

Aus der Abteilung
für Unfallchirurgie
Prof. Dr. Dr. Volker Alt
der Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

Funktionelles und subjektives Outcome im Langzeit-Follow Up
bei proximalen Humerusfrakturen

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Teresa Schneider

2024

Aus der Abteilung
für Unfallchirurgie
Prof. Dr. Dr. Volker Alt
der Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

Funktionelles und subjektives Outcome im Langzeit-Follow Up
bei proximalen Humerusfrakturen

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Teresa Schneider

2024

Dekan: Prof. Dr. Dirk Hellwig

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Maximilian Kerschbaum

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Sebastian Geis

Tag der mündlichen Prüfung: 07.05.2024

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
1.1	Anatomie des Glenohumeralgelenkes.....	7
1.1.1	Skapula.....	7
1.1.2	Humeruskopf.....	8
1.2	Proximale Humerusfraktur.....	9
1.2.1	Epidemiologie	9
1.2.2	Ätiologie	9
1.2.3	Klassifikation der proximalen Humerusfraktur.....	10
1.2.4	Begleitverletzungen	15
1.2.5	Patienten- und frakturassoziierte Prognoseparameter.....	15
1.3	Therapie der proximalen Humerusfraktur	16
1.3.1	Konservative Therapie	17
1.3.2	Osteosynthese	18
1.3.3	Endoprothetik.....	21
1.4	Ziel der durchgeführten Untersuchung	24
2	Material und Methoden	25
2.1	Grundkollektiv.....	25
2.2	Datenerhebung.....	25
2.2.1	Bewilligung des Ethikantrags.....	25
2.2.2	Datenerhebung patientenassoziierter Informationen	25
2.2.3	Erhebung des Outcomes anhand eines standardisierten Fragebogens	26
2.3	Fragebogen	27
2.3.1	Verwendete Scores zur Schulterfunktion	28
2.3.2	Verwendeter Lebensqualitätsscore – SF-12	35
2.3.3	Items zur weiteren Behandlung der proximalen Humerusfraktur	36

2.3.4	Charlson-Komorbiditätsindex.....	37
2.4	Statistische Methodik.....	39
3	Ergebnisse.....	40
3.1	Beschreibung des Analysekollektivs.....	41
3.1.1	Epidemiologie	41
3.1.2	Komorbidität anhand des Charlson-Komorbiditätsindex	45
3.1.3	Mortalität	46
3.2	Auswertung des SF-12.....	54
3.3	Auswertung der Scores zur Schulterfunktion.....	56
3.3.1	Constant-Murley-Score	56
3.3.2	Quick-DASH.....	58
3.3.3	Subjective Shoulder Value	60
3.4	Auftreten und Art von Komplikationen	63
3.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	68
4	Diskussion.....	69
4.1	Bewertung der durchgeführten Studie.....	69
4.1.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	69
4.1.2	Stärken der Studie	69
4.1.3	Limitationen der Studie	70
4.2	Eigene Ergebnisse im Kontext der aktuellen Studienlage	70
4.2.1	Epidemiologische Auswertung.....	71
4.2.2	Auswertung der Funktionalität anhand der Scores zur Schulterfunktion.....	75
4.2.3	Auswertung der Lebensqualität anhand des SF-12	81
4.2.4	Betrachtung der Komplikationen	82
4.2.5	Notwendigkeit eines individualisierten Algorithmus.....	86
5	Zusammenfassung.....	89
6	Anhang.....	90

6.1	Darstellung des verwendeten Fragebogens	90
6.2	Abkürzungsverzeichnis.....	103
6.3	Abbildungsverzeichnis.....	104
6.4	Tabellenverzeichnis.....	106
7	Literaturverzeichnis	107

1 Einleitung

Die proximale Humerusfraktur (PHF) ist ein zentrales Thema der Unfallchirurgie. Da sie vor allem im Alter häufiger auftritt, gewinnt sie durch den demographischen Wandel in der Gesellschaft eine immer bedeutendere Rolle. Bis heute werden die möglichen Therapieoptionen kontrovers diskutiert [1]. Es wurde noch keine einheitliche Klassifikation etabliert, welche Grundlage einer leitlinienbasierten Therapieempfehlung ist [1, 2]. Mit dieser Arbeit wird eine Studie vorgestellt, die das Langzeitoutcome der unterschiedlichen Behandlungsmethoden gegenüberstellt und dabei den Fokus auf das subjektive und funktionelle Outcome der Schulter nach PHF legt.

1.1 Anatomie des Glenohumeralgelenkes

Von der oberen Extremität wird ein hohes Bewegungsausmaß gefordert, was auch in der Gesamtkonstruktion des Schultergürtels zu erkennen ist. Der Schultergürtel lässt sich unterteilen in das Akromioklavikulargelenk, das Glenohumeralgelenk und das Sternoklavikulargelenk. Dabei ist das Glenohumeralgelenk ein Kugelgelenk mit allen drei Freiheitsgraden. Die beiden beteiligten Knochen des Gelenkes sind die Gelenkpfanne des Schulterblatts und der Humeruskopf. Die vergleichsweise gering ausgeprägte knöcherne Führung gewährleistet das benötigte große Bewegungsausmaß. Die gleichzeitig notwendige Stabilität ist vor allem durch die das Glenohumeralgelenk umgebenden Bänder und die muskuläre Rotatorenmanschette gegeben. Deshalb treten Luxationen und daraus gelegentlich resultierende knöcherne Läsionen, wie auch die Fraktur des Humeruskopfes, häufig auf [3].

1.1.1 Skapula

Die Skapula wird als Rahmenkonstruktion des Schultergürtels betrachtet, die in Form eines T-Trägers dorsal auf dem Brustkorb aufliegt. Durch ihre komplexe Form erhält sie eine Verwindungssteifigkeit, die durch die zugfeste Verspannung der Muskeln der Rotatorenmanschette verstärkt wird. Diese zentrieren zudem die Gelenkpfanne direkt auf den Humeruskopf [4]. Nach kranial ist das Gelenk durch das Akromion, als Schulterdach der Skapula zugehörig, geschützt. Zwischen Akromion und der Gelenkkapsel dienen Bindegewebe und das subakromiale Nebengelenk, bestehend aus zwei Schleimbeuteln, als Verschieberaum für die darin verlaufenden Sehnen der

Rotatorenmanschette. Diese können bei einem Sturz in kraniale Richtung auftretende Kräfte abfangen [4].

Die Skapula bildet das Zentrum des Schultergürtels, welches durch seine knöcherne Beschaffenheit eine hohe Stabilität aufweist, aber in der Verbindung zu Thorax, Sternum und Humerus eine ausgeprägte Beweglichkeit gewährleistet [3].

1.1.2 Humeruskopf

Bei der Betrachtung der Anatomie des Humeruskopfes ist es klinisch sinnvoll, sich an der Auffassung von Codman zu orientieren, der vier Hauptfragmente voneinander unterscheidet [5] (Abbildung 1): Kopfkalotte proximal des anatomischen Halses (lateinisch (lat.) Collum anatomicum), Tuberculum minus, Tuberculum majus, und Humerusschaft distal des chirurgischen Halses (lat. Collum chirurgicum) [5].

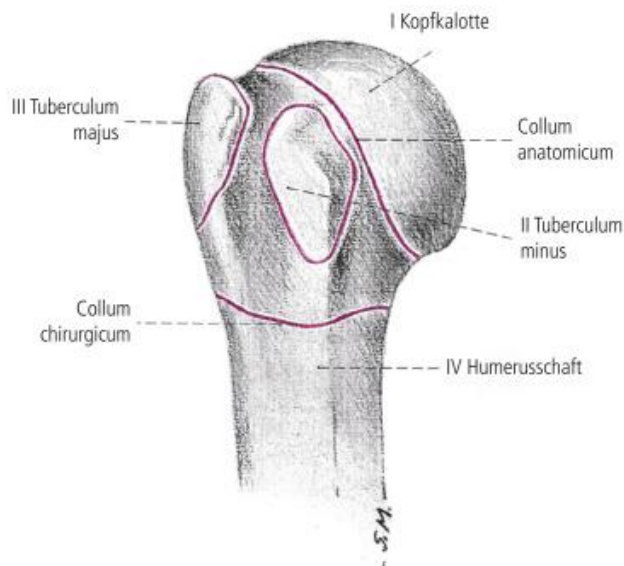


Abbildung 1: Frakturflächen nach Codman (aus: Brunner, U. H. 2017. *Kopferhaltende Therapie der proximalen Humerusfraktur*. In *Schulterchirurgie*, P. Habermeyer, S. Lichtenberg, M. Loew, P. Magosch, F. Martetschläger and M. Tauber, Eds. Elsevier, Deutschland, 483–534 [5])

Der anatomische Hals gilt als Trennlinie zur Kopfkalotte und liegt intrakapsulär, während der chirurgische Hals extrakapsulär die Tubercula vom Humerusschaft abgrenzt. Der Übergang vom anatomischen zum chirurgischen Hals, der die beiden Tubercula beinhaltet, wird als Calcar bezeichnet [5]. In Neutral-Null-Stellung liegt das Tuberculum majus lateral am Humeruskopf, während das Tuberculum minus nach ventral zeigt [3]. Beide dienen als Insertionsstelle für Muskeln der

Rotatorenmanschette und sind somit bei einer Fraktur aufgrund der muskulären Zugkraft dislokationsgefährdet. Im Sulcus intertubercularis verläuft die lange Bizepssehne, welche einerseits bei einer Fraktur die Kopfkalotte im Sinne einer Zuggurtung stabilisieren, andererseits aber auch durch Einklemmung eine Reposition verhindern kann [5].

1.2 Proximale Humerusfraktur

Aufgrund der beschriebenen besonderen anatomischen Gegebenheit, vor allem durch die geringe knöcherne Führung, ist der Humeruskopf exponiert gelegen. Daher kann es zu einer Frakturierung kommen, was sich in der Häufigkeit dieser Verletzung widerspiegelt.

1.2.1 Epidemiologie

5% bis 6% aller Frakturen insgesamt [6–8] und 47% aller Humerusfrakturen liegen im Bereich des proximalen Humerus [9]. Dabei ist eine deutliche Zunahme der Inzidenz in den letzten Jahrzehnten zu beobachten, die sich durch die Tatsache erklären lässt, dass die PHF eine Fraktur des Alters und ein Anstieg dieser als Folge des demographischen Wandels zu bewerten ist. Laut der im September 2017 publizierten DGU (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie) Leitlinie „Unfallchirurgie: Oberarmkopffraktur“ [1] liegt die aktuelle Inzidenz bei 6,6/1000 Personen Jahren. Dabei sind mit einem Verhältnis von 7:3 im Vergleich zu Männern vor allem Frauen betroffen [1] – was auch durch die Listung der PHF an vierter Stelle der osteoporosebedingten Frakturen zu erklären ist [5]. Mit zunehmendem Patientenalter steigt auch die Inzidenz der PHF [7, 10–12].

1.2.2 Ätiologie

Es gibt drei Arten von Krafteinwirkungen auf die Schulter, die zu einer PHF führen können. Man unterscheidet die indirekte Kraftausübung durch axiale Stauchung, das direkte Anpralltrauma und die Fraktur als Folgeverletzung einer Luxation des Schultergelenks [1]. Zudem muss bei Minimaltraumata immer auch an pathologische Frakturen gedacht werden. Oft übersehen wird die dorsale Luxationsfraktur, die durch Längskräfte auf den elevierten Arm geschieht, wie es bei einem Stromunfall oder epileptischem Krampfanfall auftreten kann [5].

Wichtig für die Schwere der Verletzung nach einer Gewalteinwirkung ist die individuelle Stabilität des Knochens und des Gelenks, die wiederum von persönlichen Risikofaktoren abhängt. Diese sind vor allem Osteoporose, Nikotinkonsum, Alkoholabusus, Gangunsicherheit und weitere Faktoren, die die Beweglichkeit im Alltag behindern. Dabei kann man die Hochrasanztraumata bei jüngeren Patienten den Niedrigrasanztraumata bei betagteren Patienten gegenüberstellen [1].

1.2.3 Klassifikation der proximalen Humerusfraktur

Anhand der Vielzahl von Klassifikationssystemen lässt sich erahnen, dass sich eine Einteilung der PHF zur Etablierung einer einheitlichen Nomenklatur als schwierig erweist. Das ist unter anderem dadurch zu erklären, dass verschiedene Frakturmechanismen nicht in eindeutigen Fraktorentitäten resultieren und zahlreiche komplexe Sonderfälle mit einbezogen werden müssen. Das Ziel einer Klassifikation ist es, die verschiedenen Morphologien einer Fraktur voneinander zu unterscheiden und gleichzeitig die jeweiligen Therapieoptionen und Komplikationen zu betrachten. So birgt zum Beispiel, wie es bei der AO-Klassifikation (AO: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) unterschieden wird, die metaphysär impaktierte Fraktur das Risiko einer Varus- oder Valgusfehlstellung, während eine metaphysär nicht impaktierte Fraktur auf der ganz anderen Ebene der Multifragmentarität zu Komplikationen führen kann [13]. Es existiert kein überschaubares Stufenschema, in dem auf jeder Stufe die gleichen Eskalationskriterien angewendet werden können. Ein daraus resultierendes Problem ist die niedrige Inter- und Intraobserververlässlichkeit, die im Allgemeinen zwischen 0,2 und 0,6 liegt [5]. Wenn bereits die Zuordnung der Fraktur zu einer Gruppe nicht reliabel ist, so stellt das die darauf basierende Vergleichbarkeit von Behandlungsmethoden infrage. Es werden aus Gründen der Übersichtlichkeit die relevantesten drei Klassifikationssysteme dargestellt. Dabei gilt die Klassifikation nach Neer aufgrund ihrer Simplizität als die am häufigsten verwendete [5].

1.2.3.1 Klassifikation nach Neer

Das Klassifikationsmuster nach Neer orientiert sich an Codmans Hauptbruchlinien und –fragmenten, legt dabei aber den Schwerpunkt auf die Dislokation der Fragmente. Als Maß gilt eine Dislokation des Fragments um einen Zentimeter (cm) und eine Abkippung um 45° [5]. So wird anhand des Dislokationsgrades und nicht

anhand der Anzahl der Frakturlinien eingeteilt, mit der Begründung, dass davon Therapie und Prognose abhängt [13]. In Abbildung 2 sind fünf der sechs Gruppen nach Neer in Zeilen aufgeführt. Die nicht abgebildete Gruppe I beschreibt nicht oder gering dislozierte Frakturen, die konservativ behandelt werden können, da ein Weichteilverbund existiert [5]. Die Gruppen II bis V sind jeweils nach Anzahl der dislozierten Fragmente gegliedert und unterscheiden sich anhand der durch Codman geschilderten Frakturflächen. Die Gruppe VI stellt Luxationsfrakturen dar, die als weiteres Unterscheidungsmerkmal die Luxation nach vorne oder hinten haben. Wird hierbei zusätzlich die Gelenkfläche geschädigt, spricht man von Impressionsfrakturen. Gesondert aufgeführt werden die Impressions- und die sogenannten Head-Split-Fraktur. Letztere entsteht, wenn eine zentrale Kraft auf die Gelenkfläche des Humeruskopfes wirkt und sowohl anteriorer, als auch posteriorer Knorpel absplittert und die Gelenkfläche in viele Bruchstücke zertrümmert wird [13]. Betrachtet man Abbildung 2, wird in der Tabelle eine Zunahme der Schwere der Fraktur, einhergehend mit einer komplexer werdenden Therapie, von oben nach unten und von links nach rechts schematisiert.

Zu kritisieren an dieser Einteilung nach Neer ist die willkürliche Definition der Maßeinheit „Dislokation“ und die fehlende Auflistung unterschiedlicher Kombinationen der Frakturflächen nach Codman. Zudem fehlen der Aspekt der Intra- und Extrakapsularität sowie der valgisch impaktierten Fraktur, die 20% aller PHF ausmacht [5]. Trotzdem ist diese Klassifikation die überwiegend verwendete, da sie als Orientierung bei der Therapiewahl und Prognose dienen kann [5].





















	Dislozierte Frakturen			Impressions-Frakturen	
	2 Fragmente	3 Fragmente	4 Fragmente		
Anatomischer Hals					
Chirurgischer Hals					
Tuberculum majus					
Tuberculum minus					
Luxations-frakturen	nach vorne 				
	nach hinten 				
Head Splitting					

Abbildung 2: Neer-Klassifikation (aus: Brunner, U. H. 2017. Kopferhaltende Therapie der proximalen Humerusfraktur. In *Schulterchirurgie*, P. Habermeyer, S. Lichtenberg, M. Loew, P. Magoesch, F. Martetschläger and M. Tauber, Eds. Elsevier, Deutschland, 483–534 [5])

1.2.3.2 AO-Klassifikation

Die AO-Klassifikation ist die allgemein gültige Klassifikation von Frakturen. Durch ihre Komplexität und ausbleibende Therapiekonsequenz wird sie im Alltag jedoch selten verwendet [5]. Die Diagnose nach AO-Klassifikation wird nach dem folgenden Schema gestellt:

Knochen, Segment – Typ, Gruppe. Subgruppe.

Für Knochen und Segment erhält der Humeruskopf die Zahlenkombination 11 [13]. Für die Typisierung spielt die Beteiligung der Kapsel und somit die Nekrosegefahr durch den intrakapsulären Verlauf der bedeutsamen Arterien eine Rolle. Typ-A-Frakturen liegen komplett extrakapsulär, Typ-B-Frakturen teilweise, und Typ-C-Frakturen komplett intrakapsulär [5]. Gruppe und Subgruppe werden jeweils mit den Nummern eins bis drei beziffert, um die Morphologie genauer zu beschreiben [13]. Dabei korreliert auch die Schwere der Fraktur mit der Ziffernhöhe.

1.2.3.3 HCTS-Klassifikation

Die vier Buchstaben H, C, T und S dieser Klassifikation stehen für Head, Calcar, Tuberosities und Shaft und sind laut Resch prognostisch wegweisende Parameter. Während die dreidimensionale Fehlstellung der Kalotte entscheidend ist für die Reponierbarkeit, spielen Schaftdislokation und Länge des Calcarfragments eine wichtige Rolle für die fortbestehende Durchblutung des Knochens. Wie auch in anderen Klassifikationssystemen, ist die Anzahl der Fragmente entscheidend für die Einteilung. Auf diesen vier Kriterien basierend wird folgende Unterteilung gehandhabt [5]:

Typ 1: Unverschobene Fraktur

Typ 2: Normale koronare Kopfposition, aber sagittale Fehlstellung

Typ 3: Valgusfrakturen

Typ 4: Varusfrakturen

Typ 5: Luxationsfrakturen [5]

Ergänzend wird die Dislokationsform mit einem G für die Beteiligung des Tuberculum majus oder einem L für die Beteiligung des Tuberculum minus beschrieben [5]. Grob unterscheidet Resch die Distraktionsfrakturen, sogenannte Abrissfrakturen, von den

häufigeren durch Stauchung entstehenden Kompressionsfrakturen [14]. Dies ist wichtig zur Beurteilung der Kopfdurchblutung und somit des Nekroserisikos.

Gefäßläsionen im Rahmen der PHF betreffen vor allem die Axillarerterie (lat. Arteria axillaris) und deren Äste (Arteria circumflexae humeri anterior und posterior) [9]. Letztere entspringen aus der Axillarerterie, umrahmen den Calcar und verlaufen auf Höhe des anatomischen Halses. Eine Schädigung dieser Gefäße, welche den Humeruskopf versorgen, birgt immer die Gefahr einer Nekrose des Humeruskopfes. [5]. Die Risikofaktoren wurden von Hertel beschrieben und von Resch in der HCTS-Klassifikation berücksichtigt.

1.2.3.4 Hertel-Kriterien

Hertel führt 2004 eine Studie durch, in der unterschiedliche Prädiktoren für eine Humeruskopfnekrose bei PHF bezüglich ihrer Validität bewertet werden [15]. Zusammenfassend werden folgende Fraktureigenschaften als entscheidende Prädiktoren für eine Ischämie deklariert:

- Frakturverlauf durch den anatomischen Hals
- Verlust des medialen „hinge“
- Länge des Calcars < 8 Millimeter (mm) [15].

Bei einem Frakturverlauf durch den anatomischen Hals können die Gefäße direkt geschädigt werden. Außerdem ist der Erhalt der periostalen Verbindung entscheidend, über die der Knochen mit Blut versorgt wird. Abrissfrakturen haben häufig die Unterbrechung des Periostschlauches zur Folge. Aber auch Kompressionsfrakturen mit lateraler Dislokation können den Abriss des Periosts herbeiführen und somit Ursache einer Humeruskopfnekrose sein. Prognostisch günstig ist so der Erhalt eines sogenannten Scharniers („hinge“) zwischen Kalotte und Schaft im Bereich des Calcars, also ein Fortbestehen des Periostschlauches. Dementsprechend birgt die Kombination eines an der Kalotte haftenden Calcars mit einer Länge unter 8 mm und einer medialen Dislokation des Schafts gegenüber der Kalotte die Gefahr einer Nekrose. Ebenso ist eine Lateraldislokation umstrittener Länge als Unterbrechung des sogenannten „hinge“ zu betrachten [14]. Andere Faktoren scheinen laut Hertel eine geringere Rolle im Hinblick auf das Nekroserisiko zu spielen. Hier sind die Anzahl der Fragmente, der Headsplit und die Dislokation der Tubercula oder des Kopfes sowie die glenohumerale Dislokation zu nennen [15].

1.2.4 Begleitverletzungen

Neben den Gefäßverletzungen müssen auch Weichteilschäden sowie Nerven- und Plexusläsionen beachtet werden.

Weichteilverletzungen betreffen vor allem die Rotatorenmanschette. Ein Sehneinriss, vor allem der Supraspinatussehne, ist in 3% bis 10% der Operationen zu beobachten [9].

Nervenschädigungen im Rahmen der PHF sind in der Regel verursacht durch Luxationsfrakturen, da hierfür eine größere Krafteinwirkung notwendig ist. Der am häufigsten geschädigte Nerv ist der in Gelenknähe verlaufende Nervus axillaris, gefolgt vom Plexus brachialis. In nur etwas mehr als der Hälfte der Fälle allerdings wird nach sechs Wochen noch ein Fortbestehen der jeweiligen Nervenläsion beklagt [9].

1.2.5 Patienten- und frakturassoziierte Prognoseparameter

Aufbauend auf die oben dargestellten Begleitverletzungen wird nun thematisiert, welche Parameter für eine Einschätzung des Outcomes von Bedeutung sind. Hier wird zwischen patienten- und frakturassoziierten Parametern differenziert.

Der wohl wichtigste Faktor, der individuell vom Patienten abhängt, ist die Knochendichte und –qualität des Humeruskopfes. Da Frakturen des Humeruskopfes bei vorliegender Osteoporose in der Regel komplexer sind und die Befestigung von Implantaten zusätzlich komplizierter [5], können Risikofaktoren für Osteoporose wie Nikotin- und Alkoholabusus [1], das weibliche Geschlecht oder ein Alter über 40 Jahre [16] die Prognose einer Frakturheilung negativ beeinflussen. Auch die Compliance nach der Operation spielt eine Rolle [1].

Betrachtet man die frakturassoziierten Prognoseparameter genauer, so ist an erster Stelle der Frakturcharakter zu nennen. Hier spielen der Grad der Dislokation, die Anzahl der Fragmente (entsprechend der Neer-Klassifikation, siehe (s.) 1.2.3.1) sowie die Fehlstellung der Tubercula eine Rolle [14]. Zu listen sind zudem die Valgus- beziehungsweise (bzw.) Varusfehlstellung ($> 30^\circ$ Achsenabweichung [16]), der Zustand nach Luxation und impaktierte Frakturen [17].

Außerdem ist das Nekroserisiko zu erwähnen, das vom Frakturcharakter abhängig ist. Die AO-Klassifikation betont hier die negative Beeinflussung der Prognose durch die Beteiligung der Kapsel und der darin verlaufenden Gefäße (s. 1.2.3.2) [5]. Weiterhin sind die Hertelkriterien zu beachten (s. 1.2.3.4, Frakturverlauf durch den anatomischen Hals, Verlust des medialen „hinge“, Länge des Calcars < 8mm) [15].

Im Zusammenspiel von patienten- und frakturassoziierten Parametern ist für eine gute Prognose das Auftreten von Komplikationen relevant.

Der sekundäre Korrekturverlust ist eine Komplikation, die nach konservativer und operativer Therapie auftreten kann. Fehlstellungen betreffen hauptsächlich die Tubercula, an denen die Muskeln der Rotatorenmanschette ansetzen, sowie Varus- oder Valgusfehlstellungen der Kalotte, die die Winkel in der Gelenkachse verändern und somit auch zu Einschränkungen der Beweglichkeit führen [5]. Pseudarthrosen, vor allem atropher Art, werden zwar selten beschrieben, können aber bei jeder Variante der Therapie entstehen [5]. Dabei haben Raucher ein fünffach erhöhtes Risiko [9]. Ursächlich für das Auftreten einer Pseudarthrose ist vor allem ein verfrühter Beginn der Mobilisation nach Therapie bei fehlender Stabilität. Außerdem spielen eine mangelnde Durchblutung, Infektionen und Weichteilinterpositionierungen eine Rolle [5]. Die Entscheidung über Beginn und Ausmaß der Mobilisation nach Therapie der PHF wird beeinflusst durch die gleichzeitig bestehenden Gefahren der Pseudarthrose durch verfrühte Bewegung und der Gelenksteife durch fehlende Bewegung [1].

Zudem ist die Omarthrose als mögliche Komplikation zu nennen. Nach konservativer Therapie wird eine Wahrscheinlichkeit von 33% beschrieben, während sie nach Plattenosteosynthese einen Anteil von 65% ausmacht [1].

Therapiespezifische Komplikationen werden im Folgenden separat bei der jeweiligen Therapieoption beschrieben.

1.3 Therapie der proximalen Humerusfraktur

Die Komplexität der PHF zeigt sich bereits durch die oben beschriebene Vielfalt an Frakturcharakteren und die Schwierigkeit einer einheitlichen Klassifizierung. Auch verschiedene Prädiktoren zeigen, dass für eine bestmögliche Prognose Fraktur und Patient differenziert betrachtet werden müssen. Die Therapiewahl sollte also auf

einer multidimensionalen Basis getroffen werden und stellt somit eine Herausforderung dar.

Es wird zwischen konservativer und operativer Therapie unterschieden, wobei sich in der operativen Therapie die Optionen zur osteosynthetischen und endoprothetischen Versorgung etabliert haben [1].

Die richtige Wahl der Therapie muss individuell an den Patienten angepasst werden und ist abhängig von Frakturtyp, Knochenqualität und dem Funktionsanspruch des Patienten [1]. Im Folgenden sollen nun jeweils die Indikation, der Ablauf und Komplikationen der Therapie bei PHF dargestellt werden.

1.3.1 Konservative Therapie

Die konservative Therapie wird bei Frakturen ohne oder mit nur geringfügiger Dislokation vorgezogen [1]. Auf Neer aufbauend werden nun Frakturen mit einer Fragmentverschiebung von weniger als 5 mm oder einer Abkippung um weniger als 20° als gering disloziert betrachtet und können daher konservativ behandelt werden [5]. 60% bis 80% aller Oberarmkopffrakturen fallen in diese Gruppe der „one part fractures“ nach Neer, die durch ein intaktes Periost und Weichteilkonstrukt stabilisiert sind [5].

Das konventionelle physiotherapeutische Behandlungsschema beinhaltet eine frühzeitige Rehabilitation durch zehn Sitzungen und passive Bewegung zweimal wöchentlich sowie im Anschluss zehn Sitzungen mit aktiver Bewegung dreimal wöchentlich [18]. Die Dauer der absoluten Immobilisation wird dabei kontrovers diskutiert. Vergleichsstudien zeigen, dass die einwöchige Immobilisation zwar kurzfristig einer dreiwöchigen Ruhigstellung überlegen scheint, nach einem Jahr gleichen sich die klinischen Ergebnisse beider Gruppen aber größtenteils an [1, 19–21].

Gefürchtete Komplikation bei der konservativen Therapie ist allen voran die Schultersteife. Aber auch die Pseudarthrose sowie eine sekundäre Frakturdislokation sind potentielle Gefahren [9]. Weiterhin sind mäßige Schmerzen relativ betrachtet häufig [1]. Die Häufigkeitsverteilung der Leitlinie aus dem Jahr 2017 ist in Abbildung 3 zu sehen.

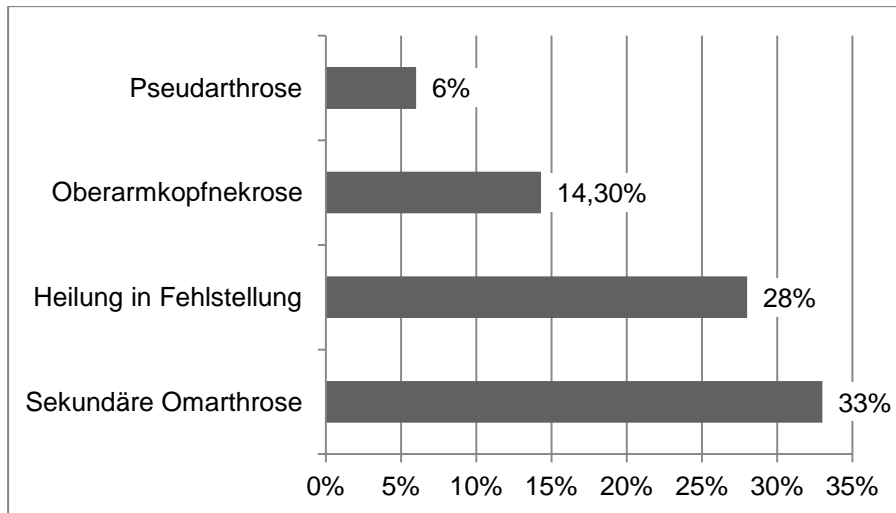


Abbildung 3: Spätkomplikationen bei konservativer Therapie nach Frosch et al. (eigene Darstellung) [1]

1.3.2 Osteosynthese

Die osteosynthetische Therapie bei PHF als kopferhaltende Maßnahme ist nur dann sinnvoll, wenn das Risiko einer Humeruskopfnekrose gering ist und durch Osteosynthese eine Stabilisierung des Knochens gewährleistet werden kann. Ist dies nicht der Fall, so muss die Alternative der Schulterendoprothese in Betracht gezogen werden. Grundsätzlich gilt, dass bei jüngeren Patienten in Hinblick auf die Funktionalität eine kopferhaltende Therapie angestrebt werden sollte [9].

Ob nun eine Osteosynthese oder eine Endoprothese operativ eingesetzt wird, muss immer fallbezogen entschieden werden. Die Leitlinie aus dem Jahr 2017 empfiehlt für folgende Frakturen eine Osteosynthese:

- Mehrfragmentfrakturen mit Dislokation
- Luxationsfrakturen
- Serienverletzung der Extremität
- Begleitende Gefäß- und Nervenschäden
- Offene Frakturen
- Pathologische Frakturen [1].

Als relative Operationsindikation gilt aktuell die Fraktur des Tuberculum majus mit einer Dislokation von mehr als 2 bis 3 mm [5].

Resch benennt drei Parameter als Entscheidungshilfe für die Therapiewahl: Reponierbarkeit, Retinierbarkeit und Nekroserisiko. Sobald hiervon zwei als negativ zu bewerten sind, sollte die Entscheidung auf die endoprothetische Versorgung fallen [22].

1.3.2.1 Winkelstabile Plattenosteosynthese

Die winkelstabile Plattenosteosynthese kann vor allem bei dislozierten Drei- und Vier-Fragment-Frakturen eingesetzt werden. Grundsätzlich können aber alle Zwei- bis Vier-Fragment-Frakturen, einschließlich der Headsplit- und Luxationsfrakturen mit einer Platte versorgt werden [5, 23–27]. Die Winkelstabilität soll durch eine geringere Steifigkeit eine Auslockerung verhindern und gleichzeitig eine ausreichende Elastizität gewährleisten, um eine Frakturheilung zu ermöglichen [5]. Dies bietet einen großen Vorteil bei osteoporotischem Knochen [28].

Die AO gliedert die Plattenosteosynthese in die Schritte der Reposition und der Fixation. Dabei sollte auf eine anatomische Reposition geachtet werden und diese zunächst mittels Arretierungsschrauben fixiert werden. Es wird die Anzahl der Fragmente schrittweise reduziert, indem die Fragmente von distal nach proximal mittels Arretierungsschrauben zu einem Fragment konvertiert werden. Alternativ kann eine gelenküberbrückende Technik angewandt werden [29, 30]. Die Fixation der Platte gliedert sich in die Schritte der Positionierung (lateral oder anterolateral), der Konturierung, der Anbringung der Platte (unter Durchleuchtungskontrollen) und der endgültigen Fixation. Hierbei sollte die Platte zunächst im Humeruskopf (bikortikale, nicht verriegelnde Schraube im meta-/diaphysären Bereich, Verriegelungsschrauben im Humeruskopf) und anschließend im Schaftfragment (Verriegelungsschrauben) fixiert werden [29, 30]. Zuletzt hat nochmals eine Durchleuchtungskontrolle der Lage und korrekten Länge des Implantats zu erfolgen [29, 30].

Die häufigsten Komplikationen dieser Therapiewahl sind die Kopfnekrose, die Pseudarthrose, Sekundärdислоkationen (Dreh- und Achsabweichungen 25% bis 44% [1]), und Weichteilschädigungen, die in mangelnder Funktionalität münden [22]. Zudem sind die Bewegungseinschränkung und die Omarthrose (65%) als Komplikationen zu nennen [1]. Generelle Risiken einer Plattenosteosynthese sind

auch hier die primäre Schraubenperforation, ein Plattenimpingement und die Wundinfektion [5].

1.3.2.2 Nagelosteosynthese

Die hier betrachtete Therapie der PHF befasst sich mit dem intramedullären Nagel, der das Kopffragment mechanisch stabilisiert. Grundsätzlich ist ein Marknagel als Therapieoption bei Frakturen geeignet, die ausreichend große Frakturfragmente besitzen. So wird er vor allem bei Zwei- und Drei-Fragment-Frakturen mit großem Tuberculum-majus-Fragment empfohlen [5].

Bei der Nagelosteosynthese erfolgt in Beachchair-Lagerung über den anterolateralen Deltasplit-Zugang und Anschlingen der Sehnenkante der langen Bizepssehne die Präparation. Nach Reposition der Kalotte kann der gerade Nagel eingeführt werden. Mittig am höchsten Punkt der Kalotte liegt der Eintrittspunkt, an dem der Nagel eingebracht und nur wenige Millimeter unter der Kopfoberfläche versenkt wird. Dies soll einen maximalen Halt gewährleisten. Verriegelungsschrauben sind bei osteoporotischem Knochen sinnvoll [5]. Durch Drehung des Nagels können die Tubercula miterfasst werden, woraufhin deren Reposition und Fixierung durch perkutane Schrauben erfolgen sollte. Zusätzlich sind distale Schrauben zur Stabilisierung nötig. Auch hier sind während der gesamten Operation Durchleuchtungskontrollen empfohlen [5].

Vorteil gegenüber der Plattenosteosynthese ist das gedeckte Verfahren mit hierdurch verringertem Risiko eines Weichteil-/Periostschadens. Allerdings ist, wie bereits erwähnt, die intramedulläre Nagelung nur bei gewissen Frakturen möglich. Komplikationen dieser Methode sind die sekundäre Dislokation der Fragmente durch den Nagel, Verletzung der Supraspinatussehne bei der Einführung des Nagels sowie die Dislokation der einzelnen Schrauben [5].

1.3.2.3 Nachbehandlung nach Osteosynthese

Auch nach Osteosynthese muss ein Rehabilitationsprogramm erfolgen. Im Unterschied zur konservativen Therapie ist aber eine Ruhigstellung mittels Schulterorthese mit einer Dauer von nur drei bis fünf Tagen indiziert und eine schnelle aktive Mobilisierung sollte angestrebt werden [5]. Die passive Frühmobilisation sollte unter adäquater Analgesie erfolgen und beinhaltet Pendelübungen, passive Bewegungsübungen und den Einsatz einer

Schultermotorschiene. Mit aktiven Bewegungsübungen wird erst nach Anheilen der Tubercula begonnen [1], was nach etwa sechs Wochen der Fall ist [5]. Dabei tritt aber häufig eine Atonie des Deltoids aufgrund einer Kompressionsneuropathie auf und ist die Ursache eines Nachhinkens der aktiven Beweglichkeit [9].

Sollte nach knöcherner Konsolidierung die Beweglichkeit noch deutlich eingeschränkt sein, kann eine Metallentfernung in Kombination mit einer Arthrolyse indiziert sein [1]. Acklin et al. (et al: et alii) zeigen 2016, dass bei fortbestehender Symptomatik nach Implantation einer winkelstabilen Platte eine Metallentfernung zu einer signifikanten Verbesserung der Funktionalität führt [31].

Wenn auch in der hier durchgeführten Studie die konservative und osteosynthetische Therapieoptionen nachuntersucht werden, soll dennoch aus Gründen der Vollständigkeit auf die Endoprothetik bei PHF eingegangen werden.

1.3.3 Endoprothetik

Die Endoprothese gilt als Alternative zur Osteosynthese und ist als Einzelfallentscheidung dann als Therapie indiziert, wenn eine Osteosynthese mit hohem Risiko einer Revision oder Kopfnekrose einhergeht [22]. Das betrifft, wie aus den Prognoseparametern hervorgeht, vor allem folgende Pathologien:

- Osteoporotische Knochenstruktur im Alter
- Headsplit-Frakturen
- Instabile Frakturen (Varisierung mit inferomedialen Defekt am Calcar, Valgisierung mit lateralem Kortikalisdefekt oder fehlende mediale Abstützung mit Calcarfragmenten)
- Versorgung nach mehr als fünf Tagen nach Fraktur [5]
- Humeruskopfnekrose
- Massive Gelenkdestruktion [1]
- Luxationsfraktur mit mehr als 40% Zerstörung der Kalotte
- Avaskularität für mehr als sechs Stunden [9]

Besteht nach Berücksichtigung dieser Faktoren die Indikation zur endoprothetischen Versorgung, so wird vor allem beim älteren Patienten die inverse Prothese gegenüber der anatomischen Prothese oder der Hemiprothese bevorzugt [1].

Absolute Kontraindikationen sind eine mangelnde Compliance des Patienten, ein florider Infekt und bestehende neurologische Defizite wie eine Armparese [22].

Im Folgenden sollen die gängigsten endoprothetischen Verfahren zusammengefasst dargestellt werden.

1.3.3.1 Die anatomische Prothese

Die anatomische Prothese sollte innerhalb der ersten vier Tage nach Fraktur erfolgen [14, 32]. Zur Wahl des Implantats ist grundsätzlich zu sagen, dass die dritte und vierte Generation eine Entwicklung zur optimalen Anpassung der Kopfgeometrie verzeichnen können. Die unterschiedlichen Systeme ermöglichen eine verbesserte Einheilung der Tubercula oder gar eine Fixation der Rotatorenmanschette am Implantat. Beide Optionen schaffen eine korrekte Positionierung der Muskulatur. Außerdem gibt es Implantate mit verstellbarer Höhe oder besserer Möglichkeit zur Anlagerung der Spongiosa [14]. Hieraus lassen sich Parameter ableiten, die die Prognose einer anatomischen Prothese negativ beeinflussen: mangelnde Einheilung der Tubercula und folgende Rotatorenmanschetteninsuffizienz, fehlender Halt des Prothesenschafts und die inkorrekte Positionierung [14]. Frühe Komplikationen, die eine sofortige Revision verlangen, sind eine Hämatombildung mit Infektion, die Protheseninfektion und die Tuberculadislokation [14].

1.3.3.2 Die inverse Prothese

Überwiegend bei geriatrischen Patienten ab 70 Jahren werden bei der anatomischen Frakturprothetik schlechte funktionelle Ergebnisse beobachtet [14, 32–37]. Als Alternative zur anatomischen Prothese gilt das inverse Verfahren, welches in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen hat.

Das Prinzip der inversen Prothese ist die formschlüssige Umkehrung der Gelenkflächen und somit eine grundlegend veränderte Biomechanik. Das Rotationszentrum wird dabei medialisiert und fixiert und der Humerus nach distal verlagert. So ändern sich die Hebelarme der Muskulatur der Rotatorenmanschette und der des Deltoids wird vergrößert. Das erleichtert die aktive Abduktion des Armes [38]. Der Vorteil des inversen Systems der Frakturprothetik ist, dass der Arm unabhängig von der Einheilung der Tubercula eleviert werden kann. So ist ein früherer Beginn der funktionellen Rehabilitation möglich. Außerdem kann ein größeres Außenrotationsausmaß erreicht werden. Bereits ab der siebten

postoperativen Woche ist die Anbahnung des vollen Bewegungsumfanges das Ziel. Gefahr der inversen Prothese ist hingegen eine schlecht kalkulierbare Höheneinstellung und das daraus resultierende Luxationsrisiko. Dieses Risiko konnte in den letzten Jahren durch die Weiterentwicklung der inversen Prothese reduziert werden [14].

Im Vergleich beider Prothesentypen (anatomische und inverse Prothese) zeigen Studienergebnisse, dass die inverse Prothese vor allem beim älteren Patienten zu verbesserten funktionellen Ergebnissen führt und eine geringere Komplikationsrate aufweist [14, 39–41]. Eine Studie mit einem jüngeren Patientenkollektiv zeigt konträre Ergebnisse; hier sei die anatomische Prothese der inversen Prothese vorzuziehen [14, 42]. Bei jüngeren Patienten sollte allerdings zunächst eine Osteosynthese angestrebt werden. Muss hier jedoch auf eine Prothese zurückgegriffen werden, so sollte die anatomische Prothese vorgezogen werden [14]. Die inverse Prothese ist beim geriatrischen Patienten mit komplexer PHF das Therapieverfahren der Wahl geworden und gewinnt so in der Diskussion einer Versorgung des geriatrischen Patienten einen hohen Stellenwert.

1.4 Ziel der durchgeführten Untersuchung

Durch die große Breite an Therapiemöglichkeiten zur Behandlung der PHF und die kontroverse Diskussion über Klassifikation, Therapieindikationen und Rehabilitationsstrategien ergibt sich die Notwendigkeit einer Evaluation der aktuellen Versorgungsstrategien, besonders im Langzeitintervall.

Mit der hier durchgeführten Studie soll das funktionelle und subjektive Ergebnis nach durchgeführter Therapie einer PHF betrachtet werden. Das Outcome konservativer und osteosynthetischer Therapie im Vergleich wurde durch eine systematische Befragung nach 5 Jahren oder mehr untersucht.

Um die Therapie dieser Verletzung mit hoher Prävalenz in der Allgemeinbevölkerung individuell zu optimieren und evidenzbasierte Entscheidungen im klinischen Alltag zu verbessern, sollten Ergebnisse über Parameter des patientenassoziierten Outcomes zur Verfügung stehen.

Diese Parameter sind in der Literatur bisher wenig untersucht, für Individuum, Gesellschaft und Gesundheitssystem aber von hohem Stellenwert. Ziel dieser Studie ist die Untersuchung des Langzeitoutcomes von Patienten nach einer PHF. Hierbei liegt der Fokus auf dem Vergleich der konservativen gegenüber der operativen Therapie.

2 Material und Methoden

2.1 Grundkollektiv

Erfasst in dieser Studie sind Patienten, die mit der Diagnoseziffer S42.2 laut klinikinterner Datenbank am Universitätsklinikum Regensburg (UKR) eine Behandlung erhielten. Dabei gelten als Einschlusskriterien die PHF (S42.2) und das Verletzungsdatum zwischen dem 01.01.2004 und dem 31.12.2014. Ausschlusskriterien sind ein Alter ≤ 18 . Lebensjahr zum Zeitpunkt der Verletzung oder ≥ 100 . Lebensjahr zum Zeitpunkt der Datenerhebung, das Vorliegen einer pathologischen Fraktur und die initiale Versorgung mittels Endoprothetik oder Sine-Plastik. Nach Anwendung der Ein- und Ausschlusskriterien reduziert sich die Zahl der ursprünglich 522 Fälle auf 383.

2.2 Datenerhebung

2.2.1 Bewilligung des Ethikantrags

Ordnungsgemäß wurde am 10.02.2020 der Ethikantrag bei der Ethikkommission der Universität Regensburg gestellt. Dabei trägt das Forschungsvorhaben den Titel „Langzeitoutcome proximaler Humerusfrakturen in Abhängigkeit von Versorgung, Komplikation und Funktion“. Am 11.03.2020 wurde in einer Sitzung der Ethikkommission unter der Vorstandschaft von Professor Edward K. Geissler die berufsethische und rechtliche Unbedenklichkeit der Studie festgestellt. Hierbei läuft der Antrag unter dem Zeichen 2020-1733-101.

2.2.2 Datenerhebung patientenassoziierter Informationen

Die Datenerhebung erfolgte auf zwei verschiedene Wege. Es wurde über Patientenakten auf Aufnahme-, Verlegungs- und Entlassungsbriefe sowie Operations- und Anästhesieprotokolle zugegriffen. Hierfür wurde das Programm zur digitalen Patientenverwaltung des UKR (SAP ERP Version 6.18 mit Support Package Sack 17, Klinikmodul ISH Version 6.18/29) verwendet. Zudem wurden Röntgenbilder der betroffenen Schulter im anterior-posterioren Strahlengang sowie Y-Aufnahmen beurteilt. Teilweise vorhandenen Computertomografie-Aufnahmen in axialer, parasagittaler und koronarer Schnittführung wurden zusätzlich für die radiologische

Einschätzung genutzt. Die verwendeten Programme heißen syngo Studio VB36E und OsiriX MD by Pixmeo, Bernex, Switzerland.

Tabelle 1 zeigt die so erhobenen Parameter.

Tabelle 1: Erhobene Parameter

Verwendetes Programm	Erhobene Daten
SAP	Geburtsdatum → Alter bei Datenerhebung und Verletzung
	Geschlecht
	Zeitpunkt der Verletzung
	Zeitpunkt der operativen Versorgung
	Dauer der Operation
	Fallnummer
	Betroffene Seite
	Art der Versorgung (konservativ, PHILOS-Platte, Nagel) (PHILOS: Proximal Humerus Locking System)
	Begleitverletzungen
	Nebenbefundliche Diagnosen
	ASA-Klassifikation zum Zeitpunkt der Versorgung (ASA: American Society of Anesthesiologists)
	Komplikationen und Revisionsoperationen
syngo (Röntgen)	Frakturart, Klassifikation nach Neer
	Röntgenzeitpunkt(e)
	Nekrorestadium

2.2.3 Erhebung des Outcomes anhand eines standardisierten Fragebogens

Die Datenerhebung der funktionellen und subjektiven Ergebnisse erfolgte außerdem nach persönlicher Kontaktaufnahme mit den Patienten. Dies geschah zunächst telefonisch. Im Anschluss wurden standardisierte Fragebögen an die Patienten versendet. So sollte bei diesem retrospektiv ermittelten Patientenkollektiv mit

validierten Scores die Schulterfunktion und Lebensqualität prospektiv erfasst werden. Beigefügt an den Fragebogen erhielten die Patienten jeweils ein Anschreiben mit dem Angebot zur telefonischen Unterstützung beim Ausfüllen des Fragebogens und eine Datenschutzerklärung. Der Briefkopf der chirurgischen Poliklinik wurde eingesetzt, die Teilnehmer ausführlich über Ziel und Durchführung der Studie aufgeklärt und auf Kontaktdaten bei Rückfragen verwiesen.

2.3 Fragebogen

Der Fragebogen aus dem Jahr 2020 besteht aus sechs Teilbereichen. In den folgenden Ausführungen werden aber nur diejenigen näher erläutert, die auch in der Auswertung berücksichtigt werden. Tabelle 2 stellt die unterschiedlichen Teilbereiche mit ihren Inhalten dar.

Tabelle 2: Aufbau des Fragebogens 2020

Persönliche Angaben	Name Geburtsdatum Datum der Bearbeitung Händigkeit Betroffene Seite
Allgemeiner Gesundheitszustand	SF-12 (SF: Short Form)
Schulterfunktion 1	Quick-DASH (DASH: Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand)
Schulterfunktion 2	Constant-Murley-Score accorded to Boehm
Aktivitäten des täglichen Lebens	Pflegebedürftigkeit Handhabung des Alltags Subjective Shoulder Value
Weitere Behandlungen	Revisionsoperationen Physiotherapie Weitere Verletzungen

Fragen zur Nachbehandlung sowie die Fragen zur häuslichen Situation sind nicht standardisiert, weshalb hierfür kein Score gebildet werden kann. Die ermittelten Scores werden im Folgenden sowohl als standardisiertes Verfahren als auch im eigenen Vorgehen beschrieben. Tabelle 3 zeigt einen Überblick über die erhobenen Scores.

Tabelle 3: Übersicht über die erhobenen Scores

Erhobener Score	Untersuchte Variable
Short Form 12 (SF-12)	Lebensqualität
Charlson-Komorbiditäts-Index (CCI)	Komorbiditätslast
Constant-Murley-Score (CMS)	Schulterfunktion
Quick-DASH	Schulterfunktion
Subjective Shoulder Value (SSV)	Schulterfunktion

2.3.1 Verwendete Scores zur Schulterfunktion

2.3.1.1 Constant-Murley-Score

Der Constant-Murley-Score wurde spezifisch für die Schulter im Jahre 1987 entwickelt und gilt seitdem als der am häufigsten verwendete Score in der Schulterchirurgie [43]. Er ist für die PHF, Rotatorenmanschettenrekonstruktion und Schulterendoprothetik validiert, weshalb er auch Teil der hier durchgeführten Studie ist. Durch die Erhebung der aufgelisteten vier Parameter können insgesamt maximal 100 Punkte erreicht werden [43]. Der Score ist folgendermaßen aufgebaut:

- Schmerz: 15 Punkte
- Alltagsaktivitäten: 20 Punkte
- Bewegungsumfang: 40 Punkte
- Kraft: 25 Punkte [43]

Dabei sind die ersten zwei Parameter „Schmerz“ und „Alltagsaktivitäten“ subjektiv zu bewerten (35 Punkte), wohingegen die objektive bzw. funktionelle Messung der Kraft und des Bewegungsumfangs mit 65% der Gesamtpunktzahl deutlich schwerer wiegt [43].

Boehm entwickelt 2004 einen Fragenbogen des Constant-Murley-Scores, den die Patienten selbstständig zuhause ohne Beurteilung eines Arztes beantworten können. Die Neuentwicklung betrifft insbesondere die Kraftmessungsmethode, was an gegebener Stelle näher erläutert wird. Da zwischen der Selbstevaluation und der Erhebung durch den Arzt eine signifikante Korrelation ($r = 0,82$) besteht, ist dieses Verfahren nach Boehm als zuverlässig zu werten [43, 44]. Aufgrund der geschlechts- und altersspezifischen Variation der Gesamtpunktzahl erfolgten bereits mehrere Normierungen der zu erwartenden Durchschnittswerte [43]. In der hier durchgeführten Studie werden die erhobenen Score-Ergebnisse als Prozentsatz der Normwerte nach Katolik et al. (Tabelle 4, [43]) ausgedrückt. Hierdurch ist auch ein Wert über 100 möglich.

Tabelle 4: Alters- und geschlechtsspezifische Normwerte nach Katolik et al. [43]

Alter [Jahre]	Constant-Murley-Score	
	Männer	Frauen
18 – 29	95	88
30 – 39	95	87
40 – 49	96	86
50 – 59	94	84
60 – 69	92	83
≥ 70	88	81

Darauf aufbauend kategorisiert Boehm die Ergebnisse anhand des Schulnotensystems (1-5, Tabelle 5). So schafft er eine bessere Bewertbarkeit und Darstellungsform [43].

Tabelle 5: Wertung des normierten CMS nach Boehm [43]

Bewertung der Schulterfunktion	Normierter CMS [%]
Ausgezeichnet (= 1)	91 – 100
Gut (= 2)	81 – 90
Befriedigend (= 3)	71 – 80
Ausreichend (= 4)	61 – 70
Schlecht (= 5)	< 60

Schmerz – 15 Punkte

Anhand einer visuellen Analogskala kann der Teilnehmer seine Schmerzbelastung beurteilen, die sich auf den maximal empfundenen Schmerz im Alltag innerhalb von 24 Stunden bezieht. Dabei verhält sich das Schmerzausmaß indirekt proportional zum Punktesystem, die Analogskala verläuft hingegen aber in direkter Proportionalität zum Schmerz. Dementsprechend muss vor Eingabe in den Score noch eine Inversion erfolgen. Zusammengefasst bedeutet der Maximalwert von 15 Punkten eine Schmerzfreiheit, während 0 Punkte den größten Schmerz beschreiben [43].

Alltagsaktivitäten – 20 Punkte

Dieser Parameter der Alltagsaktivität gliedert sich in vier Unterabschnitte, die nach folgendem Schema (Tabelle 6) bewertet werden [43].

Tabelle 6: Bewertung des Parameters "Alltagsaktivität" [43]

Arbeitsfähigkeit	0% arbeitsfähig	0 Punkte
	25% arbeitsfähig	1 Punkt
	50% arbeitsfähig	2 Punkte
	75% arbeitsfähig	3 Punkte
	100% arbeitsfähig	4 Punkte
Sportfähigkeit	Gar nicht	0 Punkte
	Nur stark eingeschränkt	1 Punkt
	Deutliche Einschränkungen	2 Punkte
	Leichte Einschränkungen	3 Punkte
	Uneingeschränkt	4 Punkte
Schlaf	Sehr starke Probleme	0 Punkte
	Erwachen mit Wiedereinschlafen	1 Punkt
	Ungestörter Schlaf	2 Punkte
Schmerzloses Arbeiten auf Höhe...	Der Gürtellinie	2 Punkte
	Des unteren Brustkorbes	4 Punkte
	Des Halses	6 Punkte
	Des Scheitels	8 Punkte
	Über Kopfhöhe	10 Punkte

So ergibt sich eine maximale Punktzahl von 20 Punkten für diesen Parameter [43]. Voraussetzung bei Beurteilung der Arbeitsfähigkeit ist eine alleinige Einschränkung dieser durch die Schulterverletzung. Bei der Einschränkung der Arbeitsfähigkeit wird deren Ursache im Fragebogen gesondert abgefragt: eingeschränkte Arbeitsfähigkeit durch sonstiges – gemischte Einschränkung – eingeschränkte Arbeitsfähigkeit durch die Schulter. Dabei werden 4 Punkte auch dann vergeben, wenn zwar eine Limitierung der Arbeitsfähigkeit zu bestätigen ist, aber die Schulterverletzung dafür nicht ursächlich ist. Bei der Konstellation einer Einschränkung durch die Kombination von Schulterbeschwerden mit weiteren Faktoren erfolgt die Punktezahlermittlung durch das Mitteln der übrigen Items zur Alltagsaktivität. Nur bei einer Arbeitseinschränkung allein durch die Schulter wird die angekreuzte Punktzahl vergeben.

Bewegungsumfang – 40 Punkte

Funktionell misst der CMS das schmerzfreie, aktive Bewegungsausmaß mit einheitlicher Gewichtung [43]. Tabelle 7 stellt die Punktevergabe für diesen Parameter dar.

Tabelle 7: Bewertung des Bewegungsausmaßes [43]

Flexion und Abduktion	
0° - 30°	0 Punkte
31° - 60°	2 Punkte
61° - 90°	4 Punkte
91° - 120°	6 Punkte
121° - 150°	8 Punkte
151° - 180°	10 Punkte
Außenrotation	
Hand auf den Kopf, Ellenbogen zeigt nach vorne	2 Punkte
Hand auf den Kopf, Ellenbogen zeigt zur Seite	4 Punkte
Hand am Hinterkopf, Ellenbogen zeigt nach vorne	6 Punkte
Hand am Hinterkopf, Ellenbogen zeigt zur Seite	8 Punkte
Uneingeschränkte Bewegung über dem Kopf	10 Punkte

Innenrotation		
Handrücken zum/zur	Oberschenkel	0 Punkte
	Gesäß	2 Punkte
	Steißbein	4 Punkte
	Gürtellinie	6 Punkte
	Oberer Taille	8 Punkte
	Schulterblatt	10 Punkte

Hierbei wird pro Bewegungsrichtung die Punktzahl des größten angekreuzten Bewegungsausmaßes gewertet, unabhängig von der Anzahl der jeweils gesetzten Kreuze.

Kraft – 25 Punkte

Die Kraftmessung erfolgt im klinischen Umfeld mit einem Dynamometer oder einer definierten Federzugwaagentchnik. Da beides im häuslichen Umfeld nicht verfügbar ist, greift Boehm auf den Tetrapak als Haushaltsgegenstand zurück, was einen Umrechnungsfaktor von 2,20 erfordert. Basis der Kraftmessung ist die Annahme, dass ein 25-jähriger, männlicher Proband bei 90° Abduktion eine Widerstandskraft gegenüber 12 kg Zugkraft entwickeln kann, was als Maximalwert den 25 Punkten gleichzusetzen ist. Daraus ergibt sich folgende Punkteverteilung (Tabelle 8) [43]:

Tabelle 8: Bewertung der Kraft [43]

Anzahl der Tetrapaks/ Gewicht in kg	Punkte
0	0
1	2
2	4
3	7
4	9
5	11
6	13
7	15
8	18
9	20

10	22
11	24
12	25
>12	25

Bei der Messung sollte der Patient mit einer Abduktion von 90° (bzw. maximal möglicher Abduktion) und einer Anteversion von 30° in sitzender Position eine Tüte mit der jeweiligen Anzahl befüllter 1-Liter-Tetrapaks für fünf Sekunden halten können. Bei fehlender Angabe wird der Mittelwert aller Teilnehmer eingetragen [44]. Im hier verwendeten Fragebogen wird die Abfrage nur bis zu „mehr als 7 kg“ getätigt. Eine Präzision erfolgte bei größerem Gewicht durch telefonische Nachfrage.

2.3.1.2 Quick-DASH

Grundlage dieses standardisierten Fragebogens ist der DASH-Score, der 1996 von Hudak veröffentlicht wird. Wie aus dem Namen „Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand“ bereits hervorgeht, beurteilt dieser die Funktionalität der oberen Extremität, ist also nicht spezifisch für die Schulter. Auf Basis der Skalenentwicklung sind von den Teilnehmern fünfstufig (1-5 Punkte) die Einschränkungen in Alltagssituationen aufgrund der Verletzung an der oberen Extremität zu beurteilen. Während der DASH-Score hierfür 30 Fragen beinhaltet, ist der Quick-DASH mit elf Fragen die verkürzte Variante. Diese büßt zwar an Präzision ein, kann aber eine hohe Korrelation von 0,92 zum DASH in den Ergebnissen eines Vergleiches bei Patienten mit Rotatorenmanschettenrekonstruktion vorweisen [43]. Für beide Scores gilt analog folgende Gleichung zur Berechnung:

$$\left\{ \left(\frac{\text{Summe der Punkte}}{\text{Anzahl beantworteter Fragen}} \right) - 1 \right\} \times 25$$

Ist dabei im Quick-DASH mehr als eine Frage nicht beantwortet, kann der Score nicht berechnet werden. Als Ergebnis ist die größtmöglich erreichbare Punktzahl von 100 Ausdruck der maximalen Einschränkung der Funktionalität, während ein Wert von 0 die optimale Schulterfunktion darstellt [43].

In vorliegender Studie werden die Ergebnisse des Quick-DASH zusätzlich in relativer Abweichung zu den folgenden Normwerten einer US-amerikanischen Population (Tabelle 9, [45]) betrachtet.

Tabelle 9: Mittelwerte einer US-amerikanischen Normstichprobe [45]

Alter [Jahre]	Quick-DASH	
	Männer	Frauen
19 – 34	2,22	8,95
35 – 44	6,72	8,53
45 – 54	5,47	13,01
55 – 64	10,14	14,15
65 – 74	11,52	17,01
≥ 75	14,59	22,04

2.3.1.3 Subjective Shoulder Value

Gerber entwickelt 2007 den Subjective Shoulder Value (SSV), bei dem sich der Score unabhängig vom Untersucher aus einer Prozentangabe des Patienten auf folgende Frage ergibt: „Was ist der allgemeine Prozentwert Ihrer Schulter, wenn eine vollkommen normale Schulter 100% entspricht?“ [43]. Zur besseren Vergleichbarkeit wird in der hier durchgeführten Studie eine Abstufung der Prozentangaben in fünf Gruppen eingeführt. Die Teilnehmer können angeben, in welchem Bereich sie sich selbst einschätzen; die Einteilung erfolgt in 20%-Schritten.

2.3.2 Verwendeter Lebensqualitätsscore – SF-12

Der subjektive Therapieerfolg ist maßgeblich von der vom Patienten empfundenen Lebensqualität abhängig. Dafür sind nicht nur körperliche, sondern auch psychische und soziale Faktoren, die die Eingliederung in den Alltag beeinflussen, entscheidend. Darauf basiert der Begriff der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (Health Related Quality of Life, HR-QOL), der die vier Komponenten der physischen Gesundheit, des emotionalen Wohlbefindens, der sozialen Einbindung und der Funktionalität im Alltag beschreibt [46]. Um diese passend zu erfassen, eignet sich der SF-36-Health Survey, dessen 36 Items das subjektive Empfinden in folgenden acht Dimensionen darstellen:

- Körperliche Funktionsfähigkeit
- Körperliche Rollenfunktion
- Körperliche Schmerzen
- Allgemeine Gesundheitswahrnehmung
- Vitalität
- Soziale Funktionsfähigkeit
- Emotionale Rollenfunktion
- Psychisches Wohlbefinden [46]

Die hier verwendete Kurzform, der SF-12, besteht aus nur zwölf Items und lässt sich dadurch innerhalb von zwei Minuten bearbeiten [47]. Da in einer amerikanischen Normstichprobe der SF-12 etwa 90% der Varianz der Summenskalen des SF-36 erklärt und eine hohe Korrelation der Summenskalen beider Tests zu verzeichnen ist [47], wird in der hier vorliegenden Studie auf die verkürzte Variante zurückgegriffen.

Als Zielwert der zwölf Items ergeben sich zwei Summenskalen, die körperliche (KSK) und die psychische Summenskala (PSK). Zur Auswertung dieser wird eine Syntax für SPSS (Statistical Package für Social Sciences) genutzt, bei der sich die Summenskalen anhand eines Algorithmus berechnen lassen. Nach Addition der Itemantworten pro Subskala, welche die acht Dimensionen wiedergeben, und unter Einbezug spezieller Wichtungen der Subskalen folgt die Transformation zu Werten zwischen 0 (schlechtestes Ergebnis) und 100 (bestmögliches Ergebnis) [46].

Zur Einschätzung der Ergebnisse muss zum Vergleich die hier abgebildete (Tabelle 10) deutsche Normstichprobe von 1998, welche nach Alter und Geschlecht stratifiziert wurde, herangezogen werden [47]. Entscheidend ist der relative Anteil der Messwerte zur Norm [46].

Tabelle 10: SF-12 Summenscore für die deutsche Normstichprobe 1998, stratifiziert nach Alter und Geschlecht [47]

Alter [Jahre]	Frauen		Männer	
	KSK	PSK	KSK	PSK
14 – 20	53,12	48,26	52,86	50,95
21 – 30	51,37	49,46	52,21	52,46
31 – 40	50,49	49,31	51,89	52,27
41 – 50	48,14	49,93	49,50	52,32
51 – 60	44,72	50,53	46,74	52,24
61 – 70	43,20	52,59	44,92	53,58
> 70	41,18	51,41	42,55	54,14

2.3.3 Items zur weiteren Behandlung der proximalen Humerusfraktur

Da das Hauptaugenmerk dieser Studie auf dem Langzeitoutcome liegt, ist die Untersuchung von Nachbehandlungsmaßnahmen und Revisionen unumgänglich. Hier wird aus dem Fragebogen die Information entnommen, ob es einen Korrekturingriff gab (ja/nein), und falls diese Frage bejaht wird, sind noch zusätzliche Fragen zu beantworten:

- Falls ja, welche Behandlung wurde bei Ihnen im Nachhinein noch durchgeführt?
 - Prothese / Prothesenwechsel / operative Versorgung bei initialer konservativer Therapie / Revisionsoperation
- Offene Frage: Falls eine Revisionsoperation durchgeführt wurde, welche?

Bei einem weiteren Eingriff an der Schulter wurde dies im SAP des UKR überprüft und präzisiert. Aus OP-Berichten und Arztbriefen wurden die Komplikationen,

weshalb die Revision durchgeführt wurde, abgeleitet. Ergaben sich dabei Fragen zu Komplikation und/oder Revision, da der Sekundäreingriff nicht im UKR durchgeführt wurde, konnte durch eine telefonische Rücksprache mit den Patienten die Information teilweise nachträglich eingeholt werden.

2.3.4 Charlson-Komorbiditätsindex

Ein weiterer Parameter der Studie ist der Charlson-Komorbiditätsindex (CCI, im Folgenden auch als Charlson-Index bezeichnet). Der CCI ist der am weitesten verbreitete Parameter zur Messung der Komorbiditätslast [48–51], weshalb dieser hier erhoben wird. Zudem ist festzustellen, dass er immer mehr Anwendung in der Analyse von Traumapatienten findet, insbesondere auch bei PHF [7, 49, 52–55]. Der Charlson-Komorbiditätsindex wird 1986 von Charlson et al. entwickelt und dient dazu, die Komorbidität der Studienteilnehmer zu quantifizieren [56]. Da sich Begleiterkrankungen auf das Outcome auswirken, müssen diese in den Vergleich der unterschiedlichen Gruppen integriert werden. Hierfür werden unterschiedliche Nebendiagnosen gemäß ihrer Schwere nach einem Punktesystem bewertet. Die jeweilige Punktevergabe für die Diagnose berechnen Charlson et al. anhand der spezifischen 1-Jahres-Mortalität ihrer Studie [56].

Tabelle 11 zeigt die Punktezuweisung des CCI.

Tabelle 11: Aus dem Englischen: Gewichteter Komorbiditätsindex [56]

Komorbidität	Punktzahl
Herzinfarkt	1
Herzinsuffizienz	1
Periphere arterielle Verschlusskrankheit	1
Zerebrovaskuläre Erkrankungen	1
Demenz	1
Chronische Lungenerkrankung	1
Kollagenose	1
Ulkuskrankheit	1
Leichte Lebererkrankung	1
Diabetes mellitus (ohne Endorganschäden)	1
Hemiplegie	2
Mäßig schwere und schwere Nierenerkrankung	2
Diabetes mellitus (mit Endorganschäden)	2
Tumorerkrankung	2
Leukämie	2
Lymphom	2
Mäßig schwere und schwere Lebererkrankung	3
Metastasierter solider Tumor	6
AIDS	6

In der hier verwendeten Studie werden für die Ermittlung des CCI die in den Arztbriefen der Patienten gelisteten Diagnosen integriert. Zusätzlich zu den oben genannten Begleiterkrankungen werden folgende Punkte vergeben (Tabelle 12):

Tabelle 12: Gewichtung weiterer Komorbiditäten

Komorbidität	Punktzahl
Morbus Bechterew, Sjögren-Syndrom	1
Koronare Herzkrankheit	1
Zerebrale Blutung	1
Asbestose, Sarkoidose, Lungenfibrose	1
Hepatitis C	1
Tetraplegie	2
Leber-/ Herztransplantation	3

2.4 Statistische Methodik

Für die statistische Auswertung wurde das Software-Paket SPSS (Version 25, SPSS Inc., Chicago, Illinois) verwendet. Dabei wurden die metrischen Variablen zunächst mithilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests auf ihre Normalverteilung getestet. Bei vorliegender Normalverteilung erfolgte der t-Test für abhängige Stichproben, bei unabhängigen Stichproben wurde zudem der Levene-Test der Varianzgleichheit genutzt. Das Signifikanzniveau wurde hier auf 0,05 festgelegt. Zusammenhänge kategorial binärer Variablen konnten mithilfe des Chi-Quadrat-Tests geprüft werden. Errechnete Mittelwerte sind gemeinsam mit ihrer Standardabweichung angegeben. Eine binäre logistische Regressionsanalyse half, um eine Analyse der Mortalitätsrisikofaktoren durchzuführen.

Die Darstellung der statistischen Auswertung erfolgte mithilfe von Microsoft Word 2007 und IBM SPSS Statistics Version 25. Die Monografie wurde mit Microsoft Word 2007 verfasst.

3 Ergebnisse

Im Rahmen der Studie wurden Daten erhoben, die das funktionelle und subjektive Outcome nach unterschiedlicher Behandlung (konservativ / PHILOS-Platte / Nagel) einer PHF wiedergeben. Hierbei wurden die Daten durchschnittlich $10,5 \pm 3,3$ (im Grundkollektiv, $n = 383$) Jahre nach der Verletzung ermittelt, wodurch das Langzeitergebnis im Fokus der Studie steht.

Nachdem Material und Methode beschrieben wurden, folgt nun die Präsentation der Ergebnisse. Diese gliedert sich zunächst in die Beschreibung des Analysekollektivs, was die Epidemiologie, die Komorbidität sowie die Mortalität umfasst. Anschließend werden die abgefragten Scores ausgewertet und die Komplikationen analysiert.

Abbildung 4 beschreibt die Rückverfolgung des Patientenkollektivs nach Anwendung der Ein- und Ausschlusskriterien.

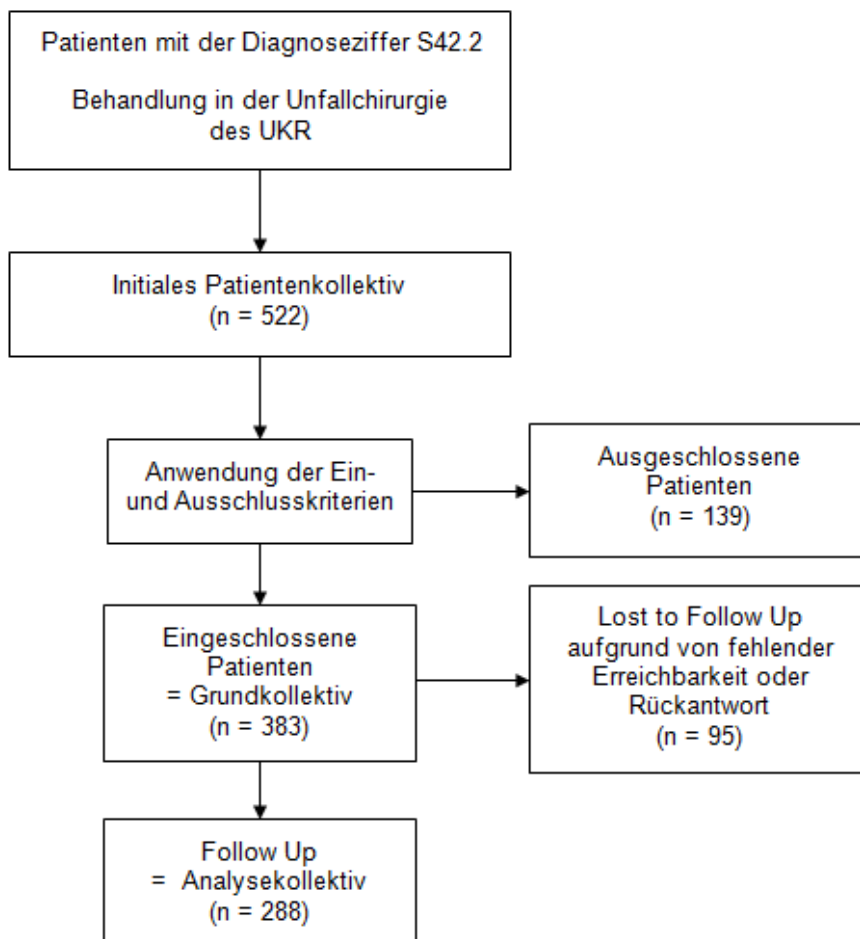


Abbildung 4: Rückverfolgung des Follow Ups

Insgesamt umfasst das Grundkollektiv 383 Teilnehmer, unter denen ein Follow Up von 75,2% zu verzeichnen ist (Analysekollektiv, „Responder“, n = 288). Mit einem Anteil von 32,9% ist die Gruppe der verstorbenen Teilnehmer in das Analysekollektiv mit inbegriffen. Die Gruppe der Teilnehmer, von denen ein beantworteter Fragebogen vorliegt, wird als funktionelles Follow Up (FU) bezeichnet (Tabelle 13).

Tabelle 13: Differenzierte Darstellung des Follow Ups

Follow Up	Häufigkeit [n]	Prozent [%]
Responder, FU	162	42,3
Responder, verstorben	126	32,9
Nicht vorhanden/ „Non-Responder“	95	24,8
Gesamt	383	100,0

3.1 Beschreibung des Analysekollektivs

3.1.1 Epidemiologie

Wie bereits aus der Darstellung des Rücklaufs ersichtlich, können die Daten von 288 Teilnehmern ausgewertet werden (= Analysekollektiv, Responder). Tabelle 14 zeigt die Häufigkeitsverteilung unterschiedlicher Parameter in den drei Kollektiven, dem Analysekollektiv (n = 288), dem Lost to Follow Up (n = 95) und dem Grundkollektiv (n = 383). Die untersuchten statistischen Basisdaten sind die Zeit des Follow Ups (= Alter der Verletzung bei Datenerhebung), das Alter (bei Verletzung) und Geschlecht der Studienteilnehmer, die Frakturklassifikation nach Neer sowie die Therapiewahl. Bei letzterem Parameter wird die operative Therapie nochmals gegliedert in die Versorgung mittels PHILOS-Platte und Nagel untersucht. Da der p-Wert der jeweiligen Häufigkeitsverteilungen $p > 0,05$ ist, sind diese nicht signifikant unterschiedlich zwischen den einzelnen Gruppen. Somit ist eine Vergleichbarkeit gewährleistet.

Die Zeit des Follow Ups (Nachlaufzeit) beträgt im Grundkollektiv $10,5 \pm 3,3$ Jahre. Während das Maximum eine Datenerhebung nach 17 Jahren nach Verletzung darstellt, beträgt das Minimum 5 Jahre. Im Analysekollektiv liegt die mittlere Nachlaufzeit bei $10,4 \pm 3,3$.

Tabelle 14: Anzahl, Alter bei Verletzung, Geschlecht, Frakturklassifikation und Therapie in den unterschiedlichen Kollektiven

		Analyse- kollektiv	Lost to Follow Up	Grund- kollektiv	p-Wert
Anzahl n		288	95	383	
Alter bei Verletzung [n] in Jahren		74 ± 16	67 ± 16	72 ± 16	0,536
Geschlecht [n]		♂100	♂43	♂143	0,065
		♀188	♀52	♀240	
Frakturklassifikation nach Neer [n]	Neer II	4	1	5	0,098
	Neer III	31	15	46	
	Neer IV	132	33	165	
	Neer V	96	42	138	
	Neer VI	25	4	29	
Therapie [n]	konservativ	77	30	107	0,362
	operativ	211	65	276	
	Platte	151	43	194	0,404
	Nagel	60	22	82	

Abbildung 5 zeigt die Verteilung der PHF unterschieden zwischen männlich und weiblich und anhand des Alters. Hierbei ergibt sich für unser Kollektiv eine deutliche Zunahme der PHF mit steigendem Alter und ein häufigeres Vorkommen beim weiblichen Geschlecht.

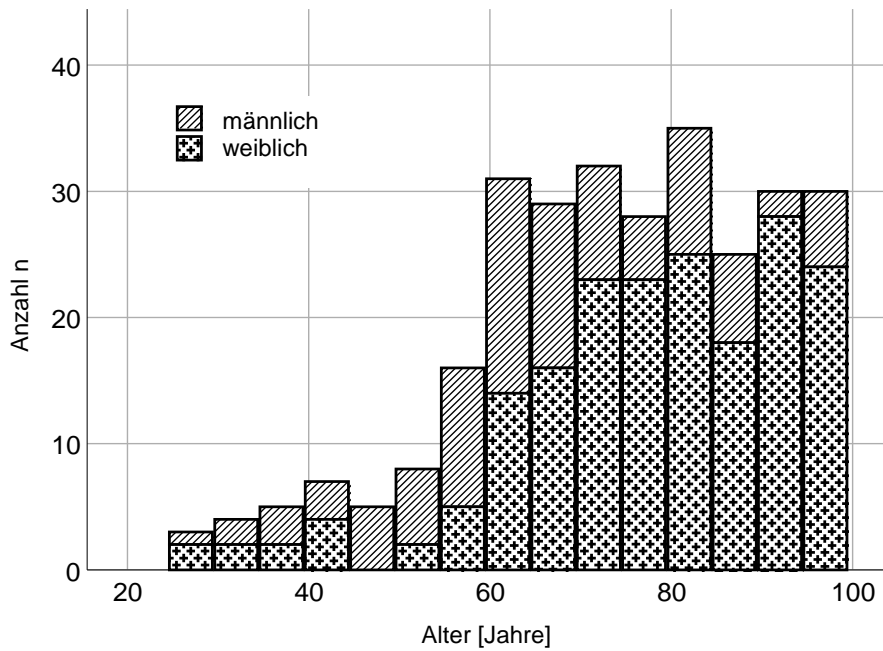


Abbildung 5: Absolute Häufigkeit des Alters bei Verletzung im Analysekollektiv (n = 288)

Abbildung 6 stellt die Frakturschwere anhand der Neer-Klassifikation dar. In dem betrachteten Kollektiv lassen sich 132 Verletzungen als Neer-IV-Fraktur klassifizieren und 96 als Neer-V-Fraktur, was einem relativen Anteil von 45,8% der Neer-IV-Frakturen und 33,3% der Neer-V-Frakturen entspricht. Es gibt keinen Teilnehmer mit Neer-I-Fraktur.

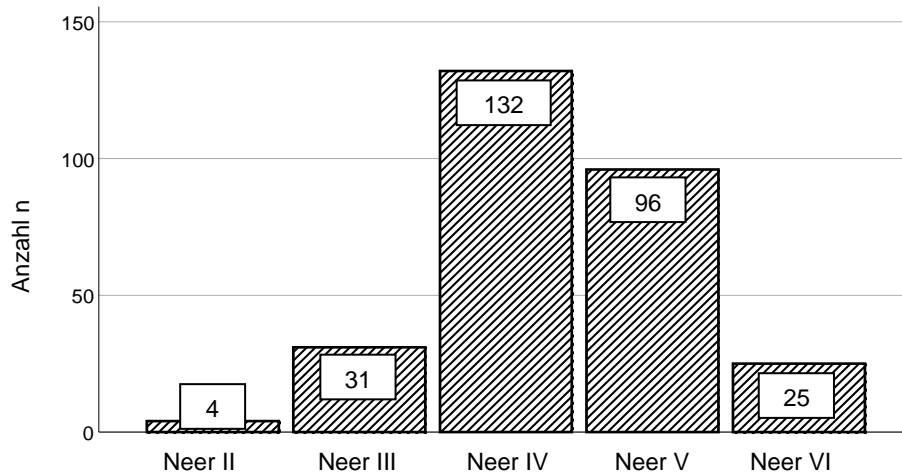


Abbildung 6: Absolute Häufigkeiten der Frakturklassifikation nach Neer im Analysekollektiv (n = 288)

Abbildung 7 zeigt die jeweils durchgeführte Therapie der PHF. 77 Patienten wurden konservativ versorgt (= 26,7%) und 211 Patienten operativ (= 73,3%). Die operativen Versorgungen lassen sich noch in 151 Plattenosteosynthesen (71,6%) und 60 intramedulläre Nagelungen (28,4%) differenzieren.

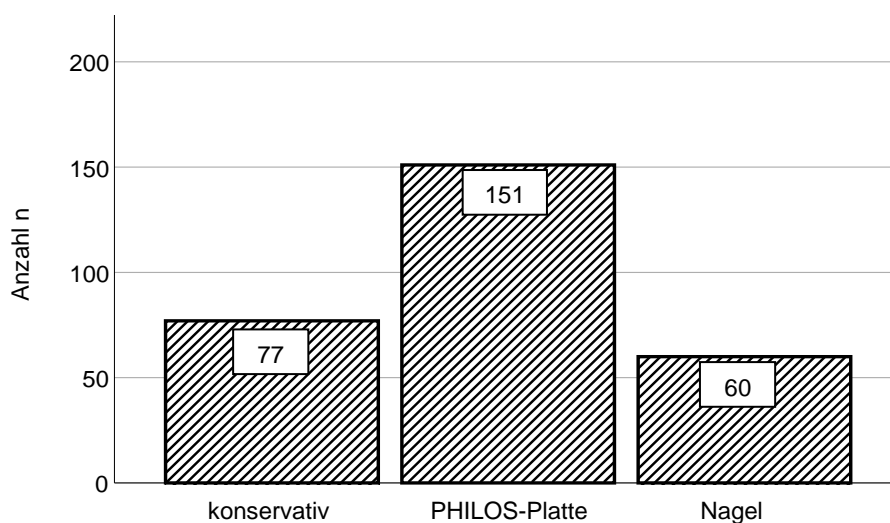


Abbildung 7: Absolute Häufigkeiten der Therapie im Analysekollektiv (n = 288)

3.1.2 Komorbidität anhand des Charlson-Komorbiditätsindex

Anhand der Arztbriefe wird im Rahmen der Datenerhebung der Charlson-Komorbiditätsindex (CCI) ermittelt (s. 2.3.4). Abbildung 8 zeigt den CCI des Grundkollektivs (n = 383). Die prozentuale Häufigkeit des CCI ist in Abhängigkeit des Alters dargestellt. Der minimale CCI beträgt 0 und der maximale CCI 8 Punkte. In der Abbildung wird deutlich, dass in diesem Kollektiv mit dem Alter allgemein die Komorbiditätslast zunimmt. Bei Teilnehmern über 80 Jahren haben mehr als die Hälfte der Patienten mindestens einen Punkt im CCI. Ein deutlicher Anstieg der Komorbiditätslast ist ab einem Alter von über 70 Jahren zu erkennen. Generell bildet aber die Gruppe mit nur einem Punkt im CCI, unter denen mit Komorbiditätslast (CCI > 0), die größte Gruppe.

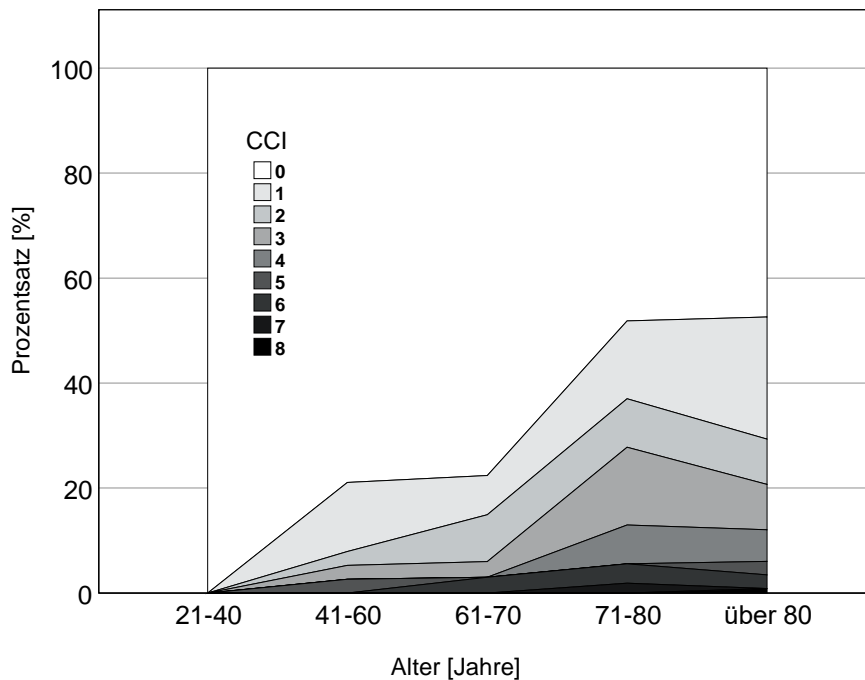


Abbildung 8: Relative Häufigkeit des CCI gegenüber dem Alter im Grundkollektiv (n = 383)

3.1.3 Mortalität

Im Analysekollektiv (n = 288) besteht eine Gesamtmortalität von 43,8%. Das entspricht einer absoluten Zahl von 126 Teilnehmern. Dabei besteht aber kein signifikanter Einfluss von Begleitverletzungen (n = 83) auf die Mortalitätsrate (p = 0,703).

3.1.3.1 Mortalität gegenüber dem Alter

Eine Analyse der Mortalität in diesem Patientenkollektiv in Bezug auf das Alter der Patienten ist in Abbildung 9 dargestellt. Während in der Gruppe der 41-60-Jährigen weniger als 20% der Responder verstorben sind, sind bei Patienten über 80 Jahren etwa 70% der Responder verstorben. Dieser Zusammenhang von Alter und Mortalität ist als signifikant zu bewerten.

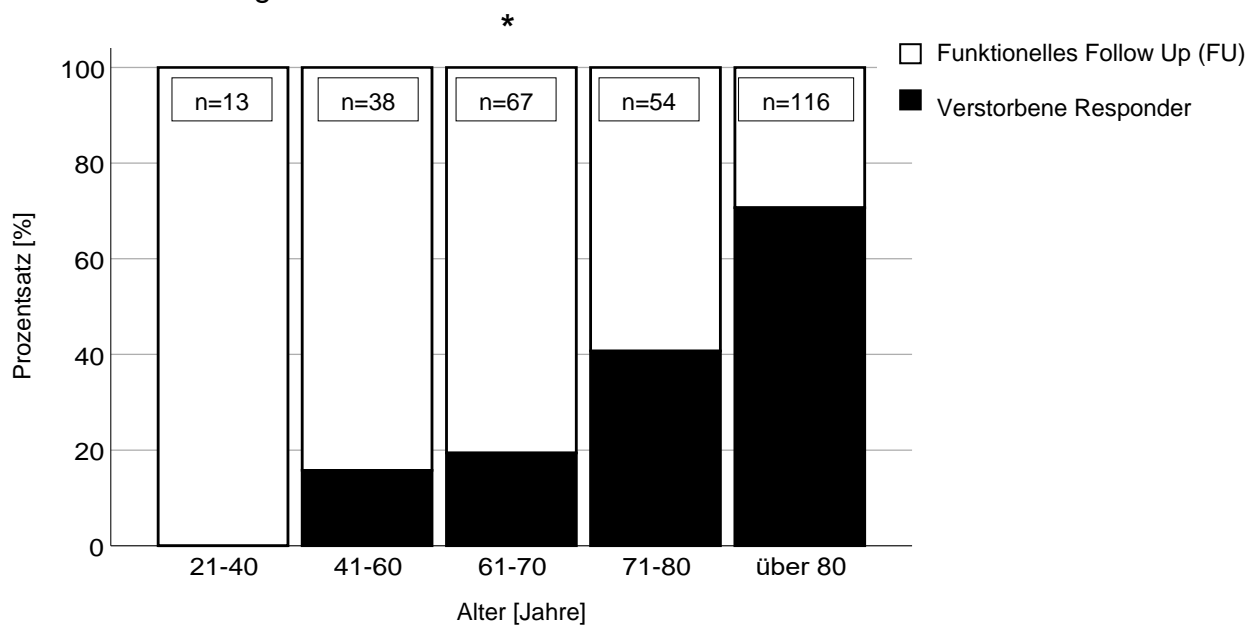


Abbildung 9: Relative Mortalität gegenüber dem Alter im Analysekollektiv (n = 288)

Betrachtet man denselben Vergleichsparameter im Grundkollektiv (n = 383, Abbildung 10), wird die Verteilung der folgenden drei Gruppen deutlich:

- Lost to Follow Up („Non-Responder“)
- Funktionelles Follow Up (FU, „Responder“)
- Verstorbene Teilnehmer („Responder“).

Der größte Anteil an Teilnehmern, bei denen ein Rücklauf fehlt, betrifft die Altersgruppen 21-40, 41-60 und 71-80 Jahre. Hier liegt der Prozentsatz an Non-Respondern jeweils bei etwa 35%. Die Gruppe mit der höchsten Rate an Respondern ist die Gruppe der über 80-Jährigen. Allerdings machen hier auch die verstorbenen Responder den größten Anteil aus. Der höchste Prozentsatz an funktionellem Follow Up findet sich in den Gruppen von 21-40-Jährigen (circa (ca.) 65%) sowie von 61-70-Jährigen (60%).

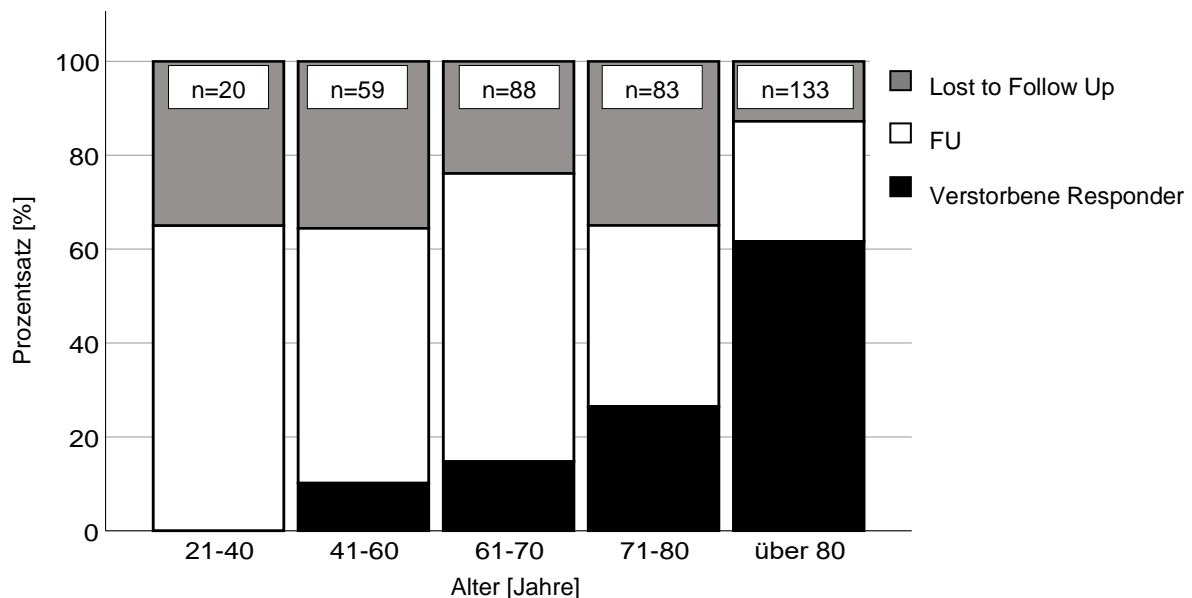


Abbildung 10: Relative Mortalität gegenüber dem Alter im Grundkollektiv (n = 383)

3.1.3.2 Mortalität gegenüber der Komorbidität

Wird das Analysekollektiv in die drei Gruppen „keine Komorbiditätslast (CCI = 0)“, „leichte Komorbiditätslast (CCI = 1-2)“ und „schwere Komorbiditätslast (CCI > 2)“ eingeteilt und werden diese Gruppen bezüglich ihrer prozentualen Mortalität gegenübergestellt, lässt sich ein signifikanter Zusammenhang ($p < 0,001$) erkennen (Abbildung 11). Je größer in unserem Kollektiv die Komorbiditätslast ist, desto höher ist auch die Mortalität. Dabei geht eine schwere Komorbiditätslast mit einer Mortalität von über 80% einher, während die Gruppe mit einem CCI von 0 Punkten eine prozentuale Mortalität von etwa 25% aufweist.

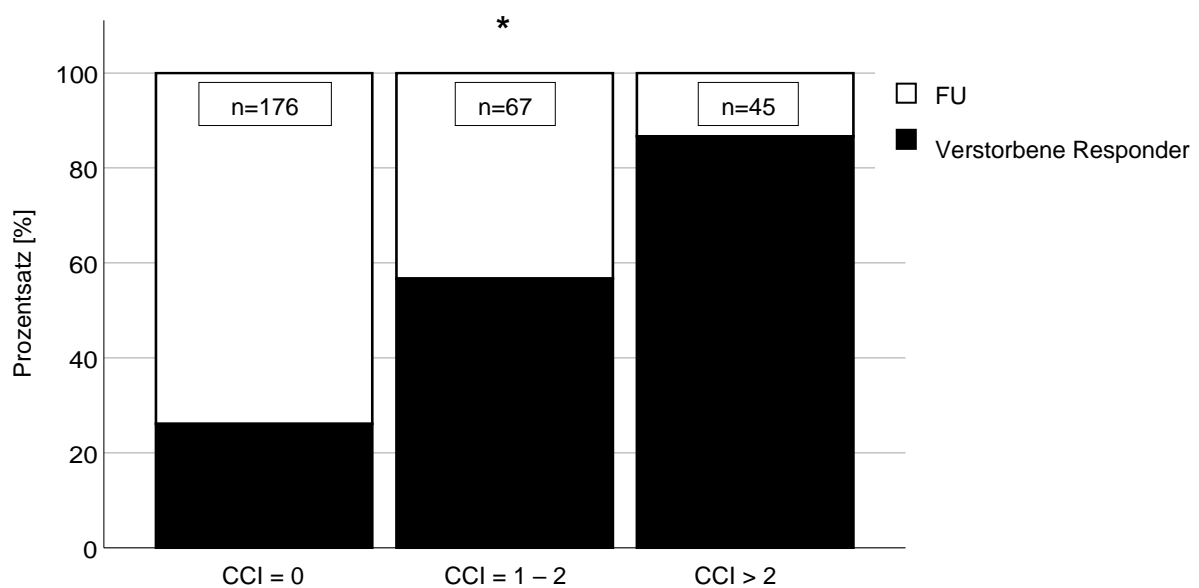


Abbildung 11: Relative Mortalität gegenüber der Komorbidität im Analysekollektiv (n = 288)

3.1.3.3 Mortalität gegenüber dem Therapieverfahren

Vergleicht man die Mortalität des Kollektivs bei gewählter konservativer Therapie der PHF gegenüber derjenigen bei operativer Therapie, ist diese für die Gruppe mit konservativer Therapie signifikant größer ($p < 0,001$). Während die Mortalität bei konservativer Therapie bei ca. 60% liegt, ist diese bei operativer Therapie in dem untersuchten Kollektiv bei knapp unter 40% zu verzeichnen (Abbildung 12).

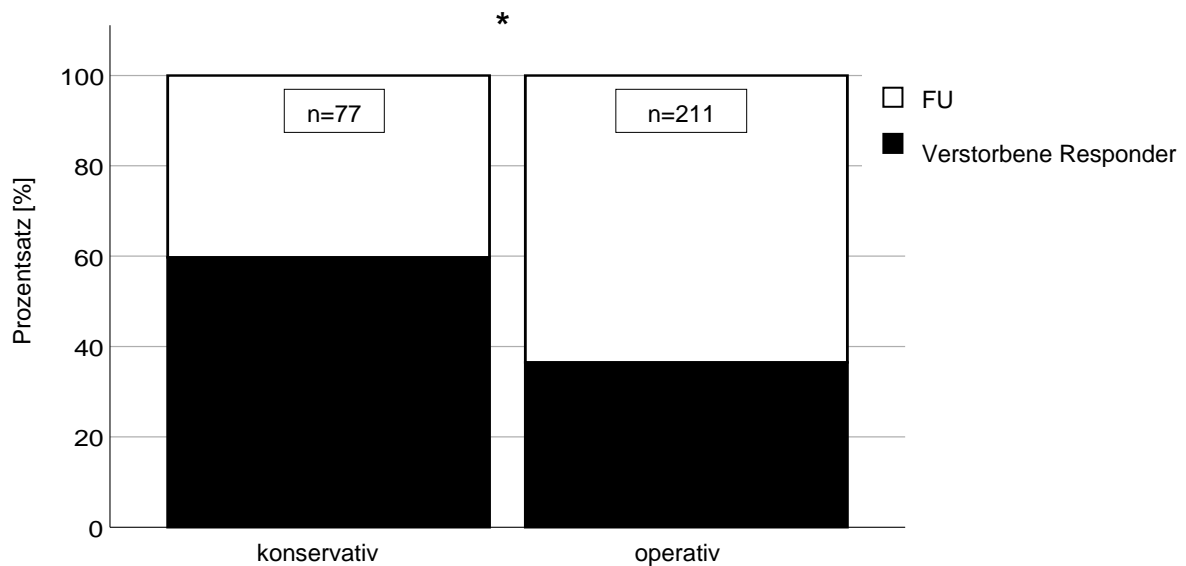


Abbildung 12: Relative Mortalität in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 288)

Um Confounder auszuschließen, werden weitere Analysen durchgeführt. Hierzu werden die Komorbiditätslast, die Altersverteilung sowie die Frakturschwere in der operativ therapierten und der konservativ therapierten Gruppe untersucht.

Im Vergleich der Komorbidität zeigt sich in Abbildung 13, dass in beiden Gruppen (konservativ und operativ) annähernd der gleiche Prozentsatz einen CCI von 0 hat und in der konservativen Gruppe der prozentuale Anteil einer schweren Komorbiditätslast (CCI > 2) geringgradig größer ist. Diese Ergebnisse sind allerdings nicht signifikant ($p = 0,288$, in den Abbildungen als n.s. abgekürzt), sodass die Nullhypothese beibehalten werden kann. Es gibt also in den beiden Gruppen keinen signifikanten Unterschied in der Verteilung der Komorbiditätslast.

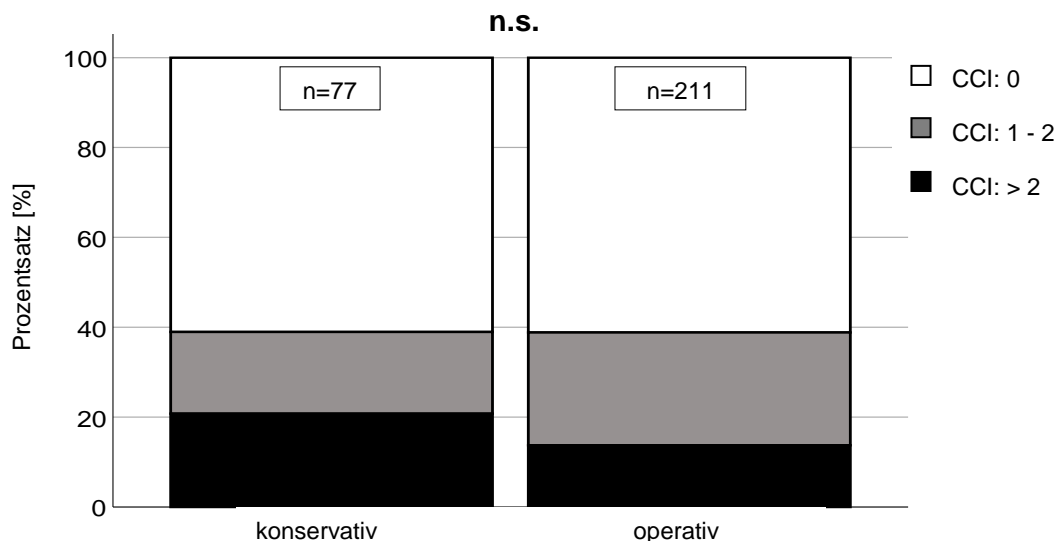


Abbildung 13: Relative Verteilung des CCI in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 288)

Ähnlich verhält es sich mit der Altersverteilung (Abbildung 14). Sowohl bei den Patienten mit funktionellem Follow Up ($n = 162$) als auch bei verstorbenen Teilnehmern ($n = 126$) ist kein signifikanter Unterschied im Altersdurchschnitt (zum Zeitpunkt der Verletzung) bei konservativer und operativer Therapie festzustellen ($p = 0,643$).

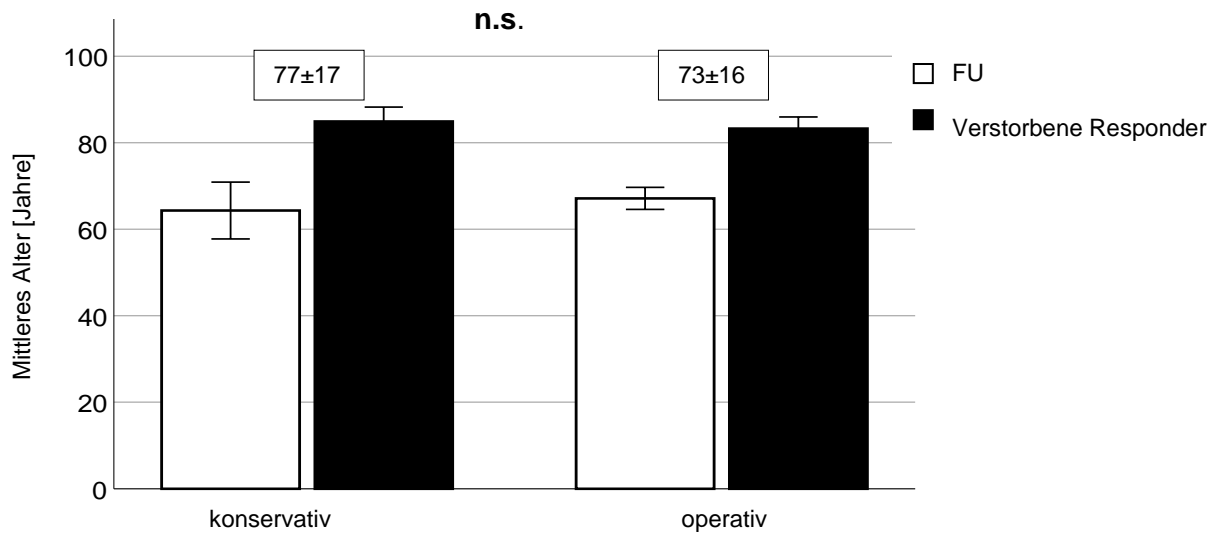


Abbildung 14: Mittleres Alter der Responder in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv ($n = 288$)

Abschließend soll die Frakturschwere in beiden Gruppen verglichen werden. Dies geschieht anhand der Klassifikation nach Neer. In Abbildung 15 wird deutlich, dass Frakturen der Gruppe Neer V und VI überwiegend operativ versorgt wurden. Diese machen zusammen in der operierten Gruppe einen Prozentsatz von knapp 50% aus, bei konservativer Therapie liegt dieser Anteil bei circa 20%. Die Klassifikationsgruppe IV bildet in der konservativ behandelten Gruppe einen Anteil von 54,6% und in der operierten Gruppe einen Anteil von 42,7%. Neer-II- und -III-Frakturen sind mit 24,7% in der konservativen Gruppe häufiger als bei Operation (7,6%).

Führt man einen t-Test durch, ergibt sich eine Signifikanz mit $p < 0,05$. Zusammenfassend gilt, dass ein signifikanter Unterschied in der Verteilung der Frakturschwere, klassifiziert nach Neer, besteht. In der operierten Gruppe finden sich demnach signifikant mehr Fälle mit einer komplizierten Fraktur als in der konservativ behandelten Gruppe.

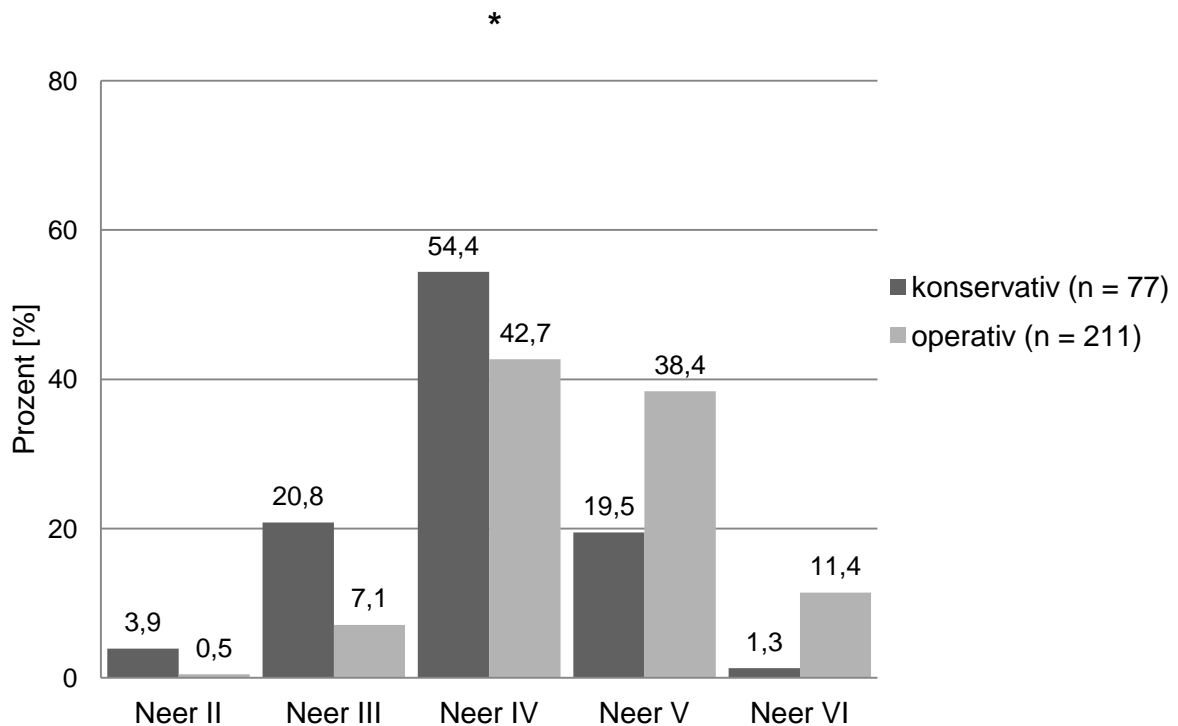


Abbildung 15: Relative Häufigkeit der Klassifikation nach Neer in konservativer und operativer Gruppe des Analysekollektivs (n = 288)

3.1.3.4 Regressionsanalyse der Mortalität

Zur weiterführenden Risikoanalyse von unabhängigen Faktoren wird eine binäre logistische Regressionsanalyse durchgeführt. Es zeigt sich für unser Patientenkollektiv ein 1,1-fach erhöhtes Mortalitätsrisiko pro Lebensjahr, ein 3,8-fach erhöhtes Risiko für das männliche Geschlecht, ein 3,6-fach erhöhtes Risiko mit leichter Komorbiditätslast (CCI 1-2), ein 16-fach erhöhtes Risiko bei schwerer Komorbiditätslast (CCI > 2) sowie ein 3,8-fach erhöhtes Risiko der Mortalität bei konservativer Therapie.

Vor allem aufgrund des letzten Punktes ist es deshalb notwendig, die unterschiedlichen Therapieverfahren hinsichtlich des subjektiven und funktionellen Outcomes näher zu untersuchen, was im Folgenden dargestellt wird.

In die weitere Auswertung gehen nur die Daten derjenigen Teilnehmer ein, von denen auswertbare Fragebögen zurückgeschickt wurden, was einer Anzahl von 130 Teilnehmern entspricht. Tabelle 15 zeigt die Rücklaufquote.

Tabelle 15: Erhebung des funktionellen Outcomes

Follow Up	Häufigkeit [n]	Prozent [%]
Responder, FU	130	33,9
Responder, verstorben	126	32,9
Nicht vorhanden/ Non-Responder	127	33,2
Gesamt	383	100,0

3.2 Auswertung des SF-12

Wie bereits erwähnt, gliedert sich der SF-12, der ein Maß für die Lebensqualität darstellt, in eine psychische (PSK) und eine körperliche Komponente (KSK, s. 2.3.2). In Abbildung 16 wird deutlich, dass in unserem Kollektiv operativ versorgte Patienten im Langzeitoutcome sowohl psychisch als auch körperlich schlechtere Werte für ihre Lebensqualität zeigen im Vergleich zur konservativ versorgten Gruppe. Die körperliche Lebensqualität bewertet die operierte Gruppe durchschnittlich mit 42,98 Punkten (von möglichen 100 Punkten) während der Mittelwert in der konservativ behandelten Gruppe bei 44,50 Punkten liegt. Für die psychische Komponente liegt der Mittelwert der operierten Gruppe bei 51,79, derjenige der konservativ therapierten Gruppe bei 52,36. In unserem Kollektiv schränkt also die PHF in der Langzeitbeobachtung die körperliche Komponente mehr ein als die psychische und die operierte Gruppe erreicht niedrigere Werte als die konservativ versorgte Gruppe. Der Unterschied ist jedoch für beide Summenskalen nicht signifikant ($p(\text{KSK}) = 0,553$, $p(\text{PSK}) = 0,821$).

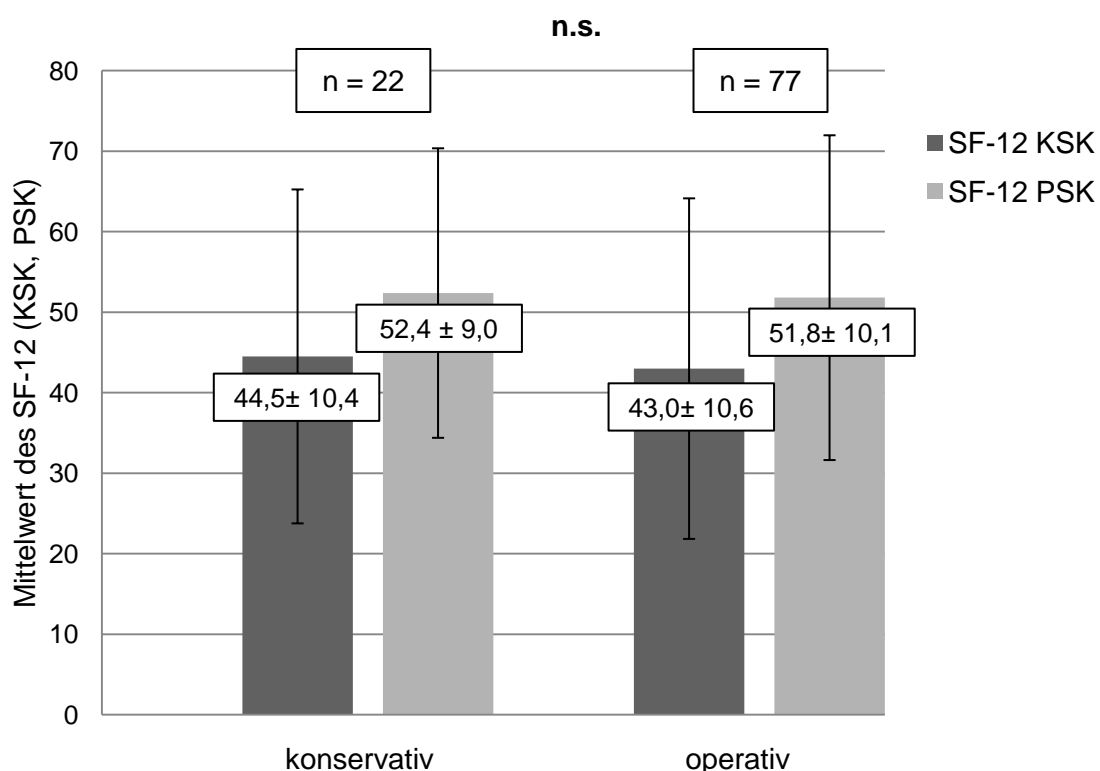


Abbildung 16: Mittelwerte des absoluten KSK und PSK in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 130)

Betrachtet man aber die relativen Werte (Abbildung 17), die sich aus dem Verhältnis zur Norm ergeben (s. 2.3.2), wird die tatsächliche Einschränkung durch die PHF deutlich. Hier bestätigt sich zwar die Tendenz der absoluten Werte, allerdings in deutlich geringerem Maße. Im Vergleich zur Normpopulation liegt die körperliche Lebensqualität in unserem Kollektiv nach Operation bei durchschnittlich 0,96, ohne Operation bei 0,99. Die psychische Summenskala zeigt in der operierten Gruppe einen Wert von 1,00, in der konservativ versorgten Gruppe einen Wert von 1,01. Die körperliche und die psychische Komponente der Lebensqualität sind demnach für beide Gruppen in unserem Kollektiv annähernd vergleichbar mit der Lebensqualität der Norm. Für die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ergibt sich auch hier keine Signifikanz ($p(\text{relativer KSK}) = 0,510$, $p(\text{relativer PSK}) = 0,746$).

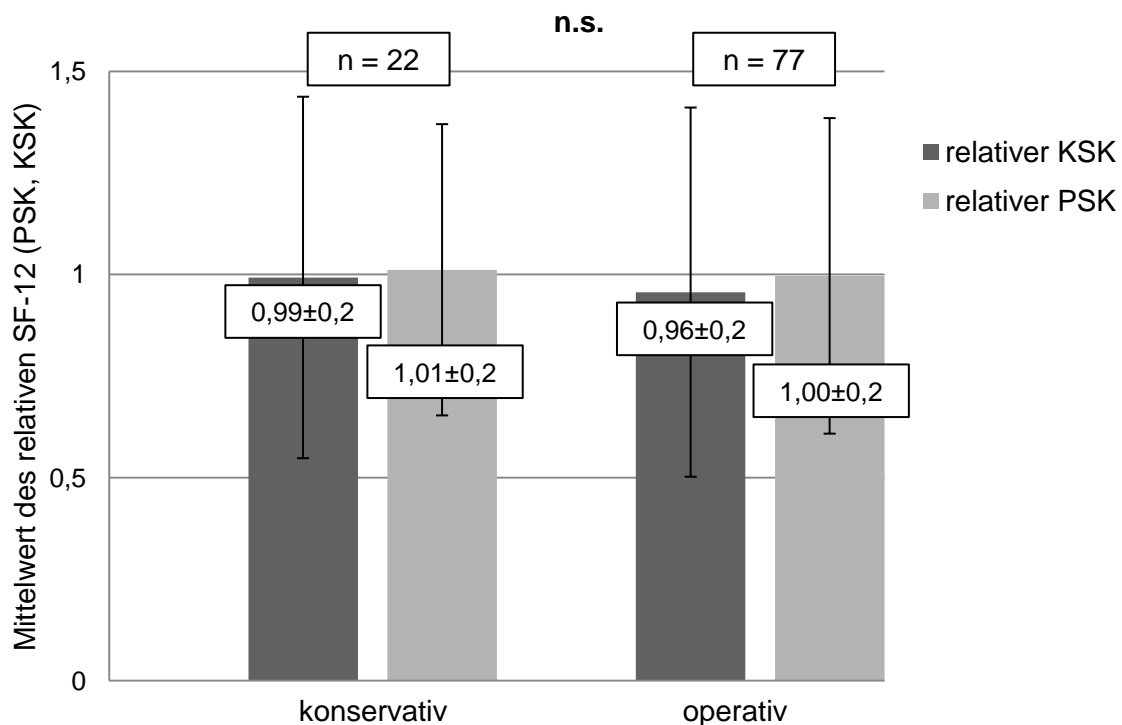


Abbildung 17: Mittelwerte des relativen KSK und PSK in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 130)

3.3 Auswertung der Scores zur Schulterfunktion

3.3.1 Constant-Murley-Score

In Abbildung 18 dargestellt sind die Mittelwerte des Constant-Murley-Scores (CMS) gegenüber der Versorgungsart. Dabei werden die relativen Werte analysiert, um nach Alter und Geschlecht zu stratifizieren und so mögliche Confounder zu eliminieren. Es zeigt sich ein nicht signifikanter Unterschied mit einem Mittelwert des CMS von 65 für die operierten Patienten und von 74 für die konservativ therapierten Patienten ($p = 0,122$).

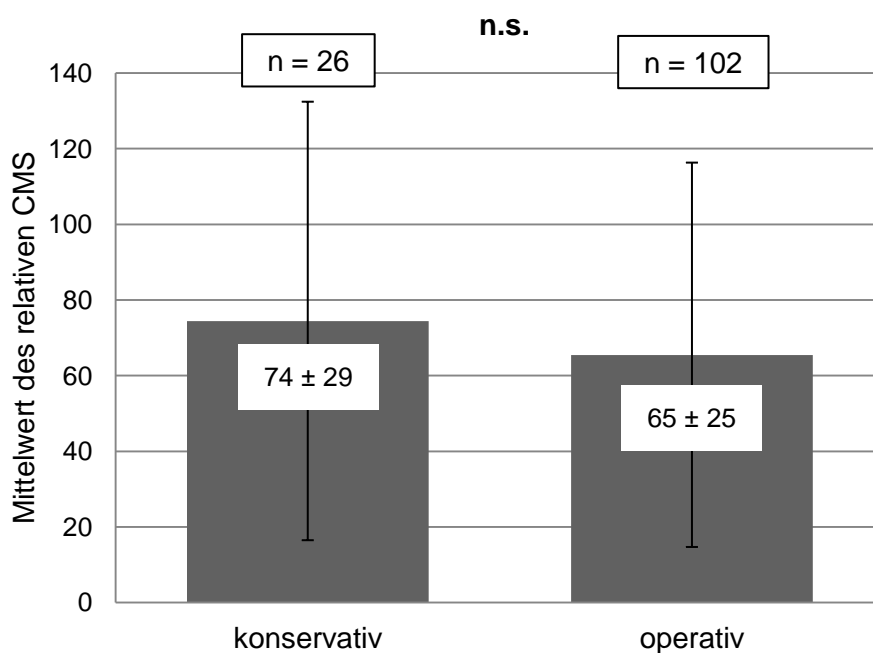


Abbildung 18: Mittelwerte des relativen CMS in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 130)

Ähnliches gilt für die Darstellung der Notenstufen (1-5) der nicht stratifizierten Werte (Abbildung 19). Hier ist zu beobachten, dass in der konservativen Gruppe bei 38,5% der Teilnehmer die Schulterfunktion mit der Note 5 bewertet wird; in der operierten Gruppe liegt dieser Prozentsatz bei 51,9%. Gleichzeitig wird die Note 1 in der nicht operierten Gruppe häufiger vergeben als in der Vergleichsgruppe (nach konservativer Therapie 11,5%, nach Operation 3,9%). In der Analyse des Medians zeigt sich allerdings kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen ($p = 0,057$). Der Median liegt in der konservativen Gruppe bei $3,42 \pm 1,5$, in der operierten Gruppe bei $3,97 \pm 1,3$.

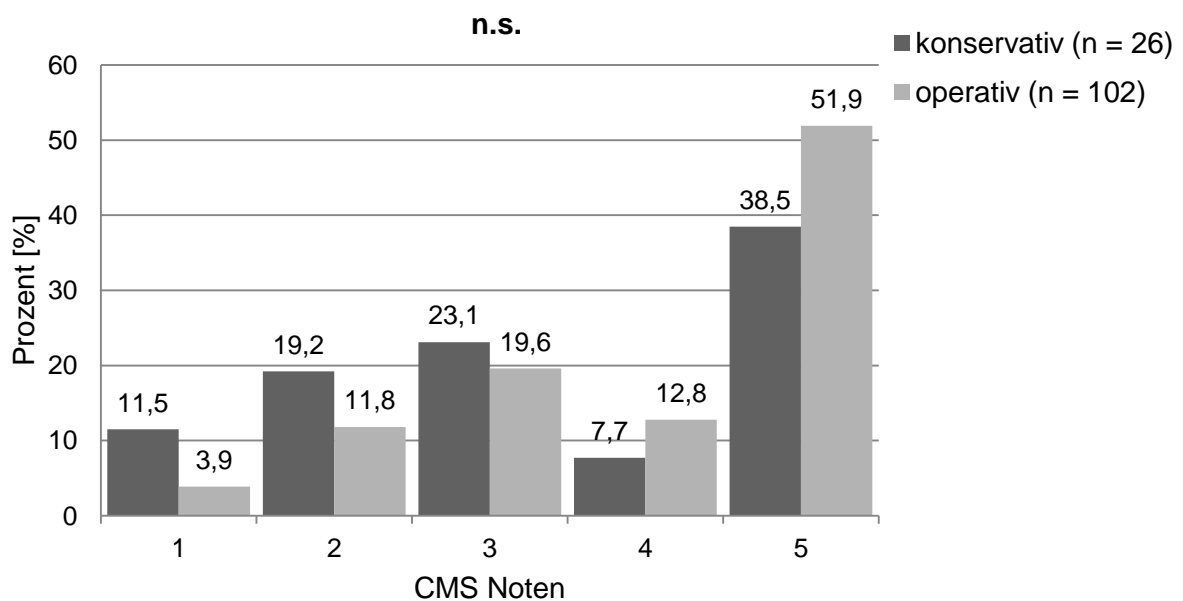


Abbildung 19: Relative Häufigkeit der CMS-Noten in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 130)

3.3.2 Quick-DASH

Da ein Quick-DASH von 0 einer optimalen Schulterfunktion entspricht und 100 den schlechtmöglichen Wert darstellt (s. 3.2.1.2), zeigt Abbildung 20, dass bei den untersuchten Patienten eine operative Versorgung im Vergleich zum konservativen Vorgehen zu einem schlechteren Outcome führt. In der nicht operierten Gruppe liegt der Mittelwert bei 24,4, nach Operation liegt dieser bei 30,3. Der minimale angegebene Wert im gesamten Analysekollektiv liegt bei 0,0, das Maximum beträgt 86,4. Da in beiden untersuchten Gruppen eine linkssgipflige und somit rechtsschiefe Verteilung der Werte vorliegt (Mittelwert > Median > Modalwert) [57], wird in Abbildung 20 und 21 die Streuung mithilfe eines Boxplots dargestellt. Der Median des Quick-DASH liegt in konservativer Gruppe bei 11,4, nach Operation bei 22,7. Auch die Auswertung des Quick-DASH kann aufgrund des p-Wertes im t-Test ($p = 0,289$) nicht als signifikant betrachtet werden.

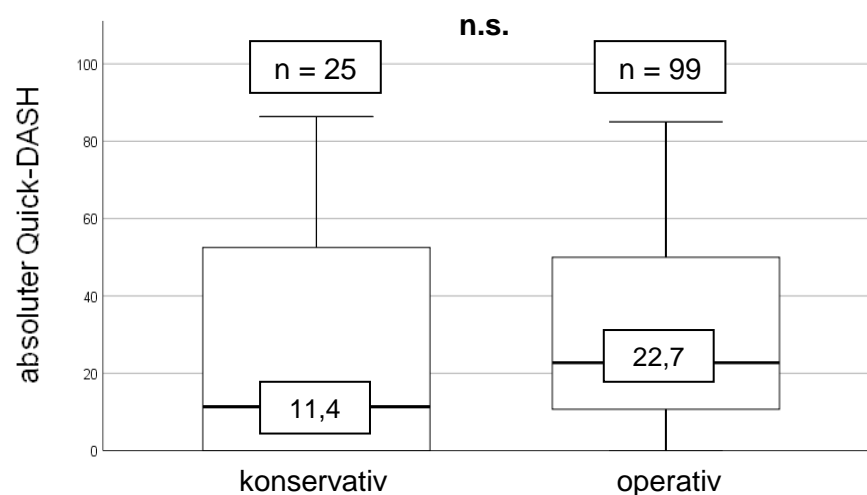


Abbildung 20: Boxplot mit Median des absoluten Quick-DASH in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 130)

Untersucht man mithilfe des relativen Quick-DASH das Verhältnis zur Norm (Abbildung 21), so wird deutlich, dass beide Gruppen eine verschlechterte Schulterfunktion haben. Während der Quick-DASH der konservativ behandelten Gruppe dem 2,0-fachen (Mittelwert) der Norm entspricht, liegt dieser Wert in der operierten Gruppe bei dem 2,3-fachen (Mittelwert). So lässt sich in beiden Gruppen eine eindruckliche Verschlechterung der Schulterfunktion feststellen, die sich durch eine Operation noch gravierender zeigt. Allerdings ist auch diese Auswertung nicht als signifikant zu werten ($p = 0,497$). Der in Abbildung 21 dargestellte Median des relativen Quick-DASH liegt nach konservativer Therapie bei 0,9, nach operativer Behandlung bei 2,1.

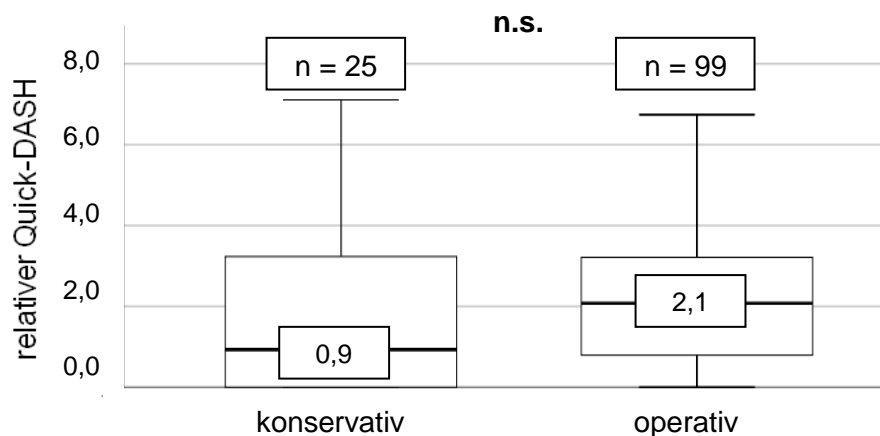


Abbildung 21: Boxplot mit Median des relativen Quick-DASH in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 130)

3.3.3 Subjective Shoulder Value

Der Subjective Shoulder Value ist ein Parameter, der allein die subjektive Empfindung der Patienten darstellt und keinerlei objektiv messbare Größe abbildet (s. 2.3.1.3). Durch die in dieser Studie durchgeführte Einteilung in 20%-Schritte ist eine Abstufung erkennbar. Zwischen den beiden Gruppen der erfolgten Versorgungen ist hier ein deutlicher Unterschied festzustellen (Abbildung 22). Während in der konservativen Gruppe knapp über 50% der Teilnehmer die Funktion ihrer Schulter mit 81-100%, also mit der bestmöglichen Funktion, bewerten, macht diese Antwort bei den operierten Patienten circa 30% im Anteil aus. Der Anteil derer, die ihre Schulterfunktion mit 60% oder schlechter bewerten, liegt bei konservativ therapierten Patienten bei ungefähr 20%. Nach einer Operation liegt dieser Wert bei circa 40%. In Abbildung 22 ist zu sehen, dass in der konservativen Gruppe der Abstand von 81-100% auf 61-80% ausgeprägt ist. Das liegt an dem hohen Anteil an Patienten, die ihre Schulterfunktion in der besten Stufe bewerten. Dieser Score zeigt also, dass die eigene Schulterfunktion nach konservativer Behandlung subjektiv deutlich besser beurteilt wird als nach Operation. Mit $p = 0,042$ kann das schlechtere subjektive Resultat der operierten Gruppe als signifikant anerkannt werden.

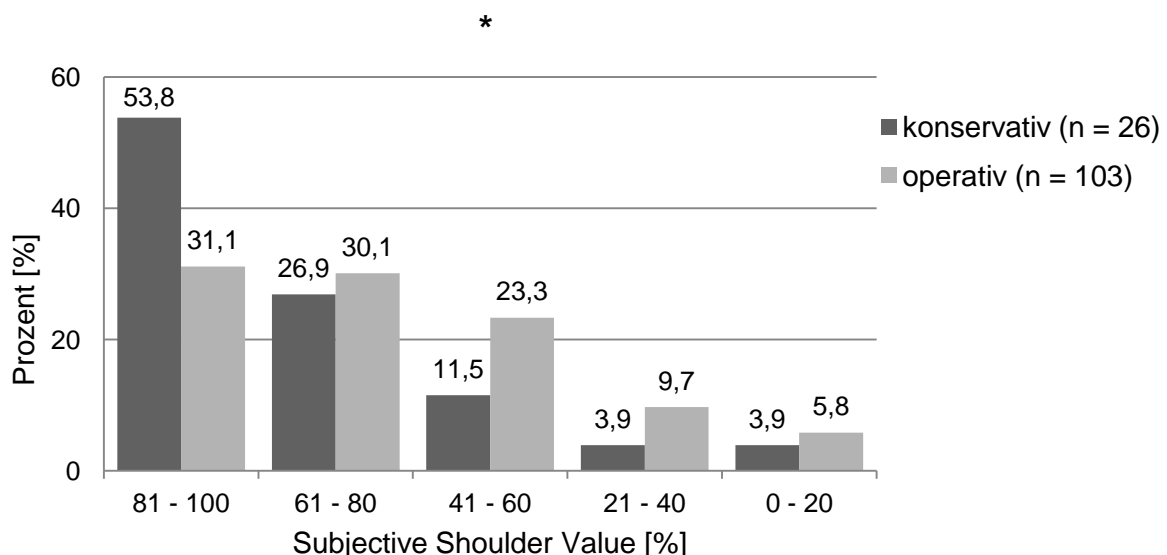


Abbildung 22: Relative Häufigkeit des SSV in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 130)

Abbildung 23 zeigt eine Analyse des SSV in Gruppen unterschiedlicher Frakturschwere. Hierfür wird das Patientenkollektiv in eine Gruppe mit Frakturen nach Neer II und III und eine Gruppe mit Frakturen nach Neer IV, V und VI eingeteilt. Es zeigt sich in der Gruppe der Frakturen, die als Neer II und III klassifiziert sind, ein großer Anteil von Teilnehmern, die ihre Schulterfunktion mit 80-100% bewerten (60%). Diese Bewertung ist in der Gruppe der Frakturen nach Neer IV, V und VI bei nur etwas mehr als der Hälfte davon (32,5%) festzustellen. Im Gesamtvergleich des Medians ist der Unterschied des SSV zwischen den beiden Gruppen der Frakturschwere, klassifiziert nach Neer, allerdings nicht signifikant ($p = 0,067$).

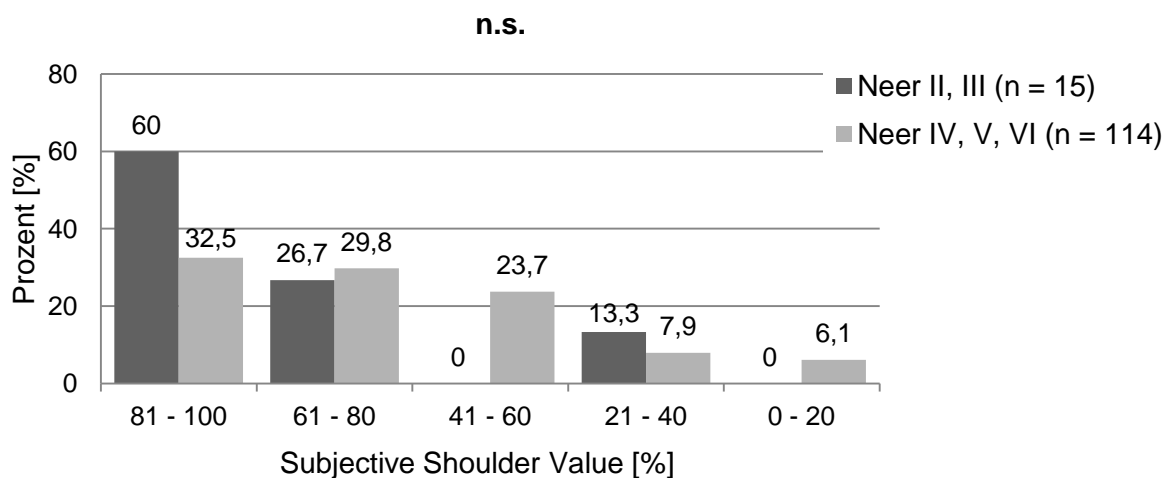


Abbildung 23: Relative Häufigkeit des SSV in den Gruppen der Frakturschwere nach Neer II/III und IV - VI im Analysekollektiv (n = 130)

Auch eine Subgruppenanalyse des SSV zeigt keine signifikanten Ergebnisse. Innerhalb der operierten Gruppe des Analysekollektivs ($n = 103$) kann kein signifikanter Unterschied des Medians des SSV zwischen den beiden Gruppen der Frakturschwere (Neer II/III und Neer IV-VI) festgestellt werden ($p = 0,177$). Gleiches gilt für die konservative Versorgung im Analysekollektiv ($n = 26$, $p = 0,564$).

Das Verhältnis des Alters und des SSV wird in Abbildung 24 verdeutlicht. In der jüngeren Gruppe (Alter ≤ 70 Jahre) bewerten 37,9% ihre Schulterfunktion mit 81-100% und knapp 10% der Bewertungen liegen unter 40% (4,6% in der Kategorie 0-20%, 4,6% in der Kategorie 21-40%). In der älteren Gruppe (Alter > 70 Jahre) verhält sich die Verteilung anders. Hier bewerten 23,8% der Gruppe ihre Schulterfunktion mit unter 40% (7,1% in der Kategorie 0-20%, 16,7% in der Kategorie 21-40%). Mit 31% in der besten Bewertungskategorie schneidet die ältere Gruppe schlechter ab. Insgesamt bewertet also die Gruppe der Teilnehmer im Alter von über 70 Jahren ihre Schulterfunktion subjektiv schlechter, der Unterschied ist dennoch nicht signifikant ($p = 0,141$).

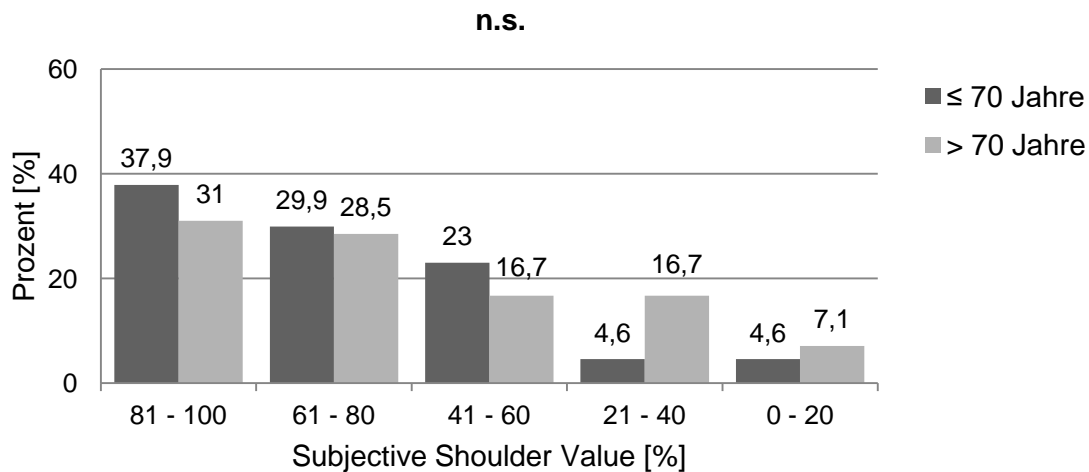


Abbildung 24: Relative Häufigkeit des SSV in den Altersgruppen ≤ 70 Jahre und > 70 Jahre im Analysekollektiv (n = 130)

Auch in der Subgruppenanalyse des SSV in den beiden Altersgruppen (≤ 70 Jahre und > 70 Jahre) zeigt sich kein signifikanter Unterschied. In unserem Kollektiv kann weder in der operierten Gruppe ($p = 0,576$), noch in der konservativ versorgten Gruppe ($p = 0,278$) ein signifikanter Einfluss der Altersgruppe auf den SSV gesehen werden.

Auch weitere Analysen zu möglichen Einflussfaktoren auf den SSV erbringen keine signifikanten Ergebnisse (s. Tabelle 16). Bei der Betrachtung der Komorbiditätslast liegt der Median bei einem CCI > 2 bei 41% - 60%, bei einem CCI ≤ 2 bei 61% - 80%. Der Median aller übrigen in Tabelle 16 dargestellten Subgruppen liegt bei 61% - 80%.

Tabelle 16: Subgruppenanalyse möglicher Einflussfaktoren auf den SSV im Analysekollektiv (n=130)

Möglicher Einflussfaktor	Subgruppenanalyse des SSV		
Komorbiditätslast	CCI > 2	CCI ≤ 2	n.s.
Geschlecht	Männlich	Weiblich	n.s.
Alter	> 60 Jahre	≤ 60 Jahre	n.s.
Physiotherapie	Keine Physiotherapie	Physiotherapie	n.s.

3.4 Auftreten und Art von Komplikationen

Ein weiterer Parameter, der das Outcome maßgeblich bestimmt, ist das Auftreten von Komplikationen. In der hier durchgeführten Studie werden Komplikationen eingeschlossen, die zu einer Revisionsoperation, bzw. im Falle einer zunächst konservativen Behandlung zu einer Operation (Verfahrenswechsel), führten. Ebenso werden Komplikationen eingeschlossen, die in Arztbriefen und von Patienten angegeben werden. In unserem Analysekollektiv (n = 130) kommt es insgesamt bei 61 Patienten zu einer Komplikation, was einem Anteil von 46,9% entspricht. Bei 52 Teilnehmern (40,0%) muss ein Korrekturingriff (Revisionsoperation und Verfahrenswechsel) durchgeführt werden. Es wird nur der erste durchgeführte Korrekturingriff untersucht.

In unserem Kollektiv führt ein initial operatives Vorgehen signifikant häufiger zu Komplikationen im Vergleich zur konservativen Therapie (p < 0,001). In der konservativ behandelten Gruppe (n = 26) treten zwei Komplikationen auf (7,7%), während bei 59 aller operierten Teilnehmer (n = 104) Komplikationen zu verzeichnen sind (56,7%).

Abbildung 25 zeigt die relative Häufigkeit des Auftretens einer Komplikation in der operativen Gruppe. Dabei wird die Versorgung mittels Nagel mit der PHILOS-Platte verglichen. Es wird deutlich, dass auf eine Versorgung mittels PHILOS-Platte häufiger eine Komplikation folgt als auf die Implantation eines Nagels. Bei 59,2% der Teilnehmer mit PHILOS-Platte kommt es zur Komplikation, bei Versorgung mittels Marknagel liegt dieser Prozentsatz bei 50,0%. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen kann jedoch nicht als signifikant betrachtet werden ($p = 0,405$).

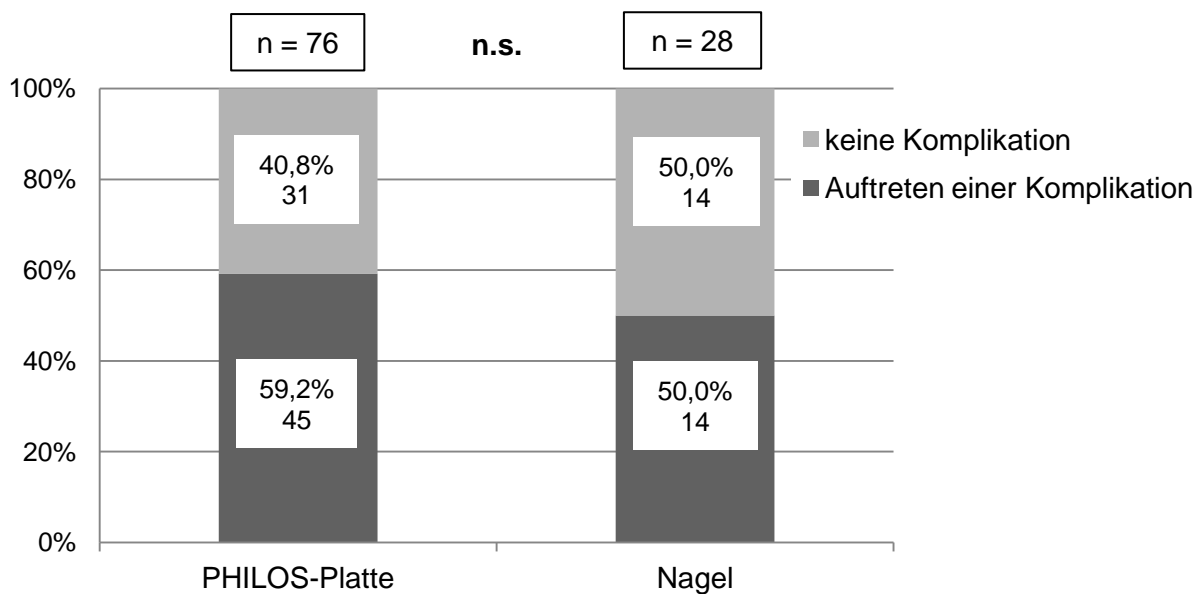


Abbildung 25: Häufigkeit einer Komplikation nach Implantation einer PHILOS-Platte und eines Marknagels in der operativen Gruppe des Analysekollektivs (n = 104)

Um nun zu differenzieren, welche Komplikationen vorliegen, wird Abbildung 26 betrachtet. Dabei werden diejenigen Teilnehmer des Analysekollektivs (n = 130) untersucht, bei denen eine Komplikation bekannt ist (n = 61).

Es zeigt sich, dass bei dem Großteil der Patienten mit Komplikation (n = 48, 78,7%) eine Bewegungseinschränkung vorliegt. Das entspricht einem Anteil von 36,9% aller untersuchten Teilnehmer (Analysekollektiv n = 130). 47 der 48 Patienten mit Bewegungseinschränkung sind in der operativ versorgten Gruppe (n = 104), wodurch sich ein prozentualer Anteil einer Bewegungseinschränkung nach Osteosynthese von 45,2% ergibt.

6,6% der Komplikationen begründen sich mit der sekundären Dislokation, 4,9% mit der Pseudarthrose und 3,3% mit dem Materialversagen. Unter die Kategorie der

anderen Komplikationen (6,6%) fallen die Infektion, die ossäre Nekrose, die Weichteilirritation sowie eine nervale Irritation, bei denen jeweils ein Teilnehmer genannt wird.

Bei den zwei konservativ behandelten Teilnehmern mit Komplikation liegt einmal die Entwicklung einer Bewegungseinschränkung und einmal eine sekundäre Dislokation vor. Bei beiden Teilnehmern wird kein Verfahrenswechsel beziehungsweise keine Operation durchgeführt.

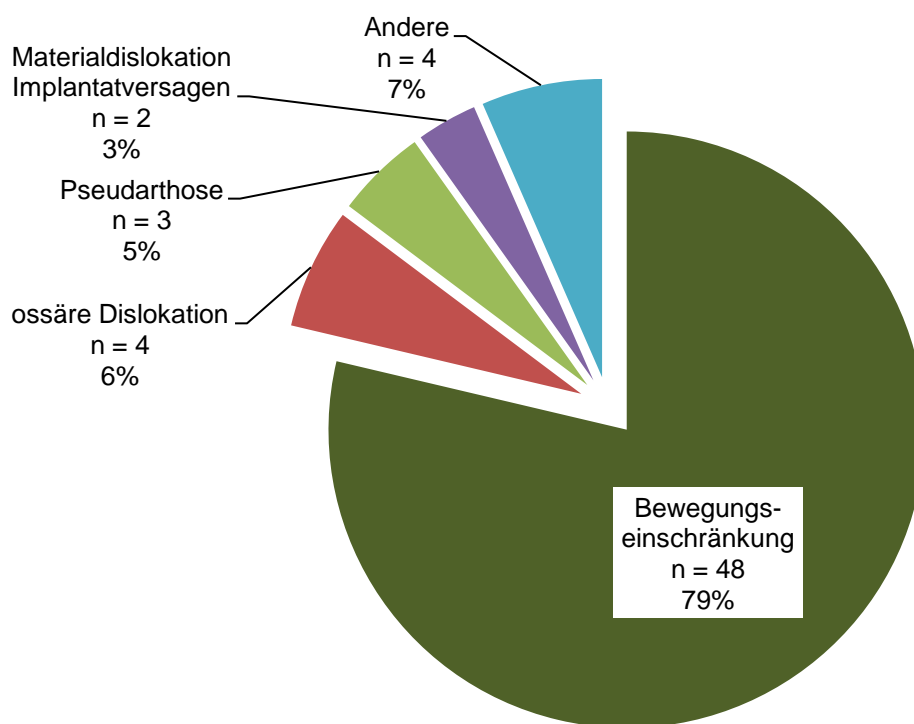


Abbildung 26: Relative Häufigkeit der Art der Komplikation bei vorhandener Komplikation im Analysekollektiv (n = 61)

Betrachtet man nun die Durchführung der Revisionsoperationen genauer, so wird ein Kollektiv von 52 Teilnehmern untersucht (Tabelle 17). Das liegt daran, dass bei 9 Teilnehmern der insgesamt 61 Patienten mit aufgetretener Komplikation keine Revision durchgeführt wurde. Alle 52 Revisionsoperationen betreffen Patienten der operierten Gruppe, da nach konservativer Therapie kein Korrekturingriff durchgeführt wurde. Tabelle 17 zeigt die durchgeführten Arten der Revisionsoperation und die jeweiligen absoluten und relativen Häufigkeiten. Dabei wird zum einen der Anteil in Relation zu Patienten mit Revisionsoperation dargestellt (n = 52), zum anderen wird die relative Häufigkeit in Bezug auf die operativ versorgte Gruppe (n = 104) präsentiert. Der häufigste Korrekturingriff ist die Metallentfernung mit 36,5% aller Korrekturingriffe. Es folgt die offene Arthrolyse (30,8%) und die Arthroskopie (17,3%). Bei zwei Patienten wird eine anatomische Prothese als Revision implantiert (3,8%). Mit der relativen Häufigkeit von 1,9% wird bei jeweils einem Patienten eine inverse Prothese oder eine Sine-Plastik implantiert, die Pseudarthrose reseziert, ein Debridement durchgeführt sowie eine Tuberculum-majus-Refixation vorgenommen.

Nach Operation kommt es in 50% der Fälle zu einem Revisionseingriff, dabei macht die Metallentfernung mit 18,3% den größten Anteil aus.

Tabelle 17: Absolute und relative Häufigkeit der Arten der Revisionsoperation im Analysekollektiv (n = 130)

Art der Revisionsoperation/ Verfahrenswechsel	Absolute Häufigkeit	Relative Häufigkeit (Durchführung Revisionsoperation, n = 52) [%]	Relative Häufigkeit (operative Gruppe, n = 104) [%]
Metallentfernung	19	36,5	18,3
Offene Arthrolyse	16	30,8	15,4
Arthroskopie	9	17,3	8,7
Implantation einer anatomischen Prothese	2	3,8	1,9
Implantation einer inversen Prothese	1	1,9	1,0
Versorgung mittels PHILOS - Platte	1	1,9	1,0
Versorgung mittels Sine-Plastik	1	1,9	1,0
Pseudarthroserektion	1	1,9	1,0
Debridement	1	1,9	1,0
Refixation des Tuberculum majus	1	1,9	1,0
Gesamt	52	100,0	50,0

Bei 42 der 48 Patienten mit Bewegungseinschränkung der Schulter wird eine Revisionsoperation durchgeführt (87,5%). Davon sind 18 Eingriffe Metallentfernungen, 16 offene Arthrolysen, und 8 Arthroskopien.

3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend ist zu sagen, dass im Hinblick auf die Mortalität ein signifikanter Unterschied besteht bei Betrachtung des Alters, der Komorbidität und des Therapieverfahrens. Die Mortalitätsrate steigt signifikant an mit erhöhtem Alter oder CCI und ist signifikant höher bei konservativer Therapie als bei einer Operation.

Betrachtet man die dargestellte Analyse der Scores zur Schulterfunktion sowie des SF-12, so können im CMS, Quick-DASH und SF-12 keine signifikanten Unterschiede im Outcome der durchgeführten Therapien festgestellt werden. Die Scores zeigen im t-Test für unabhängige Stichproben einen p-Wert von $p > 0,05$ und sind so nicht als signifikant zu werten. Es zeichnet sich jedoch bei diesen Scores die Tendenz ab, dass eine bessere Schulterfunktion durch eine konservative Therapie gegeben sein könnte. Lediglich die subjektive Empfindung der Schulterfunktion, durch den SSV evaluiert, ist in unserem Kollektiv nach konservativer Therapie signifikant besser als nach Operation.

Im Hinblick auf das Auftreten von Komplikationen ist dies in dem untersuchten Kollektiv in der operierten Gruppe signifikant häufiger der Fall als bei konservativer Therapie. Dabei kann kein signifikanter Unterschied zwischen der Versorgung mittels PHILOS-Platte und Marknagel ausgemacht werden. Zudem ist festzustellen, dass vor allem die posttraumatische Schultersteife einen großen Anteil an den Komplikationen hat und die Metallentfernung die am häufigsten durchgeführte Revisionsoperation ist.

Bei der Betrachtung möglicher Confounder kann kein signifikanter Unterschied des Alters und der Morbidität der Teilnehmer in konservativer und operativer Gruppe festgestellt werden. Im Hinblick auf die Frakturschwere anhand der Klassifikation nach Neer ist ein signifikanter Unterschied zu erkennen, in der operierten Gruppe liegen vermehrt Frakturen höheren Grades nach Neer vor.

4 Diskussion

Zuletzt sollen die hier erhobenen Auswertungen diskutiert werden. Dabei werden zuerst Stärken und Limitationen der Studie gegenübergestellt, bevor die Ergebnisse mit dem Stand der aktuellen Forschung verglichen und diskutiert werden. Eine Schlussfolgerung und Zusammenfassung runden die Diskussion ab.

4.1 Bewertung der durchgeführten Studie

4.1.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die konservative Therapie der PHF im Langzeitoutcome mit einer signifikant erhöhten Mortalitätsrate assoziiert ist. Dennoch zeigt sich eine verbesserte Funktionalität durch die konservative Therapie im Vergleich zur operativen Alternative, welche jedoch als nicht signifikant zu bewerten ist, bis auf die durch den SSV validierte subjektive Wahrnehmung. Die operative Versorgung hingegen geht mit einem höheren Risiko für das Auftreten von Komplikationen einher, wobei kein signifikanter Unterschied zwischen der Nagel- und der Plattenosteosynthese festzustellen ist. Es gilt also zu diskutieren, ob durch die Auswertung dieser erhobenen Langzeitergebnisse eine Therapieempfehlung für die PHF beim älteren Patienten gegeben werden kann. Zunächst aber soll das Studiendesign bewertet werden.

4.1.2 Stärken der Studie

Eine große Stärke dieser Arbeit ist die prospektive Erhebung der funktionellen Resultate und der Lebensqualität. Die Ergebnisse dieser Studie sind insofern als valide zu werten, als dass eine hohe Rücklaufquote zu verzeichnen ist. Dies ist bei der Erhebung eines Langzeitergebnisses eine Herausforderung, insbesondere bei Frakturen des betagten Patienten. Hier ist das durchschnittliche Follow Up nach $10,5 \pm 3,3$ Jahren (diese Angabe bezieht sich auf das Grundkollektiv, $n = 383$) zu erwähnen. Außerdem kann mit der Größe des Grundkollektivs von 383 Teilnehmern und des Analysekollektivs von 288 Teilnehmern von einem großen Kollektiv gesprochen werden. Die Verwendung standardisierter Scores schafft hier eine Vergleichbarkeit über Studien hinweg und die Grundlage für eine Diskussion auf aktuellem internationalen Forschungsstand.

4.1.3 Limitationen der Studie

Eine limitierte Aussagekraft der Studie ergibt sich jedoch durch die Zusammensetzung des Patientenkollektivs. Die Prothese als nun etabliertes Standardverfahren wird in die Studie nicht mit einbezogen. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf der kopferhaltenden Therapie der PHF, für welche die Datenlage im Langzeitoutcome weiterhin limitiert ist. Diese Studie soll für die kopferhaltende Therapie eine differenzierte Entscheidungshilfe bereitstellen. Eine Untersuchung des Langzeitergebnisses der endoprothetischen Versorgung sollte Gegenstand zukünftiger Arbeiten sein.

Weiterhin ist die retrospektive Erhebung des Patientenkollektivs mit Nachteilen verbunden. Es ist zu beachten, dass dieses Studienformat keinen sicheren Rückschluss auf einen Kausalzusammenhang erlaubt [58]. Zudem kann es zu Selektionsbias und Verzerrungen kommen, die in der Auswertung nicht korrigiert werden können. Auch kann auf unvollständige Daten kein Einfluss genommen werden [58].

Zuletzt ist zu erwähnen, dass kurz- und mittelfristige Ergebnisse nach Therapie der PHF in der Studie nicht erfasst sind. Das limitiert die Vergleichbarkeit mit aktuellen Studien, bei denen kürzere Nachbeobachtungsintervalle vorliegen. Zudem ist so die Aussagekraft über sich entwickelnde Trends nach der Behandlung einer PHF eingeschränkt.

4.2 Eigene Ergebnisse im Kontext der aktuellen Studienlage

Während der Literaturrecherche wird deutlich, dass die Studienlage der letzten Jahre uneindeutige Ergebnisse bezüglich der Empfehlungen der Therapie der PHF aufweist. Dabei wird vor allem die Behandlung von Drei- und Vier-Fragment-Frakturen kontrovers diskutiert. Diese sind auch in der hier vorliegenden Studie diejenigen mit der größten absoluten und relativen Häufigkeit. Spross et al. kritisieren 2021, dass die winkelstabile Platte in letzter Zeit als gängiges Verfahren bei dislozierter PHF angesehen wird [59–67]. Auch in der hier vorliegenden Studie ist die Plattenosteosynthese als operatives Verfahren in absoluter Zahl die am häufigsten durchgeführte Therapie. Bisher sind nur wenige Studien bekannt, die die Ergebnisse

nach Therapie der PHF im Langzeitintervall untersuchen. Umso wichtiger ist es, diese Ergebnisse mit den aktuell vorhandenen Studien zu vergleichen und in einen Kontext zu bringen. Der folgende Absatz widmet sich diesem Vergleich.

4.2.1 Epidemiologische Auswertung

Die hier durchgeführte Studie untersucht beim geriatrischen Patienten unterschiedliche Outcomeparameter nach Therapie einer PHF, die Entscheidungshilfen für oder gegen die jeweiligen Behandlungsmethoden geben können. Dabei wird das Langzeitergebnis untersucht und die konservative Therapie der Osteosynthese mittels PHILOS-Platte und Marknagel gegenübergestellt. In den Versorgungsgruppen kann hinsichtlich des mittleren Alters sowie der Komorbiditätslast (gemessen anhand des CCIs) kein signifikanter Unterschied festgestellt werden, wodurch eine Vergleichbarkeit gewährleistet ist und eine Verzerrung durch diese Parameter ausgeschlossen werden kann. Was allerdings als Confounder beachtet werden muss, ist die Frakturschwere (gemessen anhand der Neer-Klassifikation), da in der operativ versorgten Gruppe signifikant häufiger schwerere Frakturen vertreten sind als bei konservativer Therapie.

Für die Wahl einer Osteosynthese als Therapie der PHF spricht in unserer Studie die Analyse der Mortalität. Diese ist in der konservativ behandelten Gruppe im Vergleich zur operativen Therapie signifikant erhöht. Es ist allerdings zu beachten, dass durch das retrospektive Studiendesign die Kausalität durch diese Analyse nicht gesichert ist [58]. Vor allem das Langzeitintervall und das geriatrische Patientenkollektiv implizieren weitere Faktoren, die unabhängig von der PHF und deren Therapie die Mortalität beeinflussen und somit keine endgültige Aussage über einen Kausalzusammenhang zulassen.

Allerdings kommen Lander et al. 2019 auch in der Kurzzeitbeobachtung zu einem ähnlichen Ergebnis. Sie inkludieren Patienten mit proximaler (n = 42.511) und distaler (n = 7654) Humerusfraktur und das Durchschnittsalter beträgt in der operierten Gruppe 75,7 Jahre, in der konservativen Gruppe 80,2 Jahre. Es wird an drei Messpunkten (7 Tage, 30 Tage, 12 Monate) eine signifikant höhere Mortalität in der konservativ behandelten Gruppe festgestellt. Zwar ist auch der CCI und das Alter in der konservativen Gruppe signifikant höher, jedoch kommen auch CCI- und alterskontrollierte Analysen zu einem ähnlichen Ergebnis. Auch eine

Regressionsanalyse zeigt ein Odds Ratio (OR) für die Mortalität von $OR = 0,62$ ($p < 0,001$) bei operativer Therapie [68]. Eine Kaplan-Maier-Analyse zeigt ein deutlich geringeres Überleben nach konservativer Therapie, sowohl bei distaler als auch bei proximaler Humerusfraktur [68]. Allerdings ist hier zu bedenken, dass die konservative Gruppe sowohl signifikant älter ist als auch eine signifikant höhere Morbiditätslast hat, was in die Kaplan-Maier-Analyse nicht einbezogen ist.

Durch die zusätzliche Inklusion der distalen Humerusfraktur und die fehlenden Angaben zur Frakturschwere und Operationsmethode [68] kann jedoch keine finale Vergleichbarkeit mit unserer Studie festgestellt und keine endgültige Aussage über die Osteosynthese als Alternative zur konservativen Therapie der PHF getroffen werden.

Kein signifikanter Unterschied der Mortalität zwischen konservativer und operativer Gruppe findet sich hingegen in der Kurzzeitbeobachtung der Studien von Garcia-Reza et al. [7], Fernandez-Cortiñas et al. [48] und Rangan et al. [69].

Garcia-Reza et al. untersuchen 2021 die Mortalität anhand der Todesfälle sowie die Morbiditätslast anhand des CCI nach konservativer und operativer Therapie der PHF. Dabei werden in letztere Gruppe die winkelstabile Platte, der Marknagel und die Prothese inkludiert, wodurch sich dieses Patientenkollektiv von dem unserem unterscheidet. Das mittlere Follow Up wird nach 30 Monaten verzeichnet. Dabei liegt das durchschnittliche Alter bei $70,4 \pm 14,8$ Jahren, was ein jüngeres Patientenkollektiv als das unserer Studie darstellt. Im Hinblick auf die Mortalität kann kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Versorgungsgruppen festgestellt werden [7].

Es gibt viele Gemeinsamkeiten zwischen den Arbeiten von Garcia-Reza et al. 2021 und von Fernandez-Cortiñas et al. 2021. Letztere untersuchen mit einer mittleren Zeit des Follow Ups (= Nachlaufzeit) von 52,8 Monaten ein Analysekollektiv mit einem Durchschnittsalter von 71,4 Jahren. Hierbei werden in operativ (PHILOS-Platte, Marknagel, Prothese) und konservativ therapierter Gruppe ebenfalls CCI und Mortalität untersucht. Auch in diesem Kollektiv ist die Mortalität in beiden Versorgungsgruppen ohne signifikanten Unterschied, während aber die Komorbiditätslast in der operierten Gruppe signifikant größer ist als in der konservativen Gruppe [48].

Auch Rangan et al. weisen 2015 in ihrer Metaanalyse, der PROFHER-Studie (PROFHER: Proximal Fracture of the Humerus Evaluation by Randomization) ähnliche Ergebnisse vor. Im Rahmen der Studie untersuchen sie diverse Outcomeparameter nach operativer und konservativer Therapie einer dislozierten PHF. Im Hinblick auf die Mortalität kann kein signifikanter Unterschied festgestellt werden, sie verzeichnen in der operierten Gruppe eine Mortalität von 7,2%, in der konservativ behandelten Gruppe liegt sie jedoch nur bei 4,0% [69].

Diese drei Publikationen decken sich dahingehend, dass die Analyse der Mortalität nach maximal 52,8 Monaten keinen Hinweis für eine Therapieempfehlung der PHF beim geriatrischen Patienten geben kann [7, 48, 69]. Da aber bei Garcia-Reza et al. und Fernandez-Cortiñas et al. die Behandlung mittels Prothese inkludiert ist, ist die Vergleichbarkeit mit unserem Kollektiv eingeschränkt. Trotzdem verändert also die Langzeitbeobachtung die Datenlage, da in unserem Kollektiv eine konservative Therapie mit einer erhöhten Mortalität assoziiert ist.

Eine signifikant erhöhte Mortalität bei Osteosynthese zeigen Neuhaus et al. 2014 [70]. Hier werden drei Gruppen miteinander verglichen: Osteosynthese, Prothese und konservative Therapie. Die Osteosynthese wird als unabhängiger Risikofaktor für das Versterben im Krankenhaus gewertet (Odds Ratio (OR) = 2,8, Konfidenzintervall (CI) 2,5-3,8) [70]. Ein Nachteil der Studie ist, dass nur in der Patientenakte vermerktes Versterben untersucht wird. Somit ist nicht auszuschließen, dass vor allem in der konservativen Gruppe ein häusliches Versterben unbemerkt bleibt und der tatsächliche Anteil an Verstorbenen höher liegt. Auch ist die Morbidität in den drei Gruppen signifikant unterschiedlich [70], was eine sichere Aussagekraft über die Mortalität einschränkt. Die Komorbidität wird jedoch nicht anhand eines Scores gewertet, wodurch eine Vergleichbarkeit erschwert wird. Diese Studie ist dennoch wichtig, da sie mit 132.005 inkludierten Patienten über 65 Jahren und einem Durchschnittsalter von 79 Jahren [70] eine große Kohorte darstellt und die Mortalität beim älteren Patienten untersucht wird.

Die bereits erwähnte Betrachtung der Morbidität ist ein wesentlicher Punkt bei der Bewertung der Mortalität und der Wahl des adäquaten Therapieregimes. Im vorliegenden Analysekollektiv ist der CCI als Maß für die Morbiditätslast in beiden Gruppen ohne signifikanten Unterschied und so, anders als bei Neuhaus et al. [70],

Lander et al. [68], und Fernández-Cortiñas et al. [48], ohne verzerrenden Effekt. Es zeigt sich aber eine signifikant größere Mortalitätsrate bei erhöhter Morbidität. Diese Ergebnisse bestätigen die Kurzzeituntersuchung von Garcia- Reza et al., Myreoff et al. und Fernandez-Cortiñas et al. [7, 48, 71]. Zudem geben hier Subgruppenanalysen Hinweise darauf, dass die Morbidität bei operativer Therapie einen erhöhten negativen Einfluss auf die Mortalität hat im Vergleich zur konservativen Therapie:

Garcia-Reza et al. stellen die signifikant erhöhte Mortalität bei erhöhtem CCI (CCI > 5 gegenüber CCI ≤ 5) auch innerhalb der beiden Versorgungsgruppen fest. Allerdings kann hier in der operierten Gruppe ein deutlicherer Anstieg der Mortalität mit der Morbidität einhergehend beobachtet werden als in der konservativ therapierten Gruppe (Hazard Ratio (HR) = 3,64 in der konservativen Gruppe; HR = 22,6 in der operierten Gruppe) [7]. Im Vergleich zu unserer Studie muss aber bedacht werden, dass das Durchschnittsalter bei Garcia-Reza et al. geringer ist als das der hier vorliegenden Studie [7], was die Mortalität und die Morbidität beeinflusst.

Fernández-Cortiñas et al. betrachten in ihrer Studie gesondert die Gruppe mit hoher Komorbiditätslast (CCI > 5). Innerhalb dieser Gruppe ist das Mortalitätsrisiko bei Operation (HR = 6,9) signifikant höher als bei konservativer Therapie (HR = 4,1) [48].

Zusammenfassend ist also in der Langzeituntersuchung der hier durchgeführten Studie eine isolierte Betrachtung der erhöhten Mortalität bei konservativer Therapie als Argument für die Osteosynthese bei PHF zu nennen. Dabei ist aber zu kritisieren, dass vor allem durch die lange Nachlaufzeit und das retrospektive Studiendesign der Kausalzusammenhang nicht bewiesen ist. Die hier vorgestellten Kurzzeitstudien können dieses Argument nur bedingt stützen [68] oder widerlegen es sogar [7, 48, 69, 70]. Es wird vor allem deutlich, dass die Morbiditätslast einen signifikanten Einfluss auf die Mortalität hat. In diesem Punkt stimmen die Kurzzeitstudien mit der hier durchgeführten Langzeituntersuchung überein. Es gibt zudem Hinweise, dass bei erhöhter Morbidität eine Operation einen negativen Einfluss auf die Mortalität hat [7, 48]. So sollte aus der epidemiologischen Diskussion vor allem die Empfehlung herausgearbeitet werden, dass die Komorbiditätslast beim geriatrischen Patienten in die Therapieentscheidung miteinfließen sollte.

4.2.2 Auswertung der Funktionalität anhand der Scores zur Schulterfunktion

Bei der Betrachtung der Funktionalität der Schulter sind die Langzeitergebnisse von großer Bedeutung und sollten mit in die Entscheidungsfindung bei der Therapiewahl einbezogen werden. Es ist für die Patienten und ihre Alltagsfähigkeit sehr wichtig, nach einer PHF eine gute Funktion der oberen Extremität wiederzuerlangen und hier spielt vor allem der Erhalt über einen langen Zeitraum eine Rolle. Es ist uns keine Studie bekannt, die ein Langzeitintervall in dem Ausmaß untersucht hat wie die unsere (Nachlaufzeit im Grundkollektiv (n = 383) $10,5 \pm 3,3$ Jahre).

4.2.2.1 Auswertung des CMS sowie des Quick-DASH

In der Auswertung des CMS und des Quick-DASH können keine signifikanten Unterschiede nach konservativer und operativer Therapie festgestellt werden. Somit kann deklariert werden, dass die osteosynthetische Versorgung langfristig keine verbesserte Funktionalität mit sich bringt im Vergleich zur konservativen Therapie. Es zeichnet sich sogar ein tendenziell besseres Ergebnis nach konservativem Verfahren ab, was gegen die operative Versorgung der PHF beim geriatrischen Patienten spricht. Grundsätzlich zeigt sich jedoch im Quick-DASH und im CMS eine eingeschränkte Funktionalität nach beiden Therapieoptionen.

Studien, welche die Schulterfunktion nach kürzerer Beobachtungszeit untersuchen, kommen zu ähnlichen Ergebnissen. So können weder Rangan et al., Handoll et al., Du et al. noch Beks et al. bei der Analyse der Scores zur Schulterfunktion einen signifikanten Unterschied zwischen operativer und konservativer Therapie ausmachen [69, 72–74].

Eine große randomisierte kontrollierte Studie ist die PROFHER-Studie, 2015 durch Rangan et al. durchgeführt [69]. Inkludiert sind Patienten, welche mit einer dislozierten PHF unter Beteiligung des chirurgischen Halses behandelt wurden [69]. Als Stärke dieser Studie ist zu werten, dass die Schwere der Fraktur klar definiert ist und in Bezug auf diese Eigenschaft ein homogenes Patientenkollektiv vorliegt. Das Durchschnittsalter liegt bei 66 Jahren und die konservative Therapie wird der Operation gegenübergestellt (winkelstabile Platte, Marknagel, Prothese und andere) [69]. Die Zuteilung zur Versorgungsgruppe geschieht randomisiert, jedoch stratifiziert nach Beteiligung der Tubercula. Das Follow Up wird nach jeweils 6, 12 und 24

Monaten erhoben. Für die Beurteilung der Schulterfunktion wird der Oxford Shoulder Score (OSS) errechnet [69]. Der OSS ist ein schulterpezifischer Score, der anhand einer Population im United Kindom stratifiziert wurde [69, 75]. Dabei bewertet der Patient in 12 Items seine Schulterfunktion, als Ergebnis erhält man einen Wert zwischen 0 (schlechtestes Ergebnis) und 48 (bestes Ergebnis) [69, 76]. Obwohl kein signifikanter Unterschied zwischen den Versorgungsgruppen festgestellt werden kann, werden dennoch gute Ergebnisse erreicht: 39,07 Punkte nach OP, 38,32 Punkte nach konservativer Therapie [69]. Auch Analysen von Subgruppen finden keine signifikanten Unterschiede. Dabei werden folgende Gruppen gegenübergestellt:

- Neer I, II gegenüber Neer III, IV
- Alter < 65 Jahre gegenüber Alter ≥ 65 Jahre
- Beteiligung der Tubercula: ja gegenüber nein [69]

So kann hervorgehoben werden, dass weder die Frakturschwere noch das Alter und die Beteiligung der Tubercula einen Einfluss auf das Ergebnis nehmen [69]. Durch das Studiendesign einer randomisiert kontrollierten Studie (RCT) haben diese Ergebnisse eine hohe Evidenz.

Handoll et al. führen 2017 diese Studie fort, indem sie beim gleichen Kollektiv das Outcome nach drei, vier und fünf Jahren eruieren. Diese Studie bestätigt die Ergebnisse von Rangan et al.. Es sind keine signifikanten Unterschiede im funktionellen Outcome zwischen den Versorgungsarten festzustellen. Auch die Subgruppenanalyse zeigt keine signifikanten Differenzen [74].

Sowohl Kurzzeit- als auch unsere Langzeitbeobachtung kommen zu dem Ergebnis, dass die Funktionalität der Schulter (gemessen anhand des CMS, Quick-DASH oder OSS) nach konservativer und operativer Therapie nicht signifikant verschieden ist. Somit kann an dieser Stelle keine klare Therapieempfehlung gegeben werden. Was allerdings auffällig ist, ist ein deutlich besseres funktionelles Outcome in der Kurzzeitbeobachtung der PROFHER-Studie nach maximal fünf Jahren [69, 74] im Vergleich zu unserem Langzeitergebnis. Zusammenfassend kann über alle Messpunkte der PROFHER-Studie (6 Monate – 12 Monate – 24 Monate – 3 Jahre – 4 Jahre – 5 Jahre) ein stetiges Ansteigen des OSS und somit der Schulterfunktion in beiden Gruppen beobachtet werden [74]. Das suggeriert, dass mit größerem

Abstand zur Therapie eine Erholung der Schulter und eine Verbesserung der Funktion zu beobachten ist. Das steht im Widerspruch zu unseren Ergebnissen, die im Quick-DASH und im CMS auf eine deutlich schlechtere Schulterfunktion hinweisen. Somit ist möglicherweise im langfristigen Verlauf nach der Therapie einer PHF wieder eine Verschlechterung der Schulterfunktion zu beobachten.

Auch Metaanalysen, welche die kurzfristige Funktionalität nach operativer Therapie der konservativen Therapie gegenüberstellen, finden keinen signifikanten Unterschied [72, 73]. Du et al. inkludieren geriatrische Patienten mit einer Drei- oder Vier-Fragment-Fraktur [73], wodurch dieses Patientenkollektiv dem unseren ähnelt. Es werden die vier Behandlungsmethoden Hemiarthroplastik, inverse Schulterprothese, Osteosynthese und konservative Behandlung untersucht und die Nachlaufzeit beträgt 12-36 Monate [73]. Der Wert dieser Studie ist dahingehend eingeschränkt, dass die inkludierten Studien aus den Jahren 1997, 2011, 2012 und 2014 stammen [40, 73, 77–82], und somit an Aktualität verlieren. Bei der Beurteilung der Rangfolge des CMS kommen Du et al. zu folgendem Schluss: inverse Schulterprothese > Hemiarthroplastik > konservative Therapie > Osteosynthese [73]. Wie in unserer Studie zeigt also auch hier die konservative Therapie bessere Ergebnisse als die Osteosynthese. Aber auch Du et al. konstatieren, dass das Outcome bei diesen beiden Therapieoptionen vergleichbar ist und keine wesentlichen Unterschiede festzustellen sind [73].

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt 2018 die Metaanalyse von Beks et al., die in der Auswertung des CMS keinen signifikanten Unterschied zwischen operativer und konservativer Gruppe ausmachen kann [72]. Es werden sieben RCTs und 15 Beobachtungsstudien betrachtet, die Studien haben eine Nachlaufzeit von 12-86 Monaten und die PHF wird unterteilt in Zwei-, Drei- oder Vier-Fragment-Frakturen [72]. Bei den operativ therapierten Patienten wird teilweise die Prothese inkludiert, teilweise nicht [72], wodurch eine eindeutige Aussage über die Osteosynthese nicht getroffen werden kann. Eine wichtige Subgruppenanalyse von Drei- und Vier-Fragment-Frakturen zeigt ebenfalls keine funktionellen Unterschiede nach beiden Therapieoptionen [72]. Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass selbst bei schwereren Frakturen die Operation zu keiner besseren Funktionalität führt.

In den hier aufgeführten Studien werden validierte Scores zur Schulterfunktion zur Beurteilung der Funktionalität nach maximal 86 Monaten erhoben [69, 72–74]. Es liegen eine randomisiert-kontrollierte Studie [69, 74] sowie zwei Metaanalysen [72, 73] vor, wodurch von einem hohen Maß an Evidenz ausgegangen werden kann. So kann deklariert werden, dass die bereits bekannte vergleichbare Funktionalität nach operativer und konservativer Therapie der PHF in der Kurzzeituntersuchung auch in der von uns durchgeführten Langzeitbeobachtung weiterhin besteht.

Der Vergleich unserer Ergebnisse mit der PROFHER-Studie legt die Frage nahe, ob die Funktionalität unabhängig vom Therapieverfahren abnimmt, da der OSS der PROFHER-Studie nach maximal fünf Jahren auf eine bessere Funktionalität hinweist [69, 74] als die Auswertung des CMS in unserer Studie. Dem ist entgegenzusetzen, dass zwar beide Scores die Schulterfunktion beurteilen, aber dennoch die Daten auf unterschiedliche Weise erhoben werden und so die beiden Scores (CMS und OSS) nicht zwangsläufig miteinander verglichen werden können. Eine direkte Vergleichbarkeit des CMS ermöglicht die Studie von Solberg et al., die den CMS nach Versorgung mittels winkelstabiler Platte untersucht [65]. Solberg et al. stellen bei Varus-impakterter Fraktur nach durchschnittlich 34 Monaten einen CMS von 63 dar, bei Valgusfehlstellung liegt der Wert nach 37 Monaten bei 71 ($p < 0,01$) [65]. 63 beziehungsweise 71 Punkte liegen im Bereich der Notenstufe 3 bis 4 des CMS, was sich mit den Ergebnissen unserer Langzeitstudie deckt. Nach operativer Versorgung liegen also auch Daten vor, die ein vergleichbar schlechtes Ergebnis des CMS im Kurzzeitintervall feststellen wie unsere Studie nach durchschnittlich 10,5 Jahren. Es kann also nicht automatisch davon ausgegangen werden, dass sich im Verlauf die Schulterfunktion verschlechtert. Um dahingehend eine sichere Aussage treffen zu können, müssen vermehrt Daten, vor allem im Langzeitintervall, erhoben werden.

Die einzige uns bekannte Studie, die ein ähnlich langes Outcome untersucht wie die unsere, ist von Robinson et al. aus dem Jahr 2019. Diese Studie untersucht Outcomeparameter nach durchschnittlich 10,8 Jahren nach Versorgung einer PHF mittels Plattenosteosynthese [83]. Inkludiert sind Patienten mit folgender OP-Indikation: Frakturdislokation, Tuberculabeteiligung mit > 1 cm Dislokation bei Drei- oder Vier-Fragment-Fraktur, schwere Valgus- oder Varusfehlstellung des Kopfes oder eine Dislokation des Halses gegenüber des Schafts [83]. Es ist zu betonen, dass in Robinsons Studie die konservative Behandlung nicht untersucht ist und das

Durchschnittsalter 55,3 Jahre beträgt [83]. Somit kann keine Aussage über die konservative Therapie getroffen werden und durch das deutlich jüngere Patientenkollektiv kann hier keine Therapieempfehlung für geriatrische Patienten diskutiert werden. Dadurch, dass 33,4% der Patienten mit einer Platte ohne Winkelstabilität versorgt wurden [83], stimmt auch das Operationsverfahren nicht eindeutig mit dem unseren überein. Zweifelsohne sind diese Ergebnisse aufgrund der Langzeituntersuchung von Belang. Zur Beurteilung der Schulterfunktion werden der OSS und der Quick-DASH erhoben [83]. Nach durchschnittlich 10,8 Jahren ergibt der OSS im Durchschnitt 39,0 Punkte, während der Quick-DASH ein Ergebnis von 17,2 Punkten zeigt [83]. Diese Resultate stützen die Ergebnisse des OSS von Rangan et al. (OSS nach OP = 39,07 [69]). Vergleicht man den Quick-DASH mit unseren Ergebnissen, fällt ein deutlich schlechterer Durchschnittswert in unserer Analyse auf (Quick-DASH nach Operation bei 30,3 Punkten). Es bleibt anhand all dieser Studienergebnisse zu evaluieren, ob sich die Schulterfunktion nach einiger Zeit nach operativer Therapie auf einem Niveau einstellt oder verschlechtert, wie es der CMS und der Quick-DASH unsere Studie suggerieren. Da das Patientenkollektiv von Robinson et al. durchschnittlich deutlich jünger ist als das unserer Studie, könnte sich die bessere Funktionalität durch das jüngere Patientenalter erklären lassen.

Robinson et al. führen weitere Subgruppenanalysen durch, die mögliche Einflussparameter auf das Outcome untersuchen. Interessant ist hier, dass weder das Alter, noch das Geschlecht oder das Vorhandensein von Komorbiditäten (ASA = 1 gegenüber ASA > 1) einen signifikanten Unterschied im Outcome mit sich bringen [83]. Allein die Frakturschwere nach Neer und die Beteiligung der Tubercula gehen mit einem signifikanten Unterschied im Outcome einher [83].

In der Analyse der Langzeitergebnisse wird deutlich, dass das Patientenkollektiv von Robinson et al., das deutlich jünger ist als unser Kollektiv, nach Plattenosteosynthese eine bessere Funktionalität zu verzeichnen hat als das unsere. So lässt sich behaupten, dass im die Plattenosteosynthese bei jüngeren Patienten eher indiziert sein sollte als bei geriatrischen Patienten.

Zusammenfassend zeigt der Vergleich unserer Ergebnisse mit Kurzzeitstudien, dass kurzfristig eine bessere Funktionalität nach beiden Therapieoptionen (konservativ und operativ) zu erwarten ist als im Langzeitintervall. Dabei scheint die Therapiewahl

keinen Einfluss darauf zu haben, denn sowohl Kurzzeit- als auch Langzeitstudien können keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Therapieoptionen ausmachen. Werden hingegen unsere Ergebnisse mit denjenigen einer Langzeitstudie nach Plattenosteosynthese bei jüngeren Patienten verglichen, so fällt eine deutlich bessere Scoreauswertung im jüngeren Kollektiv auf. So ist zu vermuten, dass langfristig die Plattenosteosynthese beim jüngeren Patienten zu einer besseren Funktionalität führt als beim geriatrischen Patienten.

4.2.2.2 Auswertung des SSV

Neben dem Quick-DASH und dem CMS wird in vorliegender Studie auch der SSV untersucht. Die Besonderheit dieses Scores ist die alleinige subjektive Bewertung der Schulterfunktion durch den Patienten selbst. Hier zeigt die Auswertung eine signifikant bessere Schulterfunktion nach konservativer Therapie, was die Empfehlung der konservativen Therapie beim geriatrischen Patienten nahelegt. Auffällig ist zudem eine Diskrepanz der Ergebnisse des SSV gegenüber dem Quick-DASH und dem CMS. Die subjektive Empfindung der Schulterfunktion erscheint durchschnittlich deutlich besser als die Bewertung in Scores, die zusätzlich objektive Faktoren abfragen. Es gilt zu diskutieren, welche Komponente für die Patientenzufriedenheit nach Therapie der PHF bedeutender ist. Zu kritisieren in der hier vorliegenden Studie ist das stufenweise Abfragen des SSV. So wird statt einer Intervallskala ein ordinales Skalenniveau angewendet, wodurch die Vergleichbarkeit mit anderen Studien eingeschränkt ist.

Auch Spross et al. werten 2021 den SSV nach Therapie der PHF aus [66]. Diese Arbeit untersucht einen individuell anwendbaren Algorithmus bei PHF [66, 84], welchen die Arbeitsgruppe in einer vorherigen Studie anhand evidenzbasierter Einflussfaktoren für das Outcome von PHF erarbeitete. Dabei untersuchen Spross et al. das Follow Up nach einem Jahr bei konservativ und operativ versorgten Patienten nach Indikationsstellung anhand eben dieses Algorithmus. Das Durchschnittsalter beträgt 66 Jahre und es werden die konservative Therapie, die Plattenosteosynthese, die inverse Prothese und die Hemiarthroplastik miteinander verglichen [66, 84]. Allerdings muss erwähnt werden, dass das Patientenkollektiv von Spross et al. eine andere Verteilung der Frakturschwere aufweist als unser Kollektiv. 45,5% der Patienten haben eine Ein-Fragment-Fraktur, 36,5% ist der Anteil der Patienten mit Zwei-Fragment-Fraktur und 18% der Teilnehmer fallen in die Gruppe

der Drei- und Vier-Fragment-Frakturen [66]. Letztere macht bei Spross et al. nicht mal ein Fünftel aller Frakturen aus [66], diese Gruppe ist in unserer Studie die dominierende. Das muss bei der Bewertung des Outcomes mit einbezogen werden.

Spross et al. führen Analysen durch, bei denen unter anderem der SSV nach konservativer und operativer Therapie in jeweils mehreren Subgruppen untersucht wird. Eine konservativ therapierte Subgruppe ist die der älteren, aktiven Patienten mit schlechter Knochenqualität und Zwei- bis Drei-Fragment-Fraktur (n = 35). Hier liegt der SSV bei 86,2%. Eine operativ versorgte Subgruppe schließt aktive, ältere Patienten mit guter Knochenqualität und Versorgung mittels Plattenosteosynthese ein (n = 18). Der SSV liegt in dieser Gruppe bei 81,2% [66]. Diese Auswertung des SSV mit einem Follow Up von einem Jahr deckt sich dahingehend mit unseren Ergebnissen, dass insbesondere bei konservativer Therapie die Patienten subjektiv sehr zufrieden sind mit der Funktion ihrer Schulter und die operative Gruppe die Schulterfunktion subjektiv schlechter bewertet. Aber auch hier liegt in beiden Gruppen durchschnittlich eine gute subjektive Bewertung der Schulterfunktion vor. Es wird gezeigt, dass sowohl kurzfristig, als auch in unserer Langzeitbeobachtung die subjektive Bewertung der Schulterfunktion anhand des SSV sowohl nach konservativer als auch nach operativer Therapie gut ist. Vor allem unsere Auswertung des Langzeitintervalls zeigt zudem eine signifikant bessere subjektive Funktionalität nach konservativer Therapie und generell bessere Ergebnisse des SSV im Vergleich zu Scores, die objektive Parameter miteinbeziehen. Diese Daten sprechen für einen großzügigeren Einsatz der konservativen Therapie beim geriatrischen Patienten und der großen Bedeutung des subjektiven Empfindens des Patienten.

4.2.3 Auswertung der Lebensqualität anhand des SF-12

Ebenso wie der SSV spiegelt auch der SF-12 gewissermaßen das subjektive Krankheitsempfinden des Patienten wider. Dieser Score als Maß für die Lebensqualität zeigt in vorliegender Studie keinen signifikanten Unterschied nach operativer und konservativer Therapie. Auch die PROFHER-Studie kommt zu ähnlichen Ergebnissen: Zu jedem Messpunkt (6 Monate – 12 Monate – 24 Monate – 3 Jahre – 4 Jahre – 5 Jahre) kann kein signifikanter Unterschied im abgefragten Lebensqualitätsscore zwischen konservativer und operativer Therapie festgestellt werden [69, 74]. Dabei wird bei Rangan et al. der SF-12 ausgewertet [69], Handoll et

al. nutzt den der EQ-5D-3L-Score (EQ-5D-3L: European Quality of Life 5 Dimensions 3 Level Version) [74]. So scheinen sich also Kurzzeit- und Langzeituntersuchung dahingehend zu ähneln und die Lebensqualität nicht als Indikator für eine Therapiepräferenz auszumachen zu sein.

Was allerdings eine hohe Aussagekraft unserer Ergebnisse hat, ist die Auswertung des relativen SF-12. Dieser Vergleich zur Normpopulation zeigt in beiden Gruppen Werte zwischen 0,96 und 1,01. Somit kann suggeriert werden, dass geriatrische Patienten mit PHF, unabhängig von der hier untersuchten Therapie (konservative Therapie und Osteosynthese), eine Lebensqualität besitzen, die vergleichbar ist mit der Normpopulation. Eine PHF und deren Therapie scheinen also im Langzeitintervall keine relevanten Auswirkungen auf die Lebensqualität zu haben. Dies gilt für das konservative Verfahren gleichermaßen wie für die Osteosynthese und sollte den Patienten bereits bei der Therapieentscheidung mitgeteilt werden.

4.2.4 Betrachtung der Komplikationen

Auch das Vorkommen von Komplikationen beeinflusst wesentlich das Therapieresultat nach PHF. In unserer Studie stellt sich ein signifikant höheres Komplikationsrisiko nach operativer Therapie dar, wobei die Komplikationsrate nach Versorgung mittels Marknagel ohne signifikanten Unterschied zur Plattenosteosynthese ist. Die am häufigsten vorliegende Komplikation ist die Bewegungseinschränkung/Schultersteife, die am häufigsten durchgeführte Revisionsoperation die Metallentfernung. Nach Operation wird bei 50% der Patienten ein Korrekturingriff durchgeführt. Diese Auswertung legt eine Empfehlung der konservativen Therapie beim geriatrischen Patienten nahe.

Allerdings muss bei der Betrachtung von Komplikationen zunächst die Methode der Datenerhebung diskutiert werden. Hierbei ist zu beachten, dass es keinen einheitlichen Score gibt und so die Vergleichbarkeit mit der aktuellen Studienlage eingeschränkt ist. Ein mögliches Messinstrument ist die auch hier durchgeführte Evaluierung der Revisionsoperationen. Zusätzlich werden auch Komplikationen erhoben, die nicht zu einem Korrekturingriff geführt haben. In der Datenerhebung kann hier eine Diskrepanz festgestellt werden, häufig ist trotz Komplikation die Entscheidung gegen eine Revision gefallen. Zudem kann im Studienvergleich nicht nachvollzogen werden, welche Komplikationen und Revisionseingriffe in anderen

Studien inkludiert sind. Somit muss davon ausgegangen werden, dass sich die Daten in ihrer Zusammensetzung in verschiedenen Studien unterscheiden und letztlich keine endgültige Aussage getroffen werden kann. Außerdem ist in der hier durchgeführten Studie die Metallentfernung die häufigste Revisionsoperation und die Bewegungseinschränkung die häufigste Komplikation. In 18 von 48 Fällen der Bewegungseinschränkung ist die Metallentfernung die durchgeführte Revisionsoperation. Allerdings kann auch das Vorhandensein eines Implantats an sich eine Einschränkung des Bewegungsausmaßes verursachen [85] und so gilt es, kritisch zu hinterfragen, ob eine Bewegungseinschränkung und die folgende Metallentfernung tatsächlich als Komplikation nach operativer Therapie gewertet werden sollte. An letzter Stelle ist zu nennen, dass überwiegend nach konservativer Therapie Schulterbeschwerden möglicherweise gar nicht mit der PHF und deren Therapie in Zusammenhang gebracht oder nicht hinreichend diagnostiziert werden. So ist beispielsweise auffällig, dass in unserem Kollektiv keine Omarthrose als Komplikation auftritt, was als typische Komplikation nach konservativer Therapie gilt [1]. Es ist eine Verzerrung der Daten nicht auszuschließen und bei der Bewertung der Resultate zu beachten.

Allerdings können unsere Ergebnisse bestätigt werden durch die bereits oben erwähnten Metaanalysen von Du et al. und Beks et al. [72, 73]. Bei Du et al. zeigt sich im Vergleich der vier Therapieoptionen folgende Rangfolge der Komplikationsrate: inverse Prothese < konservative Therapie < Hemiarthroplastik < Osteosynthese [73]. Die Osteosynthese ist also mit der höchsten Komplikationsrate assoziiert und somit die als nachrangig zu bewertende Wahl zur Therapie der PHF beim geriatrischen Patienten mit Drei- oder Vier-Fragment-Fraktur [73].

Auch Beks et al. bewerten ihre Metaanalyse dahingehend, dass signifikant mehr Reinterventionen nach operativer Therapie durchgeführt werden müssen. Das relative Risiko (RR) liegt dabei bei $RR = 2,72$ (95% CI 1,71 – 4,34; $p < 0,0001$; $I^2 = 0\%$) [72]. Durch den teilweisen Einschluss der Prothese in das Kollektiv [72] ist die Aussagekraft über die Osteosynthese jedoch eingeschränkt.

Auch die Studie von Spross et al. (2021) wertet die Komplikationsrate in der bereits beschriebenen Subgruppenanalyse aus. Hierbei werden bei konservativ behandelten, älteren, aktiven Patienten mit schlechter Knochenqualität und Zwei- bis

Drei-Fragment-Fraktur in 5 von 35 Fällen (14%) Komplikationen verzeichnet. Es wird von drei Dislokationen und zwei Fällen einer Schultersteife berichtet. Dieser Wert liegt über der Komplikationsrate in der konservativen Gruppe unseres Kollektivs (7,7%). Ein Grund hierfür könnte sein, dass in der Subgruppe von Spross et al. nur Patienten mit schlechter Knochenqualität untersucht werden, was das Auftreten von Komplikationen verstärken und somit Indikator für eine Therapieentscheidung darstellen könnte. Diese Hypothese muss aber in separaten Studien genauer untersucht werden.

Nach Plattenosteosynthese bei älteren, aktiven Patienten mit guter Knochenqualität sind es bei Spross et al. 5 Fälle mit Komplikation von insgesamt 18 Patienten (28%) [66]. Davon sind drei Fälle als Impingement beschrieben und zweimal liegt eine sekundäre Dislokation vor [66]. Erwähnenswert ist hier, dass in diesem älteren Kollektiv mit guter Knochenqualität signifikant weniger Komplikationen und Revisionsoperationen vorliegen als im undifferenzierten jüngeren Patientenkollektiv mit Plattenosteosynthese [66]. Diese Auswertung stärkt die Hypothese, dass vor allem eine gute Knochenqualität Indikator für das Komplikationsrisiko sein könnte. Trotzdem muss bedacht werden, dass der Prozentsatz an Komplikationen dennoch in der konservativ therapierten Gruppe mit schlechter Knochenqualität geringer ist (14%) als in der operierten Gruppe mit guter Knochenqualität (28%) [66]. Diese Gegenüberstellung spricht für eine konservative Therapie beim älteren, aktiven Patienten.

Im Gegensatz dazu steht die randomisiert kontrollierte Studie von Rangan et al., welche bereits erwähnt wurde. Diese findet keinen signifikanten Unterschied in der Häufigkeit des Auftretens von Komplikationen zwischen beiden Therapiegruppen (operative Gruppe 24%, konservative Gruppe 18%, $p = 0,28$) [69]. Ähnlich zu unserer Studie sind auch hier in der konservativen Gruppe vor allem die Fehlstellung und die Schultersteife als Komplikationen zu nennen, nach Operation sind auch die Schultersteife sowie die Materialirritation am häufigsten zu finden [69]. Interessant ist die Auswertung der Fortführung der Studie von Handoll et al.. Diese stellen fest, dass nach dem 2-Jahres-Outcome keine weiteren Komplikationen hinzugekommen sind. So wird deklariert, dass im Zeitraum von drei bis fünf Jahren nach Behandlung mit keinen weiteren Komplikationen zu rechnen ist [74]. Zu kritisieren ist aber, dass keine Aussage über die posttraumatische Arthrose getroffen wird. Diese muss als

Komplikation nach einer PHF beachtet und untersucht werden. Zudem suggeriert der Vergleich mit unserer Studie, dass nach Operation einer PHF vor allem im Langzeitintervall vermehrt mit Komplikationen zu rechnen ist. Hier kommt es in unserem Kollektiv fast doppelt so häufig zu einer Komplikation wie in der PROFHER-Studie (50% gegenüber 24% [69]).

Der Vergleich von Studien, die das Auftreten von Komplikationen im Kurzzeitintervall untersuchen, zeigt also kontroverse Ergebnisse. Metaanalysen stimmen mit unseren Langzeitdaten dahingehend überein, dass nach Operation die Komplikations-/Revisionsrate größer ist als nach konservativer Therapie [72, 73]. Spross et al. zeigen in ihrer Analyse von älteren, aktiven Patienten eine zweifach erhöhte Komplikationsrate nach Operation als nach konservativer Therapie, wobei es mögliche Hinweise auf einen Einfluss der Knochenqualität gibt [66]. Die Beurteilung der PROFHER-Studie schränkt jedoch die sich aus dem Komplikationsrisiko ergebende Empfehlung für eine konservative Therapie ein, indem sie keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Versorgungsgruppen erheben kann [69, 74]. Was allerdings auffällig ist, ist eine deutlich geringere Komplikationsrate nach Operation in der PROFHER-Studie als bei uns. So lässt sich vermuten, dass nach Osteosynthese einer PHF vor allem im Langzeitintervall vermehrt mit Komplikationen zu rechnen ist.

Die Auswertung des Langzeitoutcomes von Robinson et al. befasst sich zwar nur mit den Komplikationen nach Plattenosteosynthese, diese lassen sich aber gut mit den Ergebnissen unserer Studie vergleichen. So stellt Robinson et al. bei 23,6% der Patienten eine Schultersteife fest, bei 6,8% wird eine Pseudarthrose bzw. eine Einheilung in Fehlstellung diagnostiziert und bei 4,3% der Patienten ist eine Osteonekrose oder eine posttraumatische Arthrose zu verzeichnen. Diese drei Gruppen sind die häufigsten Komplikationen in dieser Studie [83]. In der operierten Gruppe unserer Studie liegt der Anteil an Patienten mit einer postoperativen Bewegungseinschränkung bei 45,2% und ist damit deutlich höher als in der Studie von Robinson et al..

Robinson et al. definieren die Notwendigkeit einer Reintervention als Endpunkt. Diese Revisionsrate liegt bei Robinson et al. bei 23,9% [83]. Damit ist der Anteil an durchgeführten Revisionsoperationen niedriger als in der operierten Gruppe unserer

Studie (50%). Der Grund dafür könnte sein, dass das Patientenkollektiv bei Robinson et al. jünger ist als das unsere (55,3 Jahre im Durchschnitt, [83]). So lässt sich zusammenfassend im Vergleich der Langzeitstudien erschließen, dass anhand dieser und unserer Ergebnisse die Plattenosteosynthese beim jüngeren Patienten eher zu empfehlen sei als beim geriatrischen Patienten, da hier ein besserer Quick-DASH (17,2 Punkte bei Robinson et al. [83], in der operativ versorgten Gruppe unseres Kollektivs 30,3 Punkte) und eine geringere Revisionsrate zu verzeichnen ist.

Zusammenfassend gibt es in Analysen des Kurzzeitintervalls kontroverse Ergebnisse, was keine eindeutige Aussage über das Komplikationsrisiko nach operativer und konservativer Therapie zulässt. Im Vergleich zu der Auswertung der Langzeitbeobachtung unserer Studie wird aber bei operativer Therapie eine deutliche Zunahme der Komplikationen (50% Revisionsrate in der operativen Gruppe) im verlängerten Follow Up offensichtlich. Die hier durchgeführte Langzeitstudie birgt die Chance, bei kontroverser Studienlage im kürzeren Follow Up einen klaren Vorteil der konservativen Therapie bezüglich des Komplikationsrisikos im Langzeitintervall aufzuzeigen. Der Vergleich der Langzeitstudien suggeriert dabei einen Einfluss des Alters auf die Komplikationsrate bei operativer Therapie, die differenzierte Untersuchung von Subgruppen bei Spross et al. [66] kann auf die Knochenqualität als Parameter hinweisen.

4.2.5 Notwendigkeit eines individualisierten Algorithmus

Abgesehen von der signifikant niedrigeren Mortalitätsrate scheint die operative Therapie der PHF beim geriatrischen Patienten keinen wirklichen Vorteil gegenüber der konservativen Behandlung zu haben. Allerdings wurde gezeigt, dass viele Faktoren den Therapieerfolg beeinflussen können. Hier sind zusammenfassend die Morbidität, das Alter, die Knochenqualität und das subjektive Empfinden des Patienten zu nennen. Es ist also unmöglich, eine Therapieindikation allein anhand der Frakturklassifikation zu stellen; individuelle Parameter müssen miteinbezogen werden. Wie oben erwähnt, ist die Neer-Klassifikation die am häufigsten verwendete und gilt überwiegend auch als Maßstab für die Therapiewahl. Allerdings findet sich in der Literatur viel Kritik an diesem Klassifikationssystem.

Zum einen ist die Vergleichbarkeit von Studien, welche die Neer-Klassifikation verwenden, umstritten. Beks et al. deklarieren, dass es keine andere Einteilung zur

Evaluation gibt, die reliabler ist als die Neer-Klassifikation und plädieren so für deren Verwendung im Studienvergleich [72, 86]. Dagegen äußern sich Sjöden et al., dass sogar mit CT die Frakturklassifikation nach Neer eine schwache Kohärenz und Reproduzierbarkeit aufweist. Sie sprechen sich gegen die Verwendung der Neer-Klassifikation im Studienvergleich aus [87]. Das bestätigen auch Papakonstantinou et al.. Sie stellen 2016 fest, dass auch eine fortgeschrittene Bildgebung es nicht geschafft hat, die Interbeobachterreproduzierbarkeit zu verbessern [7, 88].

Zum anderen wird die Verwendung im klinischen Alltag zur Indikationsstellung einer Therapie diskutiert. Carafino et al. weisen auf zwei Metaanalysen hin, die zeigen, dass der CMS mit zunehmender Neer-Klassifikation abnimmt [86, 89, 90]. Zudem erwähnen sie eine Regressionsanalyse, die einen prädiktiven Wert der Neer-Klassifikation bezüglich des Komplikationsrisikos zeigt [16, 86]. Dagegen kritisieren Carafino et al. aber auch, dass die Neer-Klassifikation in ihrem klinischen Nutzen eingeschränkt ist. So empfehlen sie, zusätzliche Parameter zu beachten, wie die Varusfehlstellung, die mediale Zertrümmerung und die schlechte Knochenqualität, die alle drei mit verminderter biomechanischer Stabilität nach Osteosynthese einhergehen [16, 65, 86, 91, 92]. In solchen Fällen ist die Indikation einer Osteosynthese laut Carofino et al. vorsichtig zu stellen [86]. Es zeigt sich also, dass zur Indikationsstellung der Therapiewahl eine Einteilung nach Neer nicht ausreichend ist, sondern weitere Frakturkriterien beachtet werden müssen.

Zudem zeigen weitere Studien, dass ein Therapieversagen nicht nur abhängig ist vom Frakturtyp, sondern auch vom Alter des Patienten, der Knochenqualität und den funktionellen Ansprüchen des Patienten [66, 93–97]. Es kann also nicht nur die Fraktur gesondert betrachtet werden, der Patient sollte als Gesamtkonstrukt die Indikationsstellung beeinflussen.

Darauf aufbauend haben Spross et al. 2019 einen Algorithmus entwickelt, der als Entscheidungshilfe für die Indikationsstellung bei PHF dienen soll [66, 84, 98, 99]. Dieser impliziert nicht nur die Frakturschwere, sondern auch patientenspezifische Parameter und gewährleistet so eine individualisierte Therapie [66, 84]. Spross et al. untergliedern dabei zwei Gruppen, jüngere Patienten und Patienten über 65 Jahre (≥ 65 Jahre) [66, 84]. Abbildung 27 zeigt den Algorithmus für die geriatrischen Patienten, da auf diesen auch der Fokus der hier durchgeführten Studie liegt.

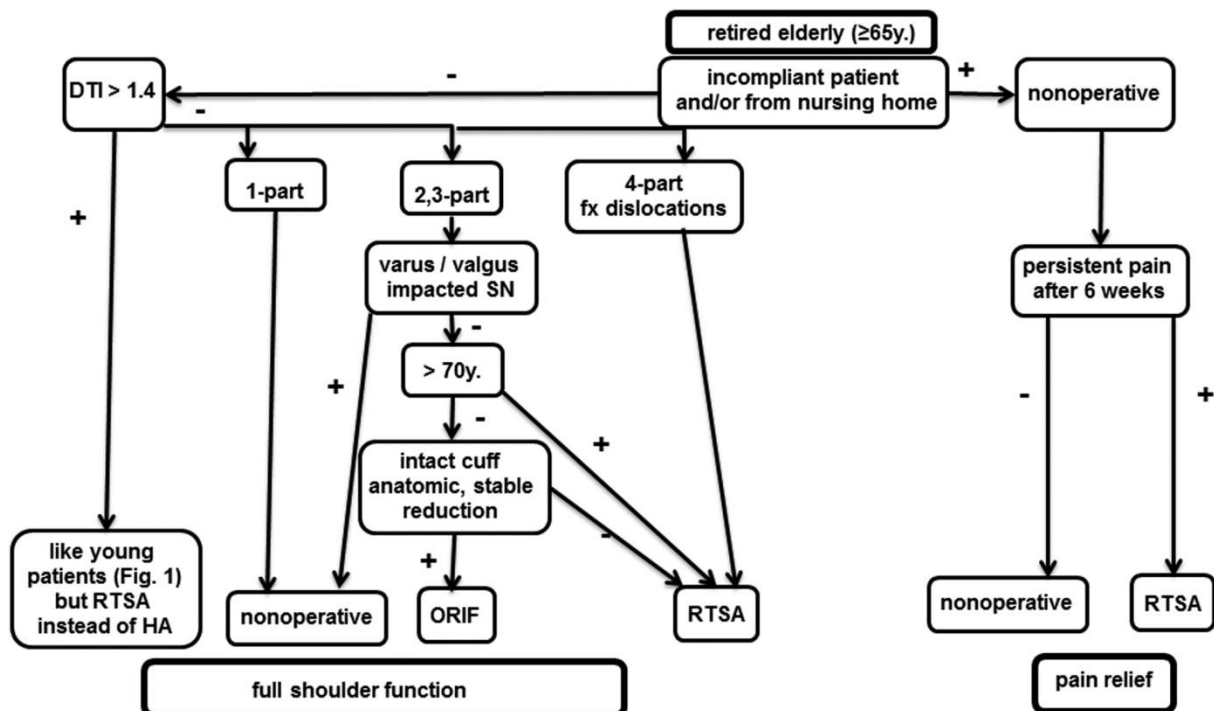


Abbildung 27: Algorithmus für die Behandlung von geriatrischen Patienten mit PHF nach Spross et al. (aus: Spross et al., 2021, Outcome of Management of Proximal Humeral Fractures with Patient-Specific, Evidence-Based Treatment Algorithmus [66])

Spross et al. plädieren mit ihrem Algorithmus dafür, die Indikation zur Operation beim älteren Patienten mit PHF zurückhaltend zu stellen. Vor allem Multimorbidität, Incompliance und eine schlechte Knochenqualität würden eher für eine konservative Therapie sprechen. Wichtig ist auch, dass bei der Entscheidung für eine Operation bei diesem Patientenkollektiv (ab 65 Jahren) vor allem die Versorgung mittels inverser Prothese gewählt werden sollte. Die Plattenosteosynthese habe hier ein sehr enges Indikationsfeld [66, 84]. Auch unsere Ergebnisse des Langzeitoutcomes kommen zu der Annahme, dass beim älteren Patienten die Osteosynthese keinen Vorteil gegenüber der konservativen Therapie zeigt, sondern überdies mit mehr Komplikationen assoziiert sein kann. Allein das Mortalitätsrisiko scheint im Langzeitverlauf bei konservativer Therapie erhöht zu sein. Ob aber die Untersuchung des Langzeitoutcomes der Mortalität beim geriatrischen Patienten einen tatsächlich kausalen Zusammenhang beschreibt, ist fraglich und beim retrospektiv erhobenen Kollektiv letztlich nicht nachprüfbar.



5 Zusammenfassung

Das Ziel unserer Studie ist es, das Outcome im Langzeitintervall nach PHF im Vergleich der konservativen und operativen Therapie zu untersuchen. Dabei werden Morbidität und Mortalität, die Schulterfunktion in Form validierter Scores, die Lebensqualität durch den SF-12 und das Komplikationsrisiko untersucht und diskutiert. Es ist nochmals zu betonen, dass das Therapieresultat nach durchschnittlich 10,5 Jahren erhoben wird, das Durchschnittsalter des Patientenkollektivs bei 72 Jahren liegt (Zahlen in Bezug auf das Grundkollektiv) und der Großteil der Patienten mit einer Neer-IV- oder Neer-V-Fraktur behandelt wurde. Daher handelt es sich um die Betrachtung der dislozierten PHF. Diese Konstellation stellt ein Patientenkollektiv dar, bei dem die aktuellen therapeutischen Möglichkeiten häufig nicht zufriedenstellenden Ergebnisse zeigen und weiterhin Uneinigkeit herrscht über die richtige Behandlung. Es gibt bereits einige Studien, die die Therapie im kurz- und mittelfristigen Follow Up untersuchen. Allerdings ist die Datenlage zu Langzeitergebnissen sehr limitiert; unseres Wissens gibt es keine Studien, die in einem solchen Ausmaß das Langzeitergebnis im Vergleich der konservativen und operativen Therapie bei PHF untersuchen wie die unsere.

So soll unsere Studie bei der Therapieentscheidung für eben jenes Patientenkollektiv eine Hilfestellung darstellen, indem auch das Outcome im Langzeitintervall berücksichtigt wird. Im Vergleich der Osteosynthese mit der konservativen Therapie kann nach Operation kein funktioneller Vorteil bei höherer Komplikationsrate festgestellt werden. Insbesondere bei hoher Morbiditätslast ist die Mortalität erhöht, was allerdings für beide Therapieoptionen gilt. Die subjektiv bewertete Schulterfunktion, gemessen am SSV, ist nach konservativer Therapie signifikant besser als nach durchgeführter operativer Therapie. Grundsätzlich unterstützen unsere Ergebnisse die These, dass bei der Therapiewahl der PHF ein individualisiertes Vorgehen nötig ist und bestätigen die Notwendigkeit der Etablierung eines evidenzbasierten und patientenspezifischen Therapiealgorithmus.

6 Anhang

6.1 Darstellung des verwendeten Fragebogens

<h1>MUSTER</h1>		
EvaSys	Schulter-Funktions-Beurteilung und Lebensqualitätserfassung nach Oberarmkopffraktur	
		
<p>Bitte so markieren: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Bitte verwenden Sie einen Kugelschreiber oder nicht zu starken Filzstift. Dieser Fragebogen wird maschinell erfasst.</p> <p>Korrektur: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Bitte beachten Sie im Interesse einer optimalen Datenerfassung die links gegebenen Hinweise beim Ausfüllen.</p>		
Persönliche Angaben		
Name und Vorname		
<input style="width: 100%; height: 50px;" type="text"/>		
Geburtsdatum		
<input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>		
Heutiges Datum		
<input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>		
Ich bin		<input type="checkbox"/> Rechtshänder <input type="checkbox"/> Linkshänder
Bei mir ist diese Seite mit einer behandelten Oberarmkopffraktur betroffen:		<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links

Allgemeiner Gesundheitszustand

Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

- | | | |
|--|-----------------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ausgezeichnet | <input type="checkbox"/> Sehr gut | <input type="checkbox"/> Gut |
| <input type="checkbox"/> Weniger gut | <input type="checkbox"/> Schlecht | |

Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben.

Sind Sie bei mittelschweren Tätigkeiten (Staubsaugen, einen Tisch verschieben, Kegeln, Golf spielen) durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand eingeschränkt?

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> ja, stark eingeschränkt | <input type="checkbox"/> ja, etwas eingeschränkt | <input type="checkbox"/> nein, überhaupt nicht eingeschränkt |
|--|--|--|

Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand eingeschränkt, mehrere Treppenabsätze zu steigen?

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> ja, stark eingeschränkt | <input type="checkbox"/> ja, etwas eingeschränkt | <input type="checkbox"/> nein, überhaupt nicht eingeschränkt |
|--|--|--|

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

- | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------------|
| Ich habe weniger geschafft als ich wollte | <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein |
| Ich konnte nur bestimmte Dinge tun | <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein |

Hatten Sie in den vergangenen vier 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)

- | | | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|
| Ich habe weniger geschafft als ich wollte | <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein |
| Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten | <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein |

Inwieweit haben Schmerzen Sie in den vergangenen vier Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?

- | | | |
|--|---------------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> überhaupt nicht | <input type="checkbox"/> ein bisschen | <input type="checkbox"/> mäßig |
| <input type="checkbox"/> ziemlich | <input type="checkbox"/> sehr | |

Allgemeiner Gesundheitszustand [Fortsetzung]

In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen vier Wochen gegangen ist.

Wie oft waren Sie in den letzten vier Wochen ruhig und gelassen?

- | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> immer | <input type="checkbox"/> meistens | <input type="checkbox"/> ziemlich oft |
| <input type="checkbox"/> manchmal | <input type="checkbox"/> selten | <input type="checkbox"/> nie |

Wie oft waren Sie in den letzten vier Wochen voller Energie?

- | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> immer | <input type="checkbox"/> meistens | <input type="checkbox"/> ziemlich oft |
| <input type="checkbox"/> manchmal | <input type="checkbox"/> selten | <input type="checkbox"/> nie |

Wie oft waren Sie in den letzten vier Wochen entmutigt und traurig?

- | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> immer | <input type="checkbox"/> meistens | <input type="checkbox"/> ziemlich oft |
| <input type="checkbox"/> manchmal | <input type="checkbox"/> selten | <input type="checkbox"/> nie |

Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen vier Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?

- | | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> immer | <input type="checkbox"/> meistens | <input type="checkbox"/> manchmal |
| <input type="checkbox"/> selten | <input type="checkbox"/> nie | |

Fragen zur Schulterfunktion 1

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, wie Sie die folgenden Tätigkeiten in der vergangenen Woche durchgeführt haben.

- 0 = Keine Schwierigkeiten
- 1 = Geringe Schwierigkeiten
- 2 = Mäßige Schwierigkeiten
- 3 = Erhebliche Schwierigkeiten
- 4 = Nicht möglich

Ein neues oder fest verschlossenes Glas öffnen	Keine Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nicht möglich
Schwere Hausarbeit (z.B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
Ihren Rücken waschen	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihre Schulter, Arm oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis usw.)	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5

Fragen zur Schulterfunktion 1 [Fortsetzung]

In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Woche beeinträchtigt?

- | | | |
|--|------------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> überhaupt nicht | <input type="checkbox"/> ein wenig | <input type="checkbox"/> mäßig |
| <input type="checkbox"/> ziemlich | <input type="checkbox"/> sehr | |

Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt?

- | | | |
|--|--|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> überhaupt nicht | <input type="checkbox"/> ein wenig | <input type="checkbox"/> mäßig |
| <input type="checkbox"/> sehr | <input type="checkbox"/> nicht möglich | |

Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Beschwerden während der letzten Woche ein

Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand

- | | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> keine | <input type="checkbox"/> leichte | <input type="checkbox"/> mäßige |
| <input type="checkbox"/> starke | <input type="checkbox"/> sehr starke | |

Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand

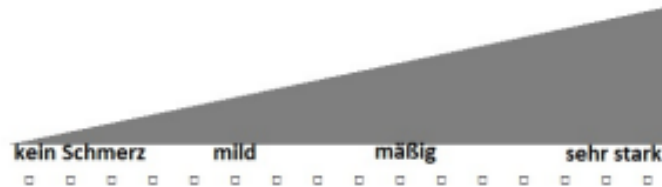
- | | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> keine | <input type="checkbox"/> leichte | <input type="checkbox"/> mäßige |
| <input type="checkbox"/> starke | <input type="checkbox"/> sehr starke | |

Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich?

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> keine Schwierigkeiten | <input type="checkbox"/> geringe Schwierigkeiten | <input type="checkbox"/> mäßige Schwierigkeiten |
| <input type="checkbox"/> erheblich Schwierigkeiten | <input type="checkbox"/> nicht möglich | |

Fragen zur Schulterfunktion 2

Schmerz



Bitte kreuzen Sie auf der Schmerzskala an, wie hoch Ihre am stärksten verspürten Schulterschmerzen (ohne Schmerzmedikamente) im Verlauf des täglichen Lebens sind (z.B. bei der Verrichtung von Arbeiten, Sport...)

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 |
| <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |
| <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 | <input type="checkbox"/> 8 |
| <input type="checkbox"/> 9 | <input type="checkbox"/> 10 | <input type="checkbox"/> 11 |
| <input type="checkbox"/> 12 | <input type="checkbox"/> 13 | <input type="checkbox"/> 14 |
| <input type="checkbox"/> 15 | | |

Arbeitsfähigkeit

Ich bin... berufstätig Hausfrau/-mann Rentner/in

Bitte kreuzen Sie an, inwieweit Sie Ihren Beruf (falls nicht berufstätig, sonstige Hauptbeschäftigung des täglichen Lebens) zur Zeit nachgehen können:

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Ich kann momentan nicht arbeiten | <input type="checkbox"/> Ich bin bei der Arbeit weitgehend eingeschränkt (max. Arbeitsleistung 25%) | <input type="checkbox"/> Ich bin bei der Arbeit deutlich eingeschränkt (max. Arbeitsleistung 50%) |
| <input type="checkbox"/> Ich habe nur eine leichte Arbeitseinschränkung (zu 75% arbeitsfähig) | <input type="checkbox"/> Ich bin voll arbeitsfähig (Arbeitsfähigkeit 100%) | |

Falls eine Einschränkung besteht, was ist der Grund dafür?

- die erkrankte Schulter sonstiges

Fragen zur Schulterfunktion 2 [Fortsetzung]

Sportfähigkeit/Freizeitaktivität

Ich kann momentan aufgrund meiner Schulterbeschwerden meinen gewohnten Sport- und Freizeitaktivitäten wie folgt nachgehen:

- gar nicht nur stark eingeschränkt mit deutlichen Einschränkungen
 mit leichten Einschränkungen uneingeschränkt

Schlaf

Wie können Sie in letzter Zeit aufgrund Ihrer Schulterbeschwerden schlafen?

- sehr starke Schlafprobleme (normaler Schlaf ohne Schlaf-/Schmerzmittel unmöglich) Erwachen mit Wiedereinschlafen ungestörter Schlaf möglich

Aktivitäten des täglichen Lebens

Ich kann mit dem betroffenen Arm ohne Schmerzen Arbeiten bis auf...(mehrere Antworten möglich)

- ...Höhe der Gürtellinie ausführen (z.B. meine Hose zuknöpfen) ...Höhe des unteren Brustkorbes ausführen (z. B. ein Hemd von unten bis zur Brust zuknöpfen) ...Halshöhe ausführen (z. B. den obersten Hemdknopf schließen)
 ...Scheitelhöhe ausführen (z. B. meine Haare kämmen) ...über Kopfhöhe ausführen (z.B. etwas aus einem Regal über Kopfhöhe nehmen)

Beweglichkeit

Setzen Sie sich bitte auf einen Stuhl und lassen Sie Ihren betroffenen Arm **gestreckt seitlich herunterhängen**. Versuchen Sie nun, die folgenden Bewegungen wie auf **den Fotoserien** auszuführen. Verwenden Sie dabei nach Möglichkeit einen Spiegel. Bitte kreuzen Sie unter jedem Bild an, ob Sie den Arm bis auf diese Höhe **schmerzfrei** anheben können oder nicht.

Achten Sie bitte darauf, den **Rücken gerade** zu halten, den **Arm durchzustrecken** und **keine Ausgleichsbewegungen** mit dem Oberkörper zu machen!

Fragen zur Schulterfunktion 2 [Fortsetzung]

DEN GESTRECKTEN ARM NACH VORNE ANHEBEN



Ja Nein

Ja Nein

Ja Nein

0°-30°

ja

nein

30°-60°

ja

nein

60°-90°

ja

nein



Ja Nein

Ja Nein

Ja Nein

90°-120°

ja

nein

120°-150°

ja

nein

150°-180°

ja

nein

Fragen zur Schulterfunktion 2 [Fortsetzung]

DEN GESTRECKTEN ARM ZUR SEITE ANHEBEN



Ja Nein

Ja Nein

Ja Nein

0°-30°
30°-60°
60°-90°

ja
 ja
 ja

nein
 nein
 nein



Ja Nein

Ja Nein

Ja Nein

90°-120°
120°-150°
150°-180°

ja
 ja
 ja

nein
 nein
 nein

Fragen zur Schulterfunktion 2 [Fortsetzung]

Können Sie diese Bewegung schmerzfrei ausführen?

Hand auf den Kopf, Ellenbogen zeigt nach vorne



- ja
 nein

Hand auf den Kopf, Ellenbogen zeigt zur Seite



- ja
 nein

Hand am Hinterkopf, Ellenbogen zeigt nach vorne



- ja
 nein

Fragen zur Schulterfunktion 2 [Fortsetzung]

Hand am Hinterkopf, Ellenbogen zeigt zur Seite



- ja
- nein

Können Sie Ihren betroffenen Arm uneingeschränkt und schmerzfrei über dem Kopf bewegen (z. B. eine Glühbirne über dem Kopf einschrauben oder ein Buch aus einem hohen Regal holen)?

- ja
- nein

Können Sie folgende Bewegungen schmerzfrei ausführen?



Handrücken zum Oberschenkel Hand zum Gesäß Hand zum Steißbein
 Ja Nein Ja Nein Ja Nein

- Handrücken zum Oberschenkel ja nein
- Hand zum Gesäß ja nein
- Hand zum Steißbein ja nein

Fragen zur Schulterfunktion 2 [Fortsetzung]



Hand zur Gürtellinie Hand zur oberen Taille Handrücken auf Schulterblatthöhe
 Ja Nein Ja Nein Ja Nein

- Hand zur Gürtellinie ja nein
 Hand zur oberen Taille ja nein
 Handrücken auf Schulterblatthöhe ja nein

Kraft

Richten Sie sich eine stabile Tasche (z.B. eine Stofftasche) und mehrere Gegenstände bekannten Gewichts (z.B. 1L TetraPaks). Setzen Sie sich nun auf einen Stuhl und versuchen Sie, die entsprechend gefüllte Tasche wie auf dem Foto für fünf Sekunden anzuheben. Achten Sie darauf, den Rücken gerade zu halten und keine Ausgleichsbewegungen zu machen.

Wie viele kg können Sie, wie abgebildet, fünf Sekunden lang anheben?



Wichtig:
 - Arm durchgestreckt
 - Handrücken nach oben
 - bis zur Waagrechten



Wichtig:
 Der Arm sollte zur Seite und leicht nach vorne zeigen.

- | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 0 kg | <input type="checkbox"/> 1 kg | <input type="checkbox"/> 2 kg |
| <input type="checkbox"/> 3 kg | <input type="checkbox"/> 4 kg | <input type="checkbox"/> 5 kg |
| <input type="checkbox"/> 6 kg | <input type="checkbox"/> 7 kg | <input type="checkbox"/> mehr als 7 kg |

Aktivitäten des täglichen Lebens

Ist im Zusammenhang mit Ihrer Schulterverletzung eine Pflegebedürftigkeit neu aufgetreten oder hat eine bereits bestehende Pflegebedürftigkeit zugenommen?

- Ja Nein

Haben Sie eine Pflegestufe?

- Nein Pflegestufe 1 Pflegestufe 2
 Pflegestufe 3 Pflegestufe 0

Können Sie selbstständig essen und trinken?

- überhaupt nicht möglich mit starken Schwierigkeiten mit leichten Schwierigkeiten
 voll selbstständig

Können Sie sich selbstständig waschen und pflegen?

- nicht möglich mit viel Unterstützung mit ein wenig Unterstützung
 selbstständig

Sind Sie in der Lage die Toilette zu benutzen?

- nicht möglich mit viel Unterstützung mit ein wenig Unterstützung
 selbstständig

Können Sie Ihren Haushalt selbstständig führen?

- ja ja, mit Unterstützung nein

Wie ist Ihre Wohnsituation?

Wohnen Sie ...

- allein mit dem Ehepartner mit der Familie
 in einem Pflegeheim

Es geht darum, wie Sie die Funktion Ihrer Schulter einschätzen. Was ist der allgemeine Prozentwert Ihrer Schulter, wenn eine vollkommen normale Schulter 100% entspricht?

- 100% - 81% 80% - 61% 60% - 41%
 40% - 21% 20% - 0%

Weitere Behandlungen der Oberarmkopffraktur

War nach der Erstversorgung ein Korrektureingriff an der verletzten Schulter notwendig? Ja Nein

Falls ja, wann war der Korrektureingriff? Innerhalb eines Jahres nach Erstbehandlung Nach mehr als einem Jahr nach Erstbehandlung

Falls ja, welche Behandlung wurde bei Ihnen im Nachhinein noch durchgeführt?
 Prothese Prothesenwechsel operative Versorgung (nur, wenn initial nicht operiert wurde)

Revisionsoperation *
 (z.B. Metallentfernung)

* Falls eine Revisionsoperation durchgeführt wurde, welche?

Haben Sie damals nach der Behandlung der Oberarmkopffraktur zusätzlich eine Physiotherapie erhalten? Nein Ja, 15 Einheiten Ja, mehr als 15 Einheiten
 Ja, ich bin in dauerhafter physiotherapeutischer Behandlung

Haben Sie sich ein weiteres Mal an dieser Schulter verletzt?
 Nein Ja, eine weitere Humeruskopffraktur Ja, sonstiges **

** Wie haben Sie sich ein weiteres Mal an dieser Schulter verletzt?

6.2 Abkürzungsverzeichnis

AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
ASA	American Society of Anesthesiologists
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CCI	Charlson-Komorbiditäts-Index
CI	Konfidenzintervall
cm	Zentimeter
CMS	Constant Murley Score
DASH	Disabilities of Arm, Shoulder and Hand
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
EQ-5D-3L	European Quality of Life 5 Dimensions 3 Level Version
et al.	et alii
FU	Funktionelles Follow Up
HR	Hazard Ratio
HR-QOL	Health Related Quality of Life
KSK	Körperliche Summenskala
lat.	lateinisch
mm	Millimeter
n.s.	nicht signifikant
OR	Odds Ratio
OSS	Oxford Shoulder Score
PHF	Proximale Humerusfraktur
PHILOS	Proximal Humerus Interlocking System
PROFHER	Proximal Fracture of the Humerus Evaluation by Randomization
PSK	Psychische Summenskala
RCT	Randomisiert Kontrollierte Studie
RR	Relatives Risiko
s.	siehe
SF	Short Form
SPSS	Statistical Package für Social Sciences
SSV	Subjective Shoulder Value

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

6.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Frakturflächen nach Codman (aus: Brunner, U. H. 2017. Kopferhaltende Therapie der proximalen Humerusfraktur. In <i>Schulterchirurgie</i> , P. Habermeyer, S. Lichtenberg, M. Loew, P. Magosch, F. Martetschläger and M. Tauber, Eds. Elsevier, Deutschland, 483–534 [5]).....	8
Abbildung 2: Neer-Klassifikation (aus: Brunner, U. H. 2017. Kopferhaltende Therapie der proximalen Humerusfraktur. In <i>Schulterchirurgie</i> , P. Habermeyer, S. Lichtenberg, M. Loew, P. Magosch, F. Martetschläger and M. Tauber, Eds. Elsevier, Deutschland, 483–534 [5])	12
Abbildung 3: Spätkomplikationen bei konservativer Therapie nach Frosch et al. (eigene Darstellung) [1]	18
Abbildung 4: Rückverfolgung des Follow Ups	40
Abbildung 5: Absolute Häufigkeit des Alters bei Verletzung im Analysekollektiv (n = 288)	43
Abbildung 6: Absolute Häufigkeiten der Frakturklassifikation nach Neer im Analysekollektiv (n = 288).....	44
Abbildung 7: Absolute Häufigkeiten der Therapie im Analysekollektiv (n = 288)	44
Abbildung 8: Relative Häufigkeit des CCI gegenüber dem Alter im Grundkollektiv (n = 383)	45
Abbildung 9: Relative Mortalität gegenüber dem Alter im Analysekollektiv (n = 288)	46
Abbildung 10: Relative Mortalität gegenüber dem Alter im Grundkollektiv (n = 383)	47
Abbildung 11: Relative Mortalität gegenüber der Komorbidität im Analysekollektiv (n = 288)	48
Abbildung 12: Relative Mortalität in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 288).....	49
Abbildung 13: Relative Verteilung des CCI in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 288).....	50

Abbildung 14: Mittleres Alter der Responder in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 288).....	51
Abbildung 15: Relative Häufigkeit der Klassifikation nach Neer in konservativer und operativer Gruppe des Analysekollektivs (n = 288)	52
Abbildung 16: Mittelwerte des absoluten KSK und PSK in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 130)	54
Abbildung 17: Mittelwerte des relativen KSK und PSK in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 130)	55
Abbildung 18: Mittelwerte des relativen CMS in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 130)	56
Abbildung 19: Relative Häufigkeit der CMS-Noten in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 130)	57
Abbildung 20: Boxplot mit Median des absoluten Quick-DASH in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 130)	58
Abbildung 21: Boxplot mit Median des relativen Quick-DASH in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 130)	59
Abbildung 22: Relative Häufigkeit des SSV in konservativer und operativer Gruppe im Analysekollektiv (n = 130)	60
Abbildung 23: Relative Häufigkeit des SSV in den Gruppen der Frakturschwere nach Neer II/III und IV - VI im Analysekollektiv (n = 130)	61
Abbildung 24: Relative Häufigkeit des SSV in den Altersgruppen ≤ 70 Jahre und > 70 Jahre im Analysekollektiv (n = 130)	62
Abbildung 25: Häufigkeit einer Komplikation nach Implantation einer PHILOS-Platte und eines Marknagels in der operativen Gruppe des Analysekollektivs (n = 104)....	64
Abbildung 26: Relative Häufigkeit der Art der Komplikation bei vorhandener Komplikation im Analysekollektiv (n = 61)	65
Abbildung 27: Algorithmus für die Behandlung von geriatrischen Patienten mit PHF nach Spross et al. (aus: Spross et al., 2021, Outcome of Management of Proximal Humeral Fractures with Patient-Specific, Evidence-Based Treatment Algorithmus [66])	88

6.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erhobene Parameter.....	26
Tabelle 2: Aufbau des Fragebogens 2020.....	27
Tabelle 3: Übersicht über die erhobenen Scores.....	28
Tabelle 4: Alters- und geschlechtsspezifische Normwerte nach Katolik et al. [43] ...	29
Tabelle 5: Wertung des normierten CMS nach Boehm [43]	29
Tabelle 6: Bewertung des Parameters "Alltagsaktivität" [43]	30
Tabelle 7: Bewertung des Bewegungsausmaßes [43].....	31
Tabelle 8: Bewertung der Kraft [43].....	32
Tabelle 9: Mittelwerte einer US-amerikanischen Normstichprobe [45]	34
Tabelle 10: SF-12 Summenscore für die deutsche Normstichprobe 1998, stratifiziert nach Alter und Geschlecht [47].....	36
Tabelle 11: Aus dem Englischen: Gewichteter Komorbiditätsindex [56].....	38
Tabelle 12: Gewichtung weiterer Komorbiditäten	39
Tabelle 13: Differenzierte Darstellung des Follow Ups	41
Tabelle 14: Anzahl, Alter bei Verletzung, Geschlecht, Frakturklassifikation und Therapie in den unterschiedlichen Kollektiven.....	42
Tabelle 15: Erhebung des funktionellen Outcomes	53
Tabelle 16: Subgruppenanalyse möglicher Einflussfaktoren auf den SSV im Analysekollektiv (n=130).....	63
Tabelle 17: Absolute und relative Häufigkeit der Arten der Revisionsoperation im Analysekollektiv (n = 130).....	67

7 Literaturverzeichnis

1. Frosch, K.-H., Kammerlander, C., Helfen, T., Hoffmann, M. DGU Leitlinien Unfallchirurgie: Oberarmkopffraktur. 2017.
2. Burkhart KJ, Dietz SO, Bastian L, Thelen U, Hoffmann R, Müller LP. The treatment of proximal humeral fracture in adults. *Dtsch Arztebl Int.* 2013;110:591–7. doi:10.3238/arztebl.2013.0591.
3. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. Prometheus - LernAtlas der Anatomie: Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 5th ed. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag; 2018.
4. Putz R, Müller-Gerbl M. Topografie und funktionelle Anatomie des Schultergürtels und des Schultergelenks. In: Habermeyer P, Lichtenberg S, Loew M, Magosch P, Martetschläger F, Tauber M, editors. *Schulterchirurgie.* 5th ed. Deutschland: Elsevier; 2017. p. 1–18.
5. Brunner UH. Kopferhaltende Therapie der proximalen Humerusfraktur. In: Habermeyer P, Lichtenberg S, Loew M, Magosch P, Martetschläger F, Tauber M, editors. *Schulterchirurgie.* 5th ed. Deutschland: Elsevier; 2017. p. 483–534.
6. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury.* 2006;37:691–7. doi:10.1016/j.injury.2006.04.130.
7. Garcia-Reza A, Dominguez-Prado DM, Iglesias-Nuñez C, Alvarez-Alvarez L, Hernandez-Gonzalez B, Balvis-Balvis P, et al. Analysis of predictors of mortality after surgical and non-surgical management in proximal humerus fractures. *J Orthop Traumatol.* 2021;22:43. doi:10.1186/s10195-021-00606-7.
8. Passaretti D, Candela V, Sessa P, Gumina S. Epidemiology of proximal humeral fractures: a detailed survey of 711 patients in a metropolitan area. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26:2117–24. doi:10.1016/j.jse.2017.05.029.
9. Magosch P, Scheiderer W-D. Frakturen des Schultergürtels. In: Magosch P, Baierle T, editors. *Konservative Therapie und Rehabilitation von Schultererkrankungen: Mit dem Plus im Web ; Zugangscode im Buch.* 1st ed. München: Elsevier Urban & Fischer; 2012. p. 161–173.
10. Karl JW, Olson PR, Rosenwasser MP. The Epidemiology of Upper Extremity Fractures in the United States, 2009. *J Orthop Trauma.* 2015;29:e242. doi:10.1097/BOT.0000000000000312.

11. Launonen AP, Lepola V, Saranko A, Flinkkilä T, Laitinen M, Mattila VM. Epidemiology of proximal humerus fractures. *Arch Osteoporos*. 2015;10:209. doi:10.1007/s11657-015-0209-4.
12. Rupp M, Walter N, Pfeifer C, Lang S, Kerschbaum M, Krutsch W, et al. The Incidence of Fractures Among the Adult Population of Germany—an Analysis From 2009 through 2019. *Dtsch Arztebl Int*. 2021;118:665–9. doi:10.3238/arztebl.m2021.0238.
13. Habermeyer P, Magosch P, Lichtenberg S. *Classifications and Scores of the Shoulder*. 1st ed. s.l.: Springer-Verlag; 2006.
14. Tauber M, Habermeyer P. Frakturprothetik. In: Habermeyer P, Lichtenberg S, Loew M, Magosch P, Martetschläger F, Tauber M, editors. *Schulterchirurgie*. 5th ed. Deutschland: Elsevier; 2017. p. 583–629.
15. Hertel R, Hempfing A, Stiehler M, Leunig M. Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg*. 2004;13:427–33. doi:10.1016/j.jse.2004.01.034.
16. Südkamp NP, Audigé L, Lambert S, Hertel R, Konrad G. Path analysis of factors for functional outcome at one year in 463 proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011;20:1207–16. doi:10.1016/j.jse.2011.06.009.
17. Dittel K-K, Felenda M-R, Solodkoff C von, Solodkoff M von. *Operative Behandlung der Gelenk- und Schafffrakturen: Die Verletzungen der langen Röhrenknochen*. Stuttgart: Thieme; 1998.
18. Carbone S, Razzano C, Albino P, Mezzoprete R. Immediate intensive mobilization compared with immediate conventional mobilization for the impacted osteoporotic conservatively treated proximal humeral fracture: a randomized controlled trial. *MUSCULOSKELETAL SURGERY*. 2017;101:137–43. doi:10.1007/s12306-017-0483-y.
19. Handoll HHG, Brorson S. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015:CD000434. doi:10.1002/14651858.CD000434.pub4.
20. Hodgson SA, Mawson SJ, Stanley D. Rehabilitation after two-part fractures of the neck of the humerus. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*. 2003;85:419–22. doi:10.1302/0301-620x.85b3.13458.

21. Kristiansen B, Angermann P, Larsen TK. Functional results following fractures of the proximal humerus. A controlled clinical study comparing two periods of immobilization. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 1989;108:339–41. doi:10.1007/BF00932441.
22. Jerosch J, Heisel J, Attmanspacher W, Neer II CS. *Schulterendoprothetik: Indikation, Implantate, OP-Technik, Nachbehandlung, Begutachtung*. Darmstadt: Steinkopff; 2002.
23. El-Sayed MMH. Surgical management of complex humerus head fractures. *Orthop Rev (Pavia)* 2010. doi:10.4081/or.2010.e14.
24. Konrad G, Hirschmüller A, Audige L, Lambert S, Hertel R, Südkamp NP. Comparison of two different locking plates for two-, three- and four-part proximal humeral fractures--results of an international multicentre study. *International Orthopaedics*. 2012;36:1051–8. doi:10.1007/s00264-011-1410-8.
25. Lungershausen W, Bach O, Lorenz CO. Humeruskopffrakturen--winkelstabile Plattenosteosynthese. [Locking plate osteosynthesis for fractures of the proximal humerus]. *Zentralbl Chir*. 2003;128:28–33. doi:10.1055/s-2003-37368.
26. Neviasser AS, Hettrich CM, Dines JS, Lorich DG. Rate of avascular necrosis following proximal humerus fractures treated with a lateral locking plate and endosteal implant. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2011;131:1617–22. doi:10.1007/s00402-011-1366-6.
27. Schliemann B, Siemoneit J, Theisen C, Kösters C, Weimann A, Raschke MJ. Complex fractures of the proximal humerus in the elderly--outcome and complications after locking plate fixation. *MUSCULOSKELETAL SURGERY*. 2012;96 Suppl 1:S3-11. doi:10.1007/s12306-012-0181-8.
28. Parnes N, Jupiter JB. Fixed-angle locking plating of displaced proximal humerus fractures. *Instr Course Lect*. 2010;59:539–52.
29. ORIF - Plate fixation (proximal 1/3) for Multifragmentary fracture, fragmentary segment. 09/21/2022 11:14:57.
<https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/humeral-shaft/multifragmentary-fracture-fragmentary-segment/orif-plate-fixation-proximal-1-3?searchurl=%2fsearchresults>. Accessed 21 Sep 2022.

30. ORIF - Plate fixation (proximal 1/3) for Wedge fracture, intact wedge. 09/21/2022 10:57:33. <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/humeral-shaft/wedge-fracture-intact-wedge/orif-plate-fixation-proximal-1-3#principles>. Accessed 21 Sep 2022.
31. Acklin YP, Michelitsch C, Sommer C. Elective implant removal in symptomatic patients after internal fixation of proximal humerus fractures improves clinical outcome. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17:119. doi:10.1186/s12891-016-0977-z.
32. Robinson CM, Page RS, Hill RMF, Sanders DL, Court-Brown CM, Wakefield AE. Primary hemiarthroplasty for treatment of proximal humeral fractures. *JBJS*. 2003;85:1215–23. doi:10.2106/00004623-200307000-00006.
33. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*. 1987:160–4.
34. GRAMMONT P. Etude et realisation d'une nouvelle prothese d'epaule. *Rheumatologie*. 1987;39:27–38.
35. Neer CS, Craig EV, Fukuda H. Cuff-tear arthropathy. *JBJS*. 1983;65:1232–44.
36. Sirveaux F, Favard L, Oudet, D., Huquet, D., Wlach G, Mole D. Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*. doi:10.1302/0301-620X.86B3.14024.
37. Sneppen O, Fruensgaard S, Johannsen HV, Olsen BS, Søjbjerg JO, Andersen NH. Total shoulder replacement in rheumatoid arthritis: Proximal migration and loosening. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 1996;5:47–52. doi:10.1016/S1058-2746(96)80030-9.
38. Schwyzer H-K, Flury M. Die inverse Schulterprothese. In: Habermeyer P, Lichtenberg S, Loew M, Magosch P, Martetschläger F, Tauber M, editors. *Schulterchirurgie*. 5th ed. Deutschland: Elsevier; 2017. p. 721–751.
39. Boyle MJ, Youn S-M, Frampton CMA, Ball CM. Functional outcomes of reverse shoulder arthroplasty compared with hemiarthroplasty for acute proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2013;22:32–7. doi:10.1016/j.jse.2012.03.006.
40. Sebastiá-Forcada E, Cebrián-Gómez R, Lizaur-Utrilla A, Gil-Guillén V. Reverse shoulder arthroplasty versus hemiarthroplasty for acute proximal humeral

- fractures. A blinded, randomized, controlled, prospective study. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2014;23:1419–26. doi:10.1016/j.jse.2014.06.035.
41. Wang J, Zhu Y, Zhang F, Chen W, Tian Y, Zhang Y. Meta-analysis suggests that reverse shoulder arthroplasty in proximal humerus fractures is a better option than hemiarthroplasty in the elderly. *International Orthopaedics*. 2015;40:531–9. doi:10.1007/s00264-015-2811-x.
 42. Ferrel JR, Trinh TQ, Fischer RA. Reverse Total Shoulder Arthroplasty Versus Hemiarthroplasty for Proximal Humeral Fractures. *J Orthop Trauma*. 2015;29:60–8. doi:10.1097/bot.0000000000000224.
 43. Magosch P. Scores. In: Habermeyer P, Lichtenberg S, Loew M, Magosch P, Martetschläger F, Tauber M, editors. *Schulterchirurgie*. 5th ed. Deutschland: Elsevier; 2017. p. 819–854.
 44. Boehm D, Wollmerstedt N, Doesch M, Handwerker M, Mehling E, Gohlke F. Entwicklung eines Fragebogens basierend auf dem Constant-Murely-Score zur Selbstevaluation der Schulterfunktion durch den Patienten. [Development of a questionnaire based on the Constant-Murley-Score for self-evaluation of shoulder function by patients]. *Unfallchirurg*. 2004;107:397–402. doi:10.1007/s00113-004-0757-3.
 45. Kennedy C, Beaton D, Smith P, van Eerd D, Tang K, Inrig T, Couban R. The DASH and QuickDASH outcome measures e-bulletin: Fall 2012. 2012.
 46. Morfeld M, Strittner W, Bullinger M. Der SF-36 Health Survey. In: Schoffski O, editor. *Gesundheitsökonomische Evaluationen*. Dordrecht: Springer; 2012. p. 393–410.
 47. Morfeld M. SF-36, Fragebogen zum Gesundheitszustand : deutsche Version des Short Form-36 Health Survey: deutsche Version des Short Form-36 Health Survey. 2nd ed. Göttingen: Hogrefe; 2011.
 48. Fernández-Cortiñas AB, Vidal Campos J, Marco Martínez F. Proximal humeral fracture in patients with high Charlson comorbidity index: mortality rate according to treatment choice. *MUSCULOSKELETAL SURGERY*. 2021;105:167–72. doi:10.1007/s12306-020-00642-2.
 49. Fernández-Cortiñas AB, Vidal Campos J, Paredes-Carnero X, Marco Martinez F. Is the Charlson comorbidity index a good predictor of mortality and adverse

- effects in proximal humerus fractures? *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2019;105:301–5. doi:10.1016/j.otsr.2018.11.016.
50. Reyes C, Estrada P, Nogués X, Orozco P, Cooper C, Díez-Pérez A, et al. The impact of common co-morbidities (as measured using the Charlson index) on hip fracture risk in elderly men: a population-based cohort study. *Osteoporos Int*. 2014;25:1751–8. doi:10.1007/s00198-014-2682-9.
 51. Voskuil T, Hageman M, Ring D. Higher Charlson Comorbidity Index Scores are associated with readmission after orthopaedic surgery. *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472:1638–44. doi:10.1007/s11999-013-3394-8.
 52. Jiang L, Chou ACC, Nadkarni N, Ng CEQ, Chong YS, Howe TS, Koh JSB. Charlson Comorbidity Index Predicts 5-Year Survivorship of Surgically Treated Hip Fracture Patients. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2018;9:2151459318806442. doi:10.1177/2151459318806442.
 53. Lakomkin N, Kothari P, Dodd AC, VanHouten JP, Yarlagaadda M, Collinge CA, et al. Higher Charlson Comorbidity Index Scores Are Associated With Increased Hospital Length of Stay After Lower Extremity Orthopaedic Trauma. *J Orthop Trauma*. 2017;31:21–6. doi:10.1097/BOT.0000000000000701.
 54. Soohoo NF, Farnig E, Lieberman JR, Chambers L, Zingmond DS. Factors that predict short-term complication rates after total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468:2363–71. doi:10.1007/s11999-010-1354-0.
 55. Wang MQ, Youssef T, Smerdely P. Incidence and outcomes of humeral fractures in the older person. *Osteoporos Int*. 2018;29:1601–8. doi:10.1007/s00198-018-4500-2.
 56. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: Development and validation. *Journal of Chronic Diseases*. 1987;40:373–83. doi:10.1016/0021-9681(87)90171-8.
 57. Köhler W, Schachtel G, Voleske P. *Biostatistik*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2012.
 58. Bestehorn K. Prospektive und retrospektive Studien – ein Überblick. In: Lenk C, Duttge G, Fangerau H, editors. *Handbuch Ethik und Recht der Forschung am*

Menschen. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 83–85.
doi:10.1007/978-3-642-35099-3_13.

59. Acklin YP, Stoffel K, Sommer C. A prospective analysis of the functional and radiological outcomes of minimally invasive plating in proximal humerus fractures. *Injury*. 2013;44:456–60. doi:10.1016/j.injury.2012.09.010.
60. Brunner F, Sommer C, Bahrs C, Heuwinkel R, Hafner C, Rillmann P, et al. Open Reduction and Internal Fixation of Proximal Humerus Fractures Using a Proximal Humeral Locked Plate: A Prospective Multicenter Analysis. *J Orthop Trauma*. 2009;23:163–72. doi:10.1097/bot.0b013e3181920e5b.
61. Erhardt JB, Roderer G, Grob K, Forster TN, Stoffel K, Kuster MS. Early results in the treatment of proximal humeral fractures with a polyaxial locking plate. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2009;129:1367–74. doi:10.1007/s00402-009-0924-7.
62. Falez F, Papalia M, Greco A, Teti A, Favetti F, Panegrossi G, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis in proximal humeral fractures: one-year results of a prospective multicenter study. *International Orthopaedics*. 2015;40:579–85. doi:10.1007/s00264-015-3069-z.
63. Handschin AE, Cardell M, Contaldo C, Trentz O, Wanner GA. Functional results of angular-stable plate fixation in displaced proximal humeral fractures. *Injury*. 2008;39:306–13. doi:10.1016/j.injury.2007.10.011.
64. Hirschmann. Internal fixation of unstable proximal humerus fractures with an anatomically preshaped interlocking plate: a clinical and radiologic evaluation. *J Trauma*. 2007;63:1314.
65. Solberg BD, Moon CN, Franco DP, Paiement GD. Locked plating of 3- and 4-part proximal humerus fractures in older patients: the effect of initial fracture pattern on outcome. *J Orthop Trauma*. 2009;23:113–9. doi:10.1097/BOT.0b013e31819344bf.
66. Spross C, Zdravkovic V, Manser M, Farei-Campagna JM, Jacxsens M, Jost B. Outcomes of Management of Proximal Humeral Fractures with Patient-Specific, Evidence-Based Treatment Algorithms. *J Bone Joint Surg Am*. 2021;103:1906–16. doi:10.2106/JBJS.20.01309.

67. Südkamp N, Bayer J, Hepp P, Voigt C, Oestern H, Kääh M, et al. Open Reduction and Internal Fixation of Proximal Humeral Fractures with Use of the Locking Proximal Humerus Plate. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*. 2009;91:1320–8. doi:10.2106/jbjs.h.00006.
68. Lander ST, Mahmood B, Maceroli MA, Byrd J, Elfar JC, Ketz JP, Nikkel LE. Mortality Rates of Humerus Fractures in the Elderly: Does Surgical Treatment Matter? *J Orthop Trauma*. 2019;33:361–5. doi:10.1097/BOT.0000000000001449.
69. Rangan A, Handoll H, Brealey S, Jefferson L, Keding A, Martin BC, et al. Surgical vs Nonsurgical Treatment of Adults With Displaced Fractures of the Proximal Humerus. *JAMA*. 2015;313:1037. doi:10.1001/jama.2015.1629.
70. Neuhaus V, Bot AGJ, Swellengrebel CHJ, Jain NB, Warner JJP, Ring DC. Treatment choice affects inpatient adverse events and mortality in older aged inpatients with an isolated fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014;23:800–6. doi:10.1016/j.jse.2013.09.006.
71. Myeroff CM, Anderson JP, Sveom DS, Switzer JA. Predictors of Mortality in Elder Patients With Proximal Humeral Fracture. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2018;9:2151458517728155. doi:10.1177/2151458517728155.
72. Beks RB, Ochen Y, Frima H, Smeeing DPJ, van der Meijden O, Timmers TK, et al. Operative versus nonoperative treatment of proximal humeral fractures: a systematic review, meta-analysis, and comparison of observational studies and randomized controlled trials. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018;27:1526–34. doi:10.1016/j.jse.2018.03.009.
73. Du S, Ye J, Chen H, Li X, Lin Q. Interventions for Treating 3- or 4-part proximal humeral fractures in elderly patient: A network meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Surg*. 2017;48:240–6. doi:10.1016/j.ijssu.2017.09.002.
74. Handoll HH, Keding A, Corbacho B, Brealey SD, Hewitt C, Rangan A. Five-year follow-up results of the PROFHER trial comparing operative and non-operative treatment of adults with a displaced fracture of the proximal humerus. *Bone Joint J*. 2017;99-B:383–92. doi:10.1302/0301-620X.99B3.BJJ-2016-1028.
75. Dawson J, Fitzpatrick R, Carr A. Questionnaire on the perceptions of patients about shoulder surgery. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*. 1996;78:593–600.

76. Dawson J, Rogers K, Fitzpatrick R, Carr A. The Oxford shoulder score revisited. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* 2009. doi:10.1007/s00402-007-0549-7.
77. Boons HW, Goosen JH, van Grinsven S, van Susante JL, van Loon CJ. Hemiarthroplasty for Humeral Four-part Fractures for Patients 65 Years and Older: A Randomized Controlled Trial. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470:3483–91. doi:10.1007/s11999-012-2531-0.
78. Cai M, Tao K, Yang C, Li S. Internal Fixation Versus Shoulder Hemiarthroplasty for Displaced 4-part Proximal Humeral Fractures in Elderly Patients. *Orthopedics* 2012. doi:10.3928/01477447-20120822-19.
79. Fjalestad T, Hole MØ, Hovden IAH, Blücher J, Strømsøe K. Surgical Treatment With an Angular Stable Plate for Complex Displaced Proximal Humeral Fractures in Elderly Patients: A Randomized Controlled Trial. *J Orthop Trauma.* 2012;26:98–106. doi:10.1097/bot.0b013e31821c2e15.
80. Olerud P, Ahrengart L, Ponzer S, Saving J, Tidermark J. Hemiarthroplasty versus nonoperative treatment of displaced 4-part proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011;20:1025–33. doi:10.1016/j.jse.2011.04.016.
81. Olerud P, Ahrengart L, Ponzer S, Saving J, Tidermark J. Internal fixation versus nonoperative treatment of displaced 3-part proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011;20:747–55. doi:10.1016/j.jse.2010.12.018.
82. Zyto K, Ahrengart L, Sperber A, Törnkvist H. TREATMENT OF DISPLACED PROXIMAL HUMERAL FRACTURES IN ELDERLY PATIENTS. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume.* 1997;79-B:412–7. doi:10.1302/0301-620X.79B3.0790412.
83. Robinson CM, Stirling PHC, Goudie EB, MacDonald DJ, Strelzow JA. Complications and Long-Term Outcomes of Open Reduction and Plate Fixation of Proximal Humeral Fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2019;101:2129–39. doi:10.2106/JBJS.19.00595.
84. Spross C, Meester J, Mazzucchelli RA, Puskás GJ, Zdravkovic V, Jost B. Evidence-based algorithm to treat patients with proximal humerus fractures—a

- prospective study with early clinical and overall performance results. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019;28:1022–32. doi:10.1016/j.jse.2019.02.015.
85. Toft F, Moro F, Scheibel M. Posttraumatische und postoperative Schultersteife. *Unfallchirurg.* 2019;122:925–33. doi:10.1007/s00113-019-00726-0.
86. Carofino BC, Leopold SS. Classifications in brief: the Neer classification for proximal humerus fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471:39–43. doi:10.1007/s11999-012-2454-9.
87. Sjöden GOJ, Movin T, Güntner P, Aspelin P, Ahrengart L, Ersmark H, Sperber A. Poor reproducibility of classification of proximal humeral fractures: Additional CT of minor value. *Acta orthopaedica Scandinavica.* 1997;68:239–42. doi:10.3109/17453679708996692.
88. Papakonstantinou MK, Hart MJ, Farrugia R, Gabbe BJ, Kamali Moaveni A, van Bavel D, et al. Interobserver agreement of Neer and AO classifications for proximal humeral fractures. *ANZ J Surg.* 2016;86:280–4. doi:10.1111/ans.13451.
89. Sproul RC, Iyengar JJ, Devcic Z, Feeley BT. A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures. *Injury.* 2011;42:408–13. doi:10.1016/j.injury.2010.11.058.
90. Thanasas C, Kontakis G, Angoules A, Limb D, Giannoudis P. Treatment of proximal humerus fractures with locking plates: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18:837–44. doi:10.1016/j.jse.2009.06.004.
91. Owsley KC, Gorczyca JT. Displacement/Screw Cutout After Open Reduction and Locked Plate Fixation of Humeral Fractures. *The Journal of Bone & Joint Surgery.* 2008;90:233–40. doi:10.2106/jbjs.f.01351.
92. Solberg BD, Moon CN, Franco DP, Paiement GD. Surgical treatment of three and four-part proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:1689–97. doi:10.2106/JBJS.H.00133.
93. Spross C, Zeledon R, Zdravkovic V, Jost B. How bone quality may influence intraoperative and early postoperative problems after angular stable open reduction–internal fixation of proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26:1566–72. doi:10.1016/j.jse.2017.02.026.

94. Carbone S, Papalia M. The amount of impaction and loss of reduction in osteoporotic proximal humeral fractures after surgical fixation. *Osteoporosis International*. 2015;27:627–33. doi:10.1007/s00198-015-3304-x.
95. Jung S-W, Shim S-B, Kim H-M, Lee J-H, Lim H-S. Factors that Influence Reduction Loss in Proximal Humerus Fracture Surgery. *J Orthop Trauma*. 2015;29:276–82. doi:10.1097/bot.0000000000000252.
96. Krappinger D, Bizzotto N, Riedmann S, Kammerlander C, Hengg C, Kralinger FS. Predicting failure after surgical fixation of proximal humerus fractures. *Injury*. 2011;42:1283–8. doi:10.1016/j.injury.2011.01.017.
97. Nho. Management of proximal humeral fractures based on current literature. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89:44.
98. Spross C, Jost B. Chapter 48B. In: Browner BD, Jupiter J., Krettek C., Anderson PA, editors. *Skeletal trauma: Vol 2*. 5th ed. Philadelphia, Pa.: Elsevier Saunders. p. 1422–1453.
99. Spross C, Jost B. Das St. Galler Konzept zur Versorgung der proximalen Humerusfraktur. *Praxis*. 2017;106:781–8. doi:10.1024/1661-8157/a002728.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Maximilian Kerschbaum und Herrn Prof. Dr. Christian Pfeifer für die Überlassung des Themas meiner Dissertation und die kontinuierliche und wertvolle Unterstützung bei dieser Arbeit.

Insbesondere möchte ich mich auch bei Dr. Lisa Klute bedanken, die mich vor allem während der Datenauswertung und bei dem Verfassen der Arbeit maßgeblich unterstützt hat. Zu jeder Zeit stand sie mir mit Rat und Tat beiseite.

Ich bedanke mich zudem bei Miriam Kobeck für die wertvolle Zusammenarbeit, insbesondere in der Phase der Datenerhebung.

Zudem möchte ich Herrn Prof. Dr. Riedmüller für die Unterstützung bei der graphischen Darstellung der statistischen Auswertung danken.

Weiterhin möchte ich mich bei allen Studienteilnehmern bedanken, da sie sich in großer Anzahl die Zeit genommen haben, den Fragebogen auszufüllen.

Außerdem gilt mein Dank Tabea, Hannah, Katharina und Tobias für die viele Hilfe in Bezug auf Formatierung, Rechtschreibung und Zeichensetzung.

Zuletzt danke ich meiner Familie und meinen Freunden für den Zuspruch und die Unterstützung während meines gesamten Studiums.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Dissertation selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Dissertation ist bisher keiner anderen Fakultät, keiner anderen wissenschaftlichen Einrichtung vorgelegt worden.

Ich erkläre, dass ich bisher kein Promotionsverfahren erfolglos beendet habe und dass eine Aberkennung eines bereits erworbenen Doktorgrades nicht vorliegt.