humeruskopfes durch große Weichteil- und Periostverletzungen (84).

Hemiprothesen kommen bei sog. Head-split-Frakturen zum Einsatz, wenn eine Rekonstruktion unmöglich ist. Die Implantation kann hierbei primär oder bei einem zweizeitigen Verfahren erst nach einer Rekonstruktion und Osteosynthese erfolgen (134). Allerdings werden laut Dietrich und Mitarbeiter sogar in der Gruppe der Hochbetagten bzw. bei komplexen Frakturtypen mit einer Osteosynthese bessere klinische Resultate erreicht als bei den primär endoprothetisch versorgten Patienten – jedoch muss eine höhere Revisionsrate in Kauf genommen werden (30).

2 Fragestellung

Ziel dieser Arbeit ist es, auf Grundlage der Frakturklassifikationen nach Neer und der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen das Behandlungskonzept mittels des *Proximalen Humerusnagels* zu evaluieren. Hierzu gilt es, die funktionellen und klinischen Ergebnisse der 31 am Universitätsklinikum Bonn mit einem *Proximalen Humerusnagel* versorgten Patienten mit anderen Studien zu vergleichen. Dabei werden standardisierte Scores – wie der Constant-Murley- oder der UCLA-Score – zur Objektivierung eingesetzt.

Antworten sollen weiter gefunden werden zu der Frage: Inwieweit sind die endgültigen Ergebnisse von der Verletzung und dem Verletzungsmuster abhängig? Welche Faktoren beeinflussen den Behandlungserfolg mit dem *Proximalen Humerusnagel*? Gemeint sind Einflüsse vor, während und nach dem operativen Eingriff. Untersucht werden der Stellenwert von Vorerkrankungen, Verletzungsmuster, Komplikationen, Geschlecht, Alter, Beruf und Psyche der Patienten auf das spätere klinische Resultat.

Bezogen auf die initiale Diagnose und das funktionelle Outcome soll weiter die Frage geklärt werden, ob sich das angewandte Verfahren bewährt hat und welche Vorteile es gegenüber anderen Verfahren gibt.

3 Methodik

Im folgenden Kapitel werden zuerst die Einschlusskriterien für die Patienten der Studie vorgestellt. Es folgt die Beschreibung über den organisatorischen Ablauf der Patientenermittlung. Anschließend wird auf das operative Verfahren der Implantation des *Proximalen Humerusnagels* sowie die postoperative Nachbehandlung eingegangen. Der letzte Abschnitt befasst sich mit der Konzeption der Erhebung der statistischen Daten.

3.1 Einschlusskriterien

In der Unfallchirurgischen Abteilung der Klinik und Poliklinik der Universität Bonn wurden ab Januar 2002 bis Juni 2006 aufgrund von instabilen und/oder dislozierten proximalen Humerusfrakturen insgesamt 39 *Proximale Humerusnägel* (PHN der Fa. Synthes, Bochum) implantiert. Für die vorliegende retrospektive Studie waren eindeutige Einschlusskriterien vorgegeben. So handelte es sich um Patienten

- jeden Alters, die seit Einführung dieser operativen Behandlungsmethode einen *Proximalen Humerusnagel* implantiert bekommen haben.
- bei denen bereits eine konservative Behandlung fehlgeschlagen war.
- bei denen das Implantat im Verlauf wieder entfernt wurde.
- die bis zur Studiendurchführung noch nicht verstorben waren.
- bei denen in der Zwischenzeit keine Schulterprothese implantiert wurde.
- bei denen die Operation mindestens ein Jahr zurücklag.

Aufgrund der vorgegebenen Einschlusskriterien fanden sechs Patienten, die bereits verstorben waren und zwei Patientinnen, bei denen der *Proximale Humerusnagel* gegen eine Prothese ausgetauscht wurde, in der Studie keine Berücksichtigung.

3.2 Organisation

Am Anfang stand die Durchsicht der Operationsdokumentation zur Extraktion der Patienten, denen ein *Proximaler Humerusnagel* implantiert worden war. Das Patientenkollektiv lag damit vor. Anschließend wurde in den Patientenakten und Operationsberichten des Klinikarchivs er-

mittelt, ob bei ihnen die unter 3.1 vorgegebenen Einschlusskriterien erfüllt waren. Das Archiv lieferte darüber hinaus auch die Anschriften der Patienten. Sie erhielten ein Anschreiben, ob sie für die Studie zur Verfügung stehen.

Schwierigkeiten ergaben sich, weil sich die Anschriften zum Teil verändert hatten. Das Einwohnermeldeamt lieferte in diesen Fällen die aktuellen Anschriften. Bei einem anderen Teil der Patienten konnte über das Telefon ein Kontakt hergestellt werden. Erfolglos blieben alle diese Maßnahmen bei 5 Patienten. Darüber hinaus stellte sich bei einer Patientin heraus, dass eine Datenerhebung aufgrund von Demenz nicht mehr möglich war. Schließlich konnten so von 31 Patienten 25 ausfindig gemacht werden, das entspricht einem Anteil von 80 Prozent.

Von ihnen wurden zunächst die klinischen und radiologischen Befunde aus den Akten recherchiert. Neben Geschlecht und Alter standen über diesen Weg Angaben über vorhandene Vorerkrankungen, Unfallmechanismus, Begleitverletzungen und Zeitpunkt der Operation zur Verfügung.

Bei den Patienten, die ihre Kontrolltermine in unserer Ambulanz wahrnahmen, konnten Informationen über durchgeführte Rehabilitationsmaßnahmen gesammelt und der Verlauf der klinischen Funktionsfähigkeit sowie eventuelle Komplikationen kontrolliert werden. Beschwerden und Grad der Einschränkung wurden dokumentiert.

3.3 Implantat

Der *Proximale Humerusnagel (PHN)* wird antegrad in den proximalen Humerusschaft eingebracht. Er ist universell für den linken und den rechten Humerus verwendbar. Die standardmäßig verwendete Spiralklinge für die proximale Verriegelung erlaubt eine ausreichende Verankerung auch im osteoporotischen Humeruskopf. Das Indikationsspektrum des *PHN* umfasst Frakturen bei Erwachsenen im subkapitalen Humerusbereich (AO-Klassifikation: A2, A3)

- ggf. mit gleichzeitigem Abbruch des Tuberculum majus (AO-Klassifikation: extraartikuläre bifokale Frakturen B1, B2)
- für stabile oder instabile Frakturen sowie
- pathologische Frakturen,
- Refrakturen,

- verzögert heilende Frakturen und
- Pseudarthrosen.

In ausgewählten Fällen können auch Gelenkfrakturen am Humeruskopf versorgt werden (AO-Klassifikation: C-Frakturen), wenn das Kopfkalottenfragment groß genug und in sich nicht frakturiert ist (135).



Abbildung 5: Proximaler Humerusnagel PHN für Spiralklingenverriegelung (Durchmesser 7,5 und 8,0 mm; Länge 150 mm)

3.3.1 Operatives Verfahren

Die Patienten werden in Rückenlage mit 30° angehobenem Oberkörper gelagert. Auf eine Unterpolsterung der Schulter und auf einen röntgenstrahlendurchlässigen Operationstisch ist zu achten. Die Darstellung des Humerus einschließlich des Humeruskopfes in zwei Ebenen im Bildverstärker ist zu gewährleisten. Der frakturierte Arm wird auf eine Seitenstütze gelegt.

Nach Bestimmung des Nageldurchmessers (als Standardnagel kommt der *7,5-mm-PHN* zum Einsatz, bei osteoporotischem Knochen mit sehr weitem Markraum der *8,0-mm-PHN*) erfolgt die anteriore Inzision im Akromionbereich, die Spaltung von Musculus deltoideus und Rotatorenmanschette. Unter Zuhilfenahme eines Kirschnerdrahtes wird mit einem durchbohrten Pfriem der Markraum eröffnet.

Das Einbringen des Nagels erfolgt unter leicht drehenden Bewegungen am zuvor montierten Zielbügel. Die Passage der Nagelspitze auf der Höhe der Fraktur wird mit Hilfe des Bildverstärkers überprüft. Bei der anschließenden proximalen Verriegelung ist der Nagel so unter der Humeruskopfoberfläche zu versenken, dass er auch mit eingesetzter Verschlusschraube die Kalotte nicht überragt.

Mit Hilfe eines Zielbügelaufsatzes wird zur Verriegelung die Spiralklinge eingebracht. Nach Repositionskontrolle erfolgt die Hautinzision und die stumpfe Präparation in die Tiefe zur Schonung des N. axillaris. Unter Einsatz einer Trokarkombination wird die Bohrung durchgeführt. Dafür wird ein Kirschnerdraht eingesetzt. Die definitive Lage am Übergang vom medialen zum unteren Humeruskopfdrittel wird unter dem Bildverstärker kontrolliert. Eine Perforation der Gegenkortikalis ist zu vermeiden. Mit dem Längenmessgerät wird die Länge der einzuschraubenden Spiralklinge bestimmt. Nach Entfernung der Bohrbüchse und des Längenmessgerätes verbleibt der Kirschnerdraht als Führungsschiene zur Aufbohrung für die Spiralklinge im Knochen.

Zum Eindrehen der Spiralklinge steht das Einschlaginstrument mit Verbindungsschraube zur Verfügung. Nach Ausrichtung des Zielbügelaufsatzes wird mit vorsichtigen Hammerschlägen auf die Verbindungsschraube die Spiralklinge in die gewünschte Position gebracht. Dabei macht der T-Griff eine 90°-Drehung im Uhrzeigersinn. Die Lage der Spiralklinge wird mit dem Bildverstärker überprüft. Insertionsinstrumente und Kirschnerdraht werden entfernt. Zusätzlich wird das laterale Kortikalisfragment mit einem schrägen Bolzen befestigt. Dabei ist zu

bedenken, dass der schräg eingebrachte Bolzen nicht länger als 50 mm ist, da er andernfalls mit der Spiralklinge in Kontakt kommt. Bei Frakturen mit Abbruch des Tuberculum majus (B-Frakturen) wird dieses reponiert und mit einer Titanschraube oder mit der Zuggurtungsosteosynthese mitfixiert - gedeckt oder über eine Erweiterung der kranialen Inzision.

Anschließend ist die Reposition zu überprüfen und ggf. der Frakturspalt durch Stauchung zu schließen. Die Verriegelung erfolgt durch den Zielbügelauflauf für Spiralklingenverriegelung. Mit dem Spiralbohrer wird durch beide Kortikales gebohrt, bis die Spitze des Bohrers die mediale Kortikalis knapp durchstößt. Die benötigte Länge des Verriegelungsbolzens wird direkt am kalibrierten Spiralbohrer abgelesen bzw. mit einem entsprechenden Tiefenmessgerät bestimmt.

Der Verriegelungsbolzen wird mit einem Sechskantschraubenzieher durch die Gewebeschutzhülse eingedreht, bis der Bolzenkopf an der lateralen Kortikalis aufliegt. Dabei überragt die Spitze des Verriegelungsbolzens die mediale Kortikalis um 1–2 mm. Entsprechend wird mit dem zweiten Verriegelungsbolzen vorgegangen. Für die ungehinderte Schulterfunktion bei Abduktion wird der Nagel und die Verschlusschraube ganz im Humeruskopf versenkt. Damit ist die Implantation des Proximalen Humerusnagels abgeschlossen.

Die Verschlusschraube schützt das Innengewinde des Nagels vor Gewebewuchs. Sie blockiert zusätzlich die Spiralklinge und erleichtert die spätere Implantatentfernung. Die Verschlusschraube ist in vier Längen erhältlich und ermöglicht im Bedarfsfall eine Verlängerung des Nagels, was ein freieres Platzieren der Verriegelungsbolzen in Regionen mit besserer Knochenqualität erlaubt (135).

3.3.2 Postoperatives Vorgehen

Mit der Physiotherapie wurde sofort begonnen und Rotationsübungen erst nach der dritten Woche durchgeführt. Bei mitfixiertem Tuberculum majus (B- und C-Frakturen) und/oder schlechter Knochenqualität wurde eine Ruhigstellung für drei Wochen empfohlen.

Röntgenkontrollen erfolgten direkt postoperativ. Weitere Kontrollen erfolgten nach zwei, sechs und zwölf Wochen bzw. nach Verlauf des Heilungsprozesses.

3.4 Datenerhebung

Nach Kontaktaufnahme mit den Patienten (s. 3.2) wurden sie gebeten, zu Hause einen aus mehreren Scores zusammengesetzten Fragebogen (vgl. 8.1 im Anhang) auszufüllen. Neben einer kurzen allgemeinen Anamnese umfasste der Fragebogen die Scores SF-36, XSMFA-D, DASH, Simple-Shoulder-Test und Oxford-Shoulder-Score. Die einzelnen Scores werden im nachfolgenden Teil detailliert beschrieben. Grundlage für die Nachuntersuchung waren die UCLA-Rating-Scale und der Constant-Murley-Score.

3.4.1 Patientenorientierte Fragebogen

Nachfolgend sind die in der Studie verwendeten Scores vorgestellt. Mit der Kurzversion des Funktionsfragebogens XSMFA-D sowie mit dem Oxford-Shoulder-Score wurde die Lebensqualität und mit dem Oxford-Shoulder-Score, dem Simple-Shoulder-Test und dem DASH-Score das patientenzentrierte Schulter-Outcome beurteilt.

3.4.1.1 Oxford-Shoulder-Score

Der Oxford-Shoulder-Score (OSS) dient der Erfolgskontrolle für die Einschätzung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Der originale, englischsprachige OSS umfasst 12 Punkte. Fragen zu alltäglichen Tätigkeiten, Schmerzen und diesbezüglichen Einschränkungen werden gestellt. Eine deutsche Version wurde bereits getestet und steht zur Verfügung (61).

3.4.1.2 Simple-Shoulder-Test

Der Simple-Shoulder-Test besteht aus 12 Fragen, die mit „Ja“ oder „Nein“ zu beantworten sind. Die subjektive Befindlichkeit und die Fähigkeit, spezielle Aktivitäten ausführen zu können, werden zur Erfassung des Bewegungsumfanges, der Kraft, von Schlafstörungen und anderen Beeinträchtigungen durch die Schulterbeschwerden abgefragt. Der Test dient der Dokumentation auch von kleinen – aber klinisch wichtigen – funktionellen Veränderungen nach einem chirurgischen Eingriff (70).

3.4.1.3 DASH-Score

Der Disability of Arm, Shoulder and Hand-Score ist ein von der „American Academy of Orthopaedic Surgeons“, dem Council der „Musculoskeletal Speciality Societies (MODEMS)“ und dem „Institute for Work and Health“ entwickelter „self-report“-Fragebogen. Er erfasst die

subjektive Wahrnehmung des Patienten hinsichtlich seines momentanen Zustandes. Der DASH-Fragebogen ist angelegt auf die Globalfunktion der oberen Extremität und gliedert sich inhaltlich in die Bereiche Funktion, Symptomatik und spezielle Aktivität, wobei die beste Funktion mit einem Punkt, die schlechteste mit fünf Punkten bewertet wird. Ein Gesamtergebnis von 0 Punkten entspricht einer völlig freien Funktion, 100 Punkte bedeuten eine maximale Einschränkung. 1997 wurde der DASH-Score von Germann und Mitarbeitern ins Deutsche übersetzt (47).

3.4.1.4 XSMFA-D

Mit der deutschen Version des „Short-Musculoskeletal Function Assessment“-Fragebogens (SMFA-D) liegt ein weiterer praktikabler und reliabler Selbsteinschätzungsfragebogen zum Bewegungsapparat vor (76). Der Fragebogen dient der Beurteilung von degenerativen, traumatischen und entzündlichen Erkrankungen. Für den Routineeinsatz in Kliniken und Praxen wurden aus den 34 Fragen zur Funktion und den 12 Fragen zur Beeinträchtigung insgesamt 16 Fragen nach psychometrischen und medizinischen Gesichtspunkten extrahiert und eine Kurzversion erstellt, die von Patienten auf fünfstufigen Antwortkategorien bearbeitet werden. Wollmerstedt und Mitarbeiter stuften die deutsche Version als ein geeignetes, kurzes Instrument für die Bewertung der Therapieergebnisse aus der Sicht des Patienten ein (149).

3.4.1.5 SF-36

Der Short-Form-36-Fragebogen dient der Messung der subjektiv eingeschätzten gesundheitsbezogenen Lebensqualität (Health Related Quality of Life). Dafür ist er inzwischen das international wohl am häufigsten eingesetzte Instrument. Die deutsche Version dieses Fragebogens wurde im Rahmen des IQOLA-Projektes (International Quality of Life Assessment) entwickelt und getestet (34).

Der SF-36 erfasst 8 Dimensionen, die sich konzeptionell den Bereichen körperliche Gesundheit und psychische Gesundheit zuordnen lassen: Die Dimension *Körperliche Funktionsfähigkeit* erfasst das Ausmaß der Beeinträchtigung körperlicher Aktivitäten wie Selbstversorgung und Gehen mit 10 Fragen. Mit der Dimension *Körperliche Rollenfunktion* wird die Beeinträchtigung des körperlichen Gesundheitszustands bei der Arbeit oder bei anderen täglichen Aktivitäten bemessen (4 Fragen).

Das Ausmaß an Schmerzen und ihr Einfluss auf normale Arbeiten wird durch die Dimension *Körperliche Schmerzen* erfasst (2 Fragen). Mit 5 Fragen wird die aktuelle und die zukünftige Gesundheit eingeschätzt, zusammengefasst unter *Allgemeine Gesundheitswahrnehmung*.

Die Dimension *Vitalität* ermittelt, ob sich die Person energiegeladen und voller Schwung fühlt oder ob sie eher müde und erschöpft ist (4 Fragen). Zu der *Sozialen Funktionsfähigkeit* und dem Ausmaß der Beeinträchtigung von normaler sozialer Aktivität werden 2 Fragen gestellt. Beeinträchtigungen aufgrund von emotionalen Problemen fließen in die Dimension *Emotionale Rollenfunktion* ein (3 Fragen). Unter *Psychischem Wohlbefinden* wird die allgemeine psychische Gesundheit mit 5 Fragen erfasst. Eine weitere Reduktion der Subskalen findet sich in der standardisierten körperlichen und psychischen Summenskala.

Diese beiden Hauptscores werden aus den Mittelwerten, Standardabweichungen und Regressionskoeffizienten ermittelt. Die Ergebnistransformation auf Werte zwischen 0 und 100 ermöglicht eine bessere Vergleichbarkeit. Ein hoher Wert deutet auf einen guten körperlichen bzw. psychischen Gesundheitszustand.

3.4.2 Nachuntersuchung

Von den 25 Patienten, die den Fragebogen zu Hause ausgefüllt und zurückgesendet haben, waren 19 Patienten bereit, an der Nachuntersuchung teilzunehmen. Die funktionellen Ergebnisse wurden dabei objektiviert. Zu Beginn der Nachuntersuchung wurden die im Fragebogen offen gebliebenen Fragen mit den Patienten besprochen. Der allgemeine Gesundheitszustand wurde abgefragt und die Kriterien für den Constant-Shoulder-Score und den UCLA-Score vom Untersucher ermittelt (s. unter 3.5.2.1 und 3.5.3.2).

Die Kraft wurde mit einem Federkraftmessgerät von Swiss Made® mit Messpunkt am Handgelenk ermittelt. Es zeigte sich, dass das Gesamtergebnis des Constant-Scores sehr stark von der Kraftentfaltung bei ausgestrecktem, 90° abduziertem und 30° flektiertem Arm abhängt. Nicht trainierte Patienten schnitten bei gutem Ergebnis in der Beweglichkeit mit geringer Schmerzhaftigkeit und Einschränkung oftmals mangels Muskelkraft deutlich schlechter ab. Standardisiert sollten die Patienten in o. a. Armstellung mit maximaler Anstrengung einer Kraft fünf Sekunden entgegenwirken. An jedem Arm wurden 3 Messungen durchgeführt und danach der Mittelwert bestimmt. Da die Patienten bei der ersten Messung die maximal höchste Kraft aufwendeten und die Ergebnisse der 2. und 3. Messung aufgrund von Ermüdung i. d. R. deutlich unter der 1. Messung lagen, wurde für die Ermittlung des Constant-

Scores lediglich das Ergebnis der 1. Messung herangezogen. Anders wären die im Vergleich zur Beweglichkeit und zur Schmerzempfindung ohnehin schon niedrigen Werte noch deutlich geringer ausgefallen. Um eine zu positive Bewertung der Schulterfunktion zu vermeiden, wurde im Gegenzug auf die Altersadaptation der Ergebnisse verzichtet. Thomas und Mitarbeiter erläutern die in der Literatur kontrovers diskutierte Messung und die daraus folgenden Ergebnisse (140).

3.4.2.1 UCLA-Rating-Scale

The University of California at Los Angeles-Shoulder-rating-scale wurde 1981 von Amstutz und Mitarbeiter erstveröffentlicht und war ursprünglich vorgesehen als Instrument zur Beurteilung von totalen Endoprothesen. Ein einfacher und rasch durchzuführender Untersuchungsmodus (2) setzt sich inhaltlich mit den 5 Bereichen Schmerz, Funktion (je 10 Punkte), Vorwärtselevation, Kraftentfaltung und subjektive Zufriedenheit (je 5 Punkte) auseinander (70). Die Gesamtpunktzahl von 35 wird gruppiert in die Bewertungsstufen *ausgezeichnet* (34-35 Punkte), *gut* (28-33 Punkte), *befriedigend* (21-27 Punkte) und *schlecht* (< 21 Punkte).

3.4.2.2 Constant-Murley-Score

Dieser 1987 veröffentlichte Score ist ein international bekanntes und häufig eingesetztes Bewertungsverfahren zur Evaluation der Schulterfunktion (24). Ursprünglich wurde der Constant-Murley-Score zur Bewertung der Schulterfunktion nach verschiedenartigen Verletzungen und Erkrankungen der Schulter erstellt (23; 24). Maximal können 100 Punkte erreicht werden. Es werden

- 2 subjektive Parameter (Schmerz und die Fähigkeit, alltägliche Aktivitäten auszuführen) und
- 2 objektive Parameter (aktive, schmerzfreie Mobilität und Schulterkraft) betrachtet.

Für die subjektiven Parameter gibt es maximal 35 Punkte und für die objektiven Parameter maximal 65 Punkte.

Der Bewegungsumfang wurde für die Studie in Bonn mit Hilfe eines Goniometers, die Schulterkraft mit einer Federwaage der Marke Swiss Made® ermittelt.

Eine Einteilung in Bewertungsgruppen ist von Constant und Murley nicht vorgesehen. Daher wurden für 4 Kategorien Punkte nach folgendem Schema festgelegt: < 70 Punkte „schlecht“, 70-79 Punkte „befriedigend“, 80-89 Punkte „gut“ und 90-100 Punkte „sehr gut“.

3.4.3 Radiologische Befunde

Grundlage für eine Analyse waren die Röntgenbilder der operierten Schulter in Anterior-Posterior-Aufnahme. Regelmäßig wurden sie

- präoperativ zur Diagnosestellung,
- postoperativ zur Stellungskontrolle der Implantatlage und
- bei der Nachuntersuchung als Verlaufskontrolle

aufgenommen. Zur Anwendung kamen die von Demirhan und Mitarbeitern in Bezug auf die prothetische Versorgung beschriebenen Parameter: Der akromio-humerale Abstand, die Entfernung zwischen dem geometrischen Zentrum des Humeruskopfes und der lateralen Begrenzung des Tuberculum majus – von Rietveld und Mitarbeiter als „Versatz des Humerus“ bezeichnet (119). Es wurden gemessen der Abstand Höhe Humeruskopf zur Höhe Tuberculum majus und die Distanz von der lateralen Seite des Humeruskopfes zur Lateral-seite des Acromions. (29). Zusätzlich wurde der Inklinationswinkel, der die Abkipfung des Humeruskopfes gegenüber dem Humerusschaft beschreibt, mit einem Winkelmesser bestimmt.

Für das Kriterium „Heterotope Ossifikationen“ wurde die Einteilung nach Kjaersgaard-Andersen herangezogen. Das Fehlen von Ossifikationen wird mit 0 angezeigt, Grad 1 beschreibt Ossifikationen geringer als 50 % des Zwischenraumes lateral des Glenoids und medial des Humerusschaftes, Grad 2 größer als 50 % des Zwischenraumes und bei Grad 3 kommt es zu Überbrückungen der Knochenanteile (71).

3.5 Datenverarbeitung

Zur Quantifizierung der Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Scores stehen für die metrischen Daten der Pearson'sche Korrelationskoeffizient und für die parametrischen ordinalskalierten Daten der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman zur Verfügung. Der Pearson'sche Korrelationskoeffizient misst den linearen Zusammenhang zweier Größen, der

Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizient registriert auch monotone Zusammenhänge, die nicht linear sind. Um die Wahrscheinlichkeit einer zufälligen Verfälschung möglichst gering zu halten, wird ein Signifikanzniveau von 5 % gewählt ($p < 0,05$). Je kleiner der p-Wert ausfällt, desto stärker ist die Signifikanz. Ein $p > 0,05$ zeigt an, dass keine Signifikanz vorliegt. Derartige Ergebnisse wurden in der Analyse nicht weiter berücksichtigt (vgl. Tabelle 12 im Anhang). Für die Stärke der Korrelation wurde folgende Einteilung herangezogen: Bei Korrelationskoeffizienten zwischen 0,5 und 0,7 spricht man von moderatem Zusammenhang und von 0,7 bis 1 von einer starken Korrelation. Korrelationskoeffizienten über 0,9 deuten auf einen sehr engen Zusammenhang hin.

Der Einfluss der Kovariablen auf das Outcome wurde anhand der Ergebnisse der Scores analysiert. Für jede Kovariable wurden zwei Gruppen an Patienten gebildet. Mit Hilfe des Mann-Whitney-Tests wurden schlussendlich die Ergebnisse der gebildeten Gruppen auf Signifikanz ($p < 0,05$) untersucht. Kovariable waren

- das Alter der Patienten,
- der Zeitpunkt des Operationsbeginns,
- die Stärke der Gewalteinwirkung, die zur Fraktur geführt hat,
- die Anzahl an Vorerkrankungen,
- die Sportlichkeit der Patienten,
- die Frakturart klassifiziert nach der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO),
- die Einteilung des Gesundheitszustandes der Patienten in die Klassifikation der American Society of Anesthesiologists (ASA) und
- die subjektive Beurteilung des Patienten über seine Gesundheit bezogen auf die proximale Humerusfraktur.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe der Programme Excel 2000 und SPSS.

4 Metaanalyse der Literatur

4.1 Einleitung und Kriterien

Die große Anzahl an veröffentlichten Studien zu der proximalen Humerusfraktur bringt eine enorme Datenmenge über die unterschiedlichen therapeutischen Verfahren mit sich. Die meisten Autoren beschränken sich in ihrer Betrachtung auf Teilbereiche bei relativ kleinen Fallzahlen. Um eine Bewertung der in dieser Studie ermittelten Daten vornehmen zu können, sind Vergleichsdaten aus vorangehenden Studien erforderlich. Zur Evaluation hilft eine Analyse, die sich mit dem Alter der Patienten, der Klassifikation der proximalen Humerusfraktur, dem funktionellen Outcome und möglichen Komplikationen beschäftigt. Aus der Literatur wurden die Veröffentlichungen zur osteosynthetischen Therapie von Proximalen Humerusfrakturen, die bis Januar 2009 in PubMed verfügbar waren, bearbeitet. Als Schlüsselbegriffe wurden „Proximal humeral fracture“ und „Proximal humerus fracture“ verwendet. Keine Berücksichtigung fanden

- Studien, die ausschließlich konservative oder prothetische Verfahren untersucht haben,
- biomechanische Studien und
- case reports.

Eingeschlossen in die Analyse wurden alle osteosynthetische Verfahren und Patientenkollektive jeden Alters. Ausgenommen waren Studien, die ausschließlich spezifische Verfahren für Kinder und Jugendliche untersucht haben. Desweiteren war geboten, dass mindestens 10 Patienten zu einer Studie zählten und dass der Zeitraum zwischen primärer Operation und einer Nachuntersuchung mindestens 12 Monate betrug. Weiter war vorgegeben, dass Studien zumindest Daten zu einem der drei Bereiche *Klassifikation*, *funktionelles Outcome* und *Komplikationen* bereitstellten. Studien, die sich auf verschiedene therapeutische Verfahren bezogen, wurden nur dann in die Metaanalyse aufgenommen, wenn in zumindest einem genannten Bereich in der Auswertung eine klare Trennung der Verfahren vorgenommen war. Ausgenommen waren Studien, die – auch nach weitergehender Recherche – weder in deutscher noch in englischer Sprache verfügbar waren. Für den Fall, dass Ergebnisse eines Patientenkollektivs mehrmals veröffentlicht wurden, sind jeweils nur die am kürzesten zurückliegenden Studien berücksichtigt.

Demographie	Anzahl operierter Patienten Anzahl nachuntersuchter Patienten Durchschnittsalter der Patienten
Fraktur-Klassifikation	nach Neer nach Arbeitsgruppe für Osteosynthesefragen (AO)
Implantat	Platte, Nagel oder ein anderes Verfahren
Nachuntersuchung	Zeitraum von der Operation bis zur Nachuntersuchung
Outcome	Constant-Murley-Score (ggf. in Abhängigkeit zur Klassifikation) weitere Scores: UCLA, DASH, Neer, Sonstige Funktionsoutcome
Komplikationen	aufgeteilt in 8 Kategorien

Tabelle 1: In der Meta-Analyse analysierte Faktoren

4.1.1 Evidenzlevel

Die Studien wurden nach ihrer Beweisebene (Level of Evidence for Primary Research Question) nach der vom „Journal of Bone and Joint Surgery“ (139) vorgenommenen Einteilung des „Centre for evidence based medicine“ (114) klassifiziert.

Sie unterschieden zwischen therapeutischen Studien und Studien, die bestimmte Charakteristika der Patienten und ihre Auswirkungen auf das Behandlungsergebnis untersucht haben (vgl. Tabelle 2).

	Therapeutische Studien (T)	Prognostische Studien (P)
Level	Untersuchung der Behandlungsergebnisse	Untersuchung des Effekts bestimmter Charakteristika der Patienten auf das Outcome der Erkrankung
I	Hochqualitativ randomisierter Kontrollversuch (oder entsprechender Review)	Hochqualitative prospektive Studie (oder entsprechender Review)
II	Niedrigqualitativ randomisierter Kontrollversuch Prospektive vergleichende Studie (oder entsprechend Review bzw. Review bei inkonsistenter Level-I-Studie)	Retrospektive Studie Niedrigqualitative prospektive Studie (oder entsprechender Review)
III	Fall-Kontroll-Studie; Retrospektive vergleichende Studie (oder entsprechender Review)	Fall-Kontroll-Studie
IV	Fallserie	Fallserie
V	Expertenmeinung	Expertenmeinung

Tabelle 2: Evidenzlevel - übersetzt aus dem Journal of Bone and Joint Surgery, vereinfacht nach dem Oxford Centre for Evidence-based Medicine

Aus den Publikationen wurden die vorhandenen Daten bezüglich Alter der Patienten, Klassifikation nach Neer und der Arbeitsgruppe für Osteosynthesefragen (AO) extrahiert. Score-Ergebnisse und Ausmaße in der Beweglichkeit wurden zur Bestimmung des funktionellen Outcome festgehalten.

4.1.2 Scores

Für den qualitativen Vergleich der unterschiedlichen operativen Verfahren wurden die Ergebnisse der verwendeten Scores gegenübergestellt. Bei über zwei Drittel der Patienten ermittelte man den Constant-Murley-Score. Aus diesem Grund entfiel auf ihn stärkere Aufmerksamkeit.

4.1.3 Bewegungsumfang

Kriterien für die Beweglichkeit sind Flexion und Extension, Abduktion sowie Innen- und Außenrotation im frakturierten Schultergelenk. Eingeschlossen in diese Analyse sind Publikationen, die diese Winkelmaße dokumentieren. Platte und Nagel als konkurrierende Osteosyntheseverfahren wurden miteinander verglichen und später der Bonner Studie gegenübergestellt.

4.1.4 Komplikationen

Aussagen zu Komplikationen nach operativer Therapie wurden aufgrund der Datenlage und zwecks Übersichtlichkeit in 8 Kategorien zusammengefasst. In Achs- oder Rotationsfehlstellung heilende oder ausgeheilte Frakturen jeden Schweregrades sind in die Kategorie *anatomische Abweichung* in der Analyse aufgenommen. Re-Osteosynthesen erwiesen sich regelmäßig bei Frakturen mit *sekundärer Dislokation* als notwendig. Komplikationen, die auf Fehler im Material oder bei der Implantation zurückzuführen waren, analysierte man unter *implantatbezogene Komplikationen*. Postoperativ auftretende Veränderungen des Schultergelenkes wurden in der Kategorie *Pseud-/Omarthrose, Osteoarthritis* festgehalten. Unter *Infektionen* sind – mit Ausnahme der Arthritiden – alle Entzündungen im Fraktur- und Wundbereich erfasst. Aseptische partielle und totale Nekrosen des Humeruskopfes sind der Kategorie *Avaskuläre Nekrose (AVN)* zugeordnet. Erhöhte und verlängerte Schmerzhaftigkeit in Frakturnähe und traumatisch oder iatrogen bedingte Nervenläsionen infolge Druckschädi-

gung, zu starkem Hakenzug oder Nervendurchtrennung fallen in die Kategorie *neurologische Komplikationen* bzw. *persistierender Schmerz*. Weitere Kategorien wie *Steifigkeit* und *Impingement* sind entsprechend ihrer Terminologie notiert. Unter *Sonstige* fanden seltenere oder nur in Einzelfällen dokumentierte Komplikationen Berücksichtigung. Auf die jeweilige Schwere der Komplikation im Einzelfall konnte dabei keine Rücksicht genommen werden. Falls sich Komplikationen konsekutiv aus anderen ergaben und entsprechend dokumentiert waren, wurde jeweils die erste ursächliche Komplikation berücksichtigt.

Verglichen werden die in den Publikationen beschriebenen Komplikationen bei Osteosynthese mit einer Platte und mit einem Nagel. Bei uneinheitlicher Dokumentation mussten zunächst die Studien extrahiert werden, die die vorgegebenen Komplikationen berücksichtigten. So ergab sich für jede Komplikation ein unterschiedlich großes Patientenkollektiv.

Eingeschlossen in die Statistik wurden demzufolge in den einzelnen Studien ausgewiesene, aber nicht aufgetretene Komplikationen. Ausgeschlossen waren Publikationen, in denen diese Komplikationen nicht untersucht bzw. dokumentiert waren.

4.2 Ergebnisse der Metaanalyse

Im Januar 2009 waren in der medizinischen Online-Datenbank PubMed unter dem Suchbegriff „Proximal humeral fracture“ insgesamt 1298 Paper und unter „Proximal humeral fracture“ 3785 Artikel gelistet. In einer ersten Durchsicht wurde die Literatur, die sich ausschließlich mit Prothesen und konservativen Verfahren und darüber hinaus mit biomechanischen Studien und Einzelfallbeschreibungen (sog. case reports) befasste, verworfen. Es blieben zur osteosynthetischen Therapie von proximalen Humerusfrakturen 246 Artikel (119 Paper für „proximal humerus fracture“ und 197 unter „proximal humeral fracture“). Bei der weiteren Bearbeitung wurden nochmal 150 Studien aussortiert, so dass 96 vor Festlegung der Kriterien der Metaanalyse übrig blieben. Nach Überprüfung auf die o. g. Einschlusskriterien fanden schließlich 80 Verwendung (vgl. Tabelle 11 im Anhang).

Im Rahmen der analysierten 80 Studien wurden insgesamt 4949 Patienten nach einer proximalen Humerusfraktur osteosynthetisch versorgt. Davon konnten 3637 Patienten (73,5 Prozent) nach einem Jahr und mehr nachuntersucht werden. Eine mittlere Zeitspanne zwischen Operation und Nachuntersuchung ist bei 3441 Patienten (95 Prozent) bekannt und beträgt

im Gesamtmittel 21,2 Monate. Von den 3637 nachuntersuchten Patienten war das Alter im jeweiligen Studienschnitt in 3498 Fällen bekannt. Studien mit einer Alterseinschränkung mussten bei der Berechnung des Altersdurchschnitts ausgeschlossen werden (67; 75), so dass 3412 Patienten übrig blieben. Ihr Altersschnitt betrug zum Operationszeitpunkt 63,3 Jahre.

4.2.1 Evidenzlevel

Bei den 80 analysierten Publikationen handelte es sich in knapp zwei Drittel (65 %) um Fallserien (case series). Expertenmeinungen (Level V) waren nicht berücksichtigt, weil sie die Einschlusskriterien nicht erfüllten. Retrospektive vergleichende Studien (Level III – therapeutische Studie) waren neun vorhanden (14; 53; 55; 65; 67; 75; 84; 106). Qualitativ hochwertige prospektive Studien mit prognostischer Aussage wurden in 5 Prozent der Publikationen gefunden (11; 60; 99; 116).

Als randomisierter Kontrollversuch oder prospektiv vergleichende Studie liegen 5 (6,25 %) Studien vor (37; 49; 69; 77; 103). Ergänzt wurde Level II durch 10 prognostische Studien retrospektiver bzw. prospektiver Art von niedrigerer Qualität (1; 3; 7; 16; 33; 38–40; 85; 146) (vgl. Tabelle 3).

<i>Level</i>	gesamt	(T)	(P)
1	4	0	4
2	15	5	10
3	9	9	0
4	52		
5	0		
	80		

Tabelle 3: Evidenzlevel nach dem Oxford Centre for Evidence-based Medicine; (T) = Therapeutische Studien, (P) = Prognostische Studien (vgl. dazu Tab. 2)

4.2.2 Implantate

Die 80 vorliegenden Publikationen sind abhängig vom verwendeten Osteosyntheseverfahren in 3 Gruppen eingeteilt. Die meisten nachuntersuchten Patienten waren mit einer Platte versorgt worden (2317 beschrieben in 41 Publikationen); bei insgesamt 3090 Patienten entspricht das einem relativen Wert von 75,0 %. Von den 945 Patienten, die einen Nagel im-

plantiert bekommen haben, konnten nur 62,0 % nachuntersucht werden. Bei den übrigen Verfahren lag das Verhältnis zwischen nachuntersuchten Patienten zum Patientenkollektiv bei 80,3 % (vgl. Tabelle 4).

	Publikationen	nachuntersuchte Patienten	operierte Patienten	relative Zahl (in %)
Platten	41	2317	3090	75,0
Nägel	15	586	945	62,0
Sonstige	24	734	914	80,3
SUMME	80	3637	4949	73,5

Tabelle 4: Übersicht zu den Publikationen und Patientenzahlen

Innerhalb der 3 Gruppen wurden verschiedene Ausführungen von Implantaten verwendet. Als Platten setzte man Verriegelungsplatten wie die Locking Proximal Humeral Plate (LPHP)(1; 37; 55; 69; 87; 110; 115; 145), die Locking Compression Plate (LCP)(50; 95; 120) oder die Proximal Humeral Interlocking-Platte (PHILOS)(1; 12; 33; 53; 60; 67; 68; 77; 80; 103; 127), die Stützplatte (buttress plate)(58; 123), die Einhakplatten (hook plate)(151), die T-Platten (3; 7; 27; 38; 57; 84; 132), die Schaufelplatten (blade plate)(59; 99), das Surfix Fixations-Konzept (surfix plate)(11) und die Drittel-Rohr-Platte (147) sowie winkelstabile Platten (40; 56) ein.

Modelle verwendeter Nägel waren der Prevot-Nagel (146), der J-Nail (137), der Targon-Proximal-Humeral (49; 102), der Pin-lock-Nagel (101) und der Locked Nail (89), der Sirius-(44), der Polarus-(65; 131) und der Telegraph-Nagel (26) sowie der T2-Proximale-Humerus-Nagel (116) und der ACE-nail (144).

Zu den übrigen Verfahren gehören neben minimalosteosynthetischen Verfahren (75) Drähte wie die Kirschner-Drähte (106; 118), der Helix-wire (36; 48; 81), das Tension-band-wiring (54) und die Titanwendeln (104), Stifte wie die Rush-Pins (98), die Gewindestifte (39) sowie die perkutan eingesetzte Pins (16; 129), Blöcke wie der Bone-Block (121), der Humerusblock (14) und der Bilboquet device (31; 97), einer Kombination aus Nagel und Prothese. Darüber hinaus fallen das Dacron-tape (6) und bestimmte Nahttechniken (10) in diese Gruppe.

4.2.3 Klassifikationen

Von allen Patienten wurden insgesamt 2878 Patienten (58 Prozent) in die Klassifikation nach Neer eingeteilt. Eine 2-Fragment-Fraktur lag bei 32 Prozent (922 absolut), eine 3-Fragment-Fraktur bei 45 Prozent (1296) und eine 4-Fragment-Fraktur bei 22,9 Prozent der Patienten (660) vor.

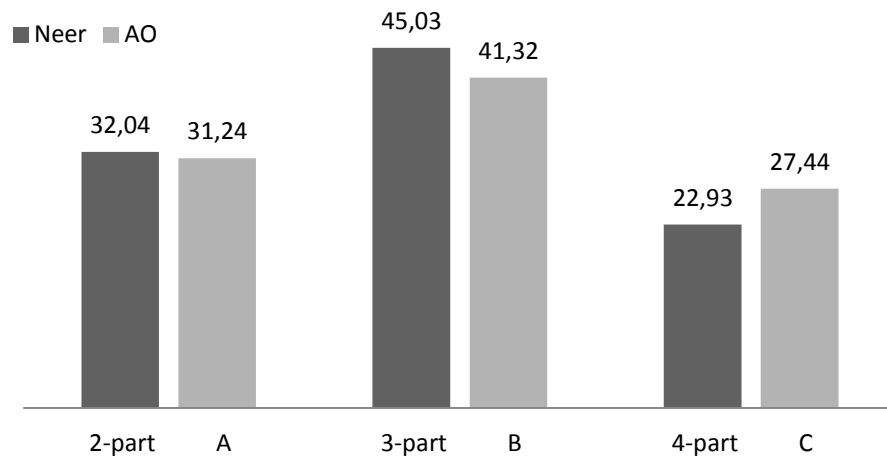


Diagramm 1: Verteilung nach Neer- und nach AO-Klassifikation aller klassifizierten (2878 für Neer und 893 für AO) Patienten (in Prozent).

In der Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) war bei 893 klassifizierten Frakturen (18 Prozent) die Verteilung folgendermaßen: Der Klasse AO 11 A wurden 31,2 Prozent der Frakturen (279 absolut) zugeordnet, 369 Frakturen (41,3 Prozent) der Klasse B und 27,4 Prozent (245 Frakturen) gehörten zu AO 11 C.

4.2.4 Outcome

Von den insgesamt 80 Studien untersuchten 41 das Outcome nach osteosynthetischer Versorgung mit einer Platte. Nägel als Osteosyntheseverfahren von proximalen Humerusfrakturen wurden in 15 Studien analysiert. Die übrigen 24 Studien befassten sich weder mit Platten noch mit Nägeln als Osteosyntheseverfahren.

4.2.5 Scores

Von den 3637 nachuntersuchten Patienten wurde der Constant-Murley-Score bei 2558 Patienten angewendet. Das entspricht einer relativen Häufigkeit von 70,3 Prozent. Bezogen auf

das Implantat lagen die Mittelwerte für den auf der frakturierten Seite gemessenen absoluten Constant-Score eng zusammen. Hiervon wurden 1583 Patienten mit einer Platte versorgt (3; 7; 11; 37; 38; 41; 50; 53; 55; 56; 59; 60; 67–69; 77; 80; 85; 99; 103; 115; 138; 145; 147). Sie erreichten im Mittel 73,27 Punkte. Die 486 mit einem Nagel behandelten Patienten (26; 43; 49; 90; 93; 102; 116; 131; 137; 144; 146) kamen auf 72,14 von Hundert. Für die Patienten mit sonstigen Osteosyntheseverfahren (10; 14; 16; 36; 39; 46; 48; 64; 66; 75; 81; 118; 121; 129) ergab sich ein Durchschnittswert von 72,59 von Hundert.

Aus 14 Publikationen (6; 26; 38; 50; 53–55; 58; 64; 68; 77; 112; 129; 145) konnte bei 721 Patienten in Bezug auf die Neer-Klassifikation differenziert werden. 196 Patienten (27,2 %) erlitten eine 2-Fragment-Fraktur und erreichten einen durchschnittlichen Constant-Score von 80,0. Eine 3-Fragment-Fraktur trat in 42,6 % (307 Patienten) auf; der mittlere Constant-Score lag bei 73,0. Mit 64,3 im Durchschnitt noch niedriger war dieser bei 218 Patienten (30,2 %) nach einer 4-Fragment-Fraktur. Aufgeteilt auf die Implantate ergab sich mit 82,5 einerseits ein maximaler Wert für die Patienten mit 2-Fragment-Fraktur, die operativ weder mit einem Nagel noch mit einer Platte behandelt worden waren. Andererseits erreichten diese Verfahren bei 4-Fragment-Fraktur mit 56,7 im Mittel die schlechtesten Constant-Werte (vgl. Diagramm 2).

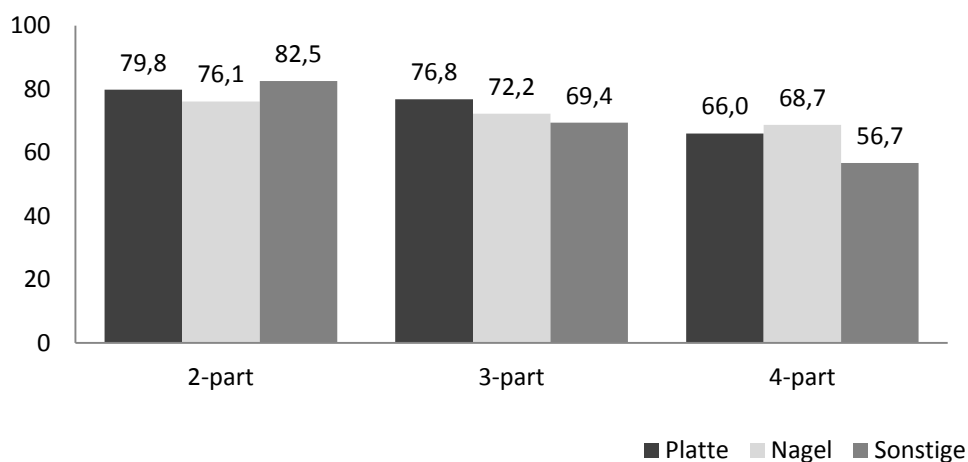


Diagramm 2: Constant-Score-Ergebnis in Abhängigkeit vom Implantat und von der Fragmentzahl (Neer-Klassifikation); insgesamt 721 Patienten verteilt auf 2-Fragment-Frakturen (196 Patienten), 3-Fragment-Frakturen (307 Patienten), 4-Fragment-Frakturen (218 Patienten).

Die Constant-Werte aller Patienten dieser 14 genannten Publikationen (bezogen auf die verschiedenen Verfahren) haben eine größere Spannweite als die Constant-Ergebnisse aller Patienten der Meta-Analyse. Patienten nach Platten-Implantation erreichten hierbei den

Wert 74,2; der Constant-Score der Patienten nach Osteosynthese mittels Nagel liegt mit 72,3 etwas niedriger. Übrige Verfahren erreichten nach Constant mit 69,5 das schlechteste Outcome.

Eine weitere Differenzierung der AO-Klassifikation wurde nur in 2 Studien durchgeführt (37; 67). Die 204 Patienten nach Osteosynthese mit einer Platte erreichten in Abhängigkeit von der Klassifizierung 78,4 im Constant-Score für die Einteilung mit AO 11 A, 77,2 für B und 71,9 für C (vgl. Tabelle 5).

AO-Klassifikation	A	B	C	gesamt
Patientenzahl	45	96	63	204
Constant-Score	78,44	77,16	71,86	76,55

Tabelle 5: Constant-Score und AO-Klassifikation; 204 Patienten aus 2 Studien

Der UCLA-Rating-Scale war Bewertungsgrundlage in 5 Studien. Patienten nach Osteosynthese mittels Nagel waren nicht darunter. In 3 Studien wurde der UCLA-Score bei Patienten mit implantierter Platte verwendet (3; 85; 87) und in 2 Veröffentlichungen bei Patienten nach Implantation eines Helix-Drahtes (48; 81). Die insgesamt 126 Patienten nach Platten-Osteosynthese erreichten einen UCLA-Score von 29,3 im Durchschnitt, die 123 Patienten nach Osteosynthese mittels Helix-Draht 30,6. Von diesen 123 Patienten wurden 36 aufgrund einer 2-Fragment-Fraktur nach Neer operiert. Sie erreichten einen UCLA-Score von 33,9; die 60 Patienten nach 3-Fragment-Fraktur 29,7 und die 27 Patienten nach 4-Fragment-Fraktur im Mittel 28,2.

Beim DASH-Score konnten die verschiedenen Arten von Osteosynthese-Verfahren nicht miteinander verglichen werden, da die 9 Veröffentlichungen, die die Einschlusskriterien erfüllten, alle eine Platte als Implantat untersuchten (4; 38; 85; 99; 110; 115; 127). Betroffen waren 536 Patienten, die einen durchschnittlichen Wert von 25,1 erreichten. Dabei geht die UCLA-Skala von dem besten Ergebnis 0 aus und erreicht mit 100 das schlechteste Ergebnis.

In 7 Studien wurde das Outcome mit Hilfe des Neer-Scores gemessen. Qidwai und Mitarbeiter veröffentlichen für 41 Patienten ein exzellentes bis zufriedenstellendes Ergebnis in 93 % nach Osteosynthese mit Kirschner-Drähten (117). Für die 189 Patienten aus den übrigen 6

Studien konnte ein Mittelwert von 80,7 errechnet werden (56; 65; 72; 90; 112; 146). Eine Nagelimplantation erfolgte bei 127 Patienten. Sie erreichten einen etwas höheren Durchschnittswert von 81,6 gegenüber den 46 Patienten nach Implantation einer winkelstabilen Platte (49) und einen niedrigeren Wert als die 16 Patienten, die mit Pins und Drähten versorgt wurden (40).

In 2 Studien wurde der Oxford-Score eingesetzt. Dabei schnitten die Patienten mit einer Philos-Platte (127) mit 30,5 Punkten schlechter ab als die 28 Patienten, die nach Osteosynthese mit einem proximalen Humerusnagel (116) 22 Punkte auf der Skala von 12 bis 60 erreichten.

In jeweils weiteren 3 Publikationen (66; 97; 112) fanden der ASES-Score bzw. der VAS-Score zur Ermittlung des Schmerzempfindens Verwendung (80; 112; 146). In je 1 Studie wurde der HSS-Score (75) und der Simple-Shoulder-Test (56), der ISS (1)- und der JOA-Score (101) bestimmt und der subjektive Eindruck über den SMFA-Index festgehalten.

4.2.6 Bewegungsumfang

Von den 41 Publikationen, die die osteosynthetische Versorgung mittels einer Platte untersucht haben, wurden in 5 (12,1 %) der Bewegungsumfang gemessen (33; 60; 99; 120; 123). Bei 3 Studien (aus 15) zur Osteosynthese mit Nägeln lag das Verhältnis mit 20 % etwas höher (112; 116; 137).

Messungen zur Retroversion findet man nur in 3 veröffentlichten Studien. Darunter war jeweils eine Studie zu J-Nails (137), eine zu Stifte und Drähte (72) und eine zu Tension-bandwiring (54). Ein Vergleich zwischen Platte und Nagel war folglich nicht möglich. Zur Adduktion lagen keine Daten vor.

Nach Ellmann und Mitarbeiter befindet sich der Normalwert bei der Innenrotation bei 95°, wenn die Hand der Interskapularregion anliegt. Wenn die Hand bis zu BWK 12 geführt werden kann, entspricht dies 70° und wenn sie LWK 3 erreicht, sind es 60°. Um auf einen Winkel von 30° zu kommen, muss die Hand zum Ileosakralgelenk geführt werden können. Kleiner als 30° (mit 15° in die Statistik aufgenommen) erreicht die „Hand an der Hüfte“ (35). Für die Außenrotation gilt dementsprechend für die Bewegung „Hand hinter Kopf mit Ellenbogen nach vorne“ ein Winkel von 10°; bei „Ellenbogen nach hinten“ werden 20° erreicht. Ist ein

Auflegen der Hand auf den Kopf mit Ellenbogenbewegung nach vorne möglich, entspricht dies dem Winkel von 30°. Ein Winkel von 40° liegt mit einer Ellenbogenbewegung nach hinten vor (vgl. Tab. 6).

	Verfahren	Anteversion	(Abduktion)/ Elevation	Innenrotation	Außenrotation
	NORMALWERTE d. Winkel	150-170°	(90)/180°	95°	40-60°
Platte	Anzahl der Studien	4	4	2	4
	Anzahl untersuchter Patienten	215	180	155	180
	Bewegung absolut (Mittelwert)	128,69°	123,71°	71,59°	46,69°
	Bewegung relativ	75,70	68,73	75,36	77,82
Nagel	Anzahl der Studien	3	2	2	3
	Anzahl untersuchter Patienten	95	69	67	95
	Bewegung absolut (Mittelwert)	137,39°	127,94°	76,70°	52,29°
	Bewegung relativ	80,82	71,08	80,73	87,15

Tabelle 6: Bewegungsausmaße nach Osteosynthese mit Platte und Nagel – Mittelwerte aller nachuntersuchten Patienten (Winkel in Grad). Zur Berechnung der relativen Bewegung wurden jeweils die Maximalwerte (bei Anteversion 170° und bei Außenrotation 60°) als Normalwert 1 festgelegt.

Die relativen Bewegungsmaße erreichten nach Osteosynthese mit einem Nagel jeweils bessere Werte als nach Plattenosteosynthese. Als Gesamtmittelwert für die 4 Bewegungsausmaße ergeben sich 81,1 für den Nagel und 74,4 für die Platte – jeweils bezogen auf die Normalwerte (100 %) der einzelnen Bewegungsrichtungen.

Für die Innenrotation wurde in sieben Publikationen statt einem Winkelgrad ein Wirbelkörper als Fixpunkte bzw. Winkelbereiche angegeben (31; 112; 120; 123; 129; 151). Davon behandelten 3 Studien mit insgesamt 42 Patienten die Plattenosteosynthese. Rose und Mitarbeiter fanden für ihre 16 nachuntersuchten Patienten eine durchschnittliche Innenrotation bis zum Wirbelkörper T 11 (120). Savoie und Mitarbeiter ermittelten bei ihren 9 Patienten eine gering bessere Beweglichkeit bis zu T 10 (123). Yamano und Mitarbeiter beschränkten sich auf eine Angabe der 17 mit Platte versorgten Patienten auf 3 Winkelbereiche. 12 Patien-

ten konnten den betroffenen Arm um mehr als 120° innenrotieren. 5 Patienten erreichten 80-120° und 1 Patient weniger als 80° Innenrotation (151). In der Studie von Park und Mitarbeiter sind 26 Patienten nach Nagelimplantation untersucht, die eine mittlere Innenrotation bis T 12 erreichen und damit im Vergleich zu den Patienten nach Plattenosteosynthese etwas schlechter abschneiden (112).

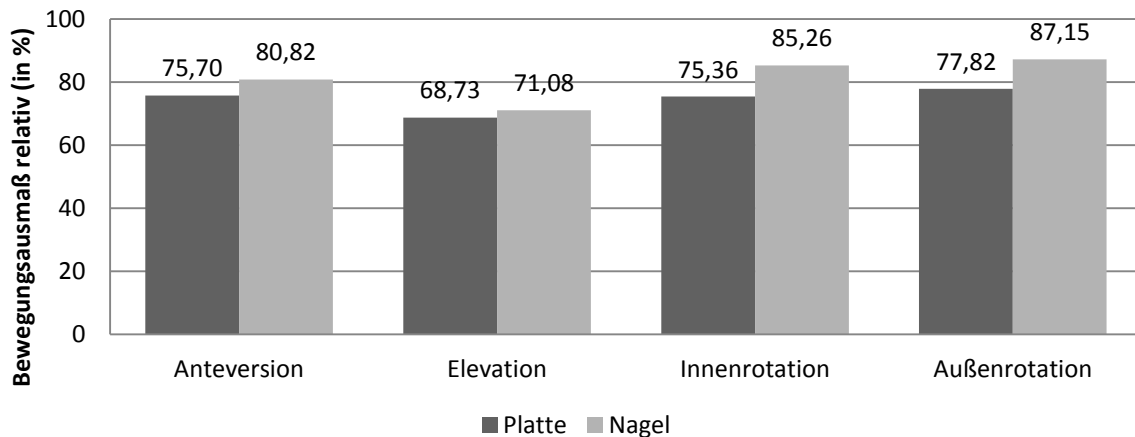


Diagramm 3: Vergleich der relativen Bewegungsausmaße nach Osteosynthese mit Platte bzw. Nagel

Weitere Verfahren erreichten bei 31 Patienten der Studie von Soete und Mitarbeiter eine Spanne bezüglich der Innenrotation von T 12 bis L 3 (129). Ko und Mitarbeiter bzw. Doursounian und Mitarbeiter veröffentlichten für 16 Patienten eine mittlere Innenrotation bis T 11 bzw. für 26 Patienten bis zu L 1 (31; 72).

4.2.7 Komplikationen

Nicht in allen Studien wurden die Komplikationen dokumentiert. Bei der Nagelosteosynthese beschäftigten sich 13 der 15 Publikationen und bei der Plattenosteosynthese 35 der 41 Publikationen mit dieser Thematik. Das entspricht in absoluten Patientenzahlen 2003 von 2380 (84,2 %) nach Plattenosteosynthese und 539 von 586 (92,0 %) nach Nagelosteosynthese. Zur Gegenüberstellung der Komplikationen nach Osteosynthese mit Platte bzw. mit einem Nagel konnten für die 8 o. g. Kategorien im Durchschnitt 15 (minimal 3 bis maximal 30) Studien für die Analyse der Osteosynthese mit einer Platte und 6 (2-10) Studien für die mit einem Nagel betrachtet werden. In der Kategorie *Impingement* nach Nagel-Implantation standen mit 51

Patienten die kleinste (89; 144) und in der Kategorie *Avaskuläre Nekrose* nach Platten-Implantation mit 1730 Patienten die größte nachuntersuchte Gruppe zur Verfügung (3; 7; 11; 12; 18; 27; 37; 38; 40; 50; 53; 55; 58–60; 67; 77; 95; 96; 103; 110; 115; 120; 123; 132; 138; 145).

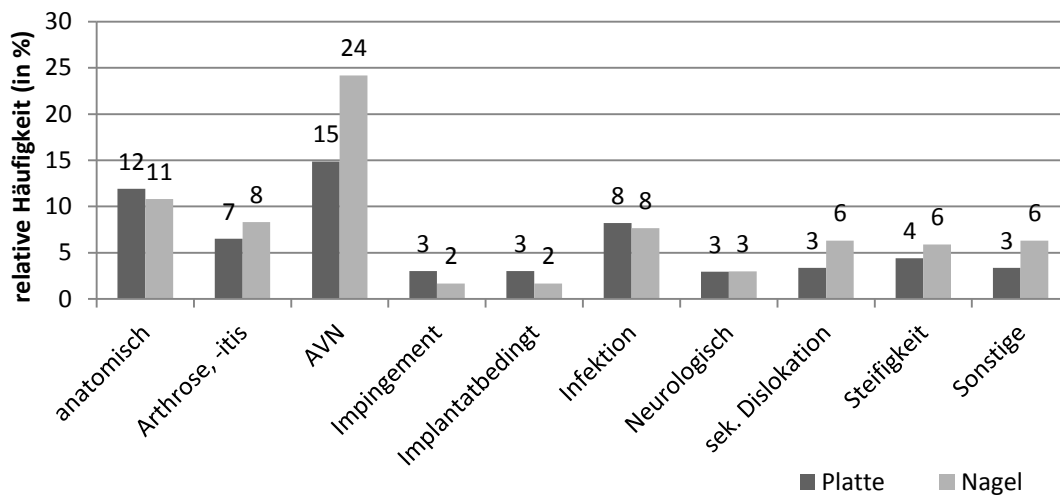


Diagramm 4: Relative Häufigkeiten (in %) von Komplikationen nach Osteosynthese mittels Platte bzw. Nagel

Da für die einzelnen Kategorien ausschließlich die Publikationen herangezogen wurden, in denen entsprechende Komplikationen auch explizit erwähnt waren – eine Nicht-Dokumentation automatisch zum Ausschluss in dieser Kategorie führte – muss davon ausgegangen werden, dass die errechneten Mittelwerte eher zu hoch waren. Die relative Auftretenswahrscheinlichkeit von Komplikationen erstreckte sich nach Osteosynthese mittels Platte von 2,76 Prozent für *arthritische und arthrotische Veränderungen* der Schulter bis zu 14,87 Prozent für *Implantatbezogene* Komplikationen. Seltene unter *Sonstige* kategorisierte Komplikationen traten in 14,65 Prozent der Fälle auf. Die Spannweite war bei postoperativen Komplikationen nach Nagel-Osteosynthese größer: In nur 1,68 Prozent der Fälle kam es im Verlauf zu einer *Infektion*. Dagegen trat bei fast jedem vierten Patienten (24,18 Prozent) eine *Implantatbezogene Komplikation* auf (siehe auch Diagramm 4).

5 Ergebnisse

5.1 Patienten

Zwischen Januar 2002 und Juni 2006 wurden in der unfallchirurgischen Abteilung des Universitätsklinikums Bonn insgesamt 39 Patienten mit dem Proximalen Humerusnagel therapiert. 31 erfüllten für die vorliegende Studie die Einschlusskriterien, 25 davon (80 Prozent) standen zur Datenerhebung zur Verfügung.

Die Compliance bezüglich der postoperativ empfohlenen Verlaufskontrollen war insgesamt gering. Die Termine wurden überwiegend dann in Anspruch genommen, wenn Beschwerden im Verlauf nicht zufriedenstellend gelindert oder neue Beschwerden hinzugekommen waren. Vor allem für die beschwerdefreien Patienten war die Nachuntersuchung im Rahmen dieser Studie oft die erste Verlaufskontrolle.

5.1.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

Von den 25 Patienten waren 15 weiblichen und 10 männlichen Geschlechts. Das Geschlechtsverhältnis betrug somit 3:2 (w:m). Insgesamt lag der Altersdurchschnitt zum Operationszeitpunkt bei $57,1 \pm 19,0$ Jahren. Bei den Frauen lag das mittlere Alter bei 59,7 und bei den Männern bei 53,2 Jahren. Der jüngste Patient war $15 \frac{1}{2}$ Jahre alt, der älteste $79 \frac{3}{4}$. Jünger als 60 Jahre waren zum Operationszeitpunkt 12 Patienten, älter als 60 Jahre 13 Patienten.

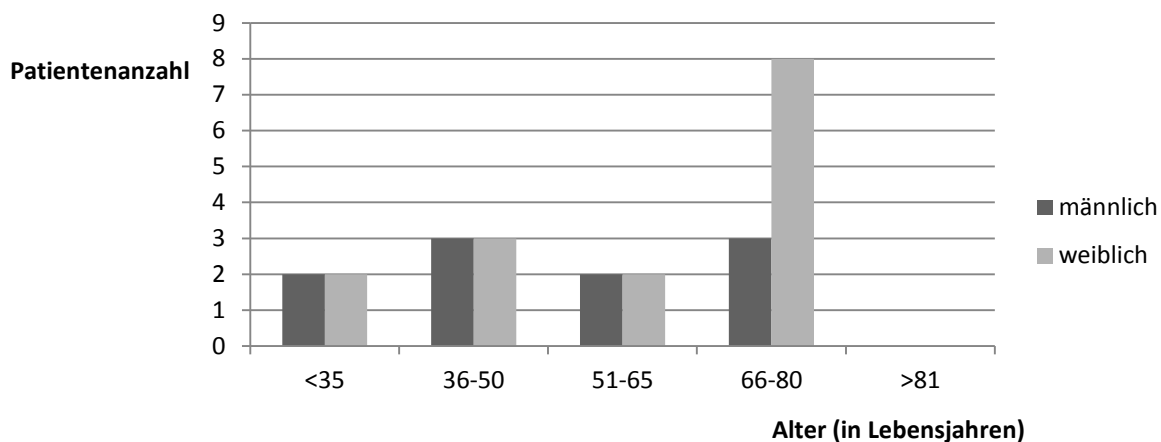


Diagramm 5: Geschlechtsverteilung in Altersklassen

5.1.2 Vorerkrankungen

Der Gesundheitszustand der Patienten – abgesehen von der proximalen Humerusfraktur – wurde über Fragebogen (vgl. 8.1 im Anhang) und bei der Nachuntersuchung ermittelt. Unterstützend standen die individuellen Medikationslisten zur Verfügung. Eine Einteilung erfolgte nach der Quantität der von Krankheit betroffenen Organsysteme (vgl. Diagramm 6).

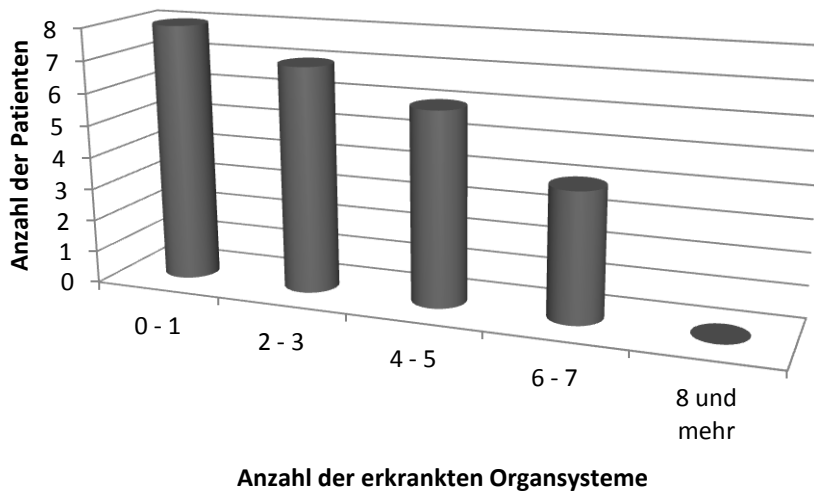


Diagramm 6: Anzahl der Vorerkrankungen der Patienten

Desweiteren wurden die Patienten der Klassifikation der „American Society of Anesthesiologists“ zugeordnet (109). ASA-6-Patienten sind definitionsgemäß mit den Einschlusskriterien dieser Studie nicht vereinbar, ASA-5-Patienten waren nicht im Patientenkollektiv (vgl. Diagramm 7).

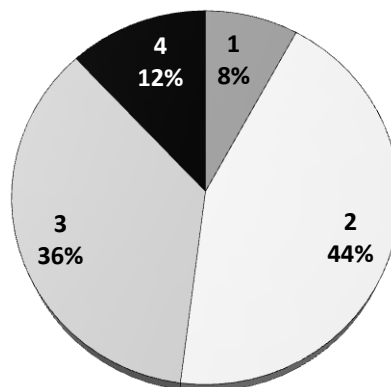


Diagramm 7: Verteilung der Patienten in der ASA-Klassifikation: ASA P1 - normale gesunde Patienten; P2 – Patienten mit einer milden systemischen Erkrankung, P3 – Patienten mit einer schweren systemischen Erkrankung, P4 – Patienten mit einer schweren systemischen Erkrankung mit ständiger Bedrohung des Lebens.

5.1.3 Unfallmechanismus

Bei der Analyse der Unfallursachen überwogen die Stürze aus niedriger Höhe gegenüber Stürzen aus größerer Höhe bzw. Hochenergietraumata im Verhältnis 14:11 (vgl. Diagramm 8). Das mittlere Alter der Patienten mit Hochenergietrauma betrug 49,5 Jahre, bei den Patienten mit Niedrigenergietrauma betrug es im Vergleich 63,1 Jahre.

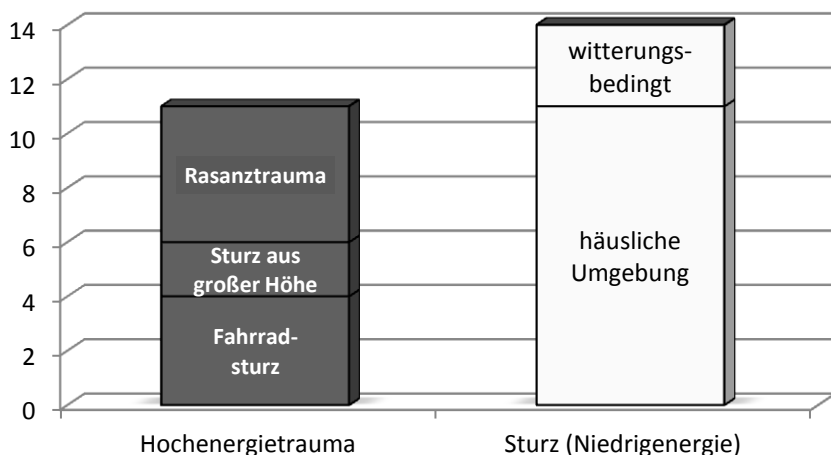


Diagramm 8: Verteilung der Unfallursachen

5.1.4 Subjektive Zufriedenheit

Die subjektive Zufriedenheit in den Bewertungsstufen 1 bis 4 erreichte im Mittel aller 25 Patienten einen Wert von 2,04. 19 Patienten (80 Prozent) stufen ihr Operationsergebnis mit gut bis sehr gut ein, 6 Patienten (20 Prozent) gaben ein befriedigendes bis schlechtes subjektives Ergebnis an (vgl. Diagramm 9).

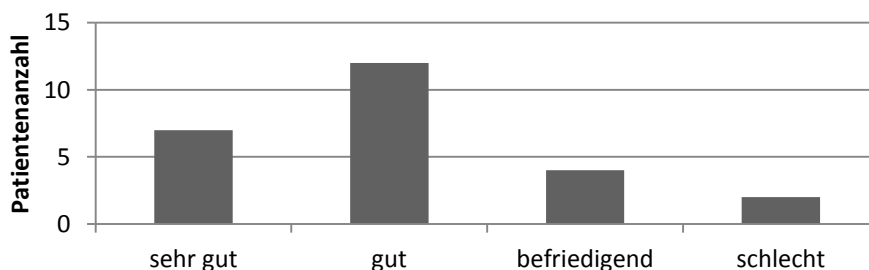


Diagramm 9: Subjektives Operationsergebnis (Bewertungsstufen: 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = befriedigend und 4 = schlecht)

5.1.5 Sportliche Aktivität der Patienten

Im Rahmen des Fragebogens (vgl. 8.1) wurden die Patienten u. a. nach ihrer sportlichen Aktivität befragt und im Hinblick auf die Intensität eingruppiert in vier Klassen: kein Sport, wenig Sport (weniger als 3 mal pro Woche für mindestens je 30 Minuten Belastung), intensiv (3 mal und öfter für mindestens je 30 Minuten Belastung) und Leistungssport. 10 Patienten gaben an, keinen Sport zu treiben, 15 Patienten trieben wenig bis intensiv Sport, Leistungssportler waren nicht darunter.

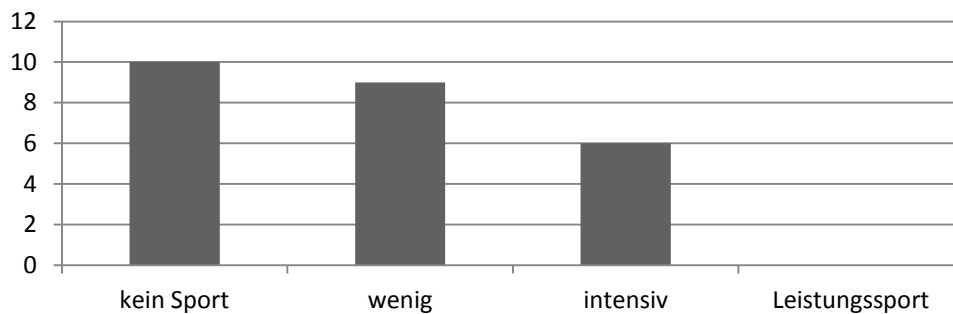


Diagramm 10: Sportliche Aktivität (Einteilung s. Text)

5.2 Frakturen

Bei der Seitenverteilung (linker/rechter Arm) gab es mit 12 Frakturen auf der rechten und 13 Frakturen auf der linken Seite kein signifikantes Überwiegen einer Seite.

5.2.1 Quantifizierung

Die Frakturklassifikation erfolgte sowohl nach Neer als auch nach der Arbeitsgruppe für Osteosynthesefragen (AO). Soweit zum Operationszeitpunkt eine Klassifikation der Frakturen vorgenommen und in der Akte dokumentiert war, wurde die Einteilung für vorliegende Studie überprüft. Es zeigte sich eine Übereinstimmung in der Klassifikation bei allen Frakturen.

In der AO-Klassifikation lag eine Häufung bei den 11 A3- und bei den 11 B1-Frakturen vor (jeweils bei 8 Patienten). Es wurden insgesamt 12 A-Frakturen und 13 B-Frakturen mit dem Proximalen Humerusnagel versorgt. Frakturen vom Typ 11 A1 mit einem tuberkulären Fragment und intrakapsuläre C-Frakturen kamen im Untersuchungszeitraum nicht vor.

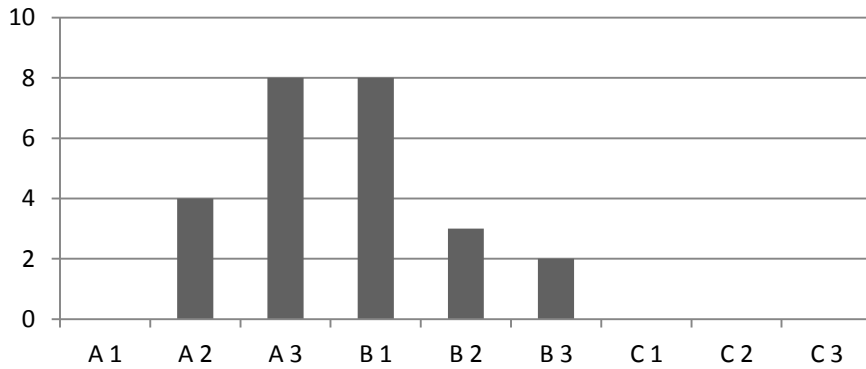


Diagramm 11: Verteilung der Bonner Patienten in der AO-Klassifikation

Bei 13 Patienten lag nach Neer eine 3.2-Fraktur, bei 12 Patienten eine 4.3-Fraktur vor. Frakturen mit 4 Fragmenten gab es nicht. Bei minimal dislozierten Frakturen vom Typ Neer 1 wurde das konservative Behandlungskonzept gewählt. Bei den übrigen Frakturtypen kamen grundsätzlich andere operative Verfahren zum Einsatz.

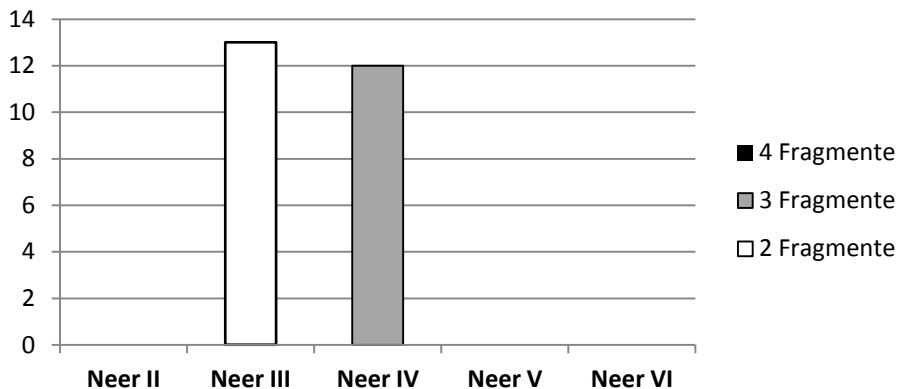


Diagramm 12: Verteilung der Bonner Patienten in der Klassifikation nach Neer

5.2.2 Begleitverletzungen

Von den 25 Patienten erlitten insgesamt 10 Patienten weitere Verletzungen (40 Prozent), 6 von ihnen sogar weitere Frakturen. Bei jeweils 2 Patienten wurden eine, zwei bzw. drei weitere Frakturen diagnostiziert. Unter den Patienten befanden sich 2 polytraumatisierte. Einer von ihnen wurde mit einer intraabdominellen Blutung bei Leberrupturen, einer Rippenreienfraktur, einem Armplexusschaden und einer Femurschaftfraktur eingewiesen, der Zweite mit einem stumpfen Bauchtrauma und Frakturen von Wirbelkörpern der BWS und LWS.

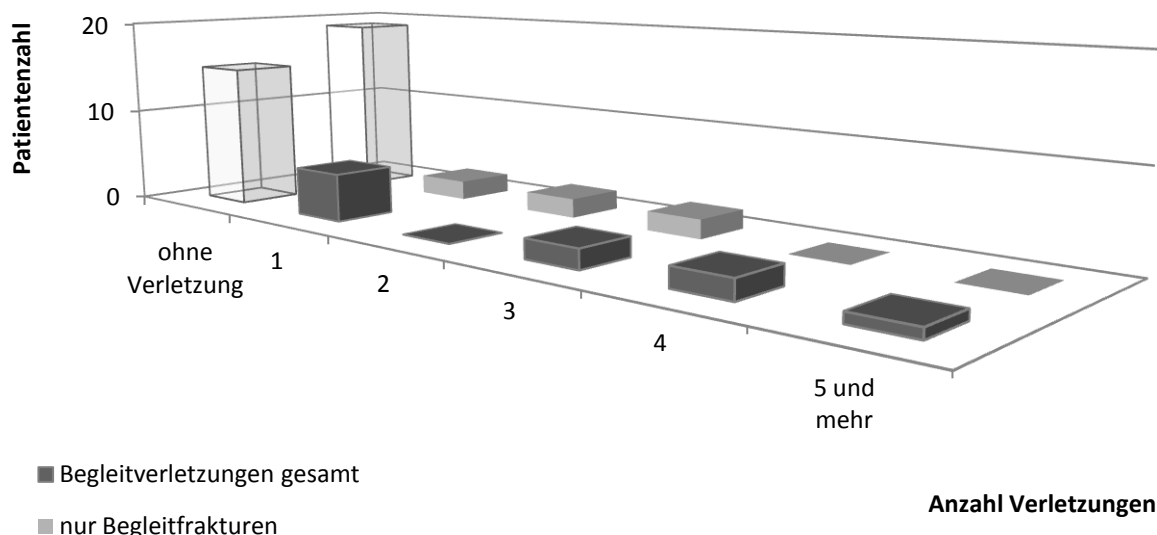


Diagramm 13: Begleitverletzungen und Anteil an Begleitfrakturen bei den Bonner Patienten

5.3 Operation

5.3.1 Zeiten

Die durchschnittliche Operationsdauer betrug 76,1 Minuten (\pm 40,4 Minuten). 15 der 25 (60 Prozent) PHN-Osteosynthesen wurden zwischen 07:00 Uhr morgens und 17:00 Uhr am Nachmittag begonnen, 10 Operationen fanden außerhalb dieses Zeitraums statt.

5.3.2 Komplikationen und Nachsorge

Als häufigste Komplikation wurde bei insgesamt 9 Patienten im Verlauf eine Implantatdislokation diagnostiziert. Innerhalb einer Woche nach der PHN-Implantation trat sie bei 2 Patienten auf und führte bei ihnen zu einer Revisionsoperation. Bei den übrigen 7 Patienten war zum Zeitpunkt der Dislokation der Frakturspalt bereits knöchern durchbaut, eine Metallentfernung war daher angezeigt. Der mittlere Zeitabstand zur Explantation betrug 279 Tage, der kürzeste 84 Tage. Darüber hinaus wurde bei 2 jüngeren Patienten (16 und 33 Jahre) der proximale Humerusnagel auf Wunsch entfernt. Eine medizinische Indikation lag in diesen Fällen nicht vor.

Neurologisch traten postoperativ in je einem Fall eine schlaffe Parese des Armes, eine Fallhand aufgrund einer Nervus-radialis-Läsion, eine persistierende Sensibilitätsstörung im

Bereich der Hand und eine subtotale Axillarisparesie auf. Mit intensiver krankengymnastischer Behandlung konnte entscheidend geholfen werden. In vier Fällen traten frakturunabhängige Komplikationen wie beispielsweise eine Pneumonie auf.

5.4 Ergebnisse der Datenerhebung

In der Auswertung wird zwischen den von den Patienten selbstständig ausgefüllten Fragebögen und den von dem Untersucher beantworteten Scores differenziert. Dementsprechend folgt die Darstellung in die Ergebnisse.

5.4.1 Ergebnisse der patientenorientierten Fragebögen

Zu den patientenorientierten Scores gehören neben dem Oxford-Shoulder-Score noch der Simple-Shoulder-Test, der DASH-Score, der Fragebogen XSMFA-D und der SF-36.

5.4.1.1 Ergebnisse Oxford-Shoulder-Score

Beim Oxford-Shoulder-Score kamen die Patienten im Mittel auf einen Wert von $22,9 \pm 10,9$ Punkten. Der mit 12 Punkten bestmögliche Wert wurde von 2 Patienten erreicht. Das schlechteste Ergebnis lag mit 53 Punkten nur gering über dem Tiefstwert von 60.

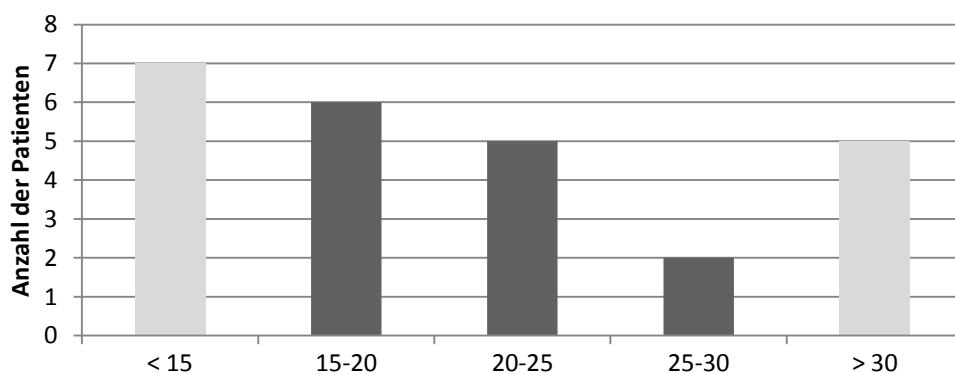


Diagramm 14: Verteilung der Bonner Patienten beim Oxford-Shoulder-Score (12 - 60 Punkte; 12 = bestes Ergebnis)

5.4.1.2. Ergebnisse Simple-Shoulder-Test

Zur Analyse des Simple-Shoulder-Tests wird die Anzahl der mit „Ja“ beantworteten Fragen addiert. Der Mittelwert aller 25 Patienten lag in der Skala von 0 bis 12 Punkten bei $6,88 \pm 2,85$.

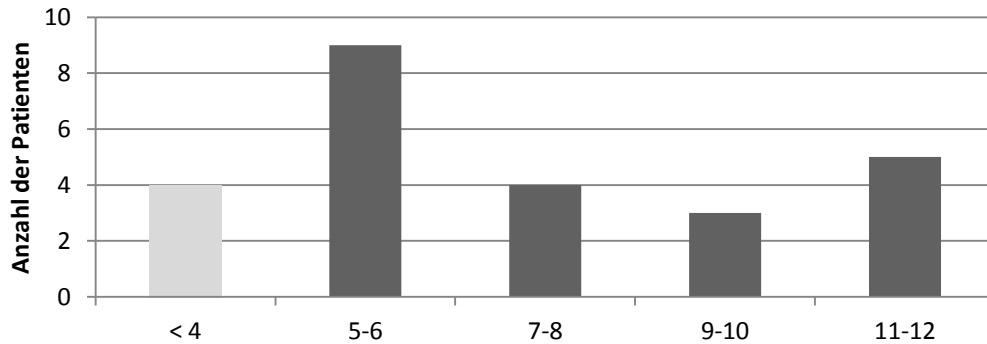


Diagramm 15: Verteilung der Bonner Patienten beim Simple-Shoulder-Test (0 – 12 Punkte; 12 = bestes Ergebnis)

5.4.1.3. Ergebnisse DASH-Score

Um eine Auswertung vornehmen zu können, müssen von den 30 Fragen der Bereiche Funktion und Symptomatik mindestens 27 beantwortet werden. Eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit anderen Scores gewährleistet die Auswertung nach der Berechnungsformel

$$[(\text{Summe } n\text{-Antworten}/n) - 1] \times 25 = \text{DASH-Funktions-/Symptomatik-Score.}$$

Die Werte reichen dabei von 0 (optimale Funktion) bis 100 (maximale Einschränkung) (130).

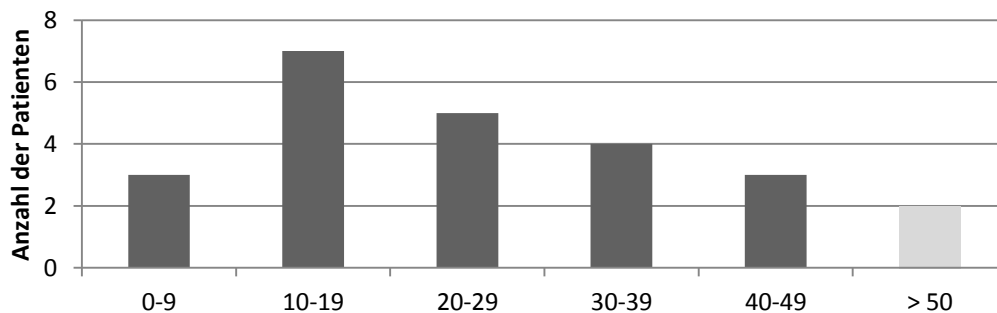


Diagramm 16: Verteilung der Bonner Patienten auf den DASH-Gesamtscore (Funktions- & Symptomatik-Score; 0 - 100 Punkte, 0 = bestes Ergebnis)

Das Ergebnis der 25 Patienten am Universitätsklinikum Bonn operierten Patienten erreichte im Mittel einen Wert von $27,39 \pm 16,7$ Punkten. Das nach DASH beste Ergebnis erreichte eine Punktzahl von 1,7, das schlechteste 63,8 Punkte.

Der optionale Abschnitt „spezielle Aktivität“ des DASH-Scores wurde von 15 (von 25) Patienten bearbeitet. 10 Patienten gaben an, weder ein Musikinstrument zu spielen noch Sport zu treiben. Die Mittelwertberechnung ergab eine Punktzahl von $31,25 \pm 38,2$. Das mit 0 Punkten beste Ergebnis wurde viermal erreicht, auf 100 Punkte kamen drei Patienten.

5.4.1.4. Ergebnisse XSMFA-D

Die Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten 12 Fragen zu den Bereichen tägliche Aktivität, Arm- und Handfunktion und Mobilität ergeben den Funktionsindex F-XSMFA. Hierfür werden den Antworten Punktwerte von 1-5 zugeordnet und zur besseren Vergleichbarkeit die Skalenwerte auf einen Wertebereich zwischen 0 und 100 transformiert.

Höhere Werte zeigen dabei einen schlechteren Funktionszustand an. Der Funktionsindex lag bei den Patienten der Studie bei $23,08 \pm 22,1$ bei einer Werteskala von 0 bis 85,4 (vgl. Diagramm 17). Das Ergebnis der Antworten der letzten 4 von 16 Fragen des XSMFA-D ergab für den Beeinträchtigungsindex (B-XSMFA) den Mittelwert $23,75 \pm 21,4$ (0-75).

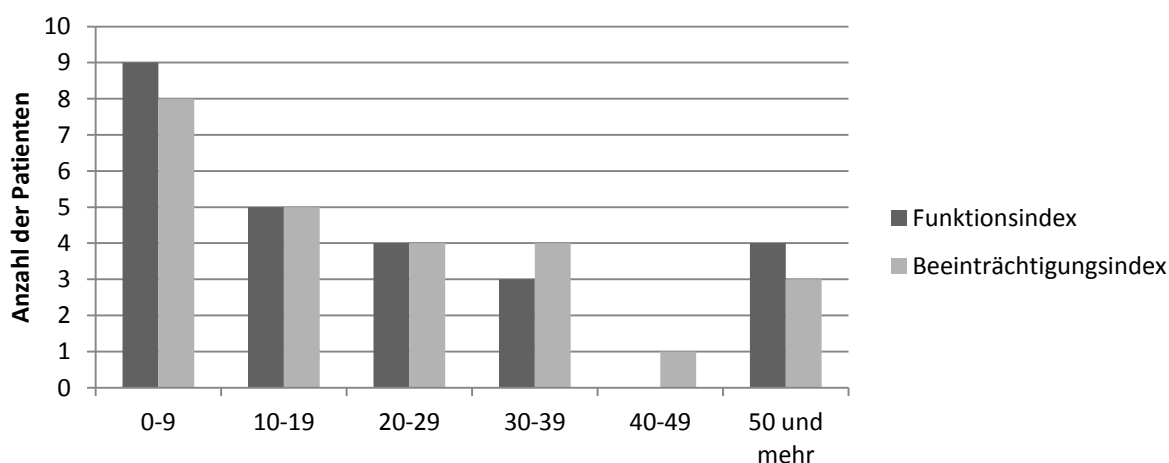


Diagramm 17: Verteilung der Bonner Patienten beim XSMFA-D differenziert nach Funktions- und Beeinträchtigungsindex

5.4.1.5. Ergebnisse SF-36

Für die beiden Hauptscores wurden Ergebnisse im Bereich 45 Prozent berechnet. Die körperliche Summenskala lag mit $\chi = 39,64 \pm 11,2$ unter und die psychische Summenskala mit $50,96 \pm 10,9$ über diesem Wert.

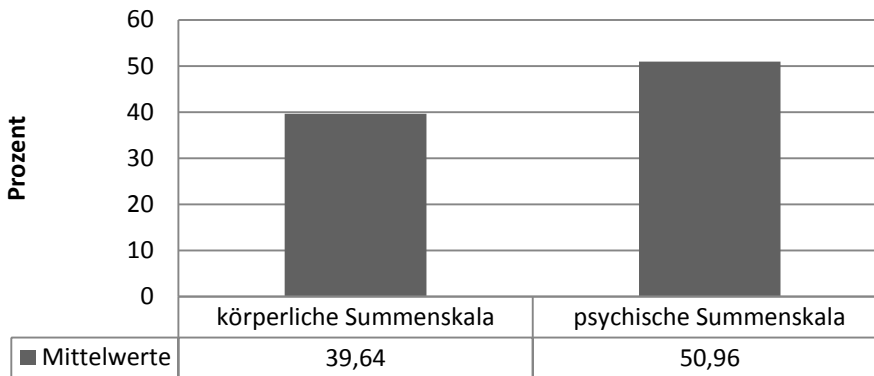


Diagramm 18: Mittelwerte der Bonner Patienten für die Hauptscores körperliche und psychische Summenskala

Die höchsten Werte erreichen die Dimensionen *Soziale Funktionsfähigkeit* und *Emotionale Rollenfunktion* mit 85,5 und 80 Prozent. Die *körperliche Funktionsfähigkeit* ist eher an „objektiveren Gegebenheiten“ validiert und erzielt den Wert von 55,8 Prozent. Die *Allgemeine Gesundheitswahrnehmung*, bei der eine individuelle Einschätzung zur eigenen Gesundheit vorgenommen wird, erreicht bei der *Vitalität* die geringsten Werte (AGES 51,8 Prozent und VITA 49,4 Prozent).

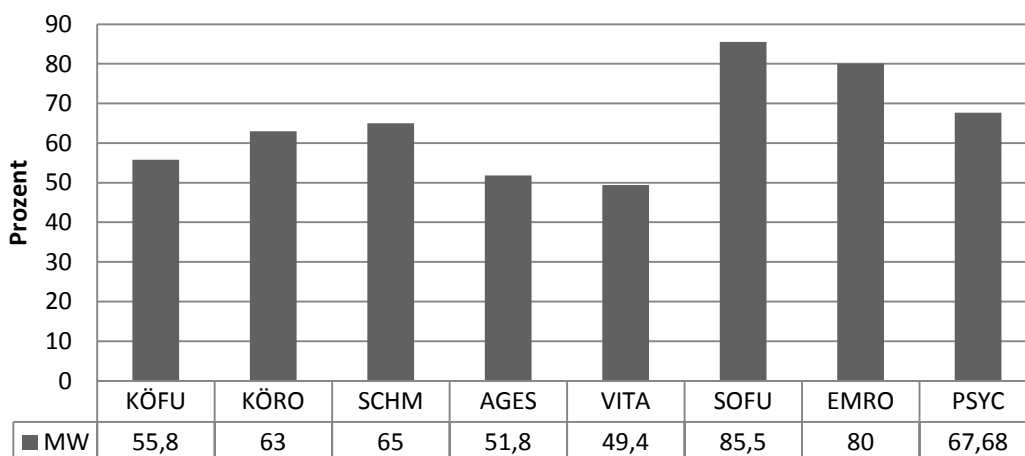


Diagramm 19: SF-36 Mittelwerte der Bonner Patienten bei den Subskalen Körperliche Funktionsfähigkeit (KÖFU), Körperl. Rollenfunktion (KÖRO), Körperl. Schmerzen (SCHM), Allgem Gesundheitswahrnehmung (AGES), Vitalität (VITA), Soziale Funktionsfähigkeit (SOFU), Emotionale Rollenfunktion (EMRO)

Bei der Dimension *Schmerz* gilt es zu beachten, dass ein niedriger Wert einer hohen Schmerzintensität entspricht.

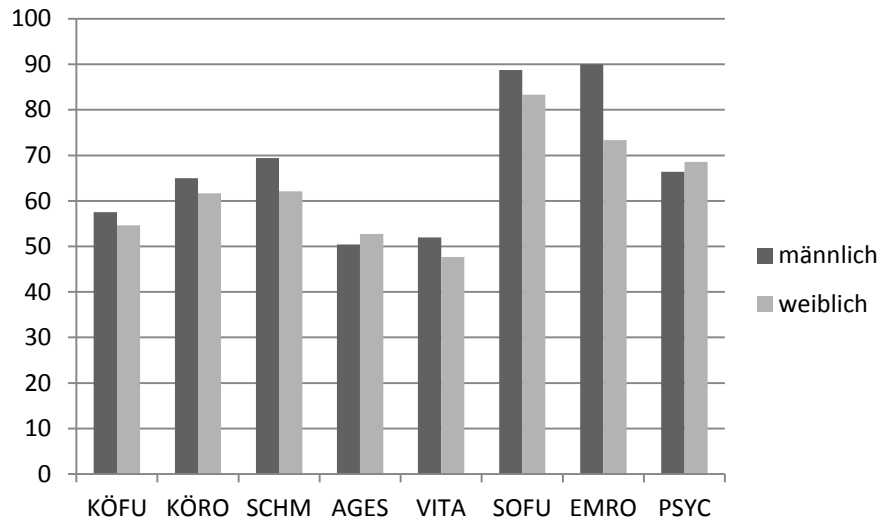


Diagramm 20: Verteilung nach Geschlechter. Die Ergebnisse in Bonn hinsichtlich der Subskalen des SF-36

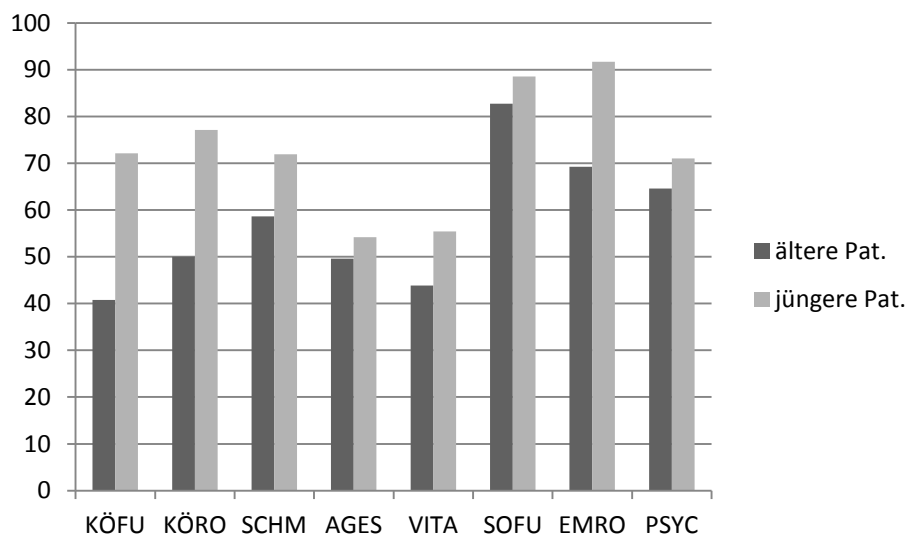


Diagramm 21: Verteilung nach Alter. Die Ergebnisse in Bonn bei den Subskalen des SF-36

5.4.2 Ergebnisse der Nachuntersuchung

Für die 21 Patienten, die sich einer gesonderten Nachuntersuchung unterzogen haben, lag der mittlere Zeitraum zwischen Operation und Nachuntersuchung bei 36,6 Monaten (+/- 16,1 Monate). Der kürzeste Abstand zur Operation lag bei 12 Monaten, der längste bei 76 Monaten. Ein Bestandteil der Nachuntersuchung war die Bestimmung des Bewegungsummaßes des operierten gegenüber dem gesunden Arm (vgl. Tabelle 7). Für eine bessere Vergleichbarkeit werden nachfolgend die ausgemessenen Werte für die frakturierte Seite angegeben. Als Maximalwerte gelten für die Anteversion 170°, für die Elevation 180°, die Innenrotation 95° und für die Außenrotation 60°. Diese Werte wurden in 29 Prozent der Fälle für die Innenrotation und in 52 Prozent für die Anteversion erreicht.

Bewegungsumfang	Punkte Constant	Seite (Ergebnis in %)	
		operierte	gesunde
Anteversion			
0° - 30°	0	0,0	0,0
31° - 60°	2	0,0	0,0
61° - 90°	4	33,3	0,0
91° - 120°	6	14,3	0,0
121° - 150°	8	0,0	4,8
> 150°	10	52,4	95,2
Abduktion			
0° - 30°	0	0,0	0,0
31° - 60°	2	0,0	0,0
61° - 90°	4	33,3	0,0
91° - 120°	6	14,3	0,0
121° - 150°	8	0,0	4,8
> 150°	10	52,4	95,2
Außenrotation			
Hand hinter Kopf			
...mit Ellenbogen nach vorn	2	28,6	0,0
...mit Ellenbogen nach hinten	4	0,0	0,0
Hand auf den Kopf			
...mit Ellenbogen nach vorn	6	9,5	0,0
...mit Ellenbogen nach hinten	8	28,6	9,5
Volle Flexion	10	33,3	90,5
Innenrotation			
Keine	0	0,0	0,0
Hand an der Hüfte	2	19,0	0,0
Hand am Iliosakralgelenk	4	4,8	14,3
Hand am 3. LWK	6	28,6	4,8
Hand am 12. BWK	8	19,0	14,3
Hand an Interskapularregion	10	28,6	66,7

Tabelle 7: Bewegungsumfang operierter und gesunder Arm der Bonner Patienten nach der Punkteskala des Constant-Murley-Score

Patient	Anteversion	Elevation	Innenrotation	Außenrotation
Nr.	in Winkelgrad (°)			
1	80	80	15	10
2	170	180	60	60
3	120	110	70	40
4	170	180	95	60
5	75	75	60	10
6	170	180	70	40
7	170	180	95	60
8	120	120	30	40
9	90	80	60	10
10	170	180	95	60
11	170	180	95	60
12	170	180	60	40
13	170	180	95	60
14	170	160	70	40
15	90	90	15	0
16	75	75	60	30
17	170	160	70	40
18	170	170	95	60
19	120	105	60	10
20	90	90	15	30
21	80	80	15	0
Anzahl Maximum	11	8	6	7
Mittelwert	133,81	135,00	61,90	36,19

Tabelle 8: Bewegungsausmaße des mit PHN-versorgten Arms

5.4.2.1. Ergebnisse UCLA-Rating-Scale

Die mittlere UCLA-Rating-Scale lag bei den 21 nachuntersuchten Patienten bei $27,67 \pm 6,0$ auf der operierten Seite. Das mit 35 Punkten bestmögliche Ergebnis wurde von einem Patienten erreicht, das schwächste war 15 Punkte.

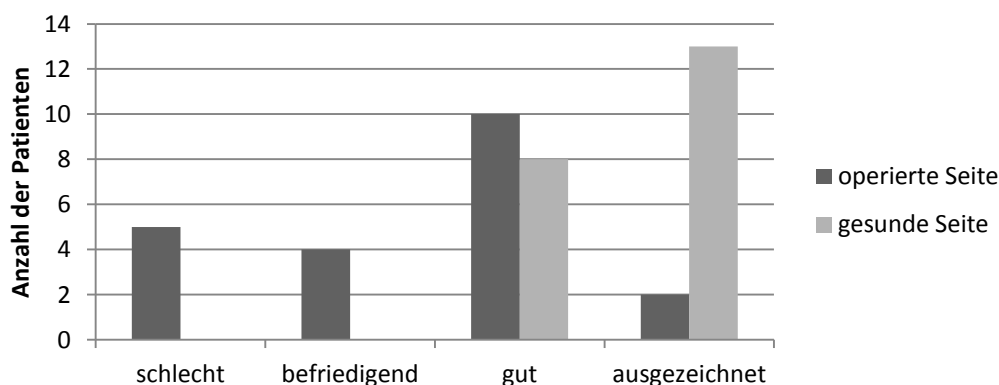


Diagramm 22: Verteilung des UCLA-Scores der gesunden mit der frakturierten Seite bei den Bonner Patienten [(ausgezeichnet (34-35 Punkte), gut (28-33), befriedigend (22-27), schlecht (< 21)]

Im Vergleich dazu kamen die Patienten auf der gesunden Seite auf einen durchschnittlichen Score von $33,52 \pm 1,7$ (30-35) Punkte. Im Gegensatz zur verunfallten Seite fanden sich auf der gesunden Seite folglich nur gute und ausgezeichnete Resultate (vgl. Diagramm 22). Setzt man die verletzte Seite in Relation zur nicht verletzten Seite, so ergibt sich als relative UCLA-Rating-Scale eine Prozentzahl von 82,5.

5.4.2.2. Ergebnisse Constant-Murley-Score

Bei der Nachuntersuchung erreichten die Patienten von den 100 möglichen Punkten auf der operierten Seite im Durchschnitt $64,6 \pm 18,8$ (minimal 30 bis maximal 99) absolute Punkte. Auf der gesunden Gegenseite betrug der durchschnittliche Constant-Murley-Score $81,8 \pm 9,1$ (55-100) Punkte. Es fiel auf, dass bei einer Rechtshänderin der Constant-Murley-Score – bei ansonsten ausgezeichnetem Ergebnis – auf der operierten rechten Seite besser war als auf der gesunden linken Seite. Dementsprechend lag bei ihr der relative Constant-Murley-Score bei 104,3.

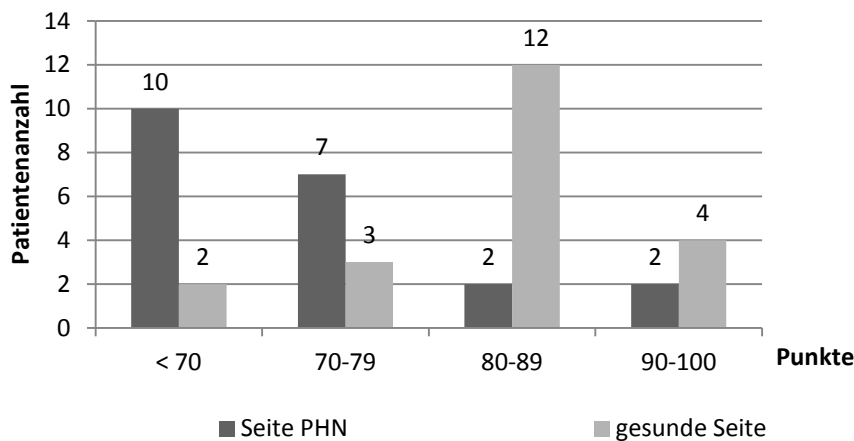


Diagramm 23: Absolute Ergebnisse der Bonner Patienten beim Constant-Murley-Score

Setzt man die Punktwerte der operierten und der gesunden Seite ins Verhältnis, so erhält man den relativen Constant-Murley-Score, der bei 79,0 lag. Zur Einteilung der Scoreergebnisse in die 4 Bewertungsgruppen wurden die in Kapitel 3.4.2.2 aufgezeigten Punktegrenzen verwendet. Von den 21 Patienten erzielten in der Nachuntersuchung 11 Patienten ein gutes bis sehr gutes Ergebnis (52,4 von Hundert) und 10 ein befriedigendes bis schlechtes Ergebnis (47,6 von Hundert).

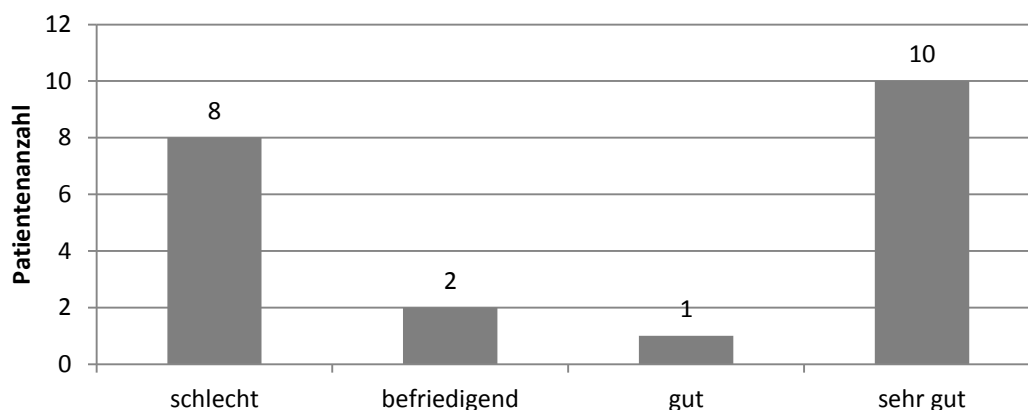


Diagramm 24: Relative Ergebnisse der Bonner Patienten beim Constant-Murley-Score nach Bewertungsstufen (schlecht [< 70], befriedigend [70-79], gut [80-89], sehr gut [> 90])

Beim Vergleich der relativen mit den absoluten Scoreergebnissen bezogen auf Alter und Geschlecht fallen die jeweils besseren Werte in der weiblichen bzw. älteren Patientengruppe auf (vgl. Tabelle 9).

	gesamt	weiblich	männlich	> 60 Jahre	< 60 Jahre
absolut	64,33	64,77	63,63	65,20	63,55
relativ	78,13	80,01	75,08	79,26	77,11

Tabelle 9: Constant-Murley-Score: relative und absolute Werte bezogen auf Alter und Geschlecht

5.4.3 Ergebnisse der radiologischen Auswertung

Präoperativ aufgenommene Röntgenbilder waren von 13 Patienten (52 Prozent) vorhanden. Sie wurden für eine retrospektive Kontrolle der Frakturklassifikation nach Neer und nach der Arbeitsgruppe für Osteosynthesefragen eingesetzt. Die darauf zu ermittelnden Inklinationswinkel lagen im Mittel bei $133,8^\circ (\pm 29,7^\circ)$.

Postoperativ angefertigte Röntgenbilder standen von 20 Patienten (80 Prozent) zur Verfügung. Der mittlere Inklinationswinkel lag zu diesem Zeitpunkt bei $128,5^\circ \pm 14,7^\circ$. Auffällig war, dass bei sechs der 20 Patienten postoperativ eine Paralyse vorgelegen hat, die sich mittels Kontrollaufnahme nachweislich in drei Fällen im Verlauf wieder zurückgebildet hat. Bei den anderen drei Patienten kann ebenfalls von einer Rückbildung der Paralyse ausgegangen werden, da in der Nachuntersuchung für diese Studie keine Muskelhypotrophien oder neurologisch bedingte Bewegungseinschränkungen gefunden wurden. Übereinstimmungen zwi-

schen Patientenanamnese und neurologischer Symptomatik (fünf Patienten) und dem Röntgenbefund gab es bei drei der sechs Paralyse-Patienten. Bei drei Patienten mit Paralyse im Röntgenbefund waren keine neurologische Beschwerden dokumentiert, dagegen waren bei zwei Patienten mit Parese im klinischen Bild keine radiologischen Merkmale zu erkennen. Die Entwicklung des Inklinationswinkels hatte postoperativ abnehmende Tendenz. Bei 14 Aufnahmen im Rahmen der Nachuntersuchungen wurde im Durchschnitt ein Kopf-Hals-Winkel des Humerus von $120,4^\circ (\pm 15,4^\circ)$ gemessen. Von prä- zu postoperativ war eine Abnahme von $5,3^\circ$ (4,0 Prozent) zu verzeichnen. Sie setzt sich im Verlauf weiter um $13,4^\circ$ (11,0 Prozent) fort.

Die Auswertung erwies sich retrospektiv als wenig praktikabel. Dies war einerseits darauf zurückzuführen, dass bei manchen Patienten Röntgen-Bilder nicht von allen Zeitpunkten aufgenommen wurden bzw. verfügbar waren. Andererseits wurden die Schultern im Verlauf teilweise aus leicht abweichenden Winkeln aufgenommen, was zu erheblichen Differenzen in den Maßen führte. Die Bilder miteinander zu vergleichen war daher nicht immer möglich. Der Inklinationswinkel ließ sich dagegen in allen Fällen mit gut vergleichen. Auf den prä- und den unmittelbar postoperativen Röntgenbildern konnten bei keinem Patienten Ossifikationen festgestellt werden. Bei einem Patienten wurden lediglich in der Verlaufskontrolle geringe Ossifikationen vom Grad 1 nach Kjaersgaard-Anderson gefunden (71).

5.4.4 Vergleich der Scores

Im folgenden Abschnitt werden Zusammenhänge unter den Score-Ergebnissen betrachtet. Zur Überprüfung auf Signifikanz der Übereinstimmung zweier Verteilungen wird der Mann-Whitney-U-Test herangezogen.

5.4.4.1 Zusammenhänge zwischen funktionalen Scores und SF-36

Zunächst werden die Korrelationen zwischen den Ergebnissen der Subskalen und Summenscores des SF-36 und den eingesetzten funktionalen Scores analysiert.

Bei gegebener Signifikanz korrelierten der DASH-Score und der X-SMFA-Score am besten mit den übrigen Scores. Sowohl in der Korrelation nach Pearson als auch nach Spearman waren beim DASH-Score die Koeffizienten in 11 Fällen größer als 0,5. In 4 bzw. 5 Fällen lag sogar

eine starke Korrelation vor ($> 0,7$). Die stärksten Zusammenhänge erreichte der DASH-Score mit dem funktionellem X-SMFA-Score bzw. mit dem Simple-Shoulder-Test in der Rangkorrelation 0,839 bzw. 0,812. Mit einer Ausnahme bei der körperlichen Rollenfunktion des SF-36 sind die Korrelationskoeffizienten nach Spearman größer als die nach Pearson, was für einen monotonen, nicht linearen Zusammenhang spricht. Beim X-SMFA-Funktionscore fallen bei 11 Korrelationen nach Spearman fünf starke Zusammenhänge ($> 0,7$) auf, wovon 3 sogar größer 0,8 waren (DASH, *Körperliche Funktion* und *Körperlicher Summenscore* des SF-36). Die Pearson'sche Korrelation zeigte eine noch stärkere Korrelation als Spearman beim Oxford-Score (0,84) an; auch hier fanden sich 5 starke Zusammenhänge ($p < 0.05$), vgl. 8.3.

Bei 12 entweder mit „Ja“ oder mit „Nein“ zu beantwortenden Fragen des Simple-Shoulder-Tests ist ein linear gegenläufiger Zusammenhang nach der Formel „je mehr desto weniger“ zu erwarten. Der Korrelationskoeffizienten in dem Test weicht jedoch geringfügig von 1 ab. Ursache hierfür ist die Tatsache, dass ein Patient eine Antwort nicht gegeben hat. Starke Korrelationen liegen zwischen dem Constant-Murley-Score der frakturierten Seite und dem DASH-Score vor, moderate zu dem UCLA-Score.

Der in der Literatur am häufigsten eingesetzte Constant-Murley-Score korrelierte auf der frakturierten Seite stark mit dem UCLA-Score (nach Spearman 0,853 bzw. nach Pearson sogar 0,876) und dem Simple-Shoulder-Test. Auf der gesunden Seite wurde einzig ein moderater Zusammenhang zum UCLA-Score der gesunden Seite gefunden (Korrelation nach Pearson von 0,563). Die Korrelation zwischen dem X-SMFA-Score sowie dem Oxford-Shoulder-Score zeigte eine Tendenz, erreichte aber keine Signifikanz.

Innerhalb des SF-36 korrelieren die ersten vier Subskalen signifikant mit dem *Körperlichen Summenscore* und der Subskalen *Vitalität*, der *Sozialen Funktion*, der *Emotionalen Rollenfunktion* und der *Psychischen Funktion* mit dem *Psychischen Summenscore*. Die stärksten signifikanten Korrelationen bestehen dabei zwischen dem *Körperliche Summenscore* und der *Körperlichen Funktion* bzw. zwischen dem *Psychischen Summenscore* und der *Psychischen Funktion*.

Starke Zusammenhänge bestehen auch zwischen der Subskalen *Vitalität* und der *Psychischen Funktion* und bei der Pearson'schen Korrelation auch zwischen *Sozialer und Psychischer Funktion*. Am umfassendsten korreliert die *Körperliche Rollenfunktion* mit anderen Subskalen. Neben der o. a. Zusammenhänge zum DASH- und zum X-SMFA-Score bestehen Korrela-

tionen zu den körperlichen Subskalen, die signifikant sind, insbesondere zu allen vier psychischen Subskalen – und hier speziell zu der *Emotionalen Rollenfunktion*.

Keine signifikanten Korrelationen ($> 0,5$) fanden sich zwischen der subjektiven Beurteilung und den funktionellen Scores bzw. dem SF-36.

5.4.4.2 Zusammenhänge zwischen funktionalen Scores und Kovariablen

Insgesamt wurden nur wenige moderate Zusammenhänge mit einem Korrelationskoeffizienten größer 0,5 zwischen den Kovariablen und den funktionellen Scores gefunden. Bei der Berechnung der Anzahl der Vorerkrankungen und der Einteilung nach ASA zeigten die meisten Korrelationen mit den Subskalen des SF-36 (4 bzw. 3 Korrelationen größer als 0,5). Die *Körperliche Rollenfunktion* erreichte nach Spearman mit der ASA-Einteilung einen Korrelationskoeffizienten von 0,623 und mit der Quantität der Vorerkrankungen 0,537. Nach Pearson erreichte es den Korrelationskoeffizienten 0,622 bzw. 0,518. Bezogen auf die Summenfunktionen hingen die Anzahl der Vorerkrankungen mit einem Koeffizienten nach Spearman von 0,585 und nach Pearson von 0,611 zusammen. Nach Pearson gab es darüber hinaus eine Korrelation von 0,507 zwischen der *Psychischen Summenfunktion* und der Anzahl der Vorerkrankungen. Bei der Abstufung der Sportlichkeit der Patienten wurde nach Spearman mit 0,685 eine mittlere Korrelation mit der *Körperlichen Rollenfunktion* erreicht. Ähnlich fiel der Zusammenhang der AO-Klassifikation mit der *Körperlichen Rollenfunktion* aus, die moderat auch mit dem Simple-Shoulder-Test und dem Constant-Murley-Score korrelierte.

Keine Korrelation über dem Korrelationskoeffizienten 0,5 wurde zwischen den Kovariablen und den Score-Ergebnissen bezüglich des Zeitraumes zwischen Operation und Nachuntersuchung gefunden. Die OP-Dauer zeigte lediglich einen moderaten Zusammenhang mit dem UCLA-Score der gesunden Seite. Ähnlich verhielt es sich mit dem Alter der Patienten und der *Körperlichen Funktion* des SF-36. Das X-SMFA-Ergebnis zur Funktion hing moderat mit der Anzahl der Vorerkrankungen zusammen.

Insgesamt konnten zwischen Kovariablen und Score-Ergebnissen ausschließlich moderate Korrelationen gefunden werden. Der DASH-Score, der Oxford-Score und die Skala der subjektiven Beurteilung blieben ohne wechselseitigen Zusammenhang mit den genannten Kovariablen.

5.4.4.3 Zusammenhänge zwischen Kovariablen

Einen Korrelationskoeffizienten größer als 0,5 konnte zwischen den einzelnen Kovariablen nur in einem Fall nach Spearman ermittelt werden. Die Anzahl an Vorerkrankungen erreichte mit der Einteilung nach ASA einen moderaten Zusammenhang (0,539).

5.4.4.4 Einfluss der Kovariablen auf das Outcome

Zur Analyse von Kovariablen wurde ihr Einfluss auf die Score-Ergebnisse berechnet. Dafür wurden die Patienten für jede Kovariable in 2 Teilgruppen aufgeteilt und die Differenzen in den Score-Punktzahlen auf ihre Signifikanz hin überprüft. Die enorme Bedeutung der Frakturart bei der Prognose wird in beiden Klassifikationen deutlich. Für den am häufigsten eingesetzten Constant-Murley-Score gilt bei Betrachtung der Mittelwerte, dass zwar die Wahl des Verfahrens für jede Stufe in der Neer-Klassifikation Einfluss auf das Outcome hat, entscheidender bleibt für das funktionelle Ergebnis jedoch die Anzahl der Fragmente. Die Neer 4-Fragment-Frakturen erzielten in allen Verfahren jeweils die schlechtesten Ergebnisse (64,3), gefolgt von den mit 73,0 etwas besseren Ergebnissen der 3-Fragment-Frakturen. Durchschnittlich 80,0 Punkte erreichen die 2-Fragment-Frakturen nach Constant-Murley. Etwas dichter zusammen liegen die Ergebnisse der 204 nach AO-klassifizierten Patienten der Meta-Analyse. Bestätigt wird der signifikante Zusammenhang mit dem in dieser Studie untersuchten Patientenkollektiv. Im Mann-Whitney-U-Test konnten signifikante Unterschiede bei Teilgruppen in 5 von 6 Scores gefunden werden. Die stärkste Abhängigkeit wurde mit einem p-Wert von 0,012 für das Ergebnis des Constant-Murley-Scores berechnet. Ebenfalls signifikant war der Einfluss auf den Simple-Shoulder-Test, den UCLA-Score, den DASH- und den Oxford-Shoulder-Score.

Die ASA-Klassifikation diene der Betrachtung des präaccidentellen Gesundheitszustandes. 13 Patienten der ASA-Klassen 1 und 2 standen 12 Patienten der ASA-Klassen 3 und 4 gegenüber. Signifikante Einflüsse bei p-Werten kleiner 0,05 konnten in Subskalen des SF-36 gefunden werden. Ein guter Gesundheitszustand nach ASA (1 bzw. 2) geht einher mit guten Ergebnissen bei der *Körperlichen Funktion*, der *Körperlichen Rollenfunktion*, dem *Allgemeinen Gesundheitszustand*, der *Sozialen Funktion*, der *Emotionalen Rollenfunktion* und der *psychischen Funktion*. Ein deutlicher Zusammenhang besteht auch zum *Körperlichen Summenscore*

($p = 0,007$). Ein signifikanter Einfluss der ASA-Verteilung auf die funktionellen Score-Ergebnisse lässt sich nicht finden.

Ähnlich sind die Zusammenhänge zwischen Verletzungsursache und Scores. Hochrasanztraumata, wie Verkehrsunfälle, wurden mit Niedrigenergietraumata, wie beispielsweise einfachen Stürzen, verglichen. Signifikant unterscheiden sich auch hier die Ergebnisse der *Körperliche Funktion* und der *Körperlichen Rollenfunktion* sowie der *Körperlichen Summenfunktion*. Mit einem p-Wert von 0,082 ist einzig der X-SMFA Funktionscore annähernd signifikant. Diese Aussage gilt auch für das Alter als Kovariable. Ein signifikanter Zusammenhang kann ebenso für die *Körperliche Funktion*, die *Summenfunktion* und desweiteren für die *Vitalität* beschrieben werden. Am stärksten hängen die Score-Ergebnisse von der Frakturart ab. Nach der AO-Klassifikation wurde das Outcome von AO 11A-Frakturen mit AO 11B-Frakturen miteinander verglichen. Die Ergebnisse vom DASH-Score, vom Oxford-Shoulder-Score, vom Simple-Shoulder-Test, vom Constant-Murley- und dem UCLA-Rating-Scale – jeweils der frakturierten Seite – wurden stark von der Frakturart beeinflusst.

DASH-Score und X-SMFA-Funktionscore wurden darüber hinaus auch signifikant von der Anzahl der Vorerkrankungen bestimmt. Die Ergebnisse von Patienten mit ein oder zwei Krankheiten wurden verglichen mit den Ergebnissen der Patienten, die bereits präoperativ unter drei oder mehr Krankheiten litten. Auch mit den körperlichen Skalen des SF-36 kann ein direkter Zusammenhang festgehalten werden. Für den Zeitpunkt der Operation am Tag bzw. in der Nacht konnte wie zur Sportlichkeit kein Einfluss auf die Punktzahlen der Scores gefunden werden. Eine Tendenz besteht alleine bei der Beziehung zwischen dem Simple-Shoulder-Test und der Sportlichkeit der Patienten. Die subjektive Einschätzung der Patienten zu ihrem Gesundheitsempfinden bezogen auf die Fraktur und den Heilungsverlauf wurde sowohl als Kovariable als auch als Score eingesetzt. Dass ein größtmöglicher Zusammenhang untereinander besteht, bestätigt der p-Wert von 0,000. Auf die weiteren Score-Ergebnisse wirkt sich das subjektive Empfinden kaum aus. Eine tendenzielle Annäherung liegt lediglich mit dem Constant-Murley-Ergebnis der frakturierten Seite vor ($p = 0,083$).

6 Diskussion

6.1 Ausführungen zur Korrelationsanalyse

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die in Kapitel 5 gewonnenen Ergebnisse. Im Anhang (vgl. 8.3) sind die signifikanten Zusammenhänge mit der Stärke ihrer Korrelation tabellarisch dargestellt.

Bei der Analyse der Therapie der proximalen Humerusfraktur muss, bezogen auf das Outcome der Patienten, zwischen dem subjektiven Urteil und der objektiven Beobachtung differenziert werden. Die subjektive Beurteilung erreicht weder mit den ausgewählten Kovariablen noch mit den Ergebnissen der Scores deutlich signifikante Zusammenhänge. Tendenzen lassen sich finden hinsichtlich Gesamtgesundheitszustand bzw. Frakturart (vgl. 8.3). Weiter ist festzuhalten, dass es keine signifikanten Zusammenhänge gibt zwischen der Zeit bis zum Nachuntersuchungstermin und dem Outcome. Eine tendenzielle Besserung der Funktionsfähigkeit auf absehbare Zeit wird möglicherweise im Einzelfall durch eine gegenläufige Verschlechterung verhindert. Berücksichtigt werden sollte auch die psychische Komponente. Ein Patient ist für eine Studie möglicherweise bei gutem Verlauf eher zu motivieren als bei nicht zufriedenstellenden Ergebnissen.

Rückschlüsse auf ein zu erwartendes Outcome bei Analyse der sportlichen Aktivitäten der Patienten können nicht gezogen werden. Signifikante Zusammenhänge konnten mit keinem Score gefunden werden. Einzig die Einteilung nach der Sportlichkeit der Patienten korrelierte nach Spearman moderat mit der Subskala *Körperliche Rollenfunktion* des SF-36. Jedoch kann es sich bei einem p-Wert nach Mann-Whitney-U-Test von 0,136 um einen zufälligen Zusammenhang handeln.

Ein Zusammenhang zwischen Zeiten rund um die Operation und dem Outcome kann nicht bestätigt werden. Sowohl der Zeitpunkt im Tagesverlauf, an dem die Operationen begonnen wurden, als auch die Korrelationsberechnung zur Dauer des Eingriffs besagen, dass der Faktor Zeit hinsichtlich Operationserfolg keine Rolle spielt. Nach den gewonnenen Erkenntnissen trifft das – unter Einhaltung eines 12-monatigen Mindestzeitraums – ebenso auf den Termin der Nachuntersuchung zu. Ein signifikanter Zusammenhang im Sinne eines „je länger die Operation zurück liegt, desto besser die Funktion“ existiert demnach nicht.

Als bemerkenswert wird erachtet, dass die Anzahl an Vorerkrankungen und die Klassifikation des Gesundheitszustandes nach der *Amerikanischen Gesellschaft der Anästhesisten (ASA)* moderat miteinander und mit Subskalen des SF-36 signifikant korrelieren. Enthalten doch die Daten für beide Einteilungen ein hohes Maß an Subjektivität. Die Anzahl der Vorerkrankungen korreliert mit den körperlichen Subskalen wie *Körperliche Funktion*, *Körperliche Rollenfunktion* und *Allgemeiner Gesundheitszustand* sowie mit der *Körperlichen Summenskala*. Wohingegen die Einteilung der Patienten nach der ASA-Klassifikation eher mit den psychischen Subskalen wie *Soziale Funktion*, *Emotionale Rollenfunktion* und *Psychische Funktion* sowie *Psychische Summenfunktion* korrelieren. Ausnahme: die zusätzlich gefundene Korrelation mit der Subskala *Körperliche Rollenfunktion*. Die Signifikanz bei der Berechnung der Korrelationskoeffizienten wird von den Ergebnissen des Mann-Whitney-U-Tests bestätigt. Teilgruppen der Kovariablen lieferten hoch signifikante Unterschiede.

Es bleibt die Frage nach der Beeinflussbarkeit der Funktion der Schulter und des betroffenen Arms durch die Behandlung der proximalen Humerusfraktur mit dem Proximalen Humerusnagel. Die Frakturart – klassifiziert nach der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen – steht im stärksten Zusammenhang zu den Score-Ergebnissen. Signifikant verschieden fallen die Ergebnisse der AO 11A- zu den AO 11B-Frakturen in 5 von 6 analysierten Scores aus. Korrelationen mit Koeffizienten größer als 0,5 liegen darüber hinaus mit dem Simple-Shoulder-Test und dem Constant-Murley-Score vor. Ähnlich stark hängen nur noch die Anzahl an Vorerkrankungen mit dem Ergebnis des Funktionsscores von X-SMFA zusammen. Auch hierbei wird die Korrelation durch den Mann-Whitney-U-Test bestätigt. Wenige Vorerkrankungen tragen signifikant zu einer besseren Funktion bei. Bei p-Werten zwischen 0,06 und 0,086 gilt das tendenziell ebenso für die Rasanz der Gewalteinwirkung wie für das Alter der Patienten und die Klassifikation des Gesundheitszustands nach ASA. Dass diese vier genannten Kovariablen nicht unabhängig betrachtet werden können, verdeutlichen die Ergebnisse des SF-36. Der Mann-Whitney-U-Test zeigt Signifikanzen zum *Körperlichen Summenscore* und zu körperlichen Subskalen an, moderate Korrelationen finden sich auch bei den Berechnungen nach Spearman und Pearson, die Signifikanz erreichen. Ein Einfluss auf die Funktion nach einer Fraktur ist bei den vier genannten Kovariablen nicht oder nur gering vorhanden.

Für prospektive Betrachtungen können Operationszeiten laut den Ergebnissen dieser Studie vernachlässigt werden. Zusammenhänge zwischen der Dauer des Eingriffs und des Outcome konnten ebenso wenig gefunden werden wie eine Abhängigkeit des Zeitpunktes, an dem die Operation begonnen wurde. Ob eine Osteosynthese im Tagesverlauf bis 17:00 Uhr oder ab 17:00 Uhr bis 07:00 Uhr durchgeführt wurde, spielt für das Ergebnis keine Rolle. Eine Beziehung zwischen den Score-Ergebnissen zur allgemeinen Sportlichkeit konnte den Daten nicht entnommen werden. Berücksichtigt werden sollte diesbezüglich aber die Art der Datenerfassung. Die persönliche Definition von Sport und das Abschätzen entsprechender Belastungszeiten bieten Raum für Fehlerquellen. Wie sehr sich Krankengymnastik im Speziellen auf die Funktion auswirkt bleibt unberücksichtigt.

Für einen Gesamteindruck des Patienten zu seinem persönlichen Empfinden war die subjektive Beurteilung von Vorteil. Einzig eine Tendenz in Richtung signifikanter Unterschied beim Constant-Murley-Score zwischen Teilgruppen deutet einen Zusammenhang an. Eine differenziertere Betrachtung wäre zur Klärung dieser Frage nötig. Im Hinblick auf Sub- und Summenskalen des SF-36 und ihre psychische Komponente scheint der Einfluss auf objektiv erhobene Daten für die Scores begrenzt zu sein. Im Gegensatz zu körperlichen Vorgaben konnten zwischen der psychischen Funktion und den funktionellen Scores keine signifikanten Korrelationen gefunden werden. Moderate Zusammenhänge lagen einzig zu Subskalen des *Psychischen Summenscores* vor. Signifikant waren die Unterschiede zwischen dem Gesundheitszustand und dem psychischen Befinden, der *Emotionalen Rollenfunktion* und der *Sozialen Rollenfunktion*, desweiteren zwischen Alter und *Vitalität*. Abgesehen von einer moderaten linearen Korrelation von *Psychischer Summenfunktion* und Gesamtgesundheit waren unmittelbare Einflüsse von Kovariablen auf die Psyche - ausgedrückt im *Psychischen Summenscore* - nicht vorhanden. Anders fällt der Vergleich zu den körperlichen Funktionen aus. Korrelationen liegen zwischen Gesundheitszustand nach ASA, der Anzahl an Vorerkrankungen, der Frakturart und der *Körperlichen Rollenfunktion* vor. Dass die körperliche Funktion insbesondere von der Leistungsfähigkeit der Schulter und des Oberarms abhängt, kann am Zusammenhang zum X-SMFA-Funktionsscore und zum DASH-Score abgelesen werden. Diese signifikanten Korrelationen spiegeln sich auch im *Körperlichen Summenscore* wider.

Erwartungsgemäß fällt das Ergebnis innerhalb des SF-36-Fragebogens aus. Dass aus den ersten vier Subskalen der Körperliche Summenscore und aus den folgenden vier Subskalen der

Psychische Summenscore gebildet wird, kann mit dem Ergebnis der in dieser Studie befragten Patienten bestätigt werden. Es überwiegen starke Korrelationen, die alle Signifikanz erreichen. Den Erwartungen entsprechen auch die Zahlen bezüglich der engsten Zusammenhänge. Die *Körperliche Funktion* korreliert am stärksten mit dem *Körperlichen Summenscore* und die *Psychische Funktion* mit dem *Psychischen Summenscore*. Am wenigsten hängt in dieser Analyse der *Allgemeine Gesundheitszustand* mit den übrigen Subskalen oder mit den Summenscores zusammen.

In dieser Studie wurden den Patienten einige allgemeine Fragen, der SF-36 und weitere sieben Scores zur Bearbeitung vorgelegt. Die umfangreichen Unterlagen (vgl. 8.1) haben möglicherweise die Motivation zur Teilnahme an der Nachuntersuchung etwas geschwächt. 80 Prozent konnten zunächst zur Teilnahme am Fragebogen motiviert werden, nur noch 67 Prozent standen bei der Nachuntersuchung zur Verfügung – ein etwas geringerer Wert als im allgemeinen Durchschnitt (73 Prozent). Eine kürzere Fassung des Fragebogens ohne Informationsverlust wäre für vergleichbare Studien sicherlich von Vorteil gewesen. Es stellt sich aber die Frage, auf welche Scores in diesem Zusammenhang evtl. hätte verzichtet werden können. Durchgesetzt hat sich bei der Betrachtung der proximalen Humerusfrakturen der Constant-Murley-Score. Nach der Meta-Analyse wurde von 70,3 Prozent der nachuntersuchten Patienten dieser Score erhoben. Damit steht ein geeignetes Mittel zur Erfassung und Vergleichbarkeit des Outcome zur Verfügung. Eine starke – eher lineare als rangskalierte – Korrelation wurde in dieser Studie zum UCLA-Score ausfindig gemacht. Moderate bis starke Zusammenhänge bei p-Werten um 0,7 wurden von beiden Scores zum Simple-Shoulder-Test und etwas weniger stark zum DASH-Score beschrieben. Parallelen sind desweiteren in der moderaten Korrelation zur AO-Klassifikation von Simple-Shoulder-Test und Constant-Murley-Score zu erkennen. Hier stellt sich die Frage, ob, zugunsten des Constant-Murley-Scores als dem gängigsten Messinstrument, der Aufwand für den Patienten verringert und auf die Bearbeitung des Simple-Shoulder-Tests und des UCLA-Scores verzichtet werden kann. Zumal in den Ergebnissen von Simple-Shoulder-Test und DASH-Score ein starker Zusammenhang sowohl nach Pearson als auch nach Spearman gefunden werden konnte und bei Erhalt des DASH-Scores die Informationseinbußen begrenzt wären. Für das Festhalten am DASH-Score würde darüber hinaus die starke lineare Korrelation zu den Ergebnissen des Oxford-Shoulder-Scores, aber im Unterschied zu diesem auch die Zusammenhänge zu den körperli-

chen Skalen des SF-36 und die moderaten Korrelationen zum Constant-Murley-Score und dem UCLA-Score sprechen.

Unter Berücksichtigung der starken Korrelationen von DASH-Score, X-SMFA-Funktions- und Beeinträchtigungsscore und des Oxford-Shoulder-Scores und der zusätzlich starken Beziehung vom SF-36 zum X-SMFA-Funktionsscore und des zumindest moderaten Zusammenhangs der Kovariablen „Anzahl an Vorerkrankungen“ zu diesem, macht den Oxford-Shoulder-Score für vorliegende Studie verzichtbar.

6.2 Diskussion zur Meta-Analyse

Die Zielsetzung der Meta-Analyse war, selbst vorgegebene Kriterien (s. 4.1) in ausgewählten Studien über therapeutische Verfahren der Proximalen Humerusfraktur zu untersuchen. Die meisten dazu veröffentlichten Schriften beinhalteten retrospektive Studien mit relativ geringen Patientenzahlen. In 40 von 80 Studien wurde bei weniger als 35 Patienten recherchiert (in 55 Studien $n < 50$ Patienten, 69 Prozent).

Das Gewicht der Reviews wird durch die geringe statistische Aussagekraft eingeschränkt. Eine randomisierte hochwertige therapeutische Studie des Level I (vgl. 4.2.1) war nicht unter den untersuchten Studien. Vier Studien mit hohem *Level-of-Evidence* zu prognostischen Aussage lagen vor: Bigorre et al. untersuchten 93 (von 99) mit einer winkelstabilen Verriegelungsplatte operierte Patienten radiologisch und klinisch anhand des Constant-Murley-Scores und des DASH-Scores (11).

Ein anderes Modell von winkelstabiler Humerusplatte wurde von Hirschmann und Mitarbeiter beleuchtet. Für die 119 von 137 nachuntersuchten Patienten konnte keine Signifikanz bezüglich der Frakturkonfiguration und des Outcome bzw. der Komplikationen gefunden werden (60). Eine hohe Komplikationsrate beschreibt die Studie von Meier und Mitarbeiter für die Patienten mit Angled-blade-Plate-Osteosynthese. Bei jedem vierten Patienten kam es zu einer Perforation der Klinge in das Humeralgelenk (99). Popescu et al. haben mit dem T2-proximal humeral-Nagel® bei 29 Patienten ein Produkt zur intramedullären Osteosynthese untersucht. Mittels des Constant Scores und des Oxford-Shoulder-Scores konnten zumindest für 2- und 3-Fragment-Frakturen zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden (116).

Mit der großen Zahl an Fallserien (52 der 80 ausgewählten Studien, dies entspricht 65 Prozent) ist die Meta-Analyse als systematische Zusammenfassung angelegt und erlaubt eine gute Orientierung über die verschiedenen osteosynthetischen Verfahren der Proximalen Humerusfraktur.

6.2.1 Epidemiologie

Bezüglich epidemiologischer Daten zu proximalen Humerusfrakturen muss auf entsprechende Studien verwiesen werden. Soweit die Durchschnittsalter der operierten Patienten in den 80 Studien zur Verfügung standen, konnte ein Mittelwert berechnet werden, der bei 63,3 Jahren lag. Der Altersdurchschnitt der Bonner Patienten war mit 57,1 Jahren sechs Jahre darunter.

Wie bei den Studien von Kristiansen, Lind und Palvanen (82; 92; 111) gilt es zu berücksichtigen, dass epidemiologische Studien regelhaft Inzidenzen von proximalen Humerusfrakturen wiedergeben, ohne dass zwischen verschiedenen Behandlungsstrategien operativ versus konservativ differenziert wird. Der durch Osteoporose bedingte höhere Frauenanteil spiegelt sich auch bei den Bonner Patienten wider. 67,5 Prozent waren weiblichen Geschlechts – bei Kristiansen und Mitarbeiter waren es sogar 77 Prozent (82) – unter den Nachuntersuchten war die Prozentzahl mit 60 Prozent etwas geringer.

6.2.2 Klassifikation

Die Analyse von Zusammenhängen der Kovariablen hat verdeutlicht, wie wichtig die korrekte Klassifikation der Frakturen für eine prognostische Aussage ist (vgl. 5.4.4). Aktuell werden vor allem die Klassifikationen nach Neer und der Arbeitsgruppe für Osteosynthesefragen (AO) eingesetzt. In der Meta-Analyse wurden 58 Prozent der Studienpatienten nach der Neer-Klassifikation eingeteilt – gegenüber 18 Prozent nach der AO-Klassifikation. Für die wissenschaftliche Vergleichbarkeit ist es demnach sinnvoll, zumindest auf eine dieser beiden Klassifikationen zurückzugreifen.

Im eigenen Patientenkollektiv lagen weder 4-Fragment-Frakturen nach Neer noch C-Frakturen nach der AO-Klassifikation vor. Der standardisierte Einsatz eines Therapiekonzeptes nach Diagnosestellung verhindert im Umkehrschluss das Vorhandensein einer Verteilung

nach der Epidemiologie. Unter Beachtung des Constant-Ergebnisses erscheint die Osteosynthese mit einem Nagel gerade bei 4-Fragment-Frakturen von Vorteil. Von den 218 osteosynthetisch versorgten 4-Fragment-Frakturen der Meta-Analyse schnitten diejenigen mit 68,7 Punkten im Constant-Murley-Score am besten ab, die einer Nagelimplantation unterzogen wurden. Die Patienten der Studie von Linhart et al. mit 4-Fragment-Fraktur erreichen sogar ein besseres Ergebnis als die mit 2-Fragment-Fraktur nach Implantation des Targon®-PH-Nagels. Einschränkend muss auf die mit 4 bzw. 15 Patienten geringe Anzahl an Studienteilnehmern hingewiesen werden (93). Patienten mit 4-Fragment-Fraktur, die ebenso einen Targon®-PH-Nagel implantiert bekommen haben, schnitten in der Studie von Mittlmeier und Mitarbeiter (102) wenig schlechter ab. Die 17 Patienten von Gradl et al. hingegen erreichten mit 60,7 Punkten im Constant-Score einen vergleichsweise niedrigeren Wert (49). Für die 3-Fragment-Frakturen nach Neer kann zusammenfassend festgehalten werden, dass mit einer Platte bei Betrachtung des gemittelten Constant-Scores von 76,8 Punkten das beste Outcome nach Osteosynthese zu erwarten ist. Zumindest statistisch gilt als Empfehlung für 2-Fragment-Frakturen der Einsatz von den sogenannten übrigen Verfahren, die hier mit 82,5 Punkten den höchsten Wert erreichen. Eine genauere Differenzierung ist bei den unterschiedlichsten Verfahren angefangen von Nähten (10) über K-Drähte (106; 118) und Schrauben (19; 64) bis hin zum Humerusblock (14) für Therapieempfehlungen erforderlich.

6.2.3 Gesundheitszustand und Vorerkrankungen

Vergleichsdaten zur präaccidentellen Befindlichkeit der Patienten mit proximaler Humerusfraktur auf das Outcome konnten in der Literatur nicht gefunden werden. Zwischen den Kovariablen ASA-Klassifikation und Anzahl an Vorerkrankungen lag diesbezüglich eine moderate signifikante Korrelation vor. Die Anzahl der Vorerkrankungen hatte neben der AO-Klassifikation als einzige Kovariable in ihrer Verteilung signifikanten Einfluss auf das Outcome im DASH-Score und im X-SMFA-Funktionsscore. Weitergehende Untersuchungen erscheinen unabhängig von proximalen Humerusfrakturen für den Zusammenhang zwischen der Anzahl an Vorerkrankungen und der psychischen Summenfunktion des SF-36 als sinnvoll.

6.2.4 Verletzungsmechanismus und Begleitverletzungen

Bei den Bonner Patienten war in 56 Prozent der Fälle die Ursache für die proximale Humerusfraktur ein Sturz im häuslichen Umfeld oder als Fußgänger bei widrigem Wetter zu suchen. Das Verteilungsspektrum früherer Studien geht diesbezüglich weit auseinander. Court-Brown und Mitarbeiter gibt die Höhe häuslicher bzw. Alltagsstürze mit 90 Prozent an, Bätthi und Mitarbeiter hingegen mit 59 Prozent (7; 25). Neer und Kuner et al. berichten in früheren Studien von einem geringeren Anteil (84; 107). Im Gegensatz zu den früheren Studien galt für die Bonner Patienten rückschließend über die Implantation des proximalen Humerusnagels das Einschlusskriterium Dislokation der Fragmente. Eine Dislokation der Fraktur tritt eher nach Hochrasanztrauma auf. Einfache Stürze verursachten selten operationswürdige Frakturen. Sie gab es in dieser Studie naturgemäß nur in geringerer Zahl.

Ebenso ist anzunehmen, dass die Simplizität des Verletzungsmechanismus bei einfachen Stürzen seltener zu weiteren körperlichen Schäden und eher zu nicht dislozierten, konservativ behandelten proximalen Humerusfrakturen führte. Der Anteil von 40 Prozent der Patienten (vgl. 5.2.2) dieser Studie mit Begleitverletzungen ist mit hoher Wahrscheinlichkeit höher als die Zahl von Begleitverletzungen bei allen proximalen Humerusfrakturen. Kuner und Siebler führen in ihrer Studie die Begleitverletzungen einzeln auf. Ob bei einzelnen Patienten mehrere Begleitverletzungen vorlagen, geht nicht hervor. Der Anteil an Begleitfrakturen war in ihrer Studie um 11 Prozent geringer als bei den Bonner Patienten (84).

Zur Differenzierung von Polytraumatisierten wurde für die Bonner Patienten jedenfalls die Definition von Tscherne verwendet, wonach erst von Polytrauma gesprochen wird, wenn mindestens eine Verletzung oder die Kombination mehrerer Verletzungen das Leben bedroht. Die Verteilung von anderen Verletzungen und von Polytraumata war in diesen Patientengruppen ähnlich (16 gegenüber 14 % bzw. 8 gegenüber 6,6 %). Der Unterschied bei den Begleitfrakturen wird auf die verschiedenen Durchschnittsalter und ihrer dementsprechend im Mittel voneinander abweichenden Knochenstruktur zurückgeführt. Das mittlere Alter der Bonner Patienten lag zum Operationszeitpunkt bei 57,7 Jahren und in der Studie von Kuner und Siebler bei 53,2 Jahren (84).

6.2.5 Therapie und Komplikationen

Bei 70-80 Prozent der proximalen Humerusfrakturen wird aktuell das konservative Behandlungsverfahren gewählt. Voraussetzung hierfür ist eine stabile, nicht dislozierte Fraktur (74; 108). Ab einer Fragmentverschiebung von mehr als 1 cm oder Fehlstellung der Fragmente um einen Winkel von mehr als 45°, wird eine Operation vorgezogen. Das Outcome der Bonner Patienten zeigte, dass – zumindest bezogen auf die osteosynthetische Versorgung mittels Proximalem Humerusnagel – der Einfluss von Tageszeit und Dauer des Eingriffs auf das Behandlungsergebnis zu vernachlässigen ist. Weder konnte eine beachtenswerte Korrelation zwischen der Operationszeit und den verwendeten Scores gefunden werden, noch lag ein signifikanter Unterschied in den Score-Ergebnissen zwischen der Teilgruppe „Operationsstart zwischen 07:00 und 17:00 Uhr“ und den Patienten vor, bei denen die Osteosynthese in den übrigen Stunden begonnen wurde.

Für die Wahl des osteosynthetischen Verfahrens kann die Meta-Analyse eine Hilfestellung geben. Da sich die Klassifikation nach Neer und der Einsatz des Constant-Murley-Scores in der Literatur als die gängigsten Instrumente für die Beschreibung und Bewertung der proximalen Humerusfraktur durchgesetzt haben, waren die Patientenzahlen auch für eine differenziertere Betrachtung genügend hoch.

Verglichen wurden die Ergebnisse der mit einem Nagel versorgten Patienten mit denen, die mit einer Platte oder einem sonstigen osteosynthetischen Verfahren operiert waren. Darunter fielen vor allem minimalosteosynthetische Verfahren. Dies erklärt die mit 82,5 im Durchschnitt erreichte hohe Punktzahl im Constant-Murley-Score bei den 2-Fragment-Frakturen nach Neer, aber auch die große Spannweite mit einem im Mittel mehr als 25 Punkte schlechteren Ergebnis bei den 4-Fragment-Frakturen. Bei den 4-Fragment-Frakturen schnitt die Behandlung mit dem *Proximalen Humerusnagel* am besten ab. Prädestiniert ist der Proximale Humerusnagel als Implantat daneben auch für nicht klassifizierte Frakturen, da im Mittel ein nur geringer Abfall von 7,2 Punkten im Ergebnis des Constant-Murley-Scores bei steigender Fragmentzahl ein gleichmäßiges Outcome gewährleistet. In der Tendenz zu 2 oder 3 Fragmenten ist eher die Plattenosteosynthese zu bevorzugen, bei einfachen 2-Fragment-Frakturen empfiehlt sich grundsätzlich eine Minimalosteosynthese.

Für die Analyse von Komplikationen im Heilungsverlauf von Osteosynthesen des proximalen Humerus muss einschränkend vorangeführt werden, dass der Umgang hiermit in der Litera-

tur nicht einheitlich ist. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass eine lückenhafte Beschreibung ein komplikationsfreies Patientenkollektiv bedeutet. In dieser Meta-Analyse führte eine fehlende Dokumentation zu einer Nicht-Berücksichtigung der entsprechenden Studienpatienten. Folglich sind die Mittelwerte tendenziell als zu hoch anzusehen. Zur besseren Vergleichbarkeit ist eine einheitliche Dokumentation von vorhandenen und nicht vorhandenen Komplikationen zukünftig anzustreben.

Bei den Bonner Patienten wurde bei 36 Prozent eine Implantatdislokation beschrieben, die entweder mit einer Lagekorrektur des Nagels oder durch eine Metallentfernung behoben wurde. Bezogen auf die Meta-Analyse kommen zum Vergleich die ersten 3 Kategorien in Frage. Die sekundäre Dislokation kann beispielsweise sowohl in die Kategorie *anatomische Abweichung* also auch in die Kategorie *implantatbezogene Komplikation* eingestuft werden. Je nach dem stehen sich relative Häufigkeiten von 32,5 bis 43,3 Prozent gegenüber. Mit 36 Prozent liegt ein ähnlicher Wert bei den Bonner Patienten vor. Bei Cuny und Mitarbeiter wurde in fast einem Drittel die Telegraph®-Nagel-Implantation (bedingt durch sog. mechanische Probleme aufgrund der Schraubenposition bzw. -wanderung oder aufgrund von sekundärer Verschiebung von Tuberculum majus oder minus) wieder entfernt (26). Bei Füchtmeier et al. waren bei insgesamt 36 Patienten der Studie in 13 Fällen Komplikationen aufgetreten, wovon 2 unabhängig von dem Sirius®-Nagel vorkamen und als sekundäre Tuberculum-Wanderung beschrieben wurden(44). Gradl et al. listet die Komplikationen detailliert mit dem Hinweis auf, dass bei einem Patienten auch mehrere Komplikationen aufgetreten sein können. Dislokationen vom Tuberculum majus traten in 6,25 % nach Implantation des Targon®-PH auf (49). Statistisch hätte diese Komplikation danach bei 1-2 der Bonner Patienten auftreten können. Ggf. war das Patientenkollektiv hierfür zu klein.

Die bei den Bonner Patienten vier neurologischen Komplikationen ergeben einen vergleichsweise hohen Wert von 16 Prozent. Er wird aber relativiert, wenn man berücksichtigt, dass langfristig eine weitestgehend wieder normale Funktion erreicht werden konnte. In der Vergleichsgruppe der Meta-Analyse (4.2.7) stehen dem 3 Prozent gegenüber. Bei van den Broeck und Mitarbeiter äußerte sich bei 2 Patienten eine neurologische Problematik in Form erhöhter Schmerzhaftigkeit. Durch Materialentfernung des ACE-Nagels konnte das behoben werden (144).

Bei Mittlmeier et al. dagegen lagen in 3 Fällen Nervenläsionen vor, die nicht behandelt wurden. Axilläre neuropathische Symptome werden in diesem Zusammenhang auch auf stumpfe Einwirkungen auf die antero-laterale Seite der Schulter mit erhöhter Druckkraft auf den N. axillaris zurückgeführt (102). In der klinischen Untersuchung zeigt sich in diesen Fällen eine Hypotrophie des M. deltoideus bei einer kompensatorischen Hypertrophie des M. supraspinatus. Lögters und Mitarbeiter bestätigen, dass in der Regel von einer spontanen Ausheilung ausgegangen werden kann, zumindest von einem guten bis sehr guten funktionellen Ergebnis aufgrund der kompensatorischen Wirkung der Muskeln der Rotatorenmanschette (94).

Eine postoperative Paralyse im Schultergelenk wird auf das traumatische Ereignis bzw. auf eine Verletzung des N. axillaris in Zusammenhang mit der osteosynthetischen Versorgung zurückgeführt. Bei den Bonner Patienten wurde in 24 Prozent der Fälle eine postoperative Paralyse beobachtet, die sich in 3 Fällen radiologisch verifiziert und in den übrigen 3 Fällen zumindest klinisch zurückgebildet hat. Verschiedene Studien an Leichen haben sich mit der engen Beziehung zwischen dem Verlauf des N. axillaris und dem Eintritt von proximalen Verriegelungsbolzen beschäftigt (13; 17; 91). Dabei wurde ein hohes Risiko für derartige Schädigungen aufgedeckt. Für die meisten Verletzungen des N. axillaris werden kombinierte Verletzungen des Plexus brachialis verantwortlich gemacht (133). Typischerweise handelt es sich dabei um geschlossene Verletzungen mit dislozierten Frakturen (113; 133). Insgesamt ist in der Literatur die Aussagekraft zu Komplikationen wegen der unterschiedlich vorgenommenen Dokumentation eingeschränkt und damit wenig zufriedenstellend.

6.2.6 Röntgenbilder

Der Inklinationswinkel nahm bei den Bonner Patienten sukzessive ab. Präoperativ lag er im Mittel bei $133,8^\circ$, postoperativ bei $128,5^\circ$. Bei der Nachuntersuchung nach mindestens einem Jahr lag er im Schnitt bei $120,4^\circ$. Lin beschreibt die Anfälligkeit zur Varus-Deformität nach Osteosynthese mittels Nagel nach einem Zeitraum von 24 Monaten mit einer durchschnittlichen Veränderung des Winkels von $-5,8^\circ$ (90). Auch Lee und Shin beobachteten nach Fixation mittels Platte postoperativ einen Humeruskopf-Hals-Winkel von $132,4^\circ$ in ihrem Patientenkollektiv, der bis zur abschließenden Nachuntersuchung auf $127,7^\circ$ abnahm (87).

6.2.7 Outcome

Die zu Beginn genannten Einschlusskriterien (vgl. 3.1) erfüllten 31 Patienten. 67 Prozent standen nach mindestens 12 Monaten (durchschnittlich 37 Monate) für eine Nachuntersuchung und damit für die Erhebung von UCLA- und Constant-Murley-Score bereit. Für den Oxford-Shoulder-Score, den Simple Shoulder-Test, den X-SMFA-Score und den SF-36-Fragebogen standen 81 Prozent der Patienten zur Verfügung.

Die 80 Studien der Meta-Analyse hatten eine durchschnittliche Nachuntersuchungsquote von 73,5 Prozent. Darunter fand sich das längste Intervall bis zur Nachuntersuchung bei Kollig und Mitarbeiter. Für ihre gesuchten Langzeitresultate von 3- und 4-Fragment-Frakturen vergingen mindestens 52 Monate und durchschnittlich 6,6 Jahre. Die Teilgruppe mit den 13 primär mittels Osteosynthese versorgten Patienten erreichten einen Constant-Score von durchschnittlich 72,1 Punkten (75). Gering kürzer war der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum in der Studie von Bahrs und Mitarbeiter für die Patienten nach T-Platten-Osteosynthese. Der Constant-Score lag hier für die 34 2-Fragment-, die 15 3-Fragment- und die 5 4-Fragment-Frakturen ebenfalls bei 72 Punkten, im UCLA-Score wurde ein Mittelwert von 27 Punkten erreicht. Die durchschnittliche Zeitspanne zwischen Osteosynthese und Nachuntersuchung war mit 21,2 Monaten deutlich geringer (3).

Da ein signifikanter Zusammenhang zwischen Nachuntersuchungszeitraum und den Score-Ergebnissen sowie dem SF-36-Fragebogen mit der Berechnung der Korrelationskoeffizienten nach Spearman und Pearson nicht gefunden werden konnte, hat er offensichtlich für das Outcome mittel- bis langfristig nur geringe Bedeutung. Nach 12 Monaten wird von einem stabilen funktionellen Ergebnis und einem ausreichend großen Nachbeobachtungszeitraum für die Beurteilung des Outcome und eventueller Komplikationen ausgegangen.

Zur Objektivierung und Qualitätssicherung steht mit dem Constant-Murley-Score ein weitverbreitetes Instrument zur Verfügung. In den 80 analysierten Studien zur proximalen Humerusfraktur fand er in 70,3 Prozent Verwendung. Insofern ist er zwecks Vergleichbarkeit aktuell unabdingbar.

In der Meta-Analyse erreichten alle Patienten nach Implantation einer Platte, von denen ein Constant-Score erhoben wurde, 73,27 Punkte und damit 1,13 Punkte mehr als die Patienten nach Implantation eines Nagels (72,14). Sonstige Osteosyntheseverfahren lagen von der Punktzahl des Constant-Scores dazwischen. Aufgeschlüsselt nach der Neer-Klassifikation

schnitten für die 2-Fragment-Frakturen die übrigen Verfahren mit 82,5 Punkten am besten ab, wohingegen die 3-Fragment-Frakturen nach Plattenosteosynthese mit 76,8 Punkten das beste Ergebnis erzielten. Bei den 4-Fragment-Frakturen ist der Constant-Wert mit 68,7 Punkten nach Nagelimplantation am höchsten; hier findet sich auch die größte Differenz in den Verfahren. Übrige Osteosyntheseverfahren erreichten 12 Punkte weniger gegenüber der Nagelosteosynthese.

Von dieser Seite betrachtet sollte bei höherer Fragmentzahl eher der Nagel implantiert und von sonstigen Verfahren Abstand genommen werden. Von den insgesamt 308 mit einem Nagel osteosynthetisch behandelten Patienten, bei denen ein Constant-Score erhoben wurde, veröffentlichten Gradl und Mitarbeiter Daten von 74 Patienten. Die 17 2-Fragment-Frakturen (III nach der Neer-Klassifikation), 35 3-Fragment-Frakturen (IV/3), 17 4-Fragment-Frakturen (IV/4) und 5 Frakturen mit Humerusschaftbeteiligung wurden mit einem Targon®-PH-Nagel versorgt. Sowohl absolut als auch relativ waren die Constant-Werte bei den 3-Fragment-Frakturen am höchsten (74,9 bzw. 80,8 Punkte)(49). Linhart und Mitarbeiter untersuchten das Outcome ebenso nach Implantation eines Targon®-PH-Nagels, aufgeteilt nach Anzahl der Fragmente. Frakturen mit 2 Fragmenten lagen in 15 Fällen vor. Nach absolutem und relativem Constant-Murley-Score schnitten sie am schlechtesten ab (77,8 %). 3 Fragmente standen 31-mal an und erreichten mit 84,2 den höchsten durchschnittlichen Constant-Wert. Patienten mit Frakturen mit 4 Fragmenten erzielten 78,5 Prozent (93).

Der T2-proximale Humerusnagel® wurde von Popescu und Mitarbeiter analysiert. Eine Differenzierung in Altersgruppen ergab ein schlechteres funktionelles Ergebnis (59,0 gegenüber 79,3 Punkte) für die ältere Gruppe 70 Jahre und mehr. Die längere Variante des Nagels (220 mm) zeigte statistisch einen kleinen Vorteil gegenüber der Standardversion (116). Den 41 Patienten mit einer 2-Fragment-Fraktur, die Takeuchi und Mitarbeiter evaluiert haben, wurden jeweils 3 J-Nägel® minimalinvasiv von retrograd in den proximalen Humerus eingebracht. Der Constant-Score lag vergleichsweise mit 87,5 Punkte am höchsten; eine signifikante Korrelation zum Alter lag nicht vor. Komplikationen traten bei den 41 Patienten auch im Verlauf bis zur Metallentfernung nach 6 bis 12 Monaten nicht auf (137). Cuny und Mitarbeiter untersuchten das Outcome nach Implantation des Telegraph®-Nagels. Alle 67 Patienten waren älter als 50 Jahre und erreichten einen durchschnittlichen absoluten Constant-Wert von 62, die alters- und geschlechtsadaptierten Constant-Werte nach AO-

Klassifikationsstufen lagen zwischen 77,5 und 93,5 Prozent (26). Füchtmeier und Mitarbeiter werteten bei 36 Patienten die Behandlung mit dem proximalen Humerusnagel Sirius® aus. 23 2-Fragment-Frakturen mit einem Constant-Score von 83,6 Punkten standen 71,2 Punkte bei den 13 3-Fragment-Frakturen gegenüber; 4-Fragment-Frakturen waren nicht darunter (43).

Als problematisch wird allerdings die Kraftmessung für den Constant-Murley-Score angesehen. Selbst bei uneingeschränkter Beweglichkeit und Muskelkraft ist das Erreichen der maximalen Punktzahl für untrainierte Patienten oftmals nicht möglich. Zum Vergleich wird einerseits der gesunde Arm auf der Gegenseite betrachtet. Andererseits werden 3 Wiederholungen der Messung gefordert. Die praktische Umsetzung zeigte, dass oftmals schon bei der 2. Messung aufgrund von Ermüdung ein deutlicher Kraftverlust und eine funktionelle Angleichung von frakturierter und gesunder Seite zu beobachten war. Desweiteren gewinnt der Anteil der Kraftmessung im Score gerade bei einer geringen Punktzahl relativ an Bedeutung.

Thomas und Mitarbeiter stellten dazu fest, dass die Normalwerte des von Constant erhobenen irischen Kollektivs aufgrund der Kraftwerte von denen der deutschen Alters- und Geschlechtsgenossen abweichen (140). Ein ansonsten sehr gutes Ergebnis in den übrigen Teilbereichen kann bei geringer Kraftentfaltung im betroffenen Arm nur noch zu einem durchschnittlichen Gesamtergebnis führen. Unterschiedliche Belastung und Muskelkraft bereits präoperativ finden keine Berücksichtigung. Bezogen auf die relative Muskelkraft werden auf beiden Seiten gleiche Ausgangswerte vorausgesetzt.

Im Gegensatz dazu wird der bisher weitverbreitete Neer-Score nur noch selten angewendet, obwohl er speziell zur Bewertung der Schulterfunktion nach konservativer und operativer Therapie entwickelt wurde. Tingart und Mitarbeiter stellten eine gute Korrelation mit dem Constant-Murley-Score von $r = 0,97$ fest (142).

Für die Auswertung der Nachuntersuchung kam der Neer-Score in 7 der 80 ausgewählten Studien zum Einsatz. Darunter waren 127 Patienten, die mit einem Nagel behandelt wurden. Lin und Mitarbeiter setzten für ihre 27 mit dem Humeral-locked-Nagel® versorgten Patienten den Neer-Score als alleiniges Mittel zur Auswertung des Outcomes ein. Sie differenzieren zwischen den 21 zufriedenstellenden Ergebnissen (Durchschnitts-Score 87,5) und den 6 nicht zufriedenstellenden Ergebnissen bei den Nachuntersuchungen (Durchschnitts-Score 75,8 Punkte). Für alle 27 nachuntersuchten Patienten ergab das einen durchschnittlichen Neer-Score von 84,9 Punkten (91). Wachtl und Mitarbeiter untersuchten 53 Patienten mit

Prevot®-Nagel. Sie erreichten einen mittleren Constant-Score von 63 und einen mittleren Neer-Score von 74. Er unterschied 3 Altersgruppen. Bei der jüngsten lag der Neer-Score bei 99, bei der mittleren bei 75 und bei der Gruppe ab 61 Jahre bei 61 (146). Park und Mitarbeiter untersuchten 10 Patienten nach Implantation des Uniflex®-Humerusnagels und 16 Patienten nach Implantation des Polarus®-Nagels und gleichzeitig mit Zuggurtungs- und Verriegelungsnähten, die im Durchschnitt 90 Punkte im Neer-Score erreichten. Signifikante Unterschiede zwischen einer jüngeren und einer älteren über 65 Jahre alten Gruppe fanden sie nicht (112).

Hinter dem Constant-Murley-Score wurde als zweithäufigster Score der DASH-Score in 9 von 80 Veröffentlichungen eingesetzt (3; 11; 38; 60; 85; 99; 110; 115; 127). Die 25 Patienten dieser Studie erreichten im Mittel 27,4 Punkte und damit ein gering schlechteres Ergebnis als die 536 Patienten aus der Meta-Analyse mit 25,1. Einschränkend muss erwähnt werden, dass es sich bei den 9 Publikationen durchweg um plattenosteosynthetische Studien handelt. Darunter befindet sich auch die Level-1-Studie von Bigorre und Mitarbeiter, die mit 30,1 einen schlechteren DASH-Score ergeben hat. Einerseits relativiert sich dieses Ergebnis neben dem ebenso etwas schlechteren Ergebnis beim Constant-Murley-Score (64,95 %) und der hohen Anzahl an 4-part-Frakturen. Andererseits überrascht aber gerade hier das bessere Abschneiden der 4-part- (29,0) gegenüber den 3-part-Frakturen (34,5) (11).

Ein ebenso schlechtes Ergebnis mit einem Mittelwert von 31,5 wurde von Shahid und Mitarbeiter in ihrer 50 Patienten umfassenden Studie gefunden. Shahid macht aber u. a. wegen der weitgefassten Einschlusskriterien in seiner Diskussion bereits auf die schwierige Vergleichbarkeit seiner Daten aufmerksam. Auffällig ist das mit 40,3 Punkten deutlich schlechtere Outcome der Patienten mit 2-part-Frakturen gegenüber den 3-part-Frakturen mit 22,8 Punkten (127). Fassbender hält für die 116 untersuchten Patienten seiner Level-2-Studie fest, dass sich die Erwartungen an das minimalinvasive Verfahren mit T-Plattenosteosynthese nicht erfüllten – der DASH-Score lag lediglich bei 32 Punkten (38).

In einer ähnlichen Studie von Laflamme und Mitarbeiter erreichten die Patienten im Durchschnitt mit 26 Punkten ein besseres Outcome. Allerdings wurden vergleichsweise nur 34 Patienten nachuntersucht (85). In der Level-2-Studie von Bahrs und Mitarbeiter zur T-Plattenosteosynthese wurden Daten über einen Zeitraum von 7 Jahren von 74 Patienten

gesammelt; im DASH-Score erreichten sie im Mittel 27,4 Punkte. Signifikante Zusammenhänge zwischen den Scores und der Neer-Klassifikation wurden nicht gefunden (3).

Owsley und Mitarbeiter setzten die Quick-Version des DASH-Scores ein und berichten von einer hohen Komplikationsrate bei den 19 Patienten (110). Hirschmann und Mitarbeiter gehen in ihrer Studie insbesondere auf die signifikante Verbesserung der Ergebnisse innerhalb eines Jahres nach der Osteosynthese mit der Philos[®]-Platte ein. Das Verfahren scheint bei 21 Punkten im DASH-Score eine gute Alternative darzustellen und das, obwohl die 65 Punkte im Constant-Score einen negativeren Eindruck vermitteln (60). Meier und Mitarbeiter dagegen raten von der verwendeten Angle blade Plate[®] trotz des positiven DASH-Ergebnisses wegen der hohen Komplikationsrate ab (99). Eine Empfehlung zum Einsatzes der winkelstabilen Platte (LPHP) geht dagegen von Plecko und Mitarbeiter aus. Die 64 Patienten erreichten sowohl im DASH- als auch im Constant-Score gute Ergebnisse (115).

Die ursprünglich zur Beurteilung von Endoprothesen entwickelte UCLA-Rating-Scale wurde, bezogen auf die Meta-Analyse, in keiner weiteren Studie nach Implantation eines Nagels eingesetzt. Direkte Vergleichsdaten für die Bonner Patienten mit 27,7 Punkten stehen somit nicht zur Verfügung. Ein ähnliches Ergebnis erreichten jedenfalls die von Bahrs und Mitarbeiter untersuchten 52 Patienten nach T-Plattenosteosynthese. Die Patienten mit 2-Fragment-Frakturen erreichten 25,7 Punkte, die 3-Fragment- 26,4 und die 4-Fragment- 27,4 Punkte (3). Lee und Mitarbeiter erhoben von 45 Frakturen bei 44 Patienten nach LPHP-Plattenosteosynthese den UCLA-Rating-Wert. Darunter erreichten 19 2-Fragment-Frakturen einen Mittelwert von 30,2, sowie 22 3-Fragment- und 4 4-Fragment-Frakturen einen Mittelwert von 31,2 Punkten (87).

Bei Betrachtung der Ergebnisse der Studie Gorschwesky und Mitarbeiter über die Osteosynthese mit dem Helix Wire relativiert sich das etwas schlechtere Abschneiden der Bonner Patienten mit Proximalem Humerusnagel. Vergleicht man die operierte Seite der Teilgruppe der Helix[®]-Draht-Implantierten mit 2-Fragment-Fraktur mit der gesunden Seite der 21 Bonner Patienten, so weist die operierte Seite nach Implantation eines Helix-Wire[®] mit 33,9 Punkten eine bessere Funktion auf als die gesunde Seite der Bonner Patienten mit 33,5 Punkten. Altersbedingte Einschränkungen sind zu vernachlässigen, da das Durchschnittsalter der Patienten mit Helix-Wire[®] mit 69,7 Jahren höher liegt als das der Bonner Patienten. Unter der Voraussetzung, dass eine gesunde Extremität grundsätzlich bessere Funktion hat als

eine frakturierte, wird eine unterschiedliche Messung vermutet oder eine statistisch zu geringe Patientenanzahl (48).

Den Helix-Draht® setzten auch Krause und Mitarbeiter bei ihren Patienten ein. Eine Abnahme des Constant-Scores von 74,5 auf 70,7 Punkten zwischen dem 1. und dem 6. postoperativen Jahr steht bei ihnen eine Zunahme der UCLA rating-scale von 29,7 auf 31,5 gegenüber (81).

Der Oxford-Shoulder-Score fand bei zwei der 80 Studien Verwendung, darunter war die Untersuchung von Popescu über den T2-proximalen Humerusnagel. Die 19 nachuntersuchten Patienten (insgesamt 29) erreichten einen durchschnittlichen Oxford-Shoulder-Score von 21,7. Insgesamt lag das Ergebnis nahe bei dem der Bonner Patienten nach Nagelimplantation von 22,9 Punkten. Signifikante funktionelle Unterschiede zwischen dem Standard-Nagel und dem 220-mm-Nagel für Frakturen mit Schaftbeteiligung konnten nicht gefunden werden. Die Patienten, 70 Jahre und jünger, wiesen ein besseres Ergebnis auf als die älteren. Es erreichte allerdings keine statistische Signifikanz (116). Bei Shahid und Mitarbeiter erreichten ebenso die jüngeren Patienten nach Implantation einer Philos-Platte ein besseres Outcome mit 28,0 als die ältere Gruppe mit 33,1 Punkten. In der Verteilung nach Fragmentzahl reichte die Spanne von 24,4 bei den 3-Fragment-Frakturen über 31,3 bei den 4-Fragment-Frakturen bis zu den 2-Fragment-Frakturen mit 35,1 (127).

Der Simple-Shoulder-Test wurde in den 80 Studien der Meta-Analyse nicht verwendet. Scarlat und Florescu untersuchten zwar die Schulterfunktion, allerdings unabhängig von einer Fraktur. Sie fanden heraus, dass bei über 75 Jahre alten Menschen – auch ohne Frakturereignis gegenüber dem Ergebnis im Simple-Shoulder-Test eine Korrelation zwischen dem Body-Mass-Index und dem mentalen Status besteht (124).

Bei den im Schnitt jüngeren Bonner Patienten mit Fraktur und PHN-Implantation konnte kein Zusammenhang zum mentalen Status gefunden werden. Eine signifikante Korrelation zwischen Simple-Shoulder-Test und den psychischen Scores des SF-36 lag nicht vor. Clark und Mitarbeiter veröffentlichten Normalwerte für diverse Bewertungsskalen zur Schulterfunktion. Sie konnten zeigen, dass die Ergebnisse einer asymptomatischen jungen und aktiven Bevölkerung nicht den perfekten Ergebnissen der Bewertungsskalen entspricht.

Im Simple-Shoulder-Test erreichten die im Mittel 28,8 Jahre alten Freiwilligen durchschnittlich 11,79 Punkte (22). Cheung und Mitarbeiter untersuchten Patienten nach im Mittel 22 Jahren, die nach Bankart-Läsion eine Stabilisierung der vorderen Kapsel des Schultergelenkes erfahren hatten. Durchschnittlich erreichten sie 10,2 positive Antworten (20). Baums und Mitarbeiter analysierten mit diversen Scores die Schulterfunktion und das allgemeine gesundheitliche Befinden nach arthroskopischer Lösung von Adhäsionen von Patienten mit einer Frozen Shoulder. Präoperativ erreichten die Patienten den Wert 4 im Simple-Shoulder-Test. In der letzten Untersuchung 3 Jahre nach der Arthroskopie – war der Wert auf 10 angestiegen (8).

Die deutsche Version der Kurzform des Short-Musculoskeletal-Function-Assessment wurde in den 80 analysierten Studien nicht verwendet. Owsley und Gorczyca setzten zur Beurteilung des postoperativen Ergebnisses nach Implantation eines von drei Modellen von Verriegelungsplatten die englische Standardversion SMFA ein. Der mittlere SMFA-Score lag bei 47 Punkten. Es wurde differenziert zwischen Patienten mit bzw. ohne radiologisch nachgewiesener Komplikation, die durchschnittlich einen SMFA-Score von 44 bzw. 54 erreichten (110). Leidel und Mitarbeiter setzten den XSMFA-D-Bewertungsfragebogen zur Beurteilung einer Gelenkseparation nach Kirchner-Draht-Transfixation ein. Die Patienten erreichten 13 Punkte im Funktionsindex und 4 Punkte im Beeinträchtigungsindex (88). Bei den Bonner Patienten, denen ebenso die Kurzform vorgelegt wurde, ergab sich ein durchschnittlicher Funktionsindex von 23,08 und ein Beeinträchtigungsindex von 23,75. Funktions- und Beeinträchtigungsindices korrelierten signifikant miteinander. Darüber hinaus bestand ein starker Zusammenhang bei den Korrelationskoeffizienten Spearmans (0,80) und Pearsons (0,77) zum körperlichen Summenscore des SF-36-Fragebogens und zu seinen Subskalen.

6.2.8 Bewegungsausmaße

Für die UCLA-Rating-Scale und den Constant-Murley-Score wurden die Patienten auf die Bewegungsfähigkeit im gesunden und im operierten Arm untersucht. Die Meta-Analyse hat gezeigt, dass sich für alle später untersuchten Patienten für Anteversion, Elevation, Innen- und Außenrotation bessere Werte nach der Osteosynthese mittels Nagel im Vergleich zur Osteosynthese mit einer Platte ergeben haben. Das relative Bewegungsmaß wurde bei der

Elevation um mehr als 2 Prozentpunkte besser, bei der Innenrotation sogar um knapp 10 Prozentpunkte.

Die Winkelmaße für die Beweglichkeit im Schultergelenk wurde bei den Bonner Patienten und in drei weiteren Studien erhoben. Takeuchi und Mitarbeiter untersuchten z. B. 2-Fragment-Frakturen nach einer J-Nagel®-Implantation. In der Anteversion erreichten die 41 Patienten im Mittel einen Winkel von 138° und in der Abduktion 132°. Von den Studien mit der Angabe der Bewegungsausmaße nach einer Nagelimplantation wurde einzig in dieser Studie zusätzlich die Extension gemessen. Im Mittel ergab sie 65°. Zum Zeitpunkt der Messungen nach zwei bis vier Jahren nach dem Frakturereignis (Schnitt 29 Monate) hatten alle Patienten keine J-Nägel® mehr im proximalen Humerus. Schon sechs bis zwölf Monate nach der Implantation erfolgte die Explantation. Bei den Patienten von Takeuchi und Mitarbeiter lag eine negative Korrelation vor zwischen Alter und Neer-Score sowie Alter und Flexions- bzw. Abduktionswinkel (137).

In der Studie von Popescu und Mitarbeiter schnitten die jüngeren Patienten auch etwas besser ab, eine statistische Signifikanz wurde aber nicht erreicht. Bei den 21 Frakturen, wobei bei 7 eine Schaftbeteiligung vorlag, die mit dem T2-proximalen Humerusnagel® versorgt worden waren, lag die durchschnittliche Anteversion bei einem Winkel von 135° und die Abduktion bei 121,5°. Die Rotation nach außen gelang durchschnittlich bis zu einem Winkel von 38,8°. Neben den 2-Fragment-Frakturen lagen hier fünf 3-Fragment- und eine 4-Fragment-Fraktur vor (116).

In der Studie von Park und Mitarbeiter wurden Osteosynthesen-Verfahren in Kombination untersucht. Zehn Uniflex®-Humerusnägel bzw. 16 Polarus®-Nägel wurden kombiniert eingesetzt mit gespannten und verriegelnden Nähten. Unterschiede zwischen Altersklassen und Frakturen mit verschiedener Anzahl an Fragmenten konnten nicht gefunden werden. Die mittlere Anteversion war bei diesen Patienten auf der frakturierten Seite 139° und die mittlere Außenrotation 45°. Weitere Angaben zu anatomischen Strukturen wurden nach Ellmann und Mitarbeitern in die Winkelmaße übertragen. Beispielsweise galt für die Innenrotation der Patienten aus der Studie von Park und Mitarbeiter durchschnittlich ein Erreichen des Processus spinalis vom Brustwirbelkörper 12, dies entspricht nach Ellmann und Mitarbeiter einem Winkel von 70° (35; 112).

	Anteversion	Elevation	Innenrotation	Außenrotation
<i>NORMALWERTE d. Winkel</i>	150-170°	180°	95°	40-60°
Ergebnis nach Nagel-Osteosynthese...	Bewegung absolut (Durchschnitt in °)			
der Patienten aus Vergleichsstudien (67; 101; 106)	137,39	127,94	76,70	52,29
der Bonner Patienten mit PHN	133,81	135,00	61,90	36,19
<i>Differenz</i>	<i>3,58</i>	<i>-7,06</i>	<i>14,80</i>	<i>16,10</i>

Tabelle 10: Vergleich der Bewegungsausmaße dieser Studie mit den Ergebnissen der Meta-Analyse

Die Winkelmaße für die Anteversion und die Elevation lagen bei den frakturierten Armen von den Bonner Patienten und bei denen der Meta-Analyse relativ eng zusammen. Dadurch folgt auch, dass bei der Anteversion das Patientenkollektiv bei der Meta-Analyse und bei der Elevation die Bonner Patienten besser abschnitten. Bezogen auf die Innen- und Außenrotation war bei den Bonner Patienten selbst die Beweglichkeit nach Plattenosteosynthese – ohne Berücksichtigung auf die Frakturart und die Anzahl der Fragmente – durchschnittlich besser, obwohl für alle vier Bewegungsrichtungen eine geringere Beweglichkeit als nach durchschnittlicher Nagelosteosynthese erfasst wurde (vgl. Tabelle 10).

7 Zusammenfassung

Anliegen der vorliegenden Arbeit sind Patienten mit proximalen Humerusfrakturen, die mit einem *Proximalen Humerusnagel* (Fa. Synthes, Bochum) osteosynthetisch versorgt wurden. In der Universitätsklinik Bonn wurden im Zeitraum 2002 bis 2006 insgesamt 39 Patientinnen und Patienten mit diesem Verfahren operiert. Zum Untersuchungszeitpunkt waren acht Patientinnen und Patienten bereits verstorben, haben eine Prothese implantiert bekommen oder waren aufgrund von Demenz nicht zu untersuchen. Von den 31 füllten 25 einen aus verschiedenen Scores zusammengestellten Fragebogen aus. Für die Studie standen neben einer Eigenanamnese auch Daten zu Komplikationen und zum Oxford-Shoulder-Score, dem Simple-Shoulder-Test, dem DASH-Score, der Kurzversion von SMFA-D und zu SF-36 zur Verfügung. Das funktionelle Ergebnis konnte im Rahmen einer Nachuntersuchung von 21 Patientinnen und Patienten anhand der Kriterien des Constant-Murley-Scores und der UCLA-Rating-Scale erfasst werden. Die statistische Analyse erfolgte mit Hilfe des Programms SPSS.

Bei den 25 Patienten betrug das mittlere Alter am Unfalltag $57,1 \pm 19,0$ Jahre. Das Geschlechterverhältnis weiblich/männlich lag bei drei zu zwei. In der AO-Klassifikation ergab sich eine Aufteilung von 12 A-Frakturen (11 A2 $n = 4$; 11 A3 $n = 8$) und 13 B-Frakturen (11 B1 $n = 8$; 11 B2 $n = 3$; 11 B3 $n = 2$). Die Operationsdauer lag durchschnittlich bei 76,1 Minuten ($\pm 40,4$ Minuten). Im Oxford-Shoulder-Score erreichten die Patienten einen Mittelwert von $22,9 \pm 10,9$ Punkten, im Simple-Shoulder-Test wurden durchschnittlich $6,88 \pm 2,85$ Fragen mit „Ja“ beantwortet. Beim DASH-Score erreichten die Patienten im Mittel einen Wert von $27,39 \pm 16,7$ Punkten, im Funktionsindex der Kurzversion des SMFA-D $23,08 \pm 22,1$ und im Beeinträchtigungsindex von XSMFA-D $23,75 \pm 21,4$. Die körperliche Summenskala des SF-36 lag durchschnittlich bei $\chi = 39,64 \pm 11,2$ und die psychische Summenskala bei $50,96 \pm 10,9$. Die Nachuntersuchung der 21 Patienten fand nach mindestens 12 und im Mittel nach $36,6 \pm 16,1$ Monaten statt. Die erreichte relative UCLA-Rating-Scale von 82,5 Prozentpunkten setzt sich aus einem Punktwert von im Schnitt $27,7 \pm 6,0$ auf der operierten und $33,5 \pm 1,7$ Punkten auf der nicht operierten Seite zusammen. Der relative Constant-Murley-Score lag bei 79,0 Prozent. Er ergab sich aus dem Score-Ergebnis von $64,6 \pm 18,8$ für die operierte und $81,8 \pm 9,1$ für die nicht operierte Seite. Radiologisch wurde eine Abnahme des Inklinationwinkels von $133,8^\circ$ prä- auf $128,5^\circ$ postoperativ und um weitere $8,1^\circ$ im postoperativen Verlauf beobachtet. In sechs von 20 Fällen trat radiologisch gesichert postoperativ eine Paralyse auf, die in 3 Fällen nachweislich regredient war.

In der Analyse zeigten sich beim DASH-Score signifikante Zusammenhänge zu allen übrigen Outcome-Scores, am deutlichsten zum XSMFA-D. Auf der frakturierten Seite korrelierten Constant-Murley-Score und UCLA-Rating-Scale sowie der Simple-Shoulder-Test stark miteinander. Eine signifikante Korrelation zwischen den psychischen Subskalen bzw. dem *Psychischen Summenscore* und den funktionellen Scores wurde nicht erreicht. Moderate Zusammenhänge fanden sich zwischen Subskalen des SF-36 wie der *Körperlichen Rollenfunktion* und den Kovariablen Vorerkrankungen bzw. der ASA-Klassifikation. Sie korrelierten auch moderat untereinander. Ein guter präaccidenteller Gesundheitszustand hatte bei den Bonner Patienten nach dem SF-36 einen positiven Einfluss auf die körperliche und psychische Funktion. Auf die Kovariablen bezogen hängen die Score-Ergebnisse am stärksten von der Frakturart ab. Korrelationen bestehen zwischen der AO-Klassifikation und den Ergebnissen des DASH-Scores, des Oxford-Shoulder-Scores, des Simple-Shoulder-Tests sowie des Constant-Murley-Scores und der UCLA-Rating-Scale. Operationszeitpunkt im Tagesverlauf und die Sportlichkeit hatte keinen Einfluss auf das Outcome.

In der Metaanalyse wurden insgesamt 80 Veröffentlichungen in der Online-Datenbank PubMed zur operativen Therapie von Proximalen Humerusfrakturen miteinander und mit den Daten der vorliegenden Arbeit verglichen. Unter den verschiedenen Verfahren ergab sich zusammengefasst für die Patienten nach einer Platten-Implantation ein Constant-Murley-Score von 73,27 Punkten, für die Patienten nach Nagel-Implantation ein Wert von 72,14 und für sonstige Osteosyntheseverfahren ein Wert von 72,59. In den Studien, die eine Differenzierung nach der Klassifikation nach Neer vornahmen, erreichten die Patienten nach Implantation einer Platte mit 74,2 Punkten im Constant-Murley-Score insgesamt ein besseres Ergebnis als diejenigen nach Nagel-Implantation. Dagegen erreichten die Patienten mit einer 4-Fragment-Fraktur im Zustand nach Osteosynthese mittels Nagel mit 68,7 tendenziell einen höheren Constant-Murley-Wert als die 66,0 nach der Platten-Osteosynthese. Bezüglich der Bewegungsausmaße konnte ein Vorteil für die Patienten nach Implantation eines Nagels ermittelt werden. Das relative Bewegungsausmaß zu den Normalwinkeln lag für die Innen- und für die Außenrotation um fast 10 Prozent höher nach einer Osteosynthese mit Nagel als nach einer Frakturversorgung mit Platte.

Fazit: Die Implantation des Proximalen Humerusnagels stellt neben den vorhandenen operativen Verfahren für geschlossen reponible proximale Humerusfrakturen ein alternatives, intramedulläres Operationsverfahren dar.

8 Anhang

8.1 Fragebogen für die Patienten

- Allgemeines
- SF-36
- DASH-Score
- XSMFA-D-Fragebogen
- Oxford-Shoulder-Score
- Simple-Shoulder-Test
- Constant-Murley-Score
- UCLA-Rating-Scale

FRAGEBOGEN

Name: _____

Geburtsdatum: _____

Geschlecht: weiblich
 männlich

Körpergewicht: _____ kg

Körpergröße: _____ cm

Beruf:

zum Zeitpunkt der OP: _____

zum jetzigen Zeitpunkt: _____

- Wie zufrieden sind Sie mit dem **Ergebnis der OP**?
Sehr zufrieden Zufrieden Weniger zufrieden Unzufrieden
- Liegt bei Ihnen eine **Minderung der Erwerbstätigkeit / ein Grad der Behinderung** vor? Ja Nein
Falls ja, wieviel Grad? MdE: _____ GdB: _____
- Beziehen Sie aufgrund der OP eine **Rente**? Ja Nein
- Welche **Sportarten** haben Sie **vor der OP** betrieben? _____
Wie intensiv? _____ (z. B. 1 Stunde 3 mal pro Woche)
- Haben Sie/Hatten Sie erneute Erkrankungen an dem **betroffenen Arm**?
Unfallbedingt Tumor Entzündung Gelenkverschleiß Andere
- Haben Sie/Hatten Sie erneute Erkrankungen an dem **anderen Arm**?
Unfallbedingt Tumor Entzündung Gelenkverschleiß Andere
- Mussten Sie sich noch **zusätzlichen Operationen** an betroffenem Arm unterziehen? Ja Nein
Falls ja, welche und wann? _____
- Haben Sie **andere Erkrankungen**, die nicht Ihren Arm betreffen?
Erkrankungen des **Herzens**:
Herzinfarkt Gefäßverkalkung Angina pectoris Herzklappenfehler Andere
Erkrankungen der **Lunge**:
Chronische Bronchitis Asthma bronchiale Chron. obstruktive Lungenerkrankung Tumore Andere
Erkrankungen des **Magen-Darm-Traktes**:
Tumor Magengeschwür Andere: _____
Erkrankungen des **Gehirns**:
Multiple Sklerose Parkinson-Krankheit Alzheimer-Krankheit Andere: _____
- Sonstige Erkrankungen: _____
- Nehmen Sie regelmäßig Medikamente ein? Ja Nein
Falls ja, welche: _____

- Sind Sie...?
gegenwärtig Raucher(in) ehemalige(r) Raucher(in) noch nie Raucher(in) gewesen?

Bitte kreuzen Sie im Folgenden die für Sie zutreffende Zahl an!

1.	SF-36	Ausgezeichnet	Sehr gut	Gut	Weniger gut	Schlecht
	Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen bewerten?	1	2	3	4	5

2.		Derzeit viel besser	Derzeit etwas besser	Etwa wie vor einem Jahr	Derzeit etwas schlechter	Derzeit viel schlechter
	Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?	1	2	3	4	5

Im Folgenden sind einige **Tätigkeiten** beschrieben, die Sie vielleicht an einem **normalen Tag** ausüben: Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand **bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt**? Wenn ja, wie stark?

3.		Ja, sehr eingeschränkt.	Ja, etwas eingeschränkt.	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt.
3.a	Anstrengende Tätigkeiten, z. B. schnell laufen; schwere Gegenstände heben, anstrengender Sport	1	2	3
3.b	Mittelschwere Tätigkeiten, z. B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	1	2	3
3.c	Einkaufstaschen heben oder tragen	1	2	3
3.d	Mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3
3.e	Einen Treppenabsatz steigen	1	2	3
3.f	Sich beugen, knien, bücken	1	2	3
3.g	Mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3
3.h	Mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3
3.i	Eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	2	3
3.j	Sich baden oder anziehen	1	2	3

Hatten Sie in den **vergangenen 4 Wochen** aufgrund Ihrer **körperlichen Gesundheit** irgendwelche **Schwierigkeiten** bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?

4.		Ja	Nein
4.a	Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein.	1	2
4.b	Ich habe weniger geschafft als ich wollte.	1	2
4.c	Ich konnte nur bestimmte Dinge tun.	1	2
4.d	Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung.	1	2

Hatten Sie in den **vergangenen 4 Wochen** aufgrund **seelischer Probleme** irgendwelche **Schwierigkeiten** bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z. B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?

5.		Ja	Nein
5.a	Ich konnte nicht so lange wie übliche tätig sein.	1	2
5.b	Ich habe weniger geschafft als ich wollte.	1	2
5.c	Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten.	1	2

6.		Überhaupt nicht	Etwas	Mäßig	Ziemlich	Sehr
	Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

7.	Schmerzen	Keine	Sehr leicht	Mäßig	Ziemlich	Sehr stark
	Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?	1	2	3	4	5

8.		Überhaupt nicht	Etwas	Mäßig	Ziemlich	Sehr
	Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagsaktivitäten zu Hause oder im Beruf behindert?	1	2	3	4	5

In diesen Fragen geht es darum, **wie Sie sich fühlen** und wie es Ihnen in den **vergangenen 4 Wochen** gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht!)

9.	Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
9.a	... voller Schwung	1	2	3	4	5	6
9.b	... sehr nervös	1	2	3	4	5	6
9.c	... so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte?	1	2	3	4	5	6
9.d	... ruhig und gelassen?	1	2	3	4	5	6
9.e	... voller Energie?	1	2	3	4	5	6
9.f	... entmutigt und traurig?	1	2	3	4	5	6
9.g	... erschöpft?	1	2	3	4	5	6
9.h	... glücklich?	1	2	3	4	5	6
9.i	... müde?	1	2	3	4	5	6

10.		Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
	Wie häufig haben Ihre körperlichen Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten, usw.) beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

11.	Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?	Trifft ganz zu	Trifft weitestgehend zu	Weiß nicht	Trifft weitestgehend zu	Trifft überhaupt nicht zu
11.a	Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	1	2	3	4	5
11.b	Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	1	2	3	4	5
11.c	Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt	1	2	3	4	5
11.d	Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit	1	2	3	4	5

Die folgenden Fragen befassen sich mit ihren **Symptomen**, also auch Ihren **Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten/Aktivitäten auszuführen**. Bitte beantworten Sie diese Fragen gemäß Ihrem **Zustand in der letzten Woche!** Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder welcher Hand Sie Ihre Tätigkeiten/Aktivitäten ausüben. Antworten Sie einfach entsprechend Ihren Fähigkeiten, **egal, wie Sie die Aufgaben meistern konnten**.

12.	DASH-Score	Keine	Wenig	Merkliche	Erhebliche	Nicht möglich
		Schwierigkeiten				
				aber machbar		
	Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stricken usw.)	1	2	3	4	5
	Ein Marmeladen-, Einmach-, Honigglas öffnen	1	2	3	4	5

	Schreiben	1	2	3	4	5
	Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
	Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
	Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
	Etwas auf ein Regal über Kopfhöhe stellen	1	2	3	4	5
	Schwere Hausarbeit (Boden putzen, Wände abwaschen)	1	2	3	4	5
	Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
	Betten machen	1	2	3	4	5
	Eine Einkaufstüte oder Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
	Schwere Gegenstände tragen (über 10 kg)	1	2	3	4	5
	Eine Glühbirne über Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
	Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
	Den Rücken waschen	1	2	3	4	5
	Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
	Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
	Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm mit mehr oder weniger Anstrengung benutzen, wie z. B.: Tennis, Heimwerken, Golf usw.	1	2	3	4	5
	Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (Badminton, Frisbee, Squash)	1	2	3	4	5
	Am Straßenverkehr teilnehmen oder öffentliche Verkehrsmittel benutzen, um von einem Platz zum anderen zu gelangen	1	2	3	4	5
	Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5

13.	In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihren normalen sozialen Kontakt zu Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der letzten Woche beeinflusst?				
	Überhaupt nicht 1	Kaum 2	Merklich 3	Deutlich 4	Extrem 5

14.	Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen täglichen Aktivitäten eingeschränkt?				
	Überhaupt nicht 1	Kaum eingeschränkt 2	Merklich eingeschränkt 3	Deutlich eingeschränkt 4	Extrem eingeschränkt 5

Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Symptome während der letzten Woche ein.

15.		Keine	Wenig	Mittel	Erheblich	Extrem
	Schmerzen in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
	Schmerzen in Schulter, Arm, Hand, nachdem Sie eine bestimmte Tätigkeiten ausgeführt haben	1	2	3	4	5
	Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
	Schwächegefühl in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
	Stiffheit in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
	Hatten Sie in der letzten Woche Schlafstörungen wegen der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand?					
	Keine Schwierigkeiten 1	Wenig Schwierigkeiten 2	Merkliche Schwierigkeiten 3	Erheblich Schwierigkeiten 4	So viele Schwierigkeiten, dass ich nicht schlafen konnte 5	
	Durch meine Probleme in Schulter, Arm oder Hand fühle ich mich weniger fähig, mein Selbstvertrauen ist eingeschränkt, und ich kann mich weniger nützlich machen.					

23.	Wie schwierig ist es für Sie, alleine auszugehen?				
Gar nicht schwierig <input type="checkbox"/>	Ein wenig schwierig <input type="checkbox"/>	Mäßig schwierig <input type="checkbox"/>	Sehr schwierig <input type="checkbox"/>	Unmöglich <input type="checkbox"/>	

24.	Wie schwierig ist die Körperhygiene auf der Toilette?				
Gar nicht schwierig <input type="checkbox"/>	Ein wenig schwierig <input type="checkbox"/>	Mäßig schwierig <input type="checkbox"/>	Sehr schwierig <input type="checkbox"/>	Unmöglich <input type="checkbox"/>	

25.	Wie schwierig ist es für Sie, sich zu drehen?				
Gar nicht schwierig <input type="checkbox"/>	Ein wenig schwierig <input type="checkbox"/>	Mäßig schwierig <input type="checkbox"/>	Sehr schwierig <input type="checkbox"/>	Unmöglich <input type="checkbox"/>	

26.	Wie schwierig ist es für Sie, Ihren normalen Freizeittätigkeiten, Hobbys, Gartenarbeit, Kartenspielen, Basteln oder Ausgehen mit Freunden nachzugehen?				
Gar nicht schwierig <input type="checkbox"/>	Ein wenig schwierig <input type="checkbox"/>	Mäßig schwierig <input type="checkbox"/>	Sehr schwierig <input type="checkbox"/>	Unmöglich <input type="checkbox"/>	

27.	Wie schwierig ist die Ausführung von leichter Haus- oder Gartenarbeit wie Staubwischen, Geschirrspülen oder Blumengießen für Sie?				
Gar nicht schwierig <input type="checkbox"/>	Ein wenig schwierig <input type="checkbox"/>	Mäßig schwierig <input type="checkbox"/>	Sehr schwierig <input type="checkbox"/>	Unmöglich <input type="checkbox"/>	

28.	Wie schwierig ist die Ausführung von schwerer Haus- oder Gartenarbeit wie Bodenwischen, Staubsaugen und Rasenmähen für Sie?				
Gar nicht schwierig <input type="checkbox"/>	Ein wenig schwierig <input type="checkbox"/>	Mäßig schwierig <input type="checkbox"/>	Sehr schwierig <input type="checkbox"/>	Unmöglich <input type="checkbox"/>	

Diese Fragen behandeln, wie sehr Sie durch Probleme beeinträchtigt sind, die Sie in dieser Woche wegen Ihrer Gelenkverletzung oder Gelenkerkrankung haben.
Wie sehr sind Sie beeinträchtigt durch...

29.		Gar nicht	Ein wenig	Mäßig	Sehr	Äußerst
		beeinträchtigt				
	Probleme bei Haus- und Gartenarbeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Probleme mit dem Baden, Anziehen, sich zurechtmachen oder anderer Körperpflege	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Probleme bei der täglichen Arbeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Probleme mit Steifigkeit und Schmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Oxford-Shoulder-Score

Zu beachten: Alle Fragen beziehen sich auf die **letzten 4 Wochen!**

30.	Wie würden Sie den schlimmsten Schmerz in Ihrer Schulter beschreiben?				
<input type="checkbox"/> Kein	<input type="checkbox"/> leicht	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> untragbar	

31.	Gab es wegen Ihrer Schulter Probleme beim Anziehen?				
<input type="checkbox"/> Gar keine	<input type="checkbox"/> Leichte Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/> Mäßige Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/> Extreme Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/> unmöglich	

32.	Hatten Sie aufgrund Ihrer Schulter Schwierigkeiten ins Auto ein- oder auszusteigen, oder öffentliche Verkehrsmittel zu benutzen?				
<input type="checkbox"/> gar keine	<input type="checkbox"/> leichte Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/> extreme Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/> unmöglich	

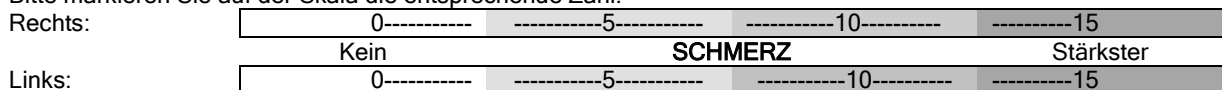
33.	Konnten Sie Messer und Gabel gleichzeitig verwenden?				
<input type="checkbox"/> ja, leicht	<input type="checkbox"/> mit leichten Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/> mit mäßigen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/> mit extremen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/> unmöglich	

34.	Konnten Sie Ihre Haushaltseinkäufe selbstständig erledigen?				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ja, leicht	mit leichten Schwierigkeiten	mit mäßigen Schwierigkeiten	mit extremen Schwierigkeiten	unmöglich	
35.	Konnten Sie ein Tablett mit einem Teller Essen durchs Zimmer tragen?				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ja, leicht	mit leichten Schwierigkeiten	mit mäßigen Schwierigkeiten	mit extremen Schwierigkeiten	unmöglich	
36.	Konnten Sie Ihr Haar mit dem betroffenen Arm kämmen?				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ja, leicht	mit leichten Schwierigkeiten	mit mäßigen Schwierigkeiten	mit extremen Schwierigkeiten	unmöglich	
37.	Wie würden Sie den Schmerz beschreiben, den Sie gewöhnlich in Ihrer Schulter hatten?				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
kein	sehr leicht	leicht	mäßig	stark	
38.	Konnten Sie Ihre Kleider mit Ihrem betroffenen Arm in einer Garderobe aufhängen?				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ja, leicht	mit leichten Schwierigkeiten	mit mäßigen Schwierigkeiten	mit extremen Schwierigkeiten	unmöglich	
39.	Konnten Sie sich selbst unter beiden Armen waschen und abtrocknen?				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ja, leicht	mit leichten Schwierigkeiten	mit mäßigen Schwierigkeiten	mit extremen Schwierigkeiten	unmöglich	
40.	Wie sehr hat Ihr Schulterschmerz Ihre tägliche Arbeit behindert? (Hausarbeit mit eingeschlossen)				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
gar nicht	ein wenig	mäßig	stark	extrem	
41.	Wurden Sie nachts im Bett von Schmerzen in der Schulter geplagt?				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
nie	nur 1 oder 2 Nächte	einige Nächte	die meisten Nächte	jede Nacht	
42.				Ja	Nein
	Ist der betroffene Arm in Ruhe schmerzfrei?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Können Sie von seiten der Schulter her problemlos schlafen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Können Sie mit dem betroffenen Arm Ihr Hemd auf dem Rücken in die Hose stecken?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Können Sie Ihre Hände mit zur Seite gestreckten Ellenbogen auf den Hinterkopf legen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Können Sie den gestreckten Arm auf Schulterhöhe heben?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Können Sie mit gestrecktem Arm 4 kg (z. B. 4 1L Milchpackungen) auf Scheitelhöhe heben?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Können Sie seitlich am Körper mit dem betroffenen Arm 10 kg (z. B. 10 1L Milchpackungen) tragen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Glauben Sie, dass Sie einen Tennisball mit dem betroffenen Arm seitlich vom Körper 10 m weit werfen können?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Glauben Sie, dass Sie einen Tennisball mit dem betroffenen Arm über Kopf 20 m weit werfen können?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Können Sie mit dem betroffenen Arm die Rückseite der Gegenschulter waschen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sind Sie von Seiten der Schulter her im erlernten Beruf voll arbeitsfähig?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Subjektive Schmerzangabe

Constant

Bitte markieren Sie auf der Skala die entsprechende Zahl!



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

43.	Nicht möglich	Starke Einschränkung	Mäßige Einschränkung	Leichte Einschränkung	Ohne Probleme
rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

44.	Nicht möglich	Starke Einschränkung	Mäßige Einschränkung	Leichte Einschränkung	Ohne Probleme
rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

45.	Über Kopfhöhe	Bis auf Kopfhöhe	Bis zum Nacken	Bis auf Brusthöhe	Bis zur Taille
Mit links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mit rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

46.	Nicht gestört	Gelegentliches Aufwachen	Regelmäßiges Aufwachen
Links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Muskelkraft

Wieviel an Gewicht können Sie mit entspannt an Ihrer Seite hängendem Arm problemlos für etwas 5 Sekunden 3 mal nacheinander vom Boden anheben?

Gewicht in kg: _____

Beweglichkeit:

47.	a) Flexionsausmaß		b) Abduktionsausmaß	
	0° - 30°	(0)	0° - 30°	(0)
	31° - 60°	(2)	31° - 60°	(2)
	61° - 90°	(4)	61° - 90°	(4)
	91° - 120°	(6)	91° - 120°	(6)
	121° - 150°	(8)	121° - 150°	(8)
	> 150°	(10)	> 150°	(10)
<i>Punkte a)</i>	<i>Links:</i>		<i>Punkte b)</i>	
	<i>Rechts:</i>		<i>Links:</i>	
			<i>Rechts:</i>	

c) Außenrotation		d) Innenrotation		
Hand hinter Kopf		Keine	(0)	
Mit Ellenbogen nach vorn	(2)	Hand an der Hüfte	(2)	
Mit Ellenbogen nach hinten	(2)	Hand am Iliosakralgelenk	(4)	
		Hand am 3. LWK	(6)	
Hand auf den Kopf		Hand am 12. BWK	(8)	
Mit Ellenbogen nach vorn	(2)	Hand an Interskapularregion	(10)	
Mit Ellenbogen nach hinten	(2)			
Volle Flexion	(2)			
<i>Punkte c)</i>	<i>Links:</i>		<i>Punkte d)</i>	
	<i>Rechts:</i>		<i>Links:</i>	
			<i>Rechts:</i>	

Gesamtpunktzahl Beweglichkeit: rechts _____ links _____

UCLA

48.	Muskelkraft/Bewegung
Ankylose in Fehlstellung	(1)
Ankylose mit guter funktioneller Position	(2)
Muskelkraft schlecht bis mäßig; Elevation < 60°, Innenrotation < 45°	(4)
Muskelkraft mäßig bis gut; Elevation bis 90°, Innenrotation bis 90°	(5)
Muskelkraft gut bis normal; Elevation bis 140°, Außenrotation bis 20°	(8)
Normale Muskelkraft; Bewegungsspiel fast normal	(10)

49. Schmerzempfindlichkeit	
Ständig und nicht zu ertragen; starke Analgetika erforderlich	(0)
Ständig, jedoch erträglich; gelegentlich starke Analgetika erforderlich	(2)
Kein oder nur geringer Ruheschmerz, leichter Schmerz bei Belastung	(4)
Schmerz bei harter Arbeit	(6)
Gelegentlich, geringer Schmerz	(8)
Keine Schmerz	(10)

50. Funktion/tägliche Aktivität	
Unmöglich, die Schulter einzusetzen	(0)
Nur leichte Aktivitäten ohne Hilfe möglich	(2)
Die meisten täglichen Aktivitäten möglich	(4)
Großer Teil der Hausarbeit möglich, Haare waschen möglich	(6)
Nur leichte Einschränkungen bei Arbeiten über Kopf	(8)
Uneingeschränkte Aktivität möglich	(10)

51. Aktive Vorwärtselevation	
150 Grad	(5)
120 - 150 Grad	(4)
90 - 120 Grad	(3)
45 - 90 Grad	(2)
30 - 45 Grad	(1)
< 30 Grad	(0)

52. Muskuläre Kraftentfaltung bei der Vorwärtselevation	
Grad 5 (normal)	(5)
Grad 4 (gut)	(4)
Grad 3 (befriedigend)	(3)
Grad 2 (unbefriedigend)	(2)
Grad 1 (Kontraktur)	(1)
Grad 0 (komplette Kraftlosigkeit)	(0)

53. Zufriedenheit des Patienten	
Zufrieden	(5)
Unzufrieden	(0)

8.2 Bearbeitungsbogen für den Untersucher

Name: _____

Datum der OP: _____

Geburtsdatum: _____

Operierte Seite: links rechts

Beruf: Sind Sie durch Einsetzbarkeit bzw. Schmerzen beider Schultern bei den Tätigkeiten in Ihrem Beruf eingeschränkt? (*nicht berufstätig*: Angaben entsprechend der Haupttätigkeiten des Alltags)

43.	Nicht möglich	Starke Einschränkung	Mäßige Einschränkung	Leichte Einschränkung	Ohne Probleme
rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Freizeit: Sind Sie durch Einsetzbarkeit bzw. Schmerzen beider Schultern bei Aktivitäten in Ihrer Freizeit eingeschränkt? (Hobby, Sport, Garten etc.)

44.	Nicht möglich	Starke Einschränkung	Mäßige Einschränkung	Leichte Einschränkung	Ohne Probleme
rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Arbeitshöhe: Bis zu welcher Höhe können Sie Tätigkeiten verrichten, ohne eingeschränkt zu sein oder Schmerzen zu empfinden? Tätigkeiten (wie z. B. Wäsche auf die Leine zu hängen) sind möglich bis einschließlich...

45.	Über Kopfhöhe	Bis auf Kopfhöhe	Bis zum Nacken	Bis auf Brusthöhe	Bis zur Taille
Mit rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mit links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Schlaf: Sind Sie in Ihrem Schlaf durch Schmerzen in der Schulter gestört?

46.	Nicht gestört	Gelegentliches Aufwachen	Regelmäßiges Aufwachen
Rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Muskelkraft

Wieviel Abduktionskraft können Sie für 5 Sekunden erreichen?

Links:	_____	Rechts:	_____
--------	-------	---------	-------

Beweglichkeit:

47.	a) Flexionsausmaß		b) Abduktionsausmaß	
0° - 30°		(0)	0° - 30°	(0)
31° - 60°		(2)	31° - 60°	(2)
61° - 90°		(4)	61° - 90°	(4)
91° - 120°		(6)	91° - 120°	(6)
121° - 150°		(8)	121° - 150°	(8)
> 150°		(10)	> 150°	(10)
<i>Punkte a)</i>	<i>Links:</i>	_____	<i>Punkte b)</i>	<i>Links:</i>
	<i>Rechts:</i>	_____		<i>Rechts:</i>

c) Außenrotation			d) Innenrotation		
Hand hinter Kopf			Keine		(0)
Mit Ellenbogen nach vorn	(2)		Hand an der Hüfte		(2)
Mit Ellenbogen nach hinten	(4)		Hand am Iliosakralgelenk		(4)
Hand auf den Kopf			Hand am 3. LWK		(6)
Mit Ellenbogen nach vorn	(6)		Hand am 12. BWK		(8)
Mit Ellenbogen nach hinten	(8)		Hand an Interskapularregion		(10)
Volle Flexion	(10)				
<i>Punkte c)</i>	<i>Links:</i>	_____	<i>Punkte d)</i>	<i>Links:</i>	_____
	<i>Rechts:</i>	_____		<i>Rechts:</i>	_____

Gesamtpunktzahl Beweglichkeit: links _____ rechts _____

Ergebnis Schmerzskala: _____

Gesamtergebnis Constant: _____

48. Muskelkraft/Bewegung	links	rechts
Ankylose in Fehlstellung		(1)
Ankylose mit guter funktioneller Position		(2)
Muskelkraft schlecht bis mäßig; Elevation < 60°, Innenrotation < 45°		(4)
Muskelkraft mäßig bis gut; Elevation bis 90°, Innenrotation bis 90°		(5)
Muskelkraft gut bis normal; Elevation bis 140°, Außenrotation bis 20°		(8)
Normale Muskelkraft; Bewegungsspiel fast normal		(10)

49. Schmerzempfindlichkeit	links	rechts
Ständig und nicht zu ertragen; starke Analgetika erforderlich		(0)
Ständig, jedoch erträglich; gelegentlich starke Analgetika erforderlich		(2)
Kein oder nur geringer Ruheschmerz, leichter Schmerz bei Belastung		(4)
Schmerz bei harter Arbeit		(6)
Gelegentlich, geringer Schmerz		(8)
Kein Schmerz		(10)

50. Funktion/tägliche Aktivität	links	rechts
Unmöglich, die Schulter einzusetzen		(0)
Nur leichte Aktivitäten ohne Hilfe möglich		(2)
Die meisten täglichen Aktivitäten möglich		(4)
Großer Teil der Hausarbeit möglich, Haare waschen möglich		(6)
Nur leichte Einschränkungen bei Arbeiten über Kopf		(8)
Uneingeschränkte Aktivität möglich		(10)

51. Aktive Vorwärtselevation	links	rechts
150 Grad		(5)
120 - 150 Grad		(4)
90 - 120 Grad		(3)
45 - 90 Grad		(2)
30 - 45 Grad		(1)
< 30 Grad		(0)

52. Muskuläre Kraftentfaltung bei der Vorwärtselevation	links	rechts
Grad 5 (normal)		(5)
Grad 4 (gut)		(4)
Grad 3 (befriedigend)		(3)
Grad 2 (unbefriedigend)		(2)
Grad 1 (Kontraktur)		(1)
Grad 0 (komplette Kraftlosigkeit)		(0)

53. Zufriedenheit des Patienten	links	rechts
Zufrieden		(5)
Unzufrieden		(0)

UCLA
Gesamtpunktzahl (Fragen 49 bis 53): links _____ rechts _____

Ergebnis Muskelkraft/Bewegung: _____

8.3 Tabellen

Autor	Publikationsdatum	Level of evidence*	Implantat**			Zahl bei OP	Zahl bei NU	Nachuntersuchungs- zeitraum	Altersdurchschnitt	Altersspanne	Klassifikation						
			Platte	Nagel	Sonstige						Neer			AO			
											2-part	3-part	4-part	A	B	C	
1. Agudelo J et al.	Nov. 07	P 2	LPHP, Philos			170	153	5	62	22-92							
2. Bahrs C et al.	Jan. 07	P 2	T-Platte			76	54	67	58	17-91	51	18	7				
3. Banco SP et al.	Jan. 01	4			Dacron-tape	14	13	19	68	46-87	13	0	0				
4. B�athis H et al.	Mrz. 01	P 2	T			78	32	50	55		10	17	5				
5. Bhatia DN et al.	Okt. 06	4			N�hte	21	21	42	51	17-93							
6. Bigorre N et al.	Dez. 08	P 1	Surfix plate			99	99	18	63	23-86	25	37	36				
7. Bi�rkenheim JM et al.	Dez. 04	4	Philos			72	72	12	67	27-89	38	22	12	38	22	12	
8. Bogner R et al.	Jul. 08	T 3			Humerusblock	76	48	34		70+	0	32	16				
9. Calvo E et al. (1)	Jan 07	P 2			Pin	74	50	14	71	45-89	27	17	6				
10. Charalambous CP et	Dez. 06	4	Philos			25	25		63	30-83	8	13	4				
11. Chen CY et al.	Dez. 98	4			Schrauben	19	18	21	43	8-89	12	6	0				
12. Cuny C et al.	Jul. 08	4		Telegraph		122	67	48	72	50-92							
13. Damanakis K et al.	Jan. 96	4	T			94	69	20	74	65-89				18	14	37	
14. Doursounian L et al.	Jul. 00	4			Bilboquet	41	26	26	70	27-93	0	16	10				
15. Egol KA et al.	Mrz. 08	P 2	Philos			51	51	16	61		12	33	6				
16. Erhart J et al.	Jan. 02	4			Helix	35	13	12	75	45-95	15	19	1	15	19	1	
17. Fankhauser F et al.	Jan. 05	T 2	LPHP			29	26	12	64	28-82				4	15	9	
18. Fassbender M et al.	Mai. 08	P 2	T			117	71	25	65	34-82				6	21	44	
19. Fenichel I et al.	Apr. 06	P 2			Gewindestifte	56	50	30	50	21-78	24	26	0				
20. Frangen TM et al.	Okt. 07	P 2	winkelstabil			198	166	13	75	27-96	13	34	47				
21. F�chtmeier B et al.	Jun. 07	4		Sirus		36	36	12	71	30-93	23	13	0				
22. Gerber C et al.	Aug. 04	4			Pin	35	32	63	45	16-73	3	16	16				
23. Gorschewsky O et al.	Okt. 05	4			Helix	97	95	12	70	49-88	32	43	22				
24. Gradl G et al.	Sep. 07	T 2		Targon PH		112	74	12	67	23-97	0	17	52				
25. Greiner S et al.	Jul. 08	4	LCP			108	48	12	66	26-92	22	17	9				
26. Handschin A et al.	Okt. 07	T 3	Philos			31	31	19	62	27-87	8	13	10				
27. Hawkins RJ et al.	Dez. 86	4			tens-band	15	14		61	58-74							
28. Hepp P et al.	Jan. 08	T 3	LPHP			83	83	12	65	18-88	18	53	12				
29. Hessler C et al.	Aug. 06	4	winkelstabile			52	46	19	69	34-94	12	25	9				
30. Hessmann M et al.	Jan. 96	4	T			50	31	26	76		0	20	22	20	26	4	
31. Hessmann M et al.	Jan. 98	4	buttress			142	99	30	63	17-85	76	51	15	66	61	15	
32. Hintermann B et al.	Nov. 00	4	blade			42	38	40	72	52-92	0	34	8				
33. Hirschmann MT et al.	Dez. 07	P 1	Philos			137	119	12	68		6	30	62				
34. Kasperczyk WJ et al.	Jan. 93	4			K / Schrauben	15	13	26	58	31-85	0	0	13				
35. Kazakos K et al.	Jul. 07	T 3		Polarus		27	27	12	66	36-79	16	11	0	16	8	3	
36. Keener JD et al.	Mai. 07	4			Pin	35	27	35	61	41-79	7	8	12				
37. Kettler M et al.	Okt. 06	T 3	Philos			225	176	13	66		61	75	26	41	81	54	
38. Kilic B et al.	Apr. 08	4	Philos			22	22	14	57	35-83	7	5	1				
39. Kirchhoff C et al.	Okt. 08	T 2	locking			282	59		55		18	33	8	11	31	17	
40. Ko JY et al.	Jan. 96	4			Pins & Dr�hte	17	16	44	52	19-63	0	12	4				
41. Kollig E et al.	Jan. 03	T 3			minimalost.	13	13	78	52	14-71							
42. Korkmaz MF et al. (1)	Mrz. 08	T 2	Philos			64	24	15		< 65				8	11	4	

Korkmaz MF et al. (2)						17				> 65				8	8	0
43. Koukakis A et al.	Jan. 06	4	Philos			20	20	12	62	31-85						
44. Krause FG et al.	Nov. 07	4			Helix	58	26	12	69		4	17	5			
45. Kuner EH et al.	Jan. 87	T 3	T			83	78	43	51		8	42	28			
46. Laflamme GY et al.	Jan. 08	P 2	locking			34	27	19	64	38-88						
47. La Hoz Marin J de et	Mrz. 01	4			K	29	29	21	60	29-77	0	29	0			
48. Lee CW et al.	Jan. 09	4	locking			45	45	28	64	35-85	19	22	4			
49. Lin J	Aug. 06	4			Polarus	44	27	24	54	28-78	0	27	0			
50. Lin J et al.	Dez. 98	4			locked nail	23	21	19	66	42-96						
51. Linhart W et al.	Mai. 07	4			Targon PH	97	51	12	68	33-90	15	31	4			
52. Lupo R et al.	Jan. 08	4	LCP			32	32	12	52	30-75	6	20	6			
53. Machani B et al.	Jan. 06	4	PlantTan			68	62	19	61	19-76	19	37	6			
54. Mallick A et al.	Dez. 08	4			rush pin	51	40		64	19-94	29	11	0			
55. Meier RA et al.	Apr. 06	P 1	angled blade			42	36	12	69	23-88						
56. Mihara K et al.	Jan. 08	4			pin lock nail	28	19	14	71	60-83	16	3	0			
57. Mittlmeier WF et al.	Jan. 03	4			Targon PH	221	64	12	69	25-97	19	34	11			
58. Moonot P et al.	Sep. 07	T 2	Philos			32	32		60	18-87						
59. Müller F et al.	Aug. 06	4			Titanwendeln	50	38	23	70	20-93	8	32	10			
60. Müntz P et al.	Jan. 92	T 3			K	30	26	14	59	18-83						
61. Owslev KC et al.	Feb. 08	4	locking			58	53	31	52	18-89	23	28	2			
62. Park JY et al.	Sep. 06	T 3			Polar. & Unifl.	29	26	39	62	27-79	7	18	1	0	14	12
63. Plecko M et al.	Jan. 05	4	LPHP			64	36	31	58	21-78				8	9	19
64. Popescu D et al.	Dez. 08	P 1			T2-PHN	29	28	12	67	27-88	15	5	1	15	5	1
65. Qidwai SA et al.	Jun. 01	4			K	43	41	32	34	17-62	18	11	12			
66. Resch H et al.	Jan. 95	4			K	22	21	36	52	26-65						
67. Rose PS et al.	Mrz. 07	4	LCP			16	16	12	51	18-78	5	9	2			
68. Russo R et al.	Jan. 08	4			bone block	33	33	24		34-74	3	12	8			
69. Savoie FH et al.	Jan. 89	4	buttress			12	9	>24	47	27-68	0	12	0			
70. Shahid R	Mai. 08	4	Philos			50	41	22	62		11	11	19			
71. Soete PJ et al.	Nov. 99	4			Pin	35	31	45	68	29-82	7	20	4			
72. Sosef N et al.	Jun. 07	4			Polarus	35	28	12	66	34-90	19	5	2			
73. Speck M et al.	Jan. 96	4	T			108	72	12	65	22-85	35	32	41			
74. Takeuchi R et al.	Jan. 02	4			J-nail	41	41	29	65	18-95	41	0	0			
75. Thalhammer G et al.	Jan. 09	4	locking			48	42	38	58	32-90				5	24	13
76. van den Broek CM et	Nov. 07	4			ACE	40	24	16	65	27-87	0	7	16			
77. Voigt C et al.	Jan. 07	4	LPHP			56	50	12	65	25-84	7	36	2			
78. Wachtl SW et al.	Jan. 00	P 2			Prevot	61	53	17	52	3-91	26	12	15			
79. Wanner GA et al.	Jan. 98	4	2 1/3			57	38	17	66							
80. Yamano Y et al.	Jan. 86	4	hook			18	17				5	7	5			

Tabelle 11: Daten zur Meta-Analyse; Leere Felder: keine Daten in entsprechender Studie veröffentlicht; mit „0“ gekennzeichnete Felder: Messung vorgenommen, Datenmenge null; (*) Levels of Evidence for Primary Research (JBJS) – zur Einteilung vgl. Tabelle 2 bzw. Erläuterungen im Text; () Platten: Locking Proximal Humeral Plate (LPHP), Locking Compression Plate (LCP), Proximal Humeral Interlocking-Platte (PHILOS), Stützplatte (buttress plate), Einhakplatten (hook plate), T-Platten, Schaufelplatten (blade plate), Surfix Fixations Konzept (surfix plate), Ein-Drittel-Rohr-Platte, winkelstabile Platten; Nägel: Prevot-Nagel, J-Nail, der Targon-Proximal-Humeral, Pin-lock-Nagel, locked nail, Sirius-, Polarus- und Telegraph-Nagel, T2-Proximale-Humerus-Nagel, ACE-nail; Sonstige: minimalosteosynthetischen Verfahren, spezielle Nahttechniken, Kirschner-Drähte (K), Helix-wire (helix), Tension-band-wiring, Titanwendeln, rush-pins, Gewindestifte, perkutan eingesetzte Pins, Bone-Block, Humerusblock, Bilboquet device, Dacron-tape;**

	Scores						Funktionsoutcome ^{xxx}					Komplikationen ^{xxxx}										
	Constant (ggf. nach Neer/AO)			UCLA	DASH (0-67)	Neer	Sonstige ^{xx}	Anteversion	Dorsalextension	Abduktion/ Eleva- tion	Int. Rotation	Ext. Rotation	anatom. Abweichung	sek. Dislokation	Implantatbezogen	(Pseud-)Arthrose, Osteoarthritis	Infektion	AVN	Neurolog./ Schmerz persist.	Steifigkeit	Impingement	Sonstige
	GES. ^x 2- part A	3- part B	4- part C																			
1.						ISS 9,5																
2.	72			27	27							36	13	19	6		5					33
3.												0		7		0	0	0			0	
4.	70																5					
5.	86						153												5			
6.	65				30												7	2			2	3
7.	84	78	60									21				0	3	0			0	0
8.	-	61	50				0,		0, 122,		0, 31,					1	4					1
9.	68	74	68									2		5		2	4					
10.												5		7			1					
11.														0		0	0					1
12.	62												6	21		1				2		2
13.																						
14.							114			L1	32	1	2	3			5					
15.							128							10		1						
16.	58												3		1							
17.	83	78	65									3		13		1	1	3			3	
18.	70				32									3			6	8			8	
19.	81															0	0					
20.	87	78	73											39		5	18					
21.	84	71	-													0						
22.	78						156					4					12			6		
23.	95	73	53	34, 30, 28									3	1	2		5			2		1
24.	-	69	70									15	3	22		2	7			6		
25.	72	64	56									8					7					
26.	64	60	57										1				2	2			2	
27.	29							126		81	L2	54										1
28.	77											1		13			1	4			4	
29.	57				76	SST 89 % schmerzfrei						0	2			1	1					
30.												5			0	1	2					1
31.												1	6		2	3	4	3	1	3	6	
32.	73											3			2	1	1		4			
33.	65				21		130		124	67	51	1		8		1	3	10			10	
34.	88																					
35.						87, 80,						0		1			1			1		
36.	79	79	67			ASES 88, 85, 80	142				51	8	0	1		0				1		
37.	78	77	73									25	2	24	1	2	14					
38.	76																					
39.	84																					
40.					87		152	39	158	T11	40	0		1		1	2	0			0	
41.	82					HSS																
42.	95											3	1	1		0	0					
43.	93											4	1	0		0	0					
44.	76					VAS								1								
45.	86	67	56	33, 29, 29									3	1			2					
46.		1-2 in																				
47.												0		11		1	1					6

	Alter Jahre	NU-Zeitraum	OP-Dauer	ASA	Anzahl VE	Sport	AO-Klassifikation	DASH	X-SMFA Funktion	X-SMFA Beeintr.	Oxford	Simple Ja	Simple Nein	Constant PHN	Constant gesund	UCLA PHN	UCLA gesund	Beurteilung subj.	SF-36 KÖFU	SF-36 KÖRO	SF-36 SCHM	SF-36 AGES	SF-36 VITA	SF-36 SOFU	SF-36 EMRO	SF-36 PSYC	SF-36 KöSum	SF-36 PsySum
Alter Jahre																			0,543									
NU-Zeitraum																												
OP-Dauer																	0,54											
ASA																				0,622			0,652	0,535	0,597		0,507	
Anzahl VE				0,539				0,51											0,509	0,518		0,501				0,611		
Sport																												
AO-Klassifikation											0,535	0,573	0,564															
DASH								0,72	0,656	0,73	0,77	0,767	0,615		0,518				0,581	0,632	0,504						0,662	
X-SMFA Funktion				0,568				0,839	0,77	0,84									0,772	0,609	0,546	0,519	0,535			0,774		
X-SMFA Beeintr.								0,739	0,75	0,87											0,531			0,505				
Oxford								0,79	0,71	0,789										0,594			0,545	0,535	0,575	0,518		
Simple Ja								0,812	0,557	0,558			0,96	0,761	0,694													
Simple Nein						0,533	0,798	0,55	0,555	0,529	0,989		0,77		0,702													
Constant PHN						0,56	0,649				0,728	0,723			0,876													
Constant gesund																	0,563											
UCLA PHN							0,509				0,646	0,64	0,853															
UCLA gesund								0,609																				
Beurteilung subjektiv																												
SF-36 KÖFU					0,508	0,508	0,631	0,804									0,51			0,615	0,575							0,896
SF-36 KÖRO				0,623	0,537	0,66	0,5	0,633	0,5										0,62	0,544	0,544	0,512	0,527	0,757	0,533	0,697		
SF-36 SCHM							0,529	0,615											0,586	0,614		0,518				0,76		
SF-36 AGES					0,531			0,538																				
SF-36 VITA																				0,508	0,525				0,869	0,812		
SF-36 SOFU				0,544																0,547					0,774	0,767		
SF-36 EMRO				0,539						0,553										0,701			0,617	0,541		0,738		
SF-36 PSYC				0,504																		0,838	0,656	0,655		0,894		
SF-36 KöSum					0,585		0,668	0,803											0,9	0,72	0,783	0,67						
SF-36 PsySum																							0,74	0,592	0,715	0,857		

Tabelle 12: Korrelationen zwischen Kovariablen und Scores bzw. den Subskalen/Summenscores des SF-36 (Markierung (+) bei gegebener Signifikanz ($p < 0,05$) ab 0,5-1 (Hervorhebung ab 0,7/0,8/0,9); li./unt.: Korrelationen nach Spearman, re./ob.: Korrelationen nach Pearson; Abk.: NU=Nachuntersuchung, ASA=Einteilung der American Society of Anesthesiologists, VE=Vorerkrankungen; für die Abk. der Subskalen und Summenscores des SF-36 s. Text.).

	ASA	VE	GE	Alter	OP	Sport	AO	Subj.
DASH	0,354	0,046	0,307	0,507	0,861	0,292	0,043	0,739
X-SMFA Funktion	0,060	0,029	0,082	0,086	0,559	0,182	0,263	0,898
X-SMFA Beeintr.	0,411	0,351	0,453	0,411	0,251	0,955	0,131	0,797
Oxford	0,848	0,250	1,000	0,956	0,301	0,823	0,045	0,586
Simple Ja	0,537	0,196	0,483	0,500	0,785	0,070	0,027	0,839
Simple Nein	0,659	0,264	0,570	0,501	0,880	0,066	0,011	0,787
Constant PHN	0,499	0,105	0,775	0,916	1,000	0,696	0,012	0,083
Constant gesund	1,000	0,244	0,935	0,646	0,318	0,254	0,244	0,136
UCLA PHN	0,694	0,271	0,680	0,478	0,452	0,830	0,040	0,145
UCLA gesund	0,460	0,305	0,416	0,558	0,912	0,337	0,305	0,830
Beurteilg. subj.	0,074	0,930	0,332	0,413	0,698	0,720	0,061	0,000
SF-36 KÖFU	0,010	0,077	0,023	0,006	0,824	0,317	0,663	0,799
SF-36 KÖRO	0,002	0,002	0,012	0,097	0,640	0,136	0,208	0,615
SF-36 SCHM	0,083	0,062	0,117	0,117	0,933	0,385	0,742	0,177
SF-36 AGES	0,011	0,013	0,087	0,567	0,148	0,453	0,340	0,202
SF-36 VITA	0,081	0,096	0,384	0,046	0,200	0,148	0,326	0,125
SF-36 SOFU	0,022	0,323	0,894	0,367	0,573	0,573	0,930	0,634
SF-36 EMRO	0,041	0,101	0,090	0,275	0,603	0,552	0,942	0,701
SF-36 PSYC	0,043	0,263	0,454	0,190	0,676	0,210	0,512	0,103
SF-36 KöSum	0,007	0,011	0,035	0,022	0,657	0,222	0,550	0,408
SF-36 PsySum	0,277	0,446	1,000	0,786	0,437	0,542	0,870	0,373

Tabelle 13: Einfluss von Kovariablen auf die Score-Ergebnisse: p-Werte (fett gedruckt: $p < 0,05$) des Mann-Whitney-U-Test zur Analyse auf signifikante Unterschiede von Teilgruppen: ASA=American Society of Anesthesiologists, VE=Anzahl der Vorerkrankungen, GE=Rasanz der Gewalteinwirkung, Alter, OP=Beginn der Operation, Sport, AO=Klassifikation nach der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, Subj.=subjektive Beurteilung des Gesundheitszustandes bezogen auf das Frakturergebnis

9 Literaturverzeichnis

1. Agudelo J, Schurmann M, Stahel P, Helwig P, Morgan SJ, Zechel W, Bahrs C, Parekh A, Ziran B, Williams A, Smith W. Analysis of efficacy and failure in proximal humerus fractures treated with locking plates. *J Orthop Trauma* 2007; 21: 676–681
2. Amstutz HC, Sew Hoy AL, Clarke IC. UCLA anatomic total shoulder arthroplasty. *Clin. Orthop. Relat. Res.*; 155: 7–20
3. Bahrs C, Oehm J, Rolauffs B, Eingartner C, Weise K, Dietz K, Helwig P. T-plate osteosynthesis--an obsolete osteosynthesis procedure for proximal humeral fractures? Middle-term clinical and radiological results. *Z Orthop Unfall* 2007; 145: 186–194
4. Bahrs C, Schmal H, Lingenfelter E, Rolauffs B, Weise K, Dietz K, Helwig P. Inter- and intraobserver reliability of the MTM-classification for proximal humeral fractures: a prospective study. *BMC Musculoskelet Disord* 2008; 9: 21
5. Bailey H. *Chirurgische Krankenuntersuchung*. 8th ed. Leipzig-Heidelberg: Johann Ambrosius Barth; 1991
6. Banco SP, Andrisani D, Ramsey M, Frieman B, Fenlin JM, JR. The parachute technique: valgus impaction osteotomy for two-part fractures of the surgical neck of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83: 38–42
7. Bathis H, Tingart M, Bouillon B, Tiling T. Surgical treatment of proximal humeral fractures. Is the T-plate still adequate osteosynthesis procedure. *Zentralbl Chir* 2001; 126: 211–216
8. Baums MH, Spahn G, Nozaki M, Steckel H, Schultz W, Klinger H. Functional outcome and general health status in patients after arthroscopic release in adhesive capsulitis. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA* 2007; 15: 638–644
9. Benninghoff A, editor. *Anatomie: Makroskopische Anatomie, Embryologie und Histologie des Menschen - Band 1*. 15.th ed. München-Wiesbaden-Baltimore: Urban & Schwarzenberg
10. Bhatia DN, van Rooyen KS, Du Toit DF, Beer JF de. Surgical treatment of comminuted, displaced fractures of the greater tuberosity of the proximal humerus: a new technique of double-row suture-anchor fixation and long-term results. *Injury* 2006; 37: 946–952
11. Bigorre N, Talha A, Cronier P, Hubert L, Toulemonde JL, Massin P. A prospective study of a new locking plate for proximal humeral fracture. *Injury* 2008
12. Bjorkenheim J, Pajarinen J, Savolainen V. Internal fixation of proximal humeral fractures with a locking compression plate: a retrospective evaluation of 72 patients followed for a minimum of 1 year. *Acta Orthop Scand* 2004; 75: 741–745
13. Blum J, Rommens PM. Proximal interlocking of humeral intramedullary nails and risk of axillary nerve injury. *Der Unfallchirurg* 2002; 105: 9–13
14. Bogner R, Hubner C, Matis N, Auffarth A, Lederer S, Resch H. Minimally-invasive treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br* 2008; 90: 1602–1607
15. Brooks CH, Revell WJ, Heatley FW. Vascularity of the humeral head after proximal humeral fractures. An anatomical cadaver study. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 1993; 75: 132–136
16. Calvo E, Miguel I de, La Cruz JJ de, Lopez-Martin N. Percutaneous fixation of displaced proximal humeral fractures: indications based on the correlation between clinical and radiographic results. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16: 774–781

17. Cetik O, Uslu M, Acar HI, Comert A, Tekdemir I, Cift H. Is there a safe area for the axillary nerve in the deltoid muscle? A cadaveric study. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 2006; 88: 2395–2399
18. Charalambous CP, Siddique I, Valluripalli K, Kovacevic M, Panose P, Srinivasan M, Marynissen H. Proximal humeral internal locking system (PHILOS) for the treatment of proximal humeral fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007; 127: 205–210
19. Chen CY, Chao EK, Tu YK, Ueng SW, Shih CH. Closed management and percutaneous fixation of unstable proximal humerus fractures. *J Trauma* 1998; 45: 1039–1045
20. Cheung EV, Sperling JW, Hattrup SJ, Cofield RH. Long-term outcome of anterior stabilization of the shoulder. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons*; 17: 265–270
21. Chu SP, Kelsey JL, Keegan THM, Sternfeld B, Prill M, Quesenberry CP, Sidney S. Risk factors for proximal humerus fracture. *Am. J. Epidemiol.* 2004; 160: 360–367
22. Clarke MG, Dewing CB, Schroder DT, Solomon DJ, Provencher MT. Normal shoulder outcome score values in the young, active adult. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons*; 18: 424–428
23. Constant CR. Assessment of shoulder function. *Der Orthopäde* 1991; 20(5): 289–294
24. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1987; 214: 160–164
25. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury* 2006; 37: 691–697
26. Cuny C, Scarlat MM, Irrazi M, Beau P, Wenger V, Ionescu N, Berrichi A. The Telegraph nail for proximal humeral fractures: a prospective four-year study. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17: 539–545
27. Damanakis K, Schaal O, Mann J, Müller KH. Modified treatment concept in fractures of the humeral head in elderly patients. *Der Unfallchirurg* 1996; 99: 561–568
28. Debrunner AM. *Orthopädie / Orthopädische Chirurgie*. 3rd ed. Bern-Göttingen-Toronto-Seattle: Verlag Hans Huber
29. Demirhan M, Kilicoglu O, Altinel L, Eralp L, Akalin Y. Prognostic factors in prosthetic replacement for acute proximal humerus fractures. *Journal of orthopaedic trauma* 2003; 17: 181-188; discussion 188-189
30. Dietrich M, Meier C, Lattmann T, Zingg U, Gruninger P, Platz A. Complex fracture of the proximal humerus in the elderly. Locking plate osteosynthesis vs hemiarthroplasty. *Chirurg* 2008; 79: 231–240
31. Doursounian L, Grimberg J, Cazeau C, Jos E, Touzard RC. A new internal fixation technique for fractures of the proximal humerus--the Bilboquet device: a report on 26 cases. *J Shoulder Elbow Surg* 2000; 9: 279–288
32. Duparc F, Muller JM, Fréger P. Arterial blood supply of the proximal humeral epiphysis. *Surgical and radiologic anatomy : SRA* 2001; 23: 185–190
33. Egol KA, Ong CC, Walsh M, Jazrawi LM, Teiwani NC, Zuckerman JD. Early complications in proximal humerus fractures (OTA Types 11) treated with locked plates. *J Orthop Trauma* 2008; 22: 159–164
34. Ellert U, Bellach BM. The SF-36 in the Federal Health Survey--description of a current normal sample. *Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))* 1999; 61: 184-190

35. Ellmann H, Hanker G, Bayer M. Repair of the rotator cuff. Endresult study of factors influencing reconstruction. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68-A: 1136–1144
36. Erhart J, Heinz T, Schuster R, Greitbauer M, Vecsei V. Stabilization of proximal humeral fractures with the intramedullary dynamic titanium helix wire. *Wien Klin Wochenschr* 2002; 114: 859–865
37. Fankhauser F, Boldin C, Schippinger G, Haunschmid C, Szyszkowitz R. A new locking plate for unstable fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 430: 176–181
38. Fassbender M, Rothenbacher G, Weschler C, Muller CA, Pfister U. Minimally invasive T-plating at the proximal humerus. *Z Orthop Unfall* 2008; 146: 318–324
39. Fenichel I, Oran A, Burstein G, Perry Pritsch M. Percutaneous pinning using threaded pins as a treatment option for unstable two- and three-part fractures of the proximal humerus: a retrospective study. *Int Orthop* 2006; 30: 153–157
40. Frangen TM, Dudda M, Martin D, Arens S, Greif S, Muhr G, Kalicke T. Proximal humeral fractures with angle-stable plate osteosynthesis - is everything better now. *Zentralbl Chir* 2007; 132: 60–64
41. Frangen TM, Dudda M, Martin D, Arens S, Greif S, Muhr G, Källicke T. Proximal humeral fractures with angle-stable plate osteosynthesis - is everything better now. *Zentralblatt für Chirurgie* 2007; 132: 65–69
42. Frick H, Leonhardt H, Starck D, editors. *Allgemeine Anatomie. Spezielle Anatomie 1: Extremitäten - Rumpfwand - Kopf - Hals*. 4. überarb. Auflage. Stuttgart, New York: Thieme; 1992
43. Fuchtmeier B, May R, Hente R, Maghsudi M, Volk M, Hammer J, Nerlich M, Prantl L. Proximal humerus fractures: a comparative biomechanical analysis of intra and extramedullary implants. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007; 127: 441–447
44. Fuchtmeier B, Brockner S, Hente R, Maghsudi M, Nerlich M, Prantl L. The treatment of dislocated humeral head fractures with a new proximal intramedullary nail system. *Int Orthop* 2008; 32: 759–765
45. Gerber C, Schneeberger AG, Vinh TS. The arterial vascularization of the humeral head. An anatomical study. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1990; 72: 1486–1494
46. Gerber C, Werner CML, Vienne P. Internal fixation of complex fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 2004; 86: 848–855
47. Germann G, Wind G, Harth A. The DASH (Disability of Arm-Shoulder-Hand) Questionnaire - a new instrument for evaluating upper extremity treatment outcome. *Handchirurgie, Mikrochirurgie, plastische Chirurgie : Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Handchirurgie : Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie der Peripheren Nerven und Gefäße : Organ der Vereinigung der Deutschen Plastischen Chirurgen* 1999; 31: 149–152
48. Gorschewsky O, Puetz A, Klakow A, Pitzl M, Neumann W. The treatment of proximal humeral fractures with intramedullary titanium helix wire by 97 patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 2005; 125: 670–675
49. Gradl G, Dietze A, Arndt D, Beck M, Gierer P, Borsch T, Mittlmeier T. Angular and sliding stable antegrade nailing (Targon PH) for the treatment of proximal humeral fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007; 127: 937–944
50. Greiner S, Kaab MJ, Haas NP, Bail HJ. Humeral head necrosis rate at mid-term follow-up after open reduction and angular stable plate fixation for proximal humeral fractures. *Injury* 2008
51. Gruson KI, Ruchelsman DE, Tejwani NC. Isolated tuberosity fractures of the proximal humeral: current concepts. *Injury* 2008; 39: 284–298
52. Habermeyer P. Fracture of the head of the humerus. *Der Unfallchirurg* 1997; 100: 820–837

53. Handschin AE, Cardell M, Contaldo C, Trentz O, Wanner GA. Functional results of angular-stable plate fixation in displaced proximal humeral fractures. *Injury* 2008; 39: 306–313
54. Hawkins RJ, Bell RH, Gurr K. The three-part fracture of the proximal part of the humerus. Operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68: 1410–1414
55. Hepp P, Theopold J, Voigt C, Engel T, Josten C, Lill H. The surgical approach for locking plate osteosynthesis of displaced proximal humeral fractures influences the functional outcome. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17: 21–28
56. Hessler C, Schmucker U, Matthes G, Ekkernkamp A, Gutschow R, Eggers C. Results after treatment of instable fractures of the proximal humerus using a fixed-angle plate. *Unfallchirurg* 2006; 109: 867-870, 872-874
57. Hessmann M, Gehling H, Gotzen L. Proximal humerus fracture in advanced age. *Langenbecks Arch Chir Suppl Kongressbd* 1996; 113: 907–909
58. Hessmann M, Gotzen L, Gehling H, Baumgaertel F, Klingelhoefter I. Operative treatment of displaced proximal humeral fractures: two-year results in 99 cases. *Acta Chir Belg* 1998; 98: 212–219
59. Hintermann B, Trouillier HH, Schafer D. Rigid internal fixation of fractures of the proximal humerus in older patients. *J Bone Joint Surg Br* 2000; 82: 1107–1112
60. Hirschmann MT, Quarz V, Audige L, Ludin D, Messmer P, Regazzoni P, Gross T. Internal fixation of unstable proximal humerus fractures with an anatomically preshaped interlocking plate: a clinical and radiologic evaluation. *J Trauma* 2007; 63: 1314–1323
61. Huber W, Hofstaetter JG, Hanslik-Schnabel B, Posch M, Wurnig C. The German version of the Oxford Shoulder Score--cross-cultural adaptation and validation. *Archives of orthopaedic and trauma surgery* 2004; 124: 531–536
62. Jakob RP, Ganz R. Proximal humerus fractures. *Helvetica chirurgica acta* 1982; 48: 595–610
63. Kannus P, Palvanen M, Niemi S, Sievanen H, Parkkari J. Rate of proximal humeral fractures in older Finnish women between 1970 and 2007. *Bone* 2008
64. Kasperczyk WJ, Engel M, Tscherne H. 4-fragment fracture of the proximal upper arm. *Unfallchirurg* 1993; 96: 422–426
65. Kazakos K, Lyras DN, Galanis V, Verettas D, Psillakis I, Chatzipappas C, Xarchas K. Internal fixation of proximal humerus fractures using the Polarus intramedullary nail. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007; 127: 503–508
66. Keener JD, Parsons BO, Flatow EL, Rogers K, Williams GR, Galatz LM. Outcomes after percutaneous reduction and fixation of proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16: 330–338
67. Kettler M, Biberthaler P, Braunstein V, Zeiler C, Kroetz M, Mutschler W. Treatment of proximal humeral fractures with the PHILOS angular stable plate. Presentation of 225 cases of dislocated fractures. *Unfallchirurg* 2006; 109: 1032–1040
68. Kilic B, Uysal M, Cinar BM, Ozkoc G, Demirors H, Akpinar S. Early results of treatment of proximal humerus fractures with the PHILOS locking plate. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2008; 42: 149–153
69. Kirchhoff C, Braunstein V, Kirchhoff S, Sprecher CM, Ockert B, Fischer F, Leidel BA, Biberthaler P. Outcome analysis following removal of locking plate fixation of the proximal humerus. *BMC Musculoskelet Disord* 2008; 9: 138
70. Kirkley A, Griffin S, Dainty K. Scoring systems for the functional assessment of the shoulder. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2003; 19: 1109–1120

71. Kjaersgaard-Andersen P. Heterotopic ossification with total hip endoprotheses in various models of thrombosis prophylaxis. *The Journal of arthroplasty* 1989; 4: 97–98
72. Ko JY, Yamamoto R. Surgical treatment of complex fracture of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res* 1996; 327: 225–237
73. Kocher T. Beitrag zur Kenntnis einer wichtigen Frakturform. Basel, Leipzig; 1896
74. Kohler A, Simmen HP, Duff C, Kach K, Trentz O. Osteosynthesis of subcapital humerus fractures with unconventional use of implants. *Swiss Surg* 1995; 2: 114–117
75. Kollig E, Kutscha-Lissberg F, Roetman B, Dielenschneider D, Muhr G. Complex fractures of the humeral head: which long-term results can be expected. *Zentralbl Chir* 2003; 128: 111–118
76. König A, Kirschner S, Walther M, Böhm D, Faller H. Cultural adaptation, practicability and reliability evaluation of the Musculoskeletal Functional Assessment Questionnaire. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*; 138: 295–301
77. Korkmaz M, Aksu N, Gogus A, Debre M, Kara A, Isiklar Z. The results of internal fixation of proximal humeral fractures with the PHILOS locking plate. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2008; 42: 97–105
78. Korsić M, Grazio S. Non-hip peripheral osteoporotic fractures: epidemiology and significance. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju* 2008; 59: 53–58
79. Köstler W, Strohm PC, Südkamp NP. New techniques for bone synthesis on the humerus. *Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin* 2002; 73: 969–977
80. Koukakis A, Apostolou CD, Taneja T, Korres DS, Amini A. Fixation of proximal humerus fractures using the PHILOS plate: early experience. *Clin Orthop Relat Res* 2006; 442: 115–120
81. Krause FG, Gathmann S, Gorschewsky O. The use of intramedullary helix wire for the treatment of proximal humerus fractures. *J Orthop Trauma* 2008; 22: 96–101
82. Kristiansen B, Barfod G, Bredesen J, Erin-Madsen J, Grum B, Horsnaes MW, Aalberg JR. Epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta orthopaedica Scandinavica* 1987; 58: 75–77
83. Kummer B. Anatomy and biomechanics of the shoulder. *Hefte zur Unfallheilkunde* 1975; 126: 5–19
84. Kuner EH, Siebler G. Dislocation fractures of the proximal humerus--results following surgical treatment. A follow-up study of 167 cases. *Unfallchirurgie* 1987; 13: 64–71
85. Laflamme GY, Rouleau DM, Berry GK, Beaumont PH, Reindl R, Harvey EJ. Percutaneous humeral plating of fractures of the proximal humerus: results of a prospective multicenter clinical trial. *J Orthop Trauma* 2008; 22: 153–158
86. Laing PG. The arterial supply of the adult humerus. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1956; 38-A: 1105–1116
87. Lee C, Shin S. Prognostic factors for unstable proximal humeral fractures treated with locking-plate fixation. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; 18: 83–88
88. Leidel BA, Braunstein V, Pilotto S, Mutschler W, Kirchhoff C. Mid-term outcome comparing temporary K-wire fixation versus PDS augmentation of Rockwood grade III acromioclavicular joint separations. *BMC Res Notes* 2009; 2: 84
89. Lin J, Hou SM, Hang YS. Locked nailing for displaced surgical neck fractures of the humerus. *J Trauma* 1998; 45: 1051–1057
90. Lin J. Effectiveness of locked nailing for displaced three-part proximal humeral fractures. *J Trauma* 2006; 61: 363–374
91. Lin J, Hou S. Locked nailing of severely comminuted or segmental humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 406: 195–204

92. Lind T, Krøner K, Jensen J. The epidemiology of fractures of the proximal humerus. *Archives of orthopaedic and trauma surgery* 1989; 108: 285–287
93. Linhart W, Ueblacker P, Grossterlinden L, Kschowak P, Briem D, Janssen A, Hassunizadeh B, Schinke M, Windolf J, Rueger JM. Antegrade nailing of humeral head fractures with captured interlocking screws. *J Orthop Trauma* 2007; 21: 285–294
94. Lögters TT, Wild M, Windolf J, Linhart W. Axillary nerve palsy after retrograde humeral nailing: clinical confirmation of an anatomical fear. *Archives of orthopaedic and trauma surgery* 2008; 128: 1431–1435
95. Lupo R, Rapisarda SA, Lauria S, Palmisciano G. Plates with angular stability: our personal experience in surgical treatment of fractures of the proximal extremity of the humerus. *Chir Organi Mov* 2008; 91: 97–101
96. Machani B, Sinopidis C, Brownson P, Papadopoulos P, Gibson J, Frostick SP. Mid term results of PlantTan plate in the treatment of proximal humerus fractures. *Injury* 2006; 37: 269–272
97. Machani B, Sinopidis C, Brownson P, Papadopoulos P, Gibson J, Frostick SP. Mid term results of PlantTan plate in the treatment of proximal humerus fractures. *Injury* 2006; 37: 273–276
98. Mallick A, Hearth M, Singh S, Pandey R. Modified rush pin technique for two- or three-part proximal humeral fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2008; 16: 285–289
99. Meier RA, Messmer P, Regazzoni P, Rothfischer W, Gross T. Unexpected high complication rate following internal fixation of unstable proximal humerus fractures with an angled blade plate. *J Orthop Trauma* 2006; 20: 253–260
100. Meyer C, Alt V, Hassanin H, Heiss C, Stahl J, Giebel G, Koebke J, Schnettler R. The arteries of the humeral head and their relevance in fracture treatment. *Surgical and radiologic anatomy : SRA* 2005; 27: 232–237
101. Mihara K, Tsutsui H, Suzuki K, Makiuchi D, Nishinaka N, Yamaguchi K. New intramedullary nail for the surgical neck fracture of the proximal humerus in elderly patients. *J Orthop Sci* 2008; 13: 56–61
102. Mittlmeier TWF, Stedtfeld H, Ewert A, Beck M, Frosch B, Gradl G. Stabilization of proximal humeral fractures with an angular and sliding stable antegrade locking nail (Targon PH). *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85-A Suppl 4: 136–146
103. Moonot P, Ashwood N, Hamlet M. Early results for treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus using the PHILOS plate system. *J Bone Joint Surg Br* 2007; 89: 1206–1209
104. Muller F, Voithenleitner R, Schuster C, Angele P, Weigel B. Operative treatment of proximal humeral fractures with helix wire. *Unfallchirurg* 2006; 109: 1041-1047; discussion 1048-1049
105. Müller CA, Henle P, Konrad G, Szarzynski M, Strohm PC, Südkamp NP. The AO/ASIF Flexnail A flexible intramedullary nail for the treatment of humeral shaft fractures. *Der Unfallchirurg* 2007; 110: 219–225
106. Müntz P, Kuner EH. Osteosynthesis in dislocated fractures of the humerus head. *Der Orthopäde* 1992; 21: 121–130
107. Neer CS. Displaced proximal humeral fractures. II. Treatment of three-part and four-part displacement. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1970; 52: 1090–1103
108. Neer CS. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1970; 52: 1077–1089
109. Owens WD, Felts JA, Spitznagel EL. ASA physical status classifications: a study of consistency of ratings. *Anesthesiology* 1978; 49: 239–243

110. Owsley KC, Gorczyca JT. Fracture displacement and screw cutout after open reduction and locked plate fixation of proximal humeral fractures [corrected]. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90: 233–240
111. Palvanen M, Kannus P, Niemi S, Parkkari J. Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2006; 442: 87–92
112. Park J, An J, Oh J. Open intramedullary nailing with tension band and locking sutures for proximal humeral fracture: hot air balloon technique. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; 15: 594–601
113. Perlmutter GS. Axillary nerve injury. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1999; 368: 28–36
114. Phillips B, Ball C, Sackett D, Badenoch D, Straus S, Haynes B, Dawes M. Oxford Centre For Evidence Based Medicine. Levels of evidence; 2009
115. Plecko M, Kraus A. Internal fixation of proximal humerus fractures using the locking proximal humerus plate. *Oper Orthop Traumatol* 2005; 17: 25–50
116. Popescu D, Fernandez-Valencia JA, Rios M, Cune J, Domingo A, Prat S. Internal fixation of proximal humerus fractures using the T2-proximal humeral nail. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008
117. Qidwai SA. Treatment of proximal humeral fractures by intramedullary Kirschner wires. *J Trauma* 2001; 50: 1090–1095
118. Resch H, Beck E, Bayley I. Reconstruction of the valgus-impacted humeral head fracture. *J Shoulder Elbow Surg* 1995; 4: 73–80
119. Rietveld AB, Daanen HA, Rozing PM, Obermann WR. The lever arm in glenohumeral abduction after hemiarthroplasty. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 1988; 70: 561–565
120. Rose PS, Adams CR, Torchia ME, Jacofsky DJ, Haidukewych GG, Steinmann SP. Locking plate fixation for proximal humeral fractures: initial results with a new implant. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16: 202–207
121. Russo R, Visconti V, Lombardi LV, Ciccarelli M, Giudice G. The block-bridge system: a new concept and surgical technique to reconstruct articular surfaces and tuberosities in complex proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17: 29–36
122. Sakuma M, Endo N, Oinuma T, Endo E, Yazawa T, Watanabe K, Watanabe S. Incidence and outcome of osteoporotic fractures in 2004 in Sado City, Niigata Prefecture, Japan. *J. Bone Miner. Metab.* 2008; 26: 373–378
123. Savoie FH, Geissler WB, Vander Griend RA. Open reduction and internal fixation of three-part fractures of the proximal humerus. *Orthopedics* 1989; 12: 65–70
124. Scarlat M, Florescu A. Shoulder function and scores in 180 asymptomatic individuals aged over 75 years. *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur* 2005; 91: 502–507
125. Schenk RK. *Anatomy of the shoulder girdle* 1982; 160: 1–15
126. Schmidt H, Vahlensieck M. *Klinisch-radiologische Anatomie der Schulterregion*. In: *Radiologie*, Springer-Verlag; 36: 933–943
127. Shahid R, Mushtaq A, Northover J, Maqsood M. Outcome of proximal humerus fractures treated by PHILOS plate internal fixation. Experience of a district general hospital. *Acta Orthop Belg* 2008; 74: 602–608
128. Siebenrock KA, Gerber C. Classification of fractures and problems in proximal humeral fractures. *Orthopade* 1992; 21: 98–105
129. Soete PJ, Clayson PE, Costenoble VH. Transitory percutaneous pinning in fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8: 569–573

130. Solway S, Beaton DE, McConnell S, Bombardier C. The DASH Outcome Measure User's Manual [Second Edition]. Institute for Work & Health; 2002
131. Sosef N, Stobbe I, Hogervorst M, Mommers L, Verbruggen J, van der Elst M, Rhemrev S. The Polarus intramedullary nail for proximal humeral fractures: outcome in 28 patients followed for 1 year. *Acta Orthop* 2007; 78: 436–441
132. Speck M, Lang FJ, Regazzoni P. Proximal humeral multiple fragment fractures--failures after T-plate osteosynthesis. *Swiss Surg* 1996; 2: 51–56
133. Steinmann SP, Moran EA. Axillary nerve injury: diagnosis and treatment. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*; 9: 328–335
134. Strohm PC, Kostler W, Sudkamp NP. Proximal humerus fracture - what to do? *Z Orthop Unfall* 2008; 146: 312–317
135. Synthes GmbH, editor. UHN/PHN-Nagelsystem. Oberdorf, Schweiz 2006
136. Szyszkowitz R, Schippinger G. Fractures of the proximal humerus. *Unfallchirurg* 1999; 102: 422–428
137. Takeuchi R, Koshino T, Nakazawa A, Numazaki S, Sato R, Saito T. Minimally invasive fixation for unstable two-part proximal humeral fractures: surgical techniques and clinical results using j-nails. *Journal of orthopaedic trauma* 2002; 16: 403–408
138. Thalhammer G, Platzer P, Oberleitner G, Fialka C, Greitbauer M, Vecsei V. Angular stable fixation of proximal humeral fractures. *J Trauma* 2009; 66: 204–210
139. *The Journal of Bone and Joint Surgery; American volume. Levels of Evidence for Primary Research Question*; 2004
140. Thomas M, Dieball O, Busse M. Normal values of the shoulder strength in dependency on age and gender--comparison with the constant, UCLA, ASES scores and SF36 health survey. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*; 141: 160–170
141. Tillmann B, Tichy P. Functional anatomy of the shoulder. *Der Unfallchirurg* 1986; 89: 389–97
142. Tingart M, Bächli H, Lefering R, Bouillon B, Tiling T. Constant Score and Neer Score. A comparison of score results and subjective patient satisfaction. *Der Unfallchirurg* 2001; 104: 1048–1054
143. Vallier HA. Treatment of proximal humerus fractures. *J Orthop Trauma* 2007; 21: 469–476
144. van den Broek CM, van den Besselaar M, Coenen JMF, Vegt PA. Displaced proximal humeral fractures: intramedullary nailing versus conservative treatment. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007; 127: 459–463
145. Voigt C, Woltmann A, Partenheimer A, Lill H. Management of complications after angularly stable locking proximal humerus plate fixation. *Chirurg* 2007; 78: 40–46
146. Wachtl SW, Marti CB, Hoogewoud HM, Jakob RP, Gautier E. Treatment of proximal humerus fracture using multiple intramedullary flexible nails. *Arch Orthop Trauma Surg* 2000; 120: 171–175
147. Wanner GA, Romero J, Hersche O, Smekal A, Ertel W. [Dislocated proximal humerus fracture-results after stabilization with a double plate]. *Langenbecks Arch Chir Suppl Kongressbd* 1998; 115: 1211–1212
148. Winter E, Weller S. Die Anatomie des Schultergürtels. *OP-Journal* 3, 1993: 4–8
149. Wollmerstedt N, Kirschner S, Böhm D, Faller H, König A. Design and evaluation of the Extra Short Musculoskeletal Function Assessment Questionnaire XSMFA-D. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*; 141: 718–724
150. Wörsdörfer O, Magerl F. Surgical treatment of proximal humeral fractures. *Hefte zur Unfallheilkunde* 1982; 160: 136–154

151. Yamano Y. Comminuted fractures of the proximal humerus treated with hook plate. Arch Orthop Trauma Surg 1986; 105: 359–363
152. Zilch H, Friedebold G. [Pathophysiology and pathomechanics of the shoulder girdle]. Der Unfallchirurg 1982; 160: 16–41

10 Danksagung

Ganz besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, dem Leitenden Arzt des Schwerpunktes Unfallchirurgie der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Bonn, **Herrn Univ.-Professor Dr. med. Christof Burger**, für die Möglichkeit, die Arbeit in seiner Klinik durchführen zu können.

Nicht genug danken kann ich meinem betreuenden Mentor, **Herrn Dr. med. Koroush Kabir**, Oberarzt an der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Bonn, für die Überlassung des Promotionsthemas und sein förderndes Interesse am Fortgang dieser Arbeit, für seine profunde wissenschaftliche Betreuung, insbesondere bei der Datenerhebung und -auswertung sowie für seine Hinweise bei den Korrekturarbeiten.

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen an der Studie beteiligten Patienten bedanken, deren Teilnahme die Entstehung dieser Arbeit erst ermöglicht haben.

Von tiefstem Herzen danke ich meiner Mutter **Edith** und meinem Vater **Werner Daiber**, ohne deren intensive Liebe und aufopferungsvolle Unterstützung das erfolgreiche Studium und die Erstellung dieser Arbeit nicht möglich gewesen wären und die mir immer und jederzeit zur Seite standen.