

Aus der Klinik und Poliklinik für
Unfall-, Hand-, und Wiederherstellungschirurgie
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

Direktor: Prof. Dr. med. Johannes Rueger

Mittelfristige funktionelle Ergebnisse nach
operativer Versorgung proximaler
Humerusfrakturen mit einem
intramedullären, geraden, winkelstabilen
Kraftträger

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
des Fachbereiches Medizin der Universität Hamburg

vorgelegt von

Philipp Kschowak
geboren in Hamburg

Hamburg, 2006

**Angenommen vom Fachbereich Medizin
der Universität Hamburg am:**

**Veröffentlicht mit der Genehmigung des Fachbereich Medizin
der Universität Hamburg**

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende:

Prüfungsausschuss, 2. Gutachter/in:

Prüfungsausschuss, 3. Gutachter/in:

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
1.1	Die proximale Humerusfraktur	7
1.1.1	Frakturmorphologie	7
1.1.2	Therapie der proximalen Humerusfraktur	9
1.1.3	Komplikationen nach operativer Versorgung	11
1.2	Der Targon-PH-Nagel.....	12
1.2.1	Nageldesign	12
1.2.2	Indikationen	14
1.2.3	Operative Technik	14
1.3	Fragestellung.....	15
2	Material und Methoden	16
2.1	Allgemeine Übersicht und Patientenkollektiv	16
2.1.1	Gründe für Nichtteilnahme	16
2.2	Frakturklassifikation.....	17
2.2.1	Klassifikation von Humeruskopffrakturen nach Neer	17
2.2.2	AO-Klassifikation proximaler Humerusfrakturen	19
2.3	Nachuntersuchungen.....	20
2.3.1	Anamneseerhebung	20
2.3.2	Körperliche Nachuntersuchung	20
2.3.3	Anwendung des Constant- und des Neer-Scores	20
2.3.4	Statistische Analyse	26
2.3.5	Graphische Darstellung	26
3	Ergebnisse	27
3.1	Patientenkollektiv.....	27
3.2	Frakturklassifikation.....	28
3.2.1	Klassifizierung nach Neer	28
3.2.2	Klassifizierung nach der AO	29
3.3	Verlauf	30
3.3.1	Präoperative Wartezeit	30
3.3.2	Operation	30
3.3.3	Stationärer Aufenthalt	30
3.3.4	Physiotherapie	31
3.4	Funktionelle Ergebnisse	31
3.4.1	Ergebnisse des absoluten Constant-Scores	31
3.4.2	Ergebnisse des relativen Constant-Scores	32
3.4.3	Ergebnisse des absoluten Neer-Scores	33
3.4.4	Ergebnisse des relativen Neer-Scores	34
3.4.5	Bewertung der Ergebnisse aller Patienten	34
3.5	Ergebnisse in Abhängigkeit von der Fragmentanzahl.....	37
3.5.1	Ergebnisse der Patienten mit 2-Fragmentfraktur	37
3.5.2	Ergebnisse der Patienten mit 3-Fragmentfraktur	38

3.5.3	Ergebnisse der Patienten mit 4-Fragmentfraktur	39
3.6	Vergleich der Ergebnisse nach Anzahl der Fragmente	40
3.7	Vergleich der Ergebnisse in Abhängigkeit vom Alter	41
3.8	Komplikationen	42
3.8.1	Entfernung von Verriegelungsschrauben	42
3.8.2	Sekundäre Dislokation des Humeruskopfes	42
3.8.3	Nekrose des Humeruskopfes	42
3.8.4	Elektive Materialentfernung zu späterem Zeitpunkt	43
4	Kasuistik	44
4.1	Komplikationsloser Verlauf	44
4.1.1	Anamnese	44
4.1.2	Röntgendiagnostik	44
4.1.3	Therapie	45
4.1.4	1. Follow up	45
4.1.5	2. Follow up	46
4.1.6	3. Follow up	46
4.2	Elektive totale Materialentfernung	47
4.2.1	Anamnese	47
4.2.2	Röntgendiagnostik	47
4.2.3	Therapie	47
4.2.4	1. Follow up	48
4.2.5	2. Follow up	48
4.2.6	3. Follow up	49
4.3	Humeruskopfnekrose.....	50
4.3.1	Anamnese	50
4.3.2	Röntgendiagnostik	50
4.3.3	Therapie	50
4.3.4	1. Follow up	51
4.3.5	2. Follow up	52
4.3.6	3. Follow up	53
5	Diskussion	54
5.1	Diskussion der Ergebnisse im Literaturvergleich	54
5.1.1	Konservative Therapie	54
5.1.2	Operative Therapie von 2-Fragmentfrakturen	55
5.1.3	Operative Therapie von 3- und 4-Fragmentfrakturen	55
5.2	Methodenkritik	63
5.3	Schlussfolgerung	64
6	Zusammenfassung	65
7	Literaturverzeichnis	67
8	Abbildungsverzeichnis	73
9	Tabellenverzeichnis	75

10	Abkürzungsverzeichnis	76
	Danksagung	77
	Lebenslauf	78
	Eidesstattliche Versicherung	79

1 Einleitung

Die proximale Humerusfraktur ist mit einem Anteil von 5% aller Frakturen eine häufige Verletzung. Nach der distalen Radiusfraktur und der Fraktur des koxalen Femurs ist sie die dritthäufigste Fraktur des höheren Lebensalters [10].

Die Inzidenz wird mit einer Häufigkeit von 73/100 000 Einwohner angegeben [29]. Während bei jungen Patienten meist ein hochenergetisches Trauma die Ursache der Verletzung ist, sind im Alter aufgrund vorbestehender Osteoporose in erster Linie indirekte Unfallmechanismen mit geringerer Krafteinwirkung für die Fraktur verantwortlich [15]. 75% aller Humeruskopffrakturen treten bei Menschen mit einem Alter von über 60 Jahren auf. Das Verhältnis von Männern zu Frauen liegt bei 1:3. Seit 1970 ist die Inzidenz bei Patienten, die älter als 60 Jahre sind, von 50 auf 103/100 000 Einwohner angestiegen [5, 22]. Die größte Inzidenz der proximalen Humerusfraktur liegt nach anderen Studien mit 260/100 000 Einwohnern bei Frauen in einem Alter zwischen 80 und 89 Jahren [9].

Bis zu 85% der Humeruskopffrakturen sind einfache Frakturen, die nicht oder gering disloziert sind und bei konservativ-frühfunktioneller Behandlung gute Ausheilungsergebnisse zeigen [11, 16, 23, 54].

Mit zunehmender Verletzungsschwere führt die konservative Behandlung zu schmerzhaften Funktionseinschränkungen der Schulter mit einem Anstieg des Risikos der avaskulären Humeruskopfnekrose [38, 57, 60]. Gerade die 3- und 4-Fragmentfrakturen stellen die Unfallheilkunde vor Probleme, sie werden auch als „die ungelöste Fraktur“ des Menschen bezeichnet [32]. Besonders für den alten Menschen bedeutet dies oft, aufgrund der schlechten Verankerungsmöglichkeiten im osteoporotischen Knochen und daraus resultierenden schlechten Ergebnissen, den Verlust seiner Unabhängigkeit und Selbstständigkeit, der bis zur Pflegebedürftigkeit führen kann.

Die häufig schlechten Ausheilungsergebnisse veranlassten Chirurgen weltweit zur Suche nach geeigneten Verfahren. In der Literatur werden für die Therapie der komplexen Humeruskopffrakturen unterschiedliche Behandlungsmethoden angegeben:

An grundlegend unterschiedlichen Methoden stehen heute neben der konservativen Therapie die Osteosynthesen mit Kirschnerdrähten, Zerklagen, Zuggurtungen und Schrauben, verschiedene Plattensysteme, intramedulläre Implantate und der prothetische Ersatz zur Verfügung. Alle Verfahren weisen typische Komplikationen auf, die keine eindeutige Empfehlung zulassen.

In den letzten Jahren wurden vermehrt winkelstabile Implantate wie die Philos-Platte oder der Polarus-Nagel eingesetzt. Zu dieser Gruppe von Implantaten gehört auch der Targon-PH-Nagel, der im Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf seit 2000 verwendet wird.

1.1 Die proximale Humerusfraktur

1.1.1 Frakturmorphologie

Nach Codman bricht der Humeruskopf regelhaft in vier Hauptfragmente: Kopfkalotte, Tuberculum majus und minus und Humerusschaft [8].

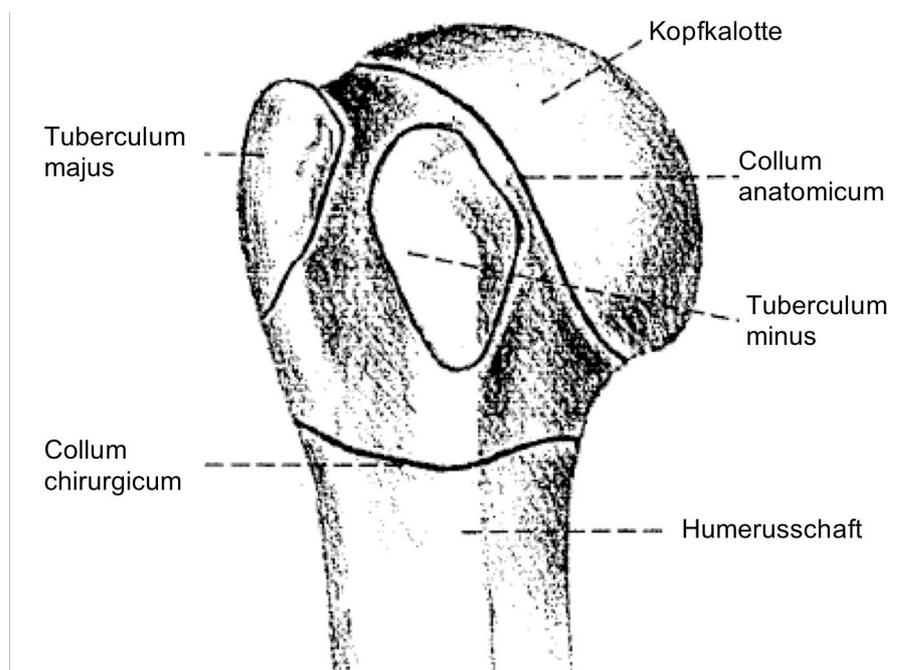


Abbildung 1 Hauptfragmente der Humeruskopffraktur nach Codman [8]

Das Tuberculum majus ist der Ansatz der Sehnen des M. supraspinatus, M. infraspinatus und des M. teres minor und disloziert daher nach dorsal und kranial in den Subacromialraum. Bei gleichzeitiger subkapitaler

Fraktur kommt es durch den Zug des M. subscapularis am Tuberculum minus zu einer Rotation des Humeruskopfes nach innen und hierdurch zu einer dorsalen Fehlstellung der Kalottenfläche.

Bei isolierter Fraktur des Tuberculum minus, die sehr selten vorliegt, kann es bei Pseudarthrosenbildung durch Zug des M. subscapularis nach medial zu einem Impingement am Processus coracoideus kommen.

Bei Vierfragmentfrakturen werden die Tuberkel wie oben beschrieben in Richtung der ansetzenden Muskeln gezogen. Durch den Zug der Pectoralissehne wird das Schaftfragment nach ventral und medial disloziert, während das Kopffragment nun ohne Muskelansätze nach posterior-kaudal kippt oder impaktiert [15].

Von besonderer Bedeutung für die Therapie der proximalen Humerusfraktur ist die Blutversorgung des Humeruskopfes, da die avaskuläre Nekrose des Kopfes zu den häufigsten und schwersten Komplikationen dieser Verletzung zählt.

Der Humeruskopf ist fast vollständig von Knorpel überzogen, daher wird er von distal mit arteriellem Blut versorgt. Abbildung 2 zeigt schematisch die Blutversorgung der Humeruskopfes.

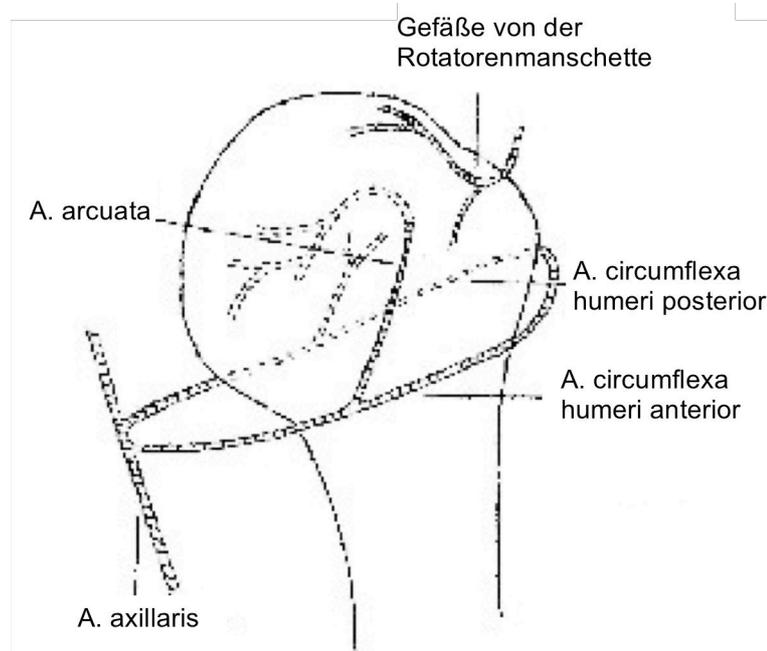


Abbildung 2 Die Blutversorgung des Humeruskopfes [17]

Die fünf Gefäße, die aus den Aa. circumflexa humeri anterior und posterior hervorgehen, sind durch Anastomosen miteinander verbunden.

Die A. circumflexa humeri anterior entspringt auf Höhe des Unterrandes des M. subscapularis aus der lateralen Seite der A. axillaris. Sie läuft horizontal zum Collum chirurgicum, unterquert die lange Bizepssehne und gibt, bevor sie in den M. deltoideus eintritt, einen Ramus ascendens ab. Dieser tritt auf Höhe des Tuberculum majus in den Humeruskopf ein. Sein bogenförmiger Verlauf im Humeruskopf wird als A. arcuata bezeichnet. Dieser vordere Arterienast ist von großer Bedeutung, da er kleine Verzweigungen in die Tubercula versenkt [13].

Nachdem die A. circumflexa humeri lateralwärts unter dem M. deltoideus verläuft anastomosiert sie mit der A. circumflexa humeri posterior.

Die A. circumflexa humeri posterior entspringt ebenfalls aus der A. lateralis und zieht zusammen mit dem N. axillaris durch die laterale Achsellücke. Sie läuft dann um das Collum chirurgicum und perfundiert den hinteren Teil des Tuberculum majus sowie einen kleinen postero-inferioren Teil des Humeruskopfes [13].

1.1.2 Therapie der proximalen Humerusfraktur

Während stabile gering dislozierte Frakturen (Neer I), die 85% der Frakturen des Humeruskopfes ausmachen, unter konservativer Therapie in der Regel gute Ergebnisse zeigen [11, 23, 54], besteht nach Charles Neer die Indikation zur operativen Versorgung bei einer Fragmentverschiebung von mehr als 1 cm sowie bei Winkelfehlstellung von mehr als 45° [38]. Heute wird die Indikation zur Operation schon bei Dislokationen von 0,5 cm gesehen; so zum Beispiel auch am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf. Die operative Therapie der proximalen Humerusfraktur muss einerseits eine anatomische Reposition mit größtmöglicher Fixation der Fragmente erreichen und andererseits, bei maximaler Schonung der glenohumeralen Blutgefäße und Weichteile, das Risiko der iatrogenen avaskulären Humeruskopfnekrose minimieren. Aus diesem Konfliktfeld heraus wurden verschiedene Methoden zur Versorgung von Humeruskopffrakturen entwickelt, die im Folgenden vorgestellt werden sollen.

1.1.2.1 Minimalosteosynthese

Unter dem Begriff der Minimalosteosynthese werden verschiedene Therapieansätze zusammengefasst. Frakturen können mit Kirschnerdrähten, Zerklagen und Schrauben minimalosteosynthetisch versorgt werden. Die Verfahren können alleine oder in Kombination und offen oder geschlossen angewendet werden. Diese Verfahren werden bei allen dislozierten Frakturen angewendet. So können stabile Frakturen am Collum chirurgicum (Neer III.2) mit Kirschner-Drähten gespickt werden oder mit einer Zuggurtung behandelt werden. Auch die Möglichkeit einer Verschraubung besteht [41].

Auch bei Frakturen mit drei Fragmenten ist die geschlossene minimalosteosynthetische Therapie prinzipiell möglich [15]. Hierbei werden Schrauben oder Kirschnerdrähte verwendet. Bei 4-Fragmentfrakturen kommen offene minimalosteosynthetische Methoden wie Zuggurtung, Knochennähte oder offene Verschraubungen zum Einsatz [14, 21, 42, 51]. Diese Methoden finden beim osteoporotischen Knochen ihre Grenzen und sind daher bei der immer häufiger werdenden Alterschirurgie nur selten geeignet.

1.1.2.2 Plattenosteosynthese

In der Vergangenheit wurden T- und L-Platten zur Versorgung von Oberarmkopffrakturen verwendet, insbesondere für Zweifragmentfrakturen am Collum chirurgicum [4, 10, 18, 28]. Diese Methode führte aber häufig zu sekundären Fragmentdislokationen und durch ein Überstehen der Platte zu einem subacromialen Impingment.

In den letzten Jahren wurden wesentlich kleinere Platten eingeführt, die eine winkelstabile Schraubenverankerung der proximalen Frakturteile erlauben [27, 30, 36]. Diese Platten werden nun auch für 3- und 4-Fragmentfrakturen verwendet.

1.1.2.3 Humeruskopfprothese

Indikationen für eine primäre Hemiarthroplastik sind vor allem stark dislozierte Vier- und Mehrfragmentbrüche und so genannte Headsplit-Frakturen, also Frakturen mit einer oder mehreren Frakturlinien durch den Gelenkknorpel des Humeruskopfes. Bei der multifragmentären Humeruskopfzertrümmerung und der Impressionsfraktur mit Beteiligung

von mehr als 40 % der Gelenkfläche kann auch bei jüngeren Patienten ein prothetischer Ersatz indiziert sein [15, 41, 44].

Für ein gutes Behandlungsergebnis stellen die Wiederherstellung der exakten Humeruslänge, der individuellen Retrotorsion des Humeruskopfes und des Rotationszentrums wesentliche Voraussetzungen dar. Das wichtigste Kriterium ist die anatomisch korrekte, sichere Fixation der Tubercula. Nur bei knöcherner Einheilung der Tubercula sind langfristig gute Resultate zu erwarten [15, 41, 44]. Einige Autoren schlagen für die Versorgung proximaler Humerusfrakturen älterer Menschen grundsätzlich den hemiprothetischen Ersatz vor [3, 43].

1.1.2.4 Intramedulläre Implantate

Die Anwendung intramedullärer Implantate soll bei möglichst geringer Kompromittierung der Weichteil- und Durchblutungssituation eine übungsstabile Osteosynthese erreichen.

Während sich bei kindlichen Frakturen retrograd eingebrachte flexible Nägel bewährt haben, stellt der osteoporotische Knochen älterer Patienten andere Anforderungen. Hier wurden starre winkelstabile Nagelsysteme mit verriegelbaren Schrauben entwickelt [1, 2, 31, 34, 39, 52]. Diese Systeme können bei Frakturen mit bis zu vier Fragmenten eingesetzt werden.

1.1.3 Komplikationen nach operativer Versorgung

Abhängig von der angewendeten Therapie kann es zu implantatbezogenen Komplikationen kommen, zum Beispiel Drahtdislokationen bei der perkutanen Kirschnerdraht-Stiftung, Pinperforationen bei der retrograden Bündelungsnagelung, Zerklagenaurisse, Plattendislokationen, Schraubendislokationen, Humeruskopfnekrosen (besonders nach offenen Verfahren) sowie sekundären Repositionsverlusten. Hier soll nun besonders auf die Nekrose des Humeruskopfes eingegangen werden, da diese die schwerwiegendste Komplikation bei subkapitalen Oberarmbrüchen ist.

1.1.3.1 Avaskuläre Humeruskopfnekrose

Die Humeruskopfnekrose nach Mehrfragmentfrakturen ist eine häufige Komplikation. Die Ursache für diese avaskuläre Nekrose ist häufig eine

Fraktur am Collum chirurgicum und die dadurch unterbrochene Blutzufuhr aus der A. arcuata und aus den periostalen Gefäßzuflüssen der A. circumflexa anterior und posterior, die am anatomischen Hals mediodorsal in die Knochenkanälchen einmünden [13].

Das Risiko einer Humeruskopfnekrose hängt von der Anzahl der Fragmente, deren Dislokationsgrad und der Höhe des Bruches ab. Außerdem besteht mit zunehmendem Lebensalter des Patienten eine wachsende Gefährdung. Die Prognose wird entscheidend von der verbleibenden Vaskularisierung des Kalottenfragments bestimmt [12].

Abgesehen von direkt posttraumatisch entstandenen Durchblutungsstörungen sind auch iatrogene Einflüsse zu beachten. Die Rekonstruktion von Mehrfragment- und Trümmerbrüchen birgt immer die Gefahr, die bislang kompensierten Durchblutungsverhältnisse zu verschlechtern oder gar ganz zu unterbrechen.

1.2 Der Targon-PH-Nagel

1.2.1 Nageldesign

Der Targon-PH-Nagel ist ein gerader Verriegelungsnagel mit einer oberflächenbehandelten Titanlegierung (TiAl 6V4), der antegrad implantiert wird. Den Nagel mit einem Durchmesser von 10 mm proximal bzw. 8 mm distal gibt es in einer kurzen (150 mm) und einer langen Variante (220 mm) für den rechten und den linken Oberarm.

Um eine möglichst hohe Primärstabilität zu erzielen, ist das Einbringen von bis zu vier Titanverriegelungsbolzen in verschiedenen Richtungen und Ebenen auf Höhe des Humeruskopfes möglich. Die vier Verriegelungslöcher im Kopfbereich sind in anatomisch abgestimmten Winkeln angebracht. Der Schraubenverlauf respektiert die Tubercula und den Bizepssehnenansatz, wodurch wichtige anatomische Strukturen geschont werden. Hierdurch wird weiterhin die Relativposition der Fragmente untereinander beibehalten (Stellschraubeneffekt). Ein Gewinde im Nagel sichert einen winkel- und gleitstabilen Sitz der Schraube und damit der Fragmente.

Durch das besondere Schraubendesign der 4,5 mm-Schrauben mit konischem und gewindetragendem Schraubenkopf wird ein besseres Fassen im spongiösen Knochen der Fragmente gewährleistet. Optional ist ein Unterlegen von Fixierungsplättchen möglich. Die beiden distalen Transfixationslöcher unterhalb der Frakturlinie im Schaftbereich werden mit konventionellen 3,5 mm-Verriegelungsschrauben belegt.

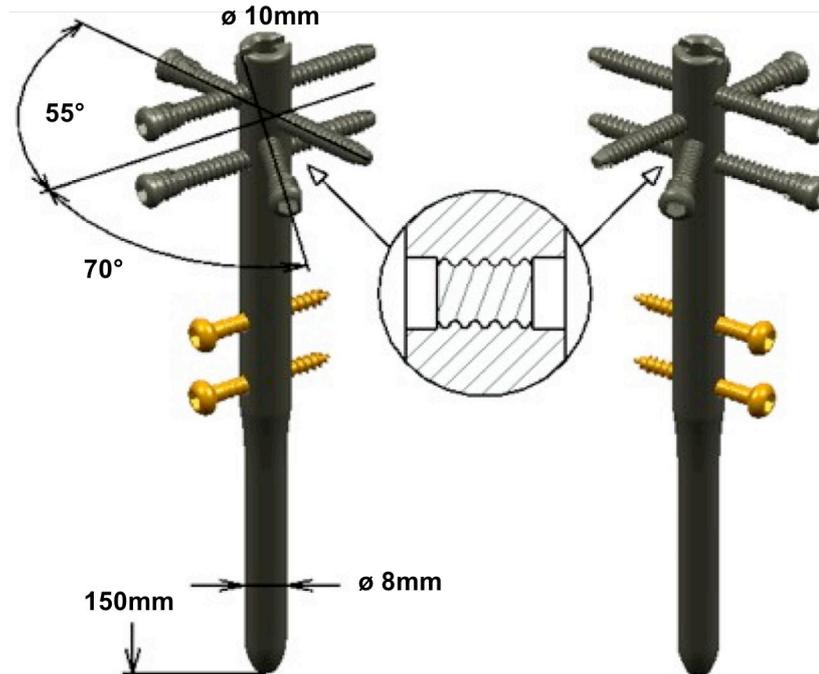


Abbildung 3 Proximaler Humerusnagel 150mm (Targon-PH)

Bei der langen Version des Nagels ist zusätzlich noch eine distale Verriegelung des Nagels mit zwei weiteren Verriegelungsschrauben möglich.

Bei den meisten 3- und 4-Fragmentfrakturen läuft eine Hauptfrakturlinie zwischen dem Kopffragment und dem großen Tuberkel [8, 38]. Durch das gerade Design des Nagels kann er mittig zu den Frakturlinien eingebracht werden.

Die verminderte Relativbewegung der Fragmente untereinander soll die Revaskularisierung erleichtern und die endostale Heilung beschleunigen. Dies soll sofort nach Abklingen der postoperativen Entzündungsphase eine schnell einsetzende intensive Übungstätigkeit und einen raschen Wiedergewinn der Gleitfunktion der subacromialen Bursa ermöglichen.

Eine Implantatentfernung ist bei komplikationslosem Verlauf nicht notwendig.

1.2.2 Indikationen

Als Hauptindikationen für die Implantation des Targon-PH-Nagels gelten einfache Frakturen am chirurgischen Hals des Humerus (Neer III.2) sowie Frakturen mit zusätzlicher Beteiligung eines Tuberkels (Neer IV.3, V.3). 4-Fragmentfrakturen können auch mit dem Implantat behandelt werden, wenn das Kopffragment intakt und für die Einbringung des Nagels groß genug ist. Dieses gilt auch für Frakturen mit anteriorer (Neer VI) oder posteriorer (Neer VII) Luxation des Kopffragments.

Einfache Abrissfrakturen eines Tuberkels (Neer IV.2, V.2) sowie Trümmerfrakturen stellen keine geeignete Indikation da. Auch nichtdislozierte Frakturen (Neer I.1) sind keine ideale Indikation für die Implantation des Nagels, da sie in der Regel konservativ behandelt werden können.

Auf die AO-Klassifikation bezogen bedeutet dies, dass alle Frakturen außer Typ A.1-Frakturen (rein tuberkulär), A.2-Frakturen (nicht disloziert) und C.3-Frakturen (Zertrümmerung des Kopffragmentes) mit dem Targon-PH-Nagel behandelt werden können.

1.2.3 Operative Technik

Die Patienten wurden in Rückenlage und mit 30° aufgerichtetem Oberkörper in der Beach-Chair-Position auf dem Schultertisch gelagert. Der Deltoid-Split-Zugang ausgehend vom Vorderrand des Acromion wurde als Standardzugang gewählt. Anschließend erfolgte die Eröffnung der Bursa subacromialis. Bei intakter Rotatorenmanschette erfolgte die Längsinzision der Manschette 1 cm dorsal des ertasteten Sulcus bicipitis (intertubercularis) in Faserverlauf nach medial. Nach dem Anschlingen der Inzisionsränder und Darstellung der Kalotte erfolgte die Reposition des Humeruskopfes unter Bildwandlerkontrolle. Bei defekter Rotatorenmanschette oder dislozierten Tubercula wurde eine Erweiterung des Rotatorenmanschettenrisses durch Schnitt in Faserverlauf durchgeführt.

Unter Bildwandlerkontrolle wurde der Tellerführungsspieß im Apex des Humeruskopfes positioniert. Hierbei war darauf zu achten, dass ein intakter knöcherner Ring um den Einbringungspunkt des Nagels bestand.

Im nächsten Schritt erfolgte die Eröffnung des Humeruskopfes mittels einer Hohlfräse.

Der Nagel wurde mit dem Zielgerät in den Oberarmschaft einbracht. Die Eindringtiefe des Nagels konnte mit Hilfe der Tiefenmesslatte abgelesen werden. Es war darauf zu achten, dass der Nagel nicht über die Kalotte hinausragt.

Das Einbringen der ersten Fixierschraube erfolgte nach Aufbohren des Schraubenkanals mit dem Spiralbohrer. Je nach Frakturtyp wiederholte sich dieser Vorgang bis zu viermal. Bei Bedarf konnten Fixierungsscheiben zum Fixieren einzelner Fragmente verwendet werden. Die Besetzung der distalen Transfixationslöcher erfolgte ebenfalls über das Zielgerät, anschließend wurde das Zielgerät entfernt, die Rotatorenmanschette und der M. deltoideus adaptiert und nach Einlage einer subkutanen Wunddrainage die Haut verschlossen.

Postoperativ wurden die Patienten mit einem Gilchrist-Verband versorgt. Mit passiven Bewegungsübungen wurde am ersten postoperativen Tag begonnen.

Nach vier Tagen konnten schmerzabhängig erste aktive Übungen durchgeführt werden. Extreme Rotationsbewegungen sollten für sechs Wochen vermieden werden.

1.3 Fragestellung

Ziel der vorliegenden Arbeit soll es sein, die funktionellen Langzeitergebnisse der operativen Versorgung proximaler Humerusfrakturen mit dem Targon-PH-Nagel, anhand der Patienten zu untersuchen, die zwischen 2000 und 2004 in der Abteilung für Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf operiert wurden.

Dabei sollen die Ergebnisse mittels zwei etablierter und standardisierter Scores (Constant-Murley-Score, Neer-Score) objektiviert werden. Die Ergebnisse sollen dann im Vergleich mit den in der Literatur beschriebenen Alternativverfahren diskutiert werden.

2 Material und Methoden

2.1 Allgemeine Übersicht und Patientenkollektiv

Gegenstand dieser Arbeit ist die Nachuntersuchung der in einem Zeitraum von vier Jahren im Universitätsklinikum Hamburg Eppendorf mit einem Targon-PH-Nagel (150mm) behandelten Patienten. Die Patienten wurden sechs, zwölf und 24 Monate nach der Implantation untersucht.

Vom 13.04.2000 bis zum 30.03.2004 wurden am Universitätsklinikum Hamburg Eppendorf 177 Patienten aufgrund einer proximalen Humerusfraktur mit einem Targon-PH-Nagel der Länge 150 mm versorgt. Von diesen 177 Patienten konnten 97 Patienten nach einem halben Jahr, 51 nach einem Jahr und 31 nach zwei Jahren nachuntersucht werden.

2.1.1 Gründe für Nichtteilnahme

Von 177 operierten Patienten wurden 97 (54,8%) nach einem halben Jahr zum ersten Mal nachuntersucht. Insgesamt wurden an allen drei Terminen 106 (59,9%) der Patienten mindestens einmal untersucht. Tabelle 1 zeigt eine Auflistung aller nichtteilgenommenen Patienten und den Grund der Nichtteilnahme.

Anzahl	Grund für Nichtteilnahme
33 (18,6%)	Keine Kontaktaufnahme möglich
19 (10,2%)	Kein Interesse
11 (06,2%)	Gebrechlichkeit oder Demenz
8 (04,5%)	Verstorben

Tabelle 1 Gründe für die Nichtteilnahme an der Studie

Alle Patienten wurden mindestens dreimal mit der Bitte um Rückruf angeschrieben. Falls kein Rückruf erfolgte, wurde mit Hilfe der Auskunft versucht die Telefonnummer des Patienten herauszufinden.

In 33 Fällen konnte kein Kontakt hergestellt werden. Ob die entsprechenden Patienten verstorben, verzogen oder nicht an einer Nachuntersuchung interessiert waren, ließ sich daher nicht klären.

19 Patienten wollten nicht an der Studie teilnehmen. Hier spielten terminliche oder gesundheitliche Gründe, die nicht den Oberarm betrafen,

eine Rolle. Einige Patienten lehnten eine Mitarbeit ohne Angabe von Gründen ab.

Elf Patienten waren zum Zeitpunkt der Untersuchungen nach Angaben von Pflegepersonal oder Angehörigen geistig oder körperlich nicht in der Verfassung an der Nachuntersuchung teilzunehmen.

Acht Patienten waren mittlerweile verstorben.

2.2 Frakturklassifikation

Die gebräuchlichen Klassifikationen für Humeruskopffrakturen teilen die Verletzung nach Frakturverlauf, Anzahl der Fragmente und deren Dislokation ein. Damit ist die Klassifikation wichtiger Bestandteil der Operationsplanung. Ein Problem stellt die Wiederholbarkeit der Ergebnisse dar. Die Beurteilung unterscheidet sich sowohl von Untersucher zu Untersucher (interobserver-reliability) als auch beim selben Untersucher zu verschiedenen Zeitpunkten (intraobserver-reliability) [47, 49]. Auch das Anfertigen und bewerten einer Computertomographie erhöht die Reproduzierbarkeit der Klassifikation nicht [48].

2.2.1 Klassifikation von Humeruskopffrakturen nach Neer

Die weltweit gebräuchlichste Einteilung von Frakturen ist die Klassifikation nach Neer [38]. Sie beruht auf der Unterscheidung der vier von Codman beschriebenen Hauptfragmente [8] und ihrem Dislokationsgrad.

Alle nicht oder gering dislozierten Frakturen werden nach Neer in einer Gruppe (I) zusammengefasst. Sie werden unabhängig von der Zahl der Fragmente als One-Part-Fractures bezeichnet. Als nichtdisloziert gelten Frakturen mit Dislokationen unter 1 cm oder mit Abkippen bis 45°.

Die dislozierten Frakturen werden in die Gruppen II-VII eingeteilt. Wobei sich die Gruppeneinteilung nach der Lage des Frakturspalts bzw. nach den betroffenen Segmenten richtet: Gruppe II umfasst Frakturen auf Höhe des anatomischen Halses, Gruppe III Frakturen am chirurgischen Hals des Humerus. Gruppe IV beschreibt Frakturen bei denen das Tuberculum

majus abgerissen ist, während Gruppe V Frakturen mit Beteiligung des Tuberculum minus beschreibt.

Frakturen bei denen der Humeruskopf luxiert ist werden nach ihrer Luxationsrichtung in die Gruppen VI (anterior) und VII (posterior) eingeteilt.

Die Gruppen der dislozierten Frakturen (II-VI) werden weiter nach Anzahl der Frakturfragmente untergliedert, so dass sich die Bezeichnung der Frakturen aus der Gruppe (I-VII) und der Anzahl der Fragmente zusammensetzt (2-4).

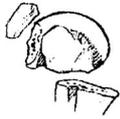
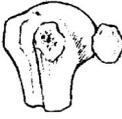
I	Dislozierte Frakturen		
	Anzahl der Fragmente		
	2	3	4
 Collum anatomicum			
 Collum chirurgicum			
IV Tuberculum majus			
V Tuberculum minus			
VI Anteriore Luxationsfraktur			
VII Posteriore Luxationsfraktur			

Abbildung 4 Frakturklassifikation nach Neer [15]

2.2.2 AO-Klassifikation proximaler Humerusfrakturen

Im deutschsprachigen Raum wird häufig die AO-Klassifikation verwendet [37].

Die AO-Klassifikation ist geeignet Frakturen aller langen Röhrenknochen zu beschreiben, wobei jedem Knochen eine Zahl zugeordnet ist. Der Humerus erhält die Ziffer 1. Von proximal nach distal wird der Humerus nun in drei Segmente (1=proximal, 2=diaphysial, 3=distal) unterteilt. Somit erhalten alle proximalen Humerusfrakturen die Kennziffer 11.

Im nächsten Schritt werden die Frakturen in die Typen A, B und C eingeteilt. Typ A umfasst alle extraartikulären unifokalen Frakturen, Typ B extraartikuläre bifokale Frakturen, Frakturen mit Beteiligung der Gelenkfläche werden als Typ C bezeichnet. Jeder Typ wird noch einmal in drei Subtypen untergliedert: A1 beschreibt tuberkuläre unifokale Frakturen, A2 beschreibt unifokale Frakturen mit und A3 Frakturen ohne metaphysärer Impaktion. B Frakturen werden ebenfalls danach eingeteilt, ob sie metaphysär impaktiert (B1) sind oder nicht (B2). Subtyp B3 beinhaltet bifokale, extraartikuläre Frakturen bei denen eine skapulohumerale Luxation vorliegt. Die Einteilung der artikulären Frakturen (Typ C) richtet sich nach der Größe der Dislokation: Wenig dislozierte Frakturen werden als C1 Frakturen bezeichnet, dislozierte und impaktierte Frakturen beinhaltet der Subtyp C2. Frakturen mit Gelenkbeteiligung, die luxiert sind, beschreibt der Subtyp C3.

A extraartikulär unifokal	1  tuberkulär	2  impaktiert	3  nicht impaktiert
B extraartikulär bifokal	1  impaktiert	2  nicht impaktiert	3  disloziert
C artikulär	1  leicht disloziert	2  impaktiert	3  stark disloziert

Abbildung 5 AO-Klassifikation der proximalen Humerusfraktur [37]

2.3 Nachuntersuchungen

Die Nachuntersuchungen fanden sechs, zwölf und 24 Monate nach der Operation in den Räumlichkeiten der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf oder auf Wunsch des Patienten bei diesem zu Hause statt.

2.3.1 Anamneseerhebung

Bei jeder Nachuntersuchung erfolgte zunächst die Anamneseerhebung. Jeder Patient wurde nach der Anzahl der bisher in Anspruch genommenen Physiotherapie-Termine, der Wiederaufnahme der Arbeit (falls nicht schon berentet) und nach möglichen Komplikationen und Beschwerden befragt.

2.3.2 Körperliche Nachuntersuchung

Nach Inspektion und Palpation der betroffenen Schulter wurde bei der körperlichen Untersuchung die Beweglichkeit im Schultergelenk beider Arme nach der Neutral-Null-Methode bestimmt. Außerdem wurde die Kraft beider Arme mit Hilfe einer Federwaage überprüft

2.3.3 Anwendung des Constant- und des Neer-Scores

Zur klinischen Ergebnisevaluation wurden der Constant- und der Neer-Score erhoben.

2.3.3.1 Constant-Score

Der Constant-Score dient zur Beurteilung der Schulterfunktion. Wie Abbildung 6 zeigt werden von 100 möglichen Punkten, maximal 40 für die Funktion, 25 für die Kraft, 15 für die Bewertung der Schmerzen und 20 für die Fähigkeiten des alltäglichen Lebens (activity of daily life=ADL) vergeben. Tabelle 2 zeigt den verwendeten Bewertungsbogen der Nachuntersuchungen.

Die Werte für Schmerzen und ADL werden durch Befragung des Patienten erhoben. Die Funktion wird nach der Neutral-Null-Methode mit einem Winkelmesser bestimmt. Die Kraft wird mit Hilfe einer Federwaage in 90°-

Abduktionstellung gemessen. Hierbei zieht der Untersucher gegen den Widerstand des Patienten die Federwaage nach unten.

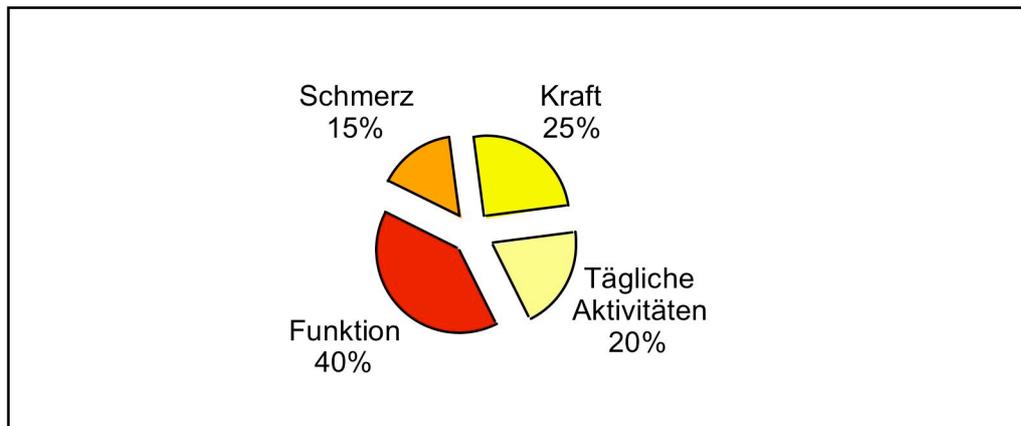


Abbildung 6 Kriteriengewichtung Constant-Score

Zur Relativierung der Ergebnisse wurde auch der Constant-Score der nichtbetroffenen Seite bestimmt. Anschließend wurde ein seitenadaptierter Constant-Score errechnet, der angibt, wie viel Prozent des Constant-Scores der nichtbetroffenen Seite, der Constant-Score der operierten Seite beträgt.

Kategorie	max. Punkte		Punkte
Schmerzen	15		
		Keine	15
		Milde	10
		Mäßige	5
		Starke	0
Activity of daily life (ADL)	20		
Arbeitsfähigkeit	4	Voll	4
		Mehr als die Hälfte	3
		Zur Hälfte	2
		Weniger als die Hälfte	1
		Nicht gegeben	0
Freizeitaktivität z.B. Sport	4	Voll	4
		Mehr als die Hälfte	3
		Zur Hälfte	2
		Weniger als die Hälfte	1
		Nicht gegeben	0
Schlaf	2	Ungestört	2
		z.T. gestört	1
		Stark gestört	0
Schmerzlose Erreichbarkeit	10	Überkopf	10
		Scheitel	8
		Nacken	6
		Xiphoid	4
		Gürtellinie	2
Funktion (schmerzfrei)	40		
Anteversion	10	151° - 180°	10
		121° - 150°	8
		91° - 120°	6
		61° - 90°	4
		31° - 60°	2
		0° - 30°	0
Abduktion		151° - 180°	10
		121° - 150°	8
		91° - 120°	6
		61° - 90°	4
		31° - 60°	2
		0° - 30°	0
Außenrotation	10	71° - 80°	10
		61° - 70°	8
		41° - 60°	6
		21° - 40°	4
		11° - 20°	2
		0° - 10°	0
Innenrotation	10	Handrücken auf TH 7	10
		Handrücken auf TH 12	8
		Handrücken auf L3	6
		Handrücken auf lumbosacralem Übergang	4
		Handrücken auf Gesäß	2
		Handrücken auf Oberschenkel	0
Kraft	25		
		>12kg	25
		12 kg	24
		11 kg	22
		10 kg	20
		9 kg	18
		8 kg	16
		7 kg	14
		6 kg	12
		5 kg	10
		4 kg	8
		3 kg	6
		2 kg	4
		1 kg	2

Tabelle 2 Bewertungsbogen Constant-Score

2.3.3.2 Neer-Score

Der Neer-Score setzt sich aus folgenden Kriterien zusammen: 35 der 100 möglichen Punkte werden für die Beurteilung der Schmerzen und 25 für die Funktion im Schultergelenk vergeben. Mit jeweils maximal zehn Punkten werden Kraft, Beweglichkeit, Stabilität und Anatomie bewertet.

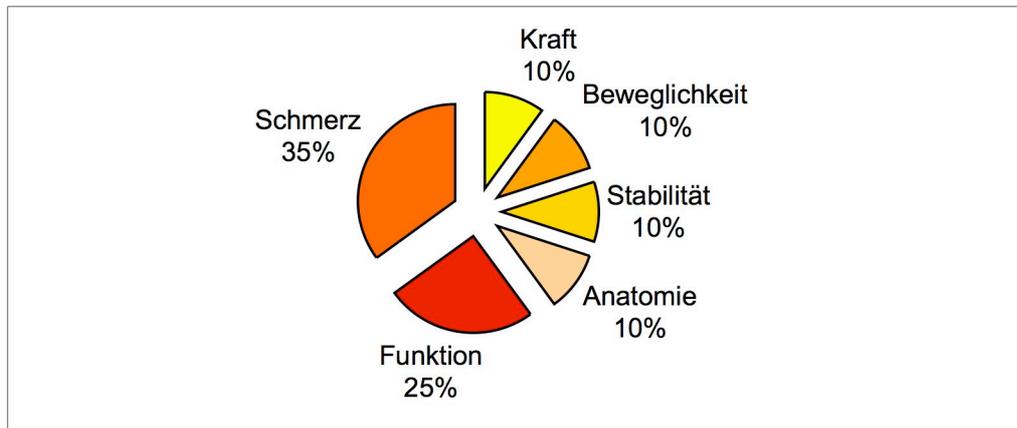


Abbildung 7 Kriteriengewichtung Neer-Score

Da für die korrekte Bewertung der Anatomie bei jeder Untersuchung eine Röntgenuntersuchung nötig gewesen wäre, wurde der modifizierte Neer-Score nach Kristiansen angewandt [25], so dass sich eine Maximalpunktzahl von 90 Punkten ergibt. Röntgenuntersuchungen wurden nur bei unklaren Beschwerden der Patienten vorgenommen. Abbildung 8 gibt die prozentualen Verhältnisse der Kriterien des modifizierten Neer-Scores wieder.

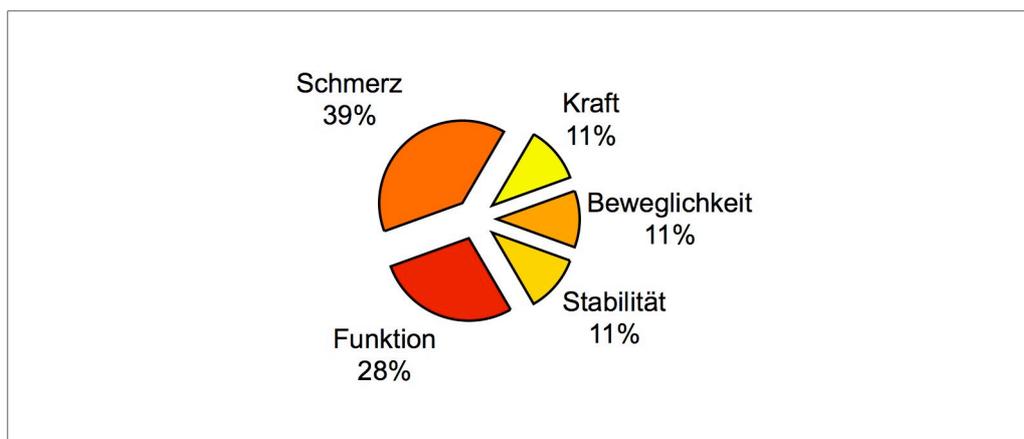


Abbildung 8 Kriteriengewichtung des modifizierten Neer-Scores [25]

Analog zum Constant-Score wurde auch ein seitenadaptierter Neer-Score berechnet, so dass sich ein vergleichbarer Prozentwert ergibt.

Kategorie	max. Punkte		Punkte
Schmerzen	35		
		Keine	35
		Gelegentlich	30
		Geringfügig	25
		Tolerabel, NSAR	15
		Stark einschränkend	5
		Total einschränkend	5
Kraft	10		
		Normal	10
		Gut	8
		Mittel	6
		Gering	4
		Einschränkend	2
		Schlecht	0
Reichweite	10		Summe
		Kopfscheitel	2
		Mund	2
		Gürtelschnalle	2
		Gegenüberliegende Axilla	2
		Büstenhalterverschluss (BWK 10)	2
Stabilität	10		Summe
		Beim Heben	2
		Beim Werfen	2
		Beim Stampfen/Trommeln	2
		Beim Stossen	2
		Beim Überkopfhalten	2
Arbeitshöhe	10		
		Über Kopf	10
		Scheitel	8
		Hals	6
		Xiphoid	4
		Gürtellinie	2
Funktion	25		
Flexion	6	180°	6
		170°	5
		130°	4
		100°	2
		80°	1
		< 80°	0
Abduktion	6	180°	6
		170°	5
		140°	4
		100°	2
		80°	1
		< 80°	0
Extension	3	45°	3
		30°	2
		15°	1
		< 15°	0
Außenrotation	5	60°	5
		30°-	3
		10°	1
		< 10°	0
Innenrotation	5	90° (Handrücken auf TH 6)	5
		70° (Handrücken auf TH 12)	4
		50° (Handrücken auf L5)	3
		30° (Handrücken auf Gesäß)	2
		< 30°	0
Anatomie	10		
		Korrekt	10
		Fast korrekt	8
		Befriedigend	4
		Inkorrekt	0-2

Tabelle 3 Bewertungsbogen Neer-Score

2.3.3.3 Bewertung der Scores

Neer schlägt zur Bewertung der Ergebnisse seines Scores folgendes Verfahren vor: Ergebnisse über 90 Punkten sind als „sehr gut“ anzusehen. Liegt das Ergebnis zwischen 81 und 90 Punkten ist das Ergebnis „gut“ und zwischen 71 und 80 Punkten „befriedigend“. Liegt der Scorewert unter oder bei 70 Punkten bewertet Neer das Ergebnis als „schlecht“ [38].

Da für diese Studie in den Nachuntersuchungen keine Röntgenbilder angefertigt wurden, konnte nicht der vollständige Neer-Score erhoben werden. Wie schon in anderen Untersuchungen [25] wird daher der absolute modifizierte Neer-Score wie in Tabelle 4 gezeigt bewertet.

Relativer Score	Bewertung
≥ 80	sehr gut
70 – 79	gut
60 – 69	befriedigend
≤ 59	schlecht

Tabelle 4 Bewertung des abs. Neer-Scores nach Kristiansen [25]

Constant gibt für seinen Schulter-Score keine Bewertungsgrenzen an. Die Vergleichbarkeit von Ergebnissen wird daher erschwert.

Tingart et al. [56] zeigten in einem Vergleich von Ergebnissen des Neer-Scores mit Ergebnissen des Constant-Scores, dass bei Verwendung der Bewertungskriterien Neers für den Constant-Score eine gute Korrelation vorliegt. Er schlägt daher vor, die Bewertungskriterien von Neer [38] auch auf den absoluten Constant-Score anzuwenden.

Boehm [6] schlägt 1997 vor, den seitenadaptierten Constant-Score in die Kategorien „ausgezeichnet“ (91-100%), „gut“ (81-90%), „befriedigend“ (71-80%), „ausreichend“ (61-70%) und „schlecht“ (<60%) einzuteilen.

Lill [27] wiederum gibt für die Bewertung des Constant-Scores folgende Punktgrenzen vor: 100-86 Punkte entsprechen einem „sehr guten“ Ergebnis, 85-71 Punkte einem „guten“, 70-56 einem „befriedigenden“ und ein Wert unter 56 Punkte einem „schlechten“ Ergebnis. Diese Bewertung des Constant-Scores hat sich in der Literatur durchgesetzt und soll, wie in Tabelle 5 dargestellt, auch in dieser Arbeit verwendet werden.

Absoluter Score	Bewertung
≥ 86	sehr gut
71 – 85	gut
56 – 70	befriedigend
< 56	schlecht

Tabelle 5 Bewertung des abs. Constant-Scores nach Lill [27]

2.3.3.4 Bewertung durch den Patienten

Abschließend wurde der untersuchte Patient gebeten, anhand einer Schulnoten (1-6) zu beurteilen, wie zufrieden er mit Aussehen, Zustand und Funktion der verletzten Schulter ist. Tabelle 6 zeigt die Zuordnung der Schulnoten.

Note	Bewertung
1	sehr gut
2	gut
3	befriedigend
4	ausreichend
5	mangelhaft
6	ungenügend

Tabelle 6 „Schulnoten“-Bewertung durch den Patienten

2.3.4 Statistische Analyse

Alle Ergebnisse werden als Mittelwert (\pm Standardabweichung) angegeben. Unterschiede zwischen den Gruppen wurden mit dem Standard-t-Test berechnet. Wenn die Daten nicht normalverteilt waren, wurde der Mann-Whitney-Test verwendet. Alle Tests wurden mit einer angestrebten Power von $\beta=0,8$ und einem Signifikanzniveau von $\alpha=0,05$ durchgeführt. Hierbei wurden die Daten mit Microsoft Excel 2004 for Mac und SigmaStat (2.03) von SPSS bearbeitet.

2.3.5 Graphische Darstellung

Die Ergebnisse der Scores werden in Box-Plot-Graphiken dargestellt. Abbildung 9 erklärt die Darstellung der Box-Plots. In dem schwarzen Balken liegen 2/3 der Stichprobe, während der dünne Streifen die „Range“ des Kollektivs zeigt.

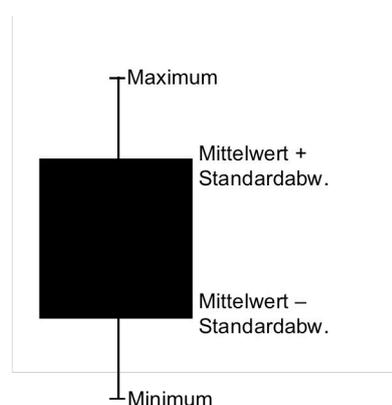


Abbildung 9 Prinzip der Box Plots

3 Ergebnisse

3.1 Patientenkollektiv

Von 97 nachuntersuchten Patienten waren 21 (21,7%) männlichen Geschlechts und 76 (78,4%) weiblich. Damit liegt das Geschlechterverhältnis von Männern zu Frauen bei 1/3,6.

Das Durchschnittsalter aller untersuchten Patienten lag zum Zeitpunkt der Operation bei 68,2 ($\pm 15,6$) Jahren. Die Männer waren bei der Operation im Durchschnitt 55,5 ($\pm 16,3$) Jahre alt. Das Alter des jüngsten Patienten betrug 31 Jahre, das des ältesten 87. Das Durchschnittsalter der weiblichen Patienten betrug 71,7 ($\pm 13,6$) Jahre. Die jüngste Patientin war bei der Operation 30 Jahre alt, während das Alter der ältesten 94 Jahre betrug. Abbildung 10 gibt einen Überblick über die Alters- und Geschlechterverteilung der Patienten.

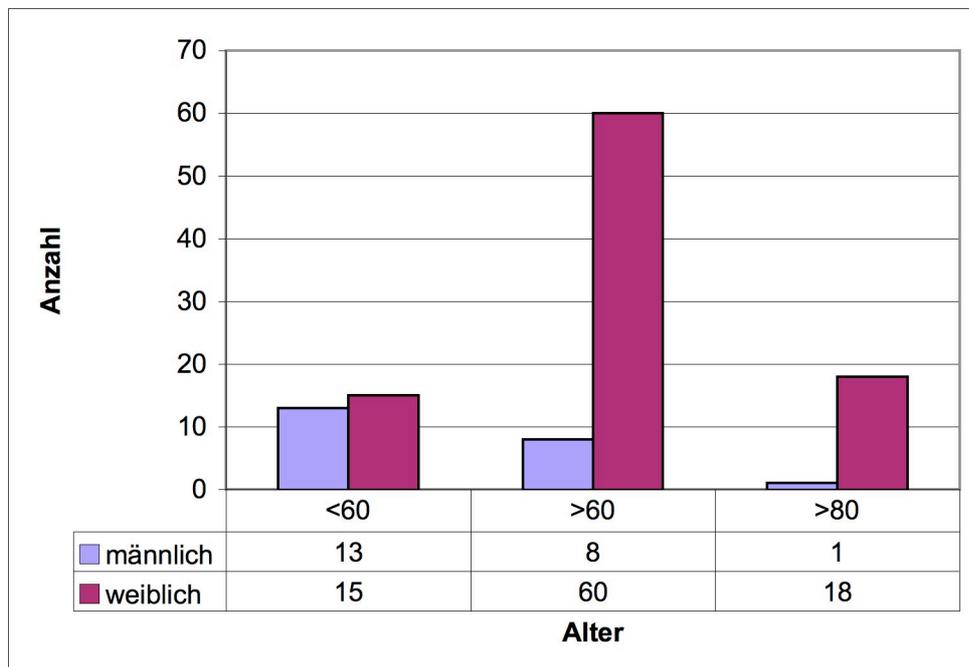


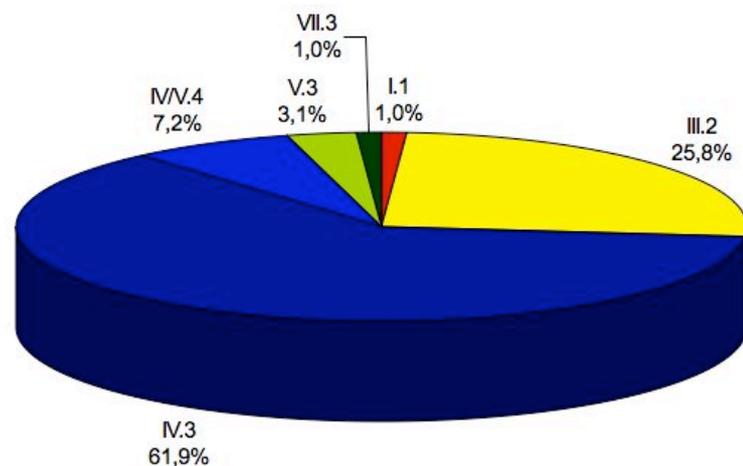
Abbildung 10 Altersverteilung nach Geschlecht

Bei 97 Frakturen war 42-mal (43,2%) der rechte Oberarm und 55-mal (56,7%) der linke Oberarm betroffen. Die Fraktur betraf bei 46 (47,4%) Patienten den dominanten Arm.

3.2 Frakturklassifikation

3.2.1 Klassifizierung nach Neer

Fast 2/3 der klassifizierten Frakturen (65,0%) waren Frakturen mit drei Fragmenten. Bei den 63 3-Fragmentfrakturen war 60-mal das Tuberculum majus (Neer IV.3) und 3-mal das Tuberculum minus (Neer V.3) betroffen. 25 (25,8%) der Frakturen waren einfache Frakturen am chirurgischen Hals des Humerus (Neer III.2), also dislozierte 2-Fragmentfrakturen. Unter den 97 beurteilten Frakturen befanden sich sieben (7,2%) 4-Fragmentfrakturen (Neer IV/V.4). Eine Fraktur zeigte sich auf den Röntgenaufnahmen nur wenig disloziert (Neer I.1) und ein weiterer Patient wies eine Luxation des Humeruskopfes nach posterior (Neer VII.3) auf.



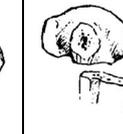
I.1	III.2	IV.3	IV/V.4	V.3	VII.3	n
1	25	60	7	3	1	97
						

Abbildung 11 Frakturklassifizierung nach Neer [15]

3.2.2 Klassifizierung nach der AO

46 der 97 (47,4%) klassifizierten Frakturen waren bifokal und extraartikulär (Gruppe B). Zwölf dieser Frakturen wiesen eine metaphysäre Impaktierung (B.1) auf und fünf waren disloziert (B.3).

25,8% (25 von 97) waren 2-Fragmentfrakturen (Gruppe A), 18 dieser Frakturen waren nicht impaktiert (A.3).

Bei 26 (26,8%) Frakturen war die Gelenkfläche des Humerus betroffen (Gruppe C), 18 davon waren impaktiert (C.2) und eine glenohumeral luxiert (C.3).

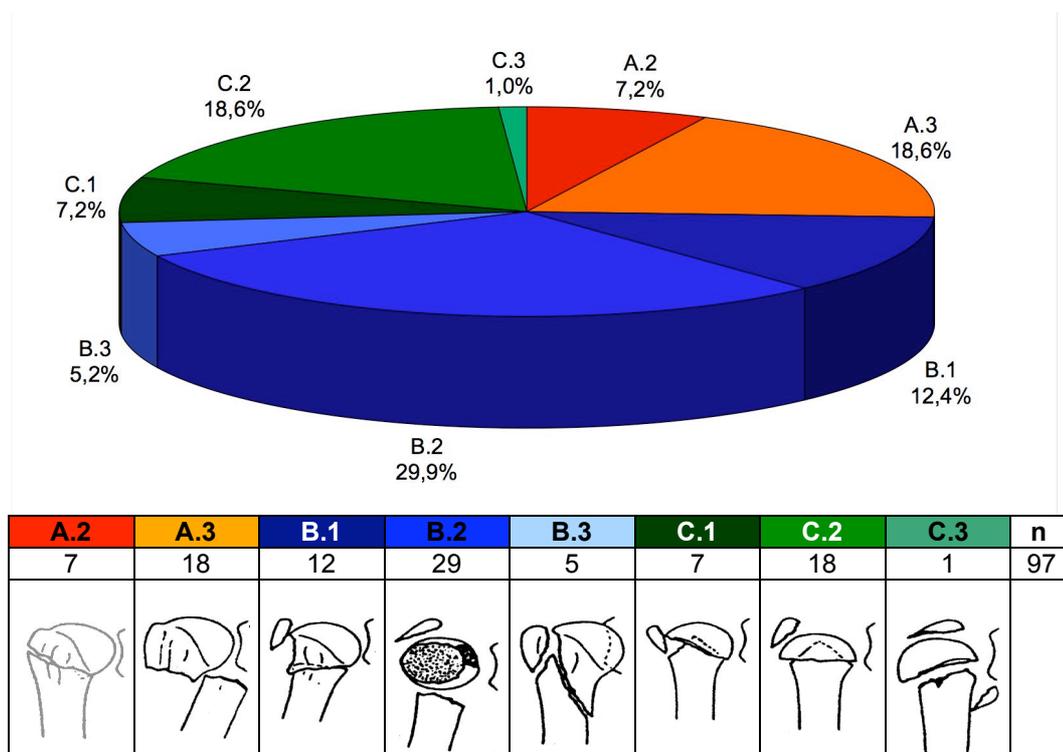


Abbildung 12 Frakturklassifizierung nach AO [37]

3.3 Verlauf

3.3.1 Präoperative Wartezeit

Die Zeit von der Aufnahme bis zur Operation betrug im Durchschnitt 1,2 ±1,3 Tage (frühester Termin am Aufnahmetag selbst, spätester Termin sieben Tage nach der Aufnahme), wobei die Verzögerungen meistens auf einer verspätete Zuweisung der Patienten zurückzuführen war. Abbildung 13 zeigt die genaue Verteilung der Wartezeit.

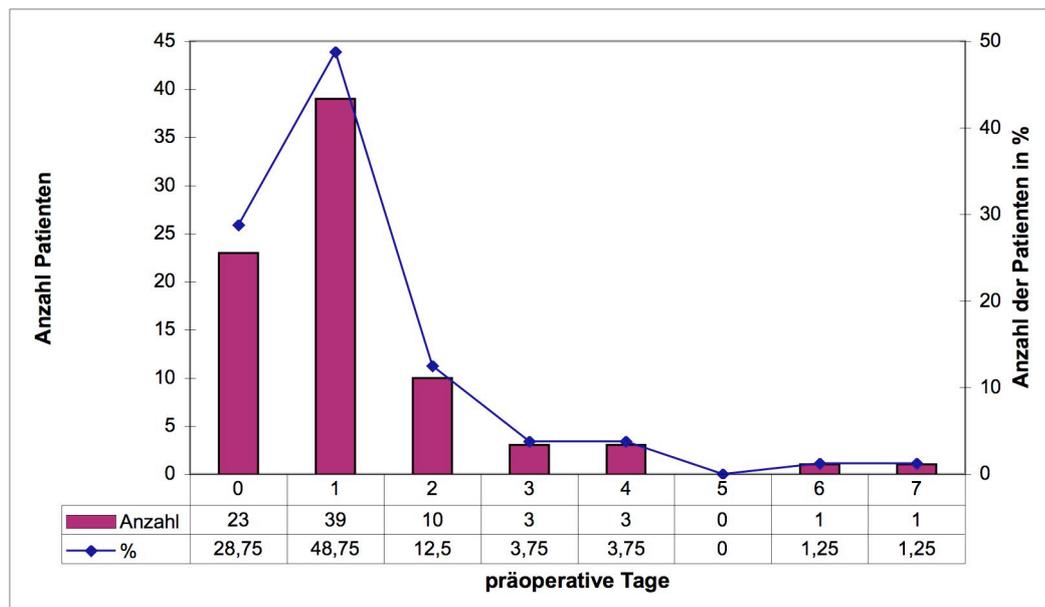


Abbildung 13 Präoperative Wartezeit

3.3.2 Operation

Die 97 Operationen wurden von insgesamt 20 verschiedenen Operateuren durchgeführt. Während ein Operateur den Nagel 31-mal implantierte, operierten einige Operateure nur einmal.

Die durchschnittliche Operationszeit bei der Implantation des Nagels betrug 81,9 (±32,3) Minuten. Die kürzeste Schnitt-Naht-Zeit betrug 25 Minuten, während die längste Operation 230 Minuten dauerte.

3.3.3 Stationärer Aufenthalt

Im Durchschnitt blieben die Patienten 9,6 (±3,3) Tage in stationärer Behandlung. Der kürzeste stationäre Aufenthalt dauerte drei Tage, eine Patientin konnte das Krankenhaus erst nach 23 Tagen das verlassen.

3.3.4 Physiotherapie

Durchschnittlich nahmen alle Patienten an 52,7 ($\pm 27,8$) ambulanten Physiotherapiebehandlungen teil. Während ein Patient an 170 Sitzungen teilnahm, lehnten einige Patienten jede weitere ambulante Physiotherapie ab.

3.4 Funktionelle Ergebnisse

Zunächst sollen die funktionellen Ergebnisse aller untersuchten Patienten zusammengefasst werden. Im Anschluss werden die Ergebnisse zur besseren Vergleichbarkeit nach der Anzahl der Fragmente und dem Alter aufgeschlüsselt. Hierbei werden dann nur noch die Ergebnisse des relativen Constant-Scores ein Jahr nach der Operation analysiert.

3.4.1 Ergebnisse des absoluten Constant-Scores

Der mittlere Constant-Score der verletzten Seite betrug bei der ersten Nachuntersuchung 59,5 ($\pm 18,2$) Punkte und stieg bis zur nächsten Untersuchung auf 71,2 ($\pm 16,1$) Punkte. Im weiteren Verlauf wurde nach zwei Jahren ein mittlerer Constant-Score der verletzten Seite von 68,2 ($\pm 19,7$) Punkten gemessen. Abbildung 14 zeigt die Entwicklung des absoluten Constant-Scores der verletzten Schulter im Verlauf.

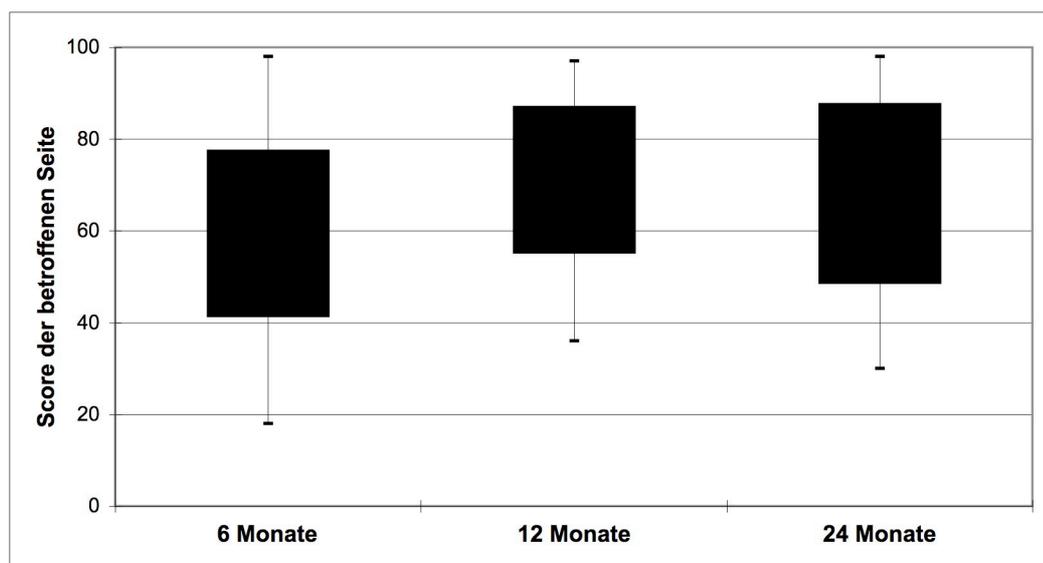


Abbildung 14 Absoluter Constant-Score aller Patienten

3.4.2 Ergebnisse des relativen Constant-Scores

Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich, wenn man den Score der betroffenen Seite in Prozent der nichtbetroffenen Schulter angibt. Nach einem halben Jahr betrug der relative Constant-Score 71,7% ($\pm 18,3\%$), nach einem Jahr 82,1% ($\pm 14,1$). Nach zwei Jahren erreichte die betroffene Seite 80,2% ($\pm 17,5\%$) der nicht-verletzten Schulter. In Tabelle 7 ist der Constant-Score beider Schultern und der relative Score angegeben. Abbildung 15 zeigt den durchschnittlichen seitenadaptierten Constant-Score zu den einzelnen Untersuchungszeitpunkten.

		Constant-Score in Punkten				Score der betroffenen Seite in Prozent der nichtbetroffenen Seite	
Monate	n	Betroffene Seite		Nichtbetroffene Seite		Mittelwert	Standardabw
		Mittelwert	Standardabw	Mittelwert	Standardabw		
6	97	59,5	$\pm 18,2$	83,0	$\pm 11,8$	71,7	$\pm 18,3$
12	51	71,2	$\pm 16,1$	86,2	$\pm 9,6$	82,1	$\pm 14,1$
24	31	68,2	$\pm 19,7$	84,0	$\pm 11,4$	80,2	$\pm 17,5$

Tabelle 7 Constant-Scores aller Patienten

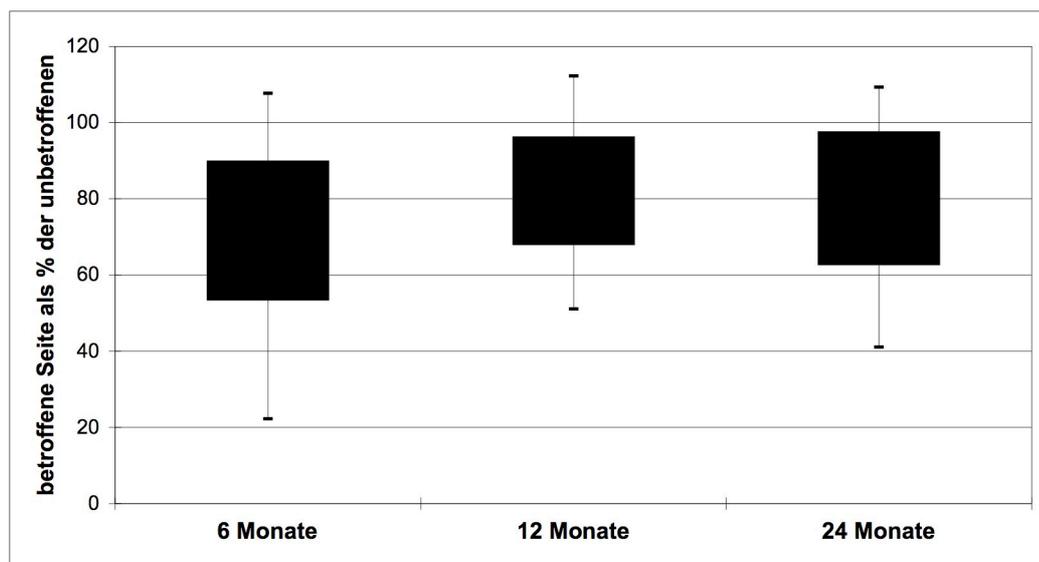


Abbildung 15 Rel. Constant-Score aller Patienten

3.4.2.1 Vergleich der Ergebnisse des relativen Constant-Scores

Da die Mittelwerte und die Varianz des relativen Constant-Scores nicht normalverteilt waren, konnte der t-Test nicht angewendet werden. Daher soll die Signifikanz mit dem Mann-Whitney-Test berechnet werden. Tabelle 8 stellt die hierzu errechneten Mediane und Perzentilen dar.

	N	Median	25. Perzentile	75. Perzentile
6 Monate	97	73,7	56,6	86,8
12 Monate	51	83,7	73,3	91,7
24 Monate	31	85,5	67,7	93,1

Tabelle 8 Statistische Auswertung des rel. Constant-Scores aller Patienten

Im Vergleich zu den 6 Monatsergebnissen haben sich die mittleren Ergebnisse der Patienten nach einem Jahr ($P < 0,001$) und nach 2 Jahren ($P = 0,018$) signifikant verbessert. Beim Vergleich der Ergebnisse des 2. Follow up mit den Ergebnissen des 3. Follow up ergibt sich keine signifikante Veränderung ($P = 0,815$).

3.4.3 Ergebnisse des absoluten Neer-Scores

Wie aus Tabelle 9 und Abbildung 16 ersichtlich, erreichte nach sechs Monaten die verletzte Schulter im Mittel 65,5 Punkte ($\pm 14,9$) im modifizierten Neer-Score. Nach weiteren sechs Monaten wurden auf der operierten Seite im Durchschnitt 72,2 Punkte ($\pm 13,4$) gemessen. In der abschließenden Untersuchung nach zwei Jahren wurde ein durchschnittlicher modifizierter Neer-Score von 70,9 Punkten ($\pm 16,1$) erreicht.

		Neer-Score in Punkten				Score der betroffenen Seite in Prozent der nichtbetroffenen Seite	
Monate	n	Betroffene Seite		Nichtbetroffene Seite		Mittelwert	Standardabw
		Mittelwert	Standardabw	Mittelwert	Standardabw		
6	97	65,5	$\pm 14,9$	84,7	$\pm 8,3$	78,1	$\pm 22,8$
12	51	72,2	$\pm 13,4$	85,2	$\pm 8,4$	84,7	$\pm 14,1$
24	31	70,9	$\pm 16,6$	84,2	$\pm 6,0$	83,5	$\pm 16,3$

Tabelle 9 Neer-Score aller Patienten

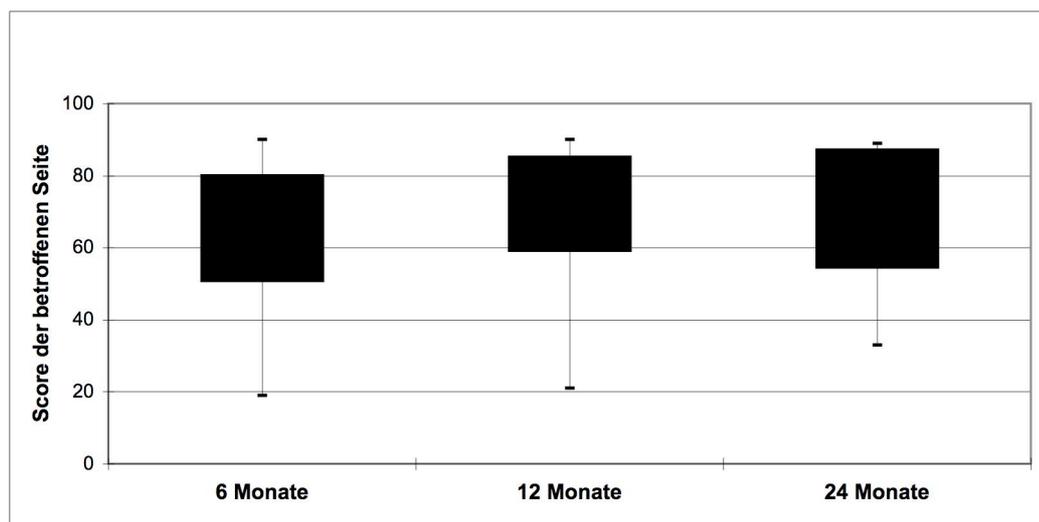


Abbildung 16 Absoluter modifizierter Neer-Score aller Patienten

3.4.4 Ergebnisse des relativen Neer-Scores

Die operierte Schulter erreichte nach sechs Monaten im modifizierten Neer-Score durchschnittlich 78,1% ($\pm 22,8\%$) der nichtbetroffenen Seite. Nach zwölf Monaten errechnet sich ein durchschnittlicher relativer Neer-Score von 84,7% ($\pm 14,1$) und ein Jahr später ein relativer Neer-Score von 83,5% ($\pm 16,3$). Abbildung 17 zeigt den relativen modifizierten Neer-Score der Patienten zu den einzelnen Untersuchungszeitpunkten.

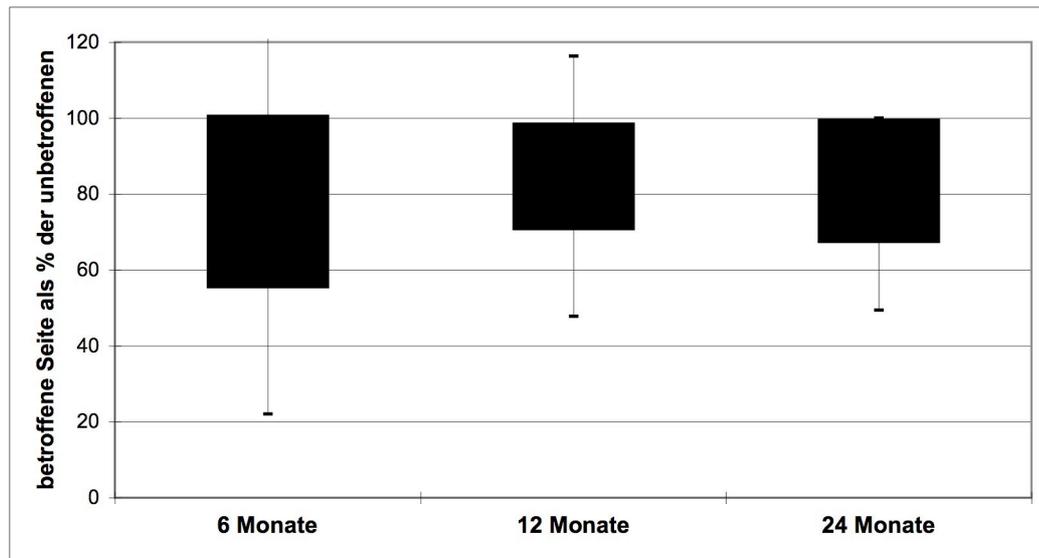


Abbildung 17 Rel. Neer-Score aller Patienten

3.4.5 Bewertung der Ergebnisse aller Patienten

In den Abbildungen 18-20 sind die Bewertungen der Ergebnisse zu den einzelnen Nachuntersuchungsterminen graphisch dargestellt. Abbildung 18 zeigt die Bewertung des absoluten Constant-Scores, Abbildung 19 die Bewertung des absoluten Neer-Scores.

Abbildung 20 stellt die subjektive Bewertung der Ergebnisse durch die Patienten selbst dar. Die Darstellungsform ist so gewählt, dass alle zu einem Follow up untersuchten Patienten mit 100% gleichgesetzt werden und in einer Säule dargestellt werden. Die einzelnen Bewertungskategorien sind als farbige Anteile der Säule dargestellt. Wobei die absolute Zahl der Patienten jeweils innerhalb des farbigen Feldes angegeben wird.

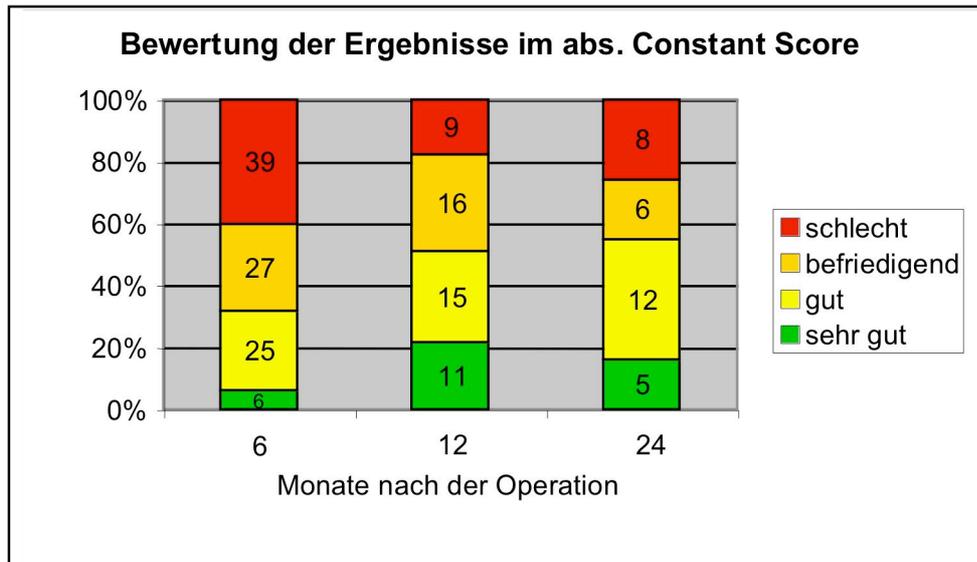


Abbildung 18 Bewertungen des absoluten Constant-Scores aller Patienten

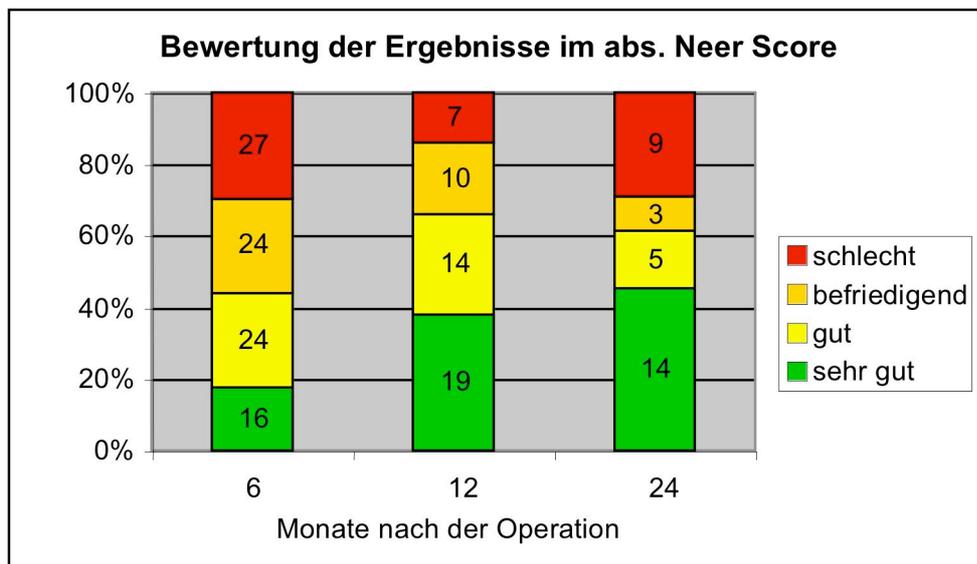


Abbildung 19 Bewertung des absoluten Neer-Scores aller Patienten

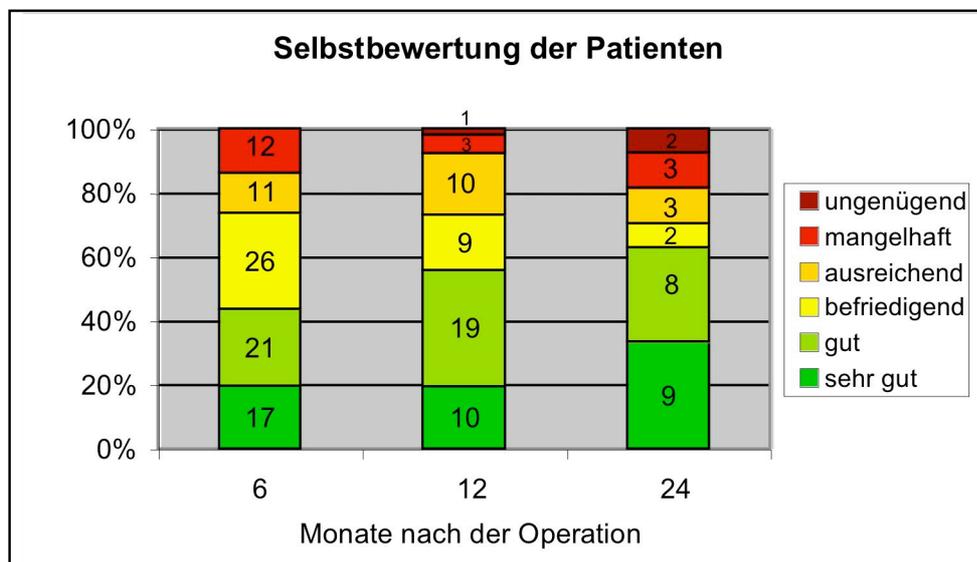


Abbildung 20 Selbstbewertung der Patienten

3.4.5.1 Bewertung der Ergebnisse nach 6 Monaten

Nach sechs Monaten sind 32,0% der absoluten Constant-Scores und 44,0% des Neer-Scores als sehr gut oder gut zu bewerten. 27,8% des Constant-Scores und 26,4% des Neer-Scores sind befriedigend und 40,2% des Constant-Scores und 29,7% des Neer-Scores sind schlecht.

Die Patienten beurteilten ihre Ergebnisse mit einer durchschnittlichen Schulnote von 2,9, also als befriedigend. 43,7% der Patienten beurteilten ihr Ergebnis mit sehr gut oder gut, 29,9% mit befriedigend und 12,6% mit ausreichend. Ein ungenügendes Ergebnis sahen 13,8% der Patienten.

3.4.5.2 Bewertung der Ergebnisse nach 12 Monaten

51% der erhobenen Constant-Scores ergeben im Follow up nach einem Jahr ein sehr gutes oder gutes Ergebnis, im Neer-Score fallen 66,0% der Ergebnisse in diese Kategorien. Befriedigend sind 31,4% des Constant-Scores und 20,0% des Neer-Scores. Ein schlechtes Ergebnis erreichen 17,7% der untersuchten Patienten im Constant-Score und 14,0% im Neer-Score.

Die Patienten gaben dem Zustand ihrer Schulter in 55,8% der Fälle eine sehr gute oder gute Schulnote. 17,3% fanden das Ergebnis befriedigend und 19,2% ausreichend. Als mangelhaft oder ungenügend beurteilten 7,7% der Patienten ihre Ergebnisse.

3.4.5.3 Bewertung der Ergebnisse nach 24 Monaten

Im dritten Follow up sind 54,8% der Constant-Scores und 61,3% der Neer-Scores sehr gut oder gut. Befriedigend sind im Constant-Score 19,4% und im Neer-Score 9,7% der Ergebnisse. Als schlecht sind 25,8% der Ergebnisse des Constant-Scores und 29,0% des Neer Scores zu beurteilen.

63,0% der Patienten bewerteten ihre Ergebnisse nach zwei Jahren mit sehr gut oder gut. Befriedigend fanden den Zustand ihrer Schulter 7,4% der Untersuchten. 37,5 bewerteten ihre Schulter mit der Schulnote 4 („ausreichend“) und 11,1% mit 5 („mangelhaft“). 7,4% der Untersuchten beurteilten das Ergebnis der Therapie als ungenügend.

3.5 Ergebnisse in Abhängigkeit von der Fragmentanzahl

3.5.1 Ergebnisse der Patienten mit 2-Fragmentfraktur

Tabelle 10 zeigt die Ergebnisse der Patienten im Constant-Score, die eine 2-Fragmentfraktur erlitten. In Abbildung 21 werden die Ergebnisse des relativen Constant-Scores graphisch dargestellt.

Der Mittelwert des relativen Constant-Scores lag nach einem halben Jahr bei 25 untersuchten Patienten bei durchschnittlich 72,6% ($\pm 22,5$). Nach einem Jahr konnte bei 15 nachuntersuchten Patienten ein durchschnittlicher Mittelwert von 77,8% ($\pm 15,2$) ermittelt werden. Nach zwei Jahren betrug der Constant-Score der betroffenen Seite im Durchschnitt 85,8% ($\pm 13,9$) der nichtbetroffenen Schulter.

Monate	n	Constant-Score in Punkten		Score der betroffenen Seite in Prozent der nichtbetroffenen Seite	
		Betroffene Seite Mittelwert Standardabw	Nichtbetroffene Seite Mittelwert Standardabw	Mittelwert	Standardabw
6	25	58,0 $\pm 23,3$	78,9 $\pm 17,7$	72,6	$\pm 22,5$
12	15	64,4 $\pm 17,8$	82,1 $\pm 11,9$	77,8	$\pm 15,2$
24	9	74,2 $\pm 19,6$	85,2 $\pm 11,7$	85,8	$\pm 13,9$

Tabelle 10 Constant-Score der Patienten mit 2-Fragmentfraktur

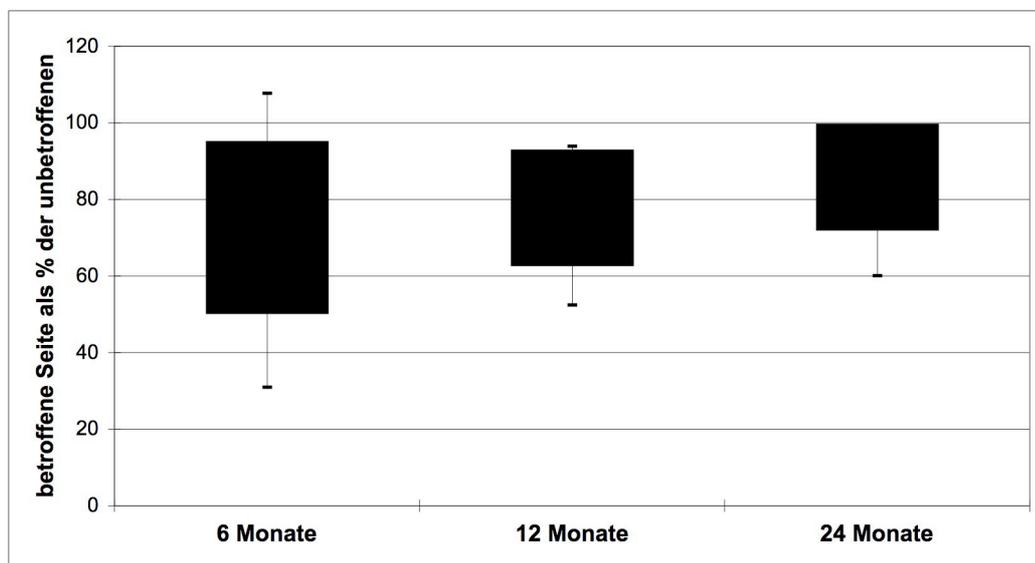


Abbildung 21 Rel. Constant-Score der Patienten mit 2-Fragmentfraktur

3.5.2 Ergebnisse der Patienten mit 3-Fragmentfraktur

Die Ergebnisse der Patienten mit einer 3-Fragmentfraktur werden in Tabelle 11 und in Abbildung 22 dargestellt. Bei 63 Patienten errechnet sich nach sechs Monaten ein relativer Constant-Score von 72,3% ($\pm 17,2$). Nach zwölf Monaten wurden 31 Patienten mit einer 3-Fragmentfraktur und einem mittleren relativen Constant-Score von 84,2% ($\pm 13,6$) nachuntersucht. Bei den 19 Patienten mit entsprechender Fraktur, die nach 24 Monaten untersucht wurden, ergab sich ein seitenadaptierter Constant-Score von 81,0% ($\pm 16,7$).

Monate	n	Constant-Score in Punkten				Score der betroffenen Seite in Prozent der nichtbetroffenen Seite	
		Betroffene Seite		Nichtbetroffene Seite		Mittelwert	Standardabw
		Mittelwert	Standardabw	Mittelwert	Standardabw		
6	63	60,4	$\pm 16,5$	84,0	$\pm 12,4$	72,3	$\pm 17,2$
12	31	74,0	$\pm 14,6$	87,6	$\pm 08,3$	84,2	$\pm 13,6$
24	19	67,9	$\pm 18,5$	82,9	$\pm 10,9$	81,0	$\pm 16,7$

Tabelle 11 Constant-Score der Patienten mit 3-Fragmentfraktur

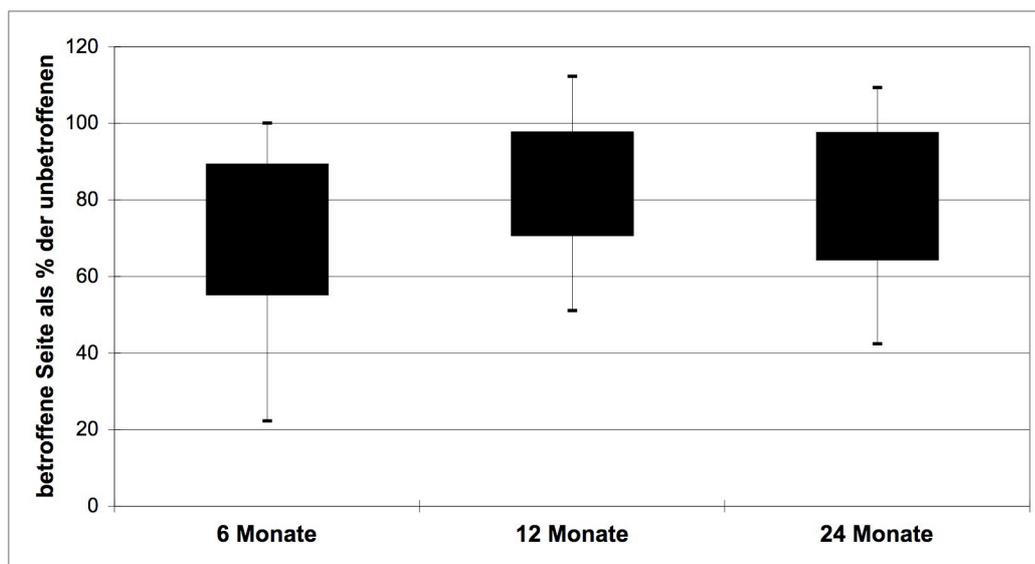


Abbildung 22 Rel. Constant-Score der Patienten mit 3-Fragmentfraktur

3.5.3 Ergebnisse der Patienten mit 4-Fragmentfraktur

Tabelle 12 und Abbildung 23 zeigen die Ergebnisse der Patienten mit einer 4-Fragmentfraktur.

Unter den sieben Patienten, die nach einem halben Jahr nachuntersucht wurden, befanden sich zwei mit einer partiellen Nekrose des Humeruskopfes und eine Patientin, der eine der proximalen Schrauben entfernt werden musste.

Die Scores der Patienten mit partieller Humeruskopfnekrose verschlechterten sich im Laufe der Nachuntersuchungen.

		Constant-Score in Punkten				Score der betroffenen Seite in Prozent der nichtbetroffenen Seite	
Monate	n	Betroffene Seite		Nichtbetroffene Seite		Mittelwert	Standardabw
		Mittelwert	Standardabw	Mittelwert	Standardabw		
6	7	58,6	±10,5	88,4	±05,8	64,1	±11,7
12	4	70,5	±16,6	89,3	±07,7	78,5	±12,9
24	2	61,5	±26,2	91,0	±12,7	66,2	±19,5

Tabelle 12 Constant-Score der Patienten mit 4-Fragmentfraktur

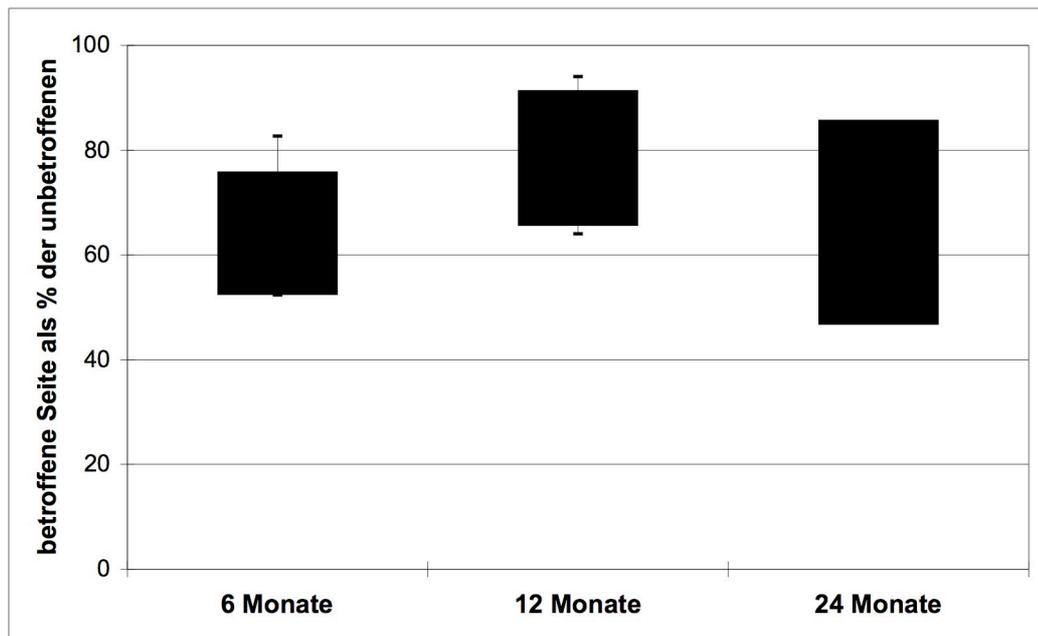


Abbildung 23 Rel. Constant-Score der Patienten mit 4-Fragmentfraktur

3.6 Vergleich der Ergebnisse nach Anzahl der Fragmente

Tabelle 13 und Abbildung 24 zeigen die 1-Jahresergebnisse im relativen Constant-Score nach der Anzahl der Fragmente aufgeteilt.

Fragm.	n	Constant-Score in Punkten				Score der betroffenen Seite in Prozent der nichtbetroffenen Seite	
		Betroffene Seite		Nichtbetroffene Seite		Mittelwert	Standardabw
		Mittelwert	Standardabw	Mittelwert	Standardabw		
2	15	64,4	±17,8	82,1	±11,9	77,8	±15,2
3	31	74,0	±14,6	87,6	±8,3	84,2	±13,6
4	4	70,5	±16,6	89,3	±7,7	78,5	±12,9

Tabelle 13 Constant Score (1 Jahr) in Abhängigkeit von der Fragmentanzahl

Die 15 Patienten mit zwei Frakturfragmenten erreichten nach einem Jahr einen durchschnittlichen relativen Constant-Score von 77,8% ($\pm 15,2$), die 31 Patienten mit einer 3-Fragmentfraktur 84,2% ($\pm 13,6$). Statistisch lässt sich mit dem Mann-Whitney-Test aber kein signifikanter Unterschied feststellen ($p=0,281$). Die vier Patienten mit einer 4-Fragmentfraktur erreichten nach einem Jahr einen durchschnittlichen relativen Constant-Score von 78,5% ($\pm 12,9$). Sowohl im Vergleich mit den 2-Fragmentfrakturen ($P=0,96$), als auch mit den 3-Fragmentfrakturen ($P=0,392$) lässt sich eine zufällige Verteilung nicht ausschließen.

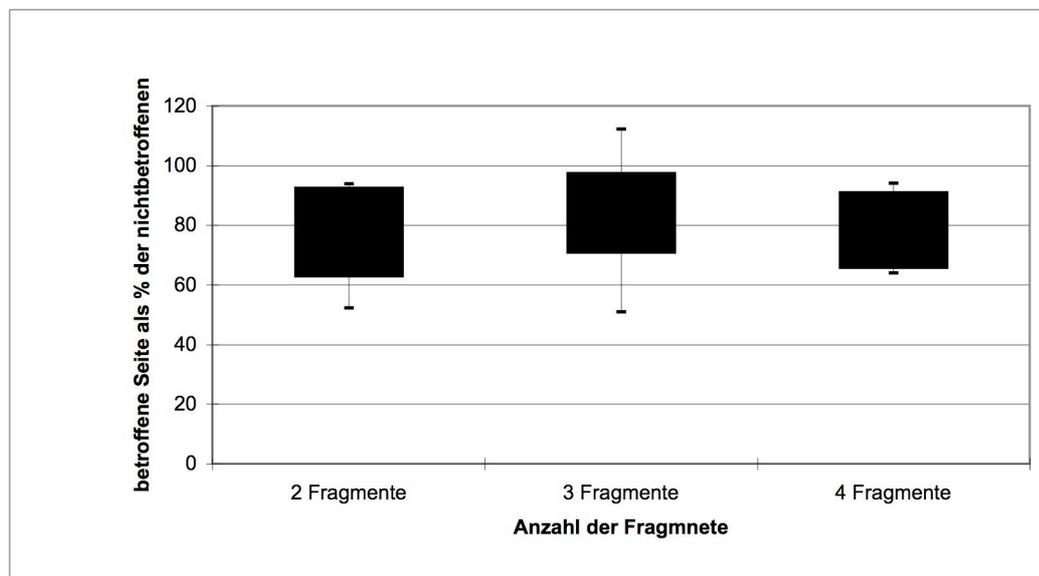


Abbildung 24 Rel. Constant-Score (1 Jahr) nach Fragmentanzahl

3.7 Vergleich der Ergebnisse in Abhängigkeit vom Alter

Tabelle 14 zeigt die Ergebnisse der 1-Jahresuntersuchung in Bezug auf das Alter der Patienten. Dies wird in Abbildung 25 graphisch dargestellt.

Alter	n	Constant-Score in Punkten				Score der betroffenen Seite in Prozent der nichtbetroffenen Seite	
		Betroffene Seite		Nichtbetroffene Seite		Mittelwert	Standardabw
		Mittelwert	Standardabw	Mittelwert	Standardabw		
≤60	16	82,2	±11,9	94,1	±05,7	87,4	±12,1
>60	69	66,2	±15,3	82,6	±08,9	79,7	±14,5
>80	20	61,2	±11,6	78,5	±06,5	78,1	±14,2

Tabelle 14 Constant-Score (1 Jahr) in Abhängigkeit vom Alter

Nach einem Jahr erreichten die 16 Patienten, die zum Zeitpunkt der Operation 60 Jahre alt oder jünger waren, einen durchschnittlichen relativen Constant-Score von 87,4% ($\pm 12,1$). 35 Patienten, die älter als 60 Jahre waren, erreichten in der zweiten Nachuntersuchung einen relativen Constant-Score von durchschnittlich 79,7% ($\pm 14,5$). Dieser Unterschied ist aber nicht signifikant ($P=0,074$). Im Vergleich mit den Patienten, die älter als 80 Jahre alt waren und einen mittleren Score von 78,1% ($\pm 14,2$) erreichten, lässt sich weder zu den unter-60jährigen Patienten ($P=0,089$) noch zu den über-60jährigen Patienten ($P=0,827$) ein signifikanter Unterschied nachweisen.

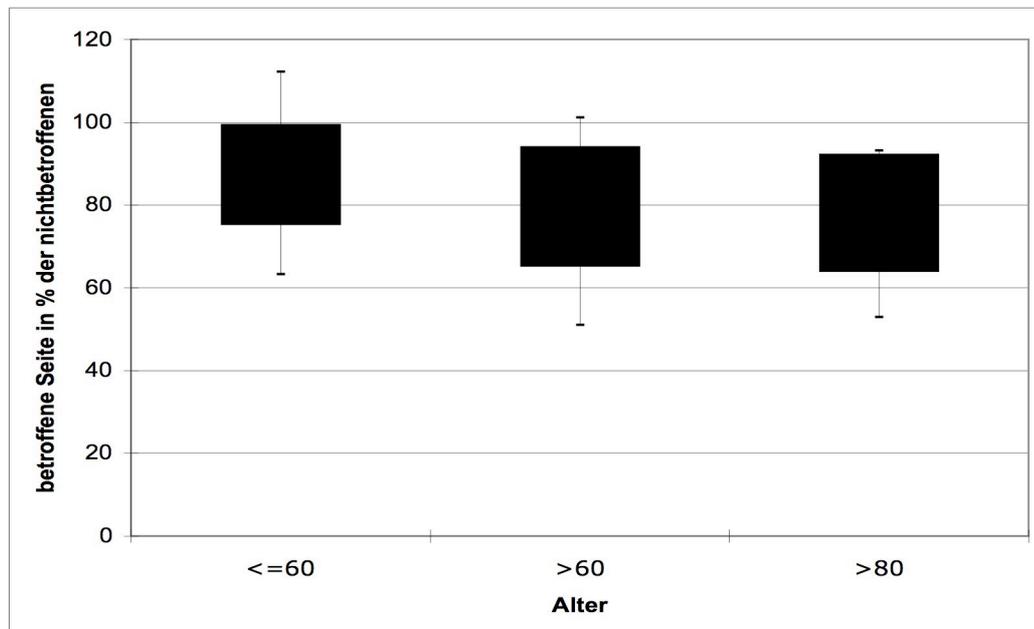


Abbildung 25 Rel. Constant-Score (1 Jahr) in Abhängigkeit vom Alter

3.8 Komplikationen

Im Zeitraum der Nachuntersuchung wurden alle Komplikationen der Patienten, die sich wieder im UKE vorstellten, erhoben. Bei den 97 Patienten, die sich nach einem halben Jahr wieder vorstellten, wurden im weiteren Verlauf zehn Komplikationen festgestellt, die im Folgenden beschrieben werden. Tabelle 15 gibt einen Überblick über die aufgetretenen Komplikationen und die anschließende Therapie.

Komplikation	Anzahl %	Therapie
Impingment Verriegelungsschraube	5 (5,2%)	4 Entfernung einer oder mehrerer Schrauben 1 komplette Materialentfernung
Partielle Humeruskopfnekrose	3 (3,1%)	1 Komplette ME und Resektionsarthroplastik 1 Entfernung von proximalen Schrauben 1 Belassen des Implantats
Sekundäre Dislokation Humeruskopf	1 (1,0%)	1 Empfehlung zur Hemiarthroplastik Patientin lehnt jedoch ab
Komplette Humeruskopfnekrose	1 (1,0%)	1 Patient verweigert weitere Therapie

Tabelle 15 Komplikationen

3.8.1 Entfernung von Verriegelungsschrauben

Bei fünf Patienten, die bei den Nachuntersuchungen durch anhaltende Schmerzen bei Bewegung auffielen, wurde nach Überweisung in die Unfallchirurgische Poliklinik des Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf und Anfertigung von Röntgenaufnahmen festgestellt, dass eine oder mehrere der proximalen Verriegelungsschrauben des Nagels zu den Beschwerden führten. Bei drei Patienten wurde ein, bei einem zwei der Bolzen entfernt. Bei einer Patientin ist auf eigenen Wunsch bei guter knöcherner Durchbauung das gesamte Implantat entfernt worden.

3.8.2 Sekundäre Dislokation des Humeruskopfes

Eine Patientin wies im weiteren Verlauf eine sekundäre Dislokation des Humeruskopfes auf. Der Patientin wurde zu einer Humeruskopfprothese geraten, was die Patientin jedoch ablehnte.

3.8.3 Nekrose des Humeruskopfes

Bei vier Patientinnen entstand im weiteren Verlauf eine Humeruskopfnekrose. Bei einer der Patientinnen lag eine vollständige Nekrose des Humeruskopfes vor, bei drei eine partielle. Zwei der drei

Patientinnen, mit einer partiellen Nekrose, erlitten eine 4-Fragmentfraktur (Neer IV.4), die andere eine IV.3-Fraktur. Die Patientin mit der kompletten Nekrose erlitt eine IV.3-Fraktur. Die Patientin mit der kompletten Nekrose des Humeruskopfes lehnte eine weitere Therapie ab. Bei einer Patientin mit einer partiellen Nekrose des Humeruskopfes konnte durch die Entfernung von zwei proximalen Schrauben eine deutliche Linderung der Beschwerden erreicht werden. Einer Patientin mit einer Teilnekrose des Humeruskopfes wurde der Nagel entfernt und eine Resektionsarthroplastik durchgeführt. Die dritte Patientin mit einer partiellen Humeruskopfnekrose entschied sich nach eingehender Beratung dazu, den Nagel in situ zu belassen.

3.8.4 Elektive Materialentfernung zu späterem Zeitpunkt

Den Patienten wurde üblicherweise dazu geraten, den Nagel in situ zu belassen. Vier Patienten mit einem Alter unter 50 Jahren (Durchschnittsalter 42,3) bestanden allerdings auf einer kompletten Materialentfernung, die im Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf komplikationslos durchgeführt wurde.

4 Kasuistik

4.1 Komplikationsloser Verlauf

4.1.1 Anamnese

Eine 63 Jahre alte Patientin wurde am 14.02.2002 nach Sturz auf den rechten Arm in die chirurgische Aufnahme des Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf eingewiesen. Bei der klinischen Untersuchung zeigte sich ein druckschmerzhafter proximaler Oberarm ohne Prellmarke, ohne offene Verletzung und ohne Fehlstellung. Die Beweglichkeit des rechten Armes war schmerzhaft eingeschränkt. Die distale Durchblutung, Motorik und Sensibilität waren intakt.

4.1.2 Röntgendiagnostik

Die initial durchgeführte Nativröntgendiagnostik der rechten Schulter in zwei Ebenen zeigte eine subkapitale Humerusfraktur mit Abriss des Tuberculum majus.

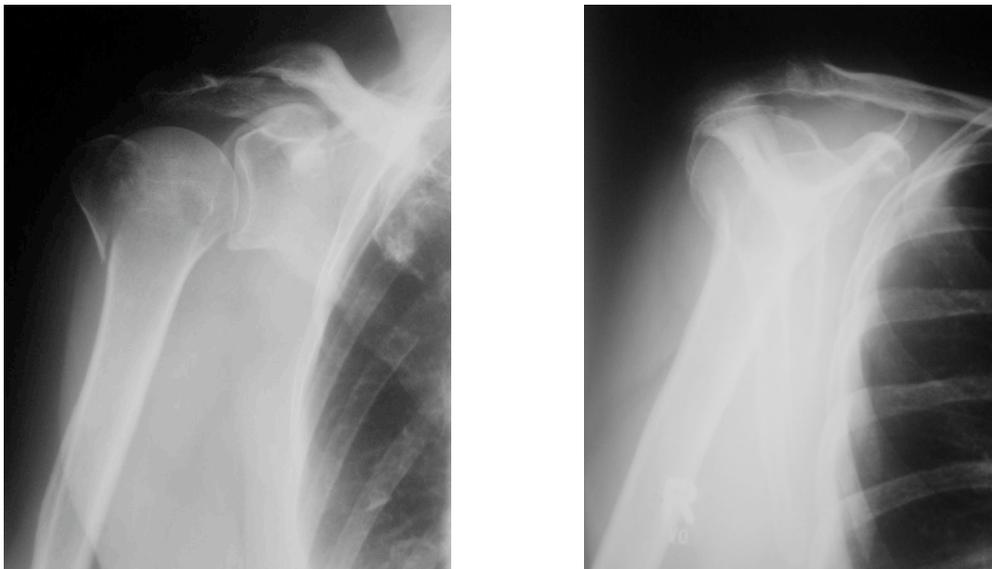


Abbildung 26 Patientin ohne Komplikationen: Unfallbilder

Bei der anschließenden Computertomographie bestätigte sich der Verdacht der subkapitalen Fraktur. Damit handelte es sich um eine IV.3 Fraktur nach Neer und eine B.1 Fraktur nach der AO-Klassifikation.

4.1.3 Therapie

Einen Tag nach der stationären Aufnahme wurde in komplikationsloser Intubationsnarkose ein Targon-PH-Nagel (8x150 mm) in einer 55-minütigen Operation implantiert. Der Nagel wurde proximal mit einer 32 mm langen und einer 30 mm langen Schraube verriegelt. Zusätzlich wurde zur besseren Fixierung des Tuberkulumfragments eine Unterlegscheibe eingesetzt. Distal wurde die Verriegelung mit zwei 24 mm langen Schrauben durchgeführt.

Nach komplikationslosem postoperativem Verlauf konnte die Patientin nach einem zwölf-tägigen stationären Aufenthalt nach Hause entlassen werden.

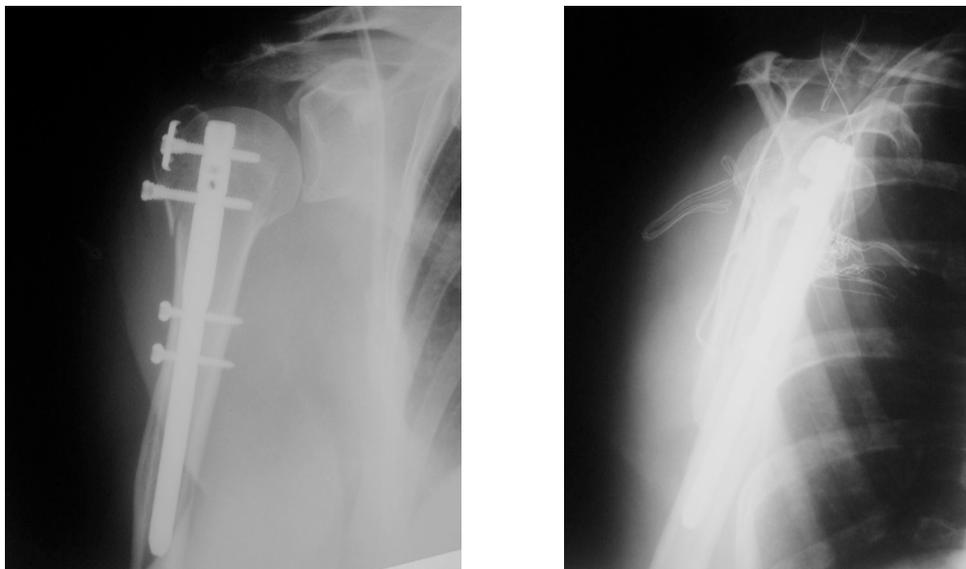


Abbildung 27 Patientin ohne Komplikationen: Post-Op-Bilder

4.1.4 1. Follow up

Nach sechs Monaten wurde die Patientin zum ersten Mal im Rahmen dieser Studie untersucht. Sie befand sich zu diesem Zeitpunkt noch zweimal pro Woche in physiotherapeutischer Behandlung. Es waren seit der Operation keine Komplikationen aufgetreten.

Bei der Untersuchung ergab sich auf der dominanten, betroffenen rechten Seite ein Constant-Score von 76 Punkten und auf der linken Seite ein Constant Score von 83 Punkten. Der modifizierte Neer-Score betrug 76 Punkte auf der rechten Seite und 85 Punkte auf der linken Seite. Die seitenadaptierten Werte betragen 91,2% im relativen Constant-Score und 89,4% im relativen Neer-Score.

4.1.5 2. Follow up

Bei der zweiten Nachuntersuchung nach zwölf Monaten ergab sich auf der rechten Seite ein Constant-Score von 82 Punkten und ein modifizierter Neer-Score von 81 Punkten. Die linke Seite wurde im Constant-Score mit 81 Punkten und im Neer-Score mit 80 Punkten bewertet. Die betroffene rechte Seite erreichte damit 101,2% des Constant-Scores der linken Seite und im modifizierten Neer-Score 101,3% des Scores der nichtbetroffenen Seite.

4.1.6 3. Follow up

Bei der letzten Nachuntersuchung nach 24 Monaten betrug der Constant-Score der linken Seite 85 Punkte und der modifizierte Neer-Score 88 Punkte. Die rechte Schulter erreichte im Constant-Score 89 Punkte und damit 103,5% der linken Schulter. Im modifizierten Neer-Score erreichte die rechte Schulter mit 85 Punkten 98,9% des Scores der linken Seite.



Abbildung 28 Patientin ohne Komplikationen: Funktionsbilder (24 Monate)

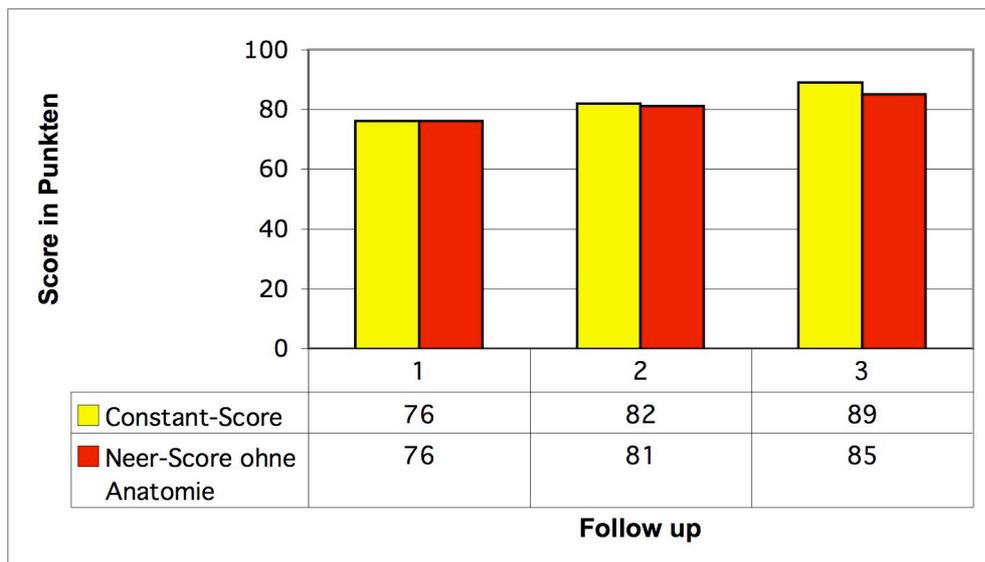


Abbildung 29 Patientin ohne Komplikationen: Scores der verletzten Schulter

4.2 Elektive totale Materialentfernung

4.2.1 Anamnese

Der 33-jährige Patient stürzte von einer Leiter auf beide ausgestreckten Arme. Bei der Aufnahmeuntersuchung zeigte sich eine Schwellung mit lokalem Druckschmerz über dem linken Schultergelenk.

4.2.2 Röntgendiagnostik

Die Röntgenaufnahmen der linken Schulter zeigte eine subkapitale Fraktur des Humerus mit Beteiligung des Tuberculum majus (Neer IV.3; AO B.1).

4.2.3 Therapie

Die Fraktur des Humerus wurde am Aufnahmetag mit einem Targon-PH-Nagel (8x150mm) versorgt. Der Nagel wurde proximal und distal mit jeweils zwei Schrauben verriegelt. Die Schnitt-Naht-Zeit betrug 25 Minuten. Nach komplikationslosem postoperativem Verlauf konnte der Patient nach sechs Tagen entlassen werden.



Abbildung 30 Patient mit elektiver Materialentfernung: Unfallbild



Abbildung 31 Patient mit elektiver Materialentfernung: Post-Op-Bild

4.2.4 1. Follow up

Nach sechs Monaten stellte sich der Patient zur ersten Nachuntersuchung innerhalb dieser Studie vor. Er hatte während der ersten drei Monate post operationem an 24 ambulanten physiotherapeutischen Sitzungen teilgenommen. Die betroffene, nichtdominante linke Seite zeigte bei der Untersuchung im Constant-Score mit 85 Punkten 85% des Constant-Scores der rechten Seite (100 Punkte). Im modifizierten Neer-Score waren mit 79 Punkten auf der operierten Seite 87,8% des Scores der gesunden Schulter erreicht. Der Patient arbeitete zu diesem Zeitpunkt bereits wieder und es waren keine Komplikationen aufgetreten.

4.2.5 2. Follow up

Bei der 1-Jahresuntersuchung ergab die Untersuchung einen relativen Constant-Score von 97% und einen seitenadaptierten Neer-Score von 100%. Bei dieser Untersuchung äußerte der Patient den Wunsch nach einer Materialentfernung. Nach ausgiebiger Beratung und Anfertigung von Röntgenbildern, bei denen sich bei regelrechter Materiallage ein gute knöcherne Durchbauung zeigte, erfolgte die komplikationslose Materialentfernung.



Abbildung 32 Röntgenbild (13 Monate)

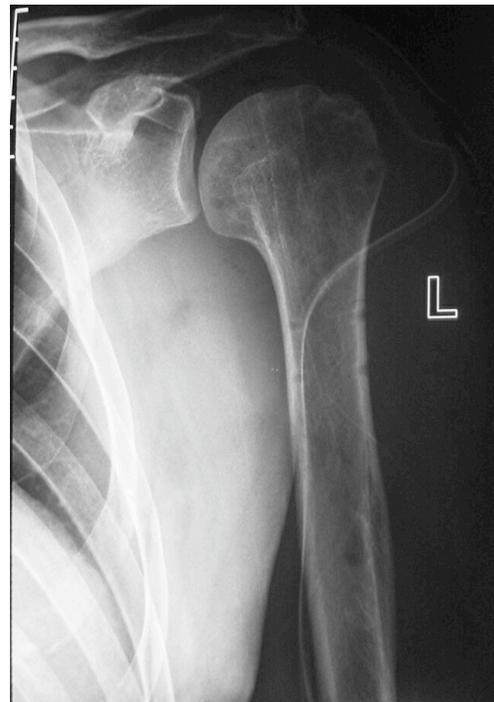


Abbildung 33 Röntgenbild nach ME

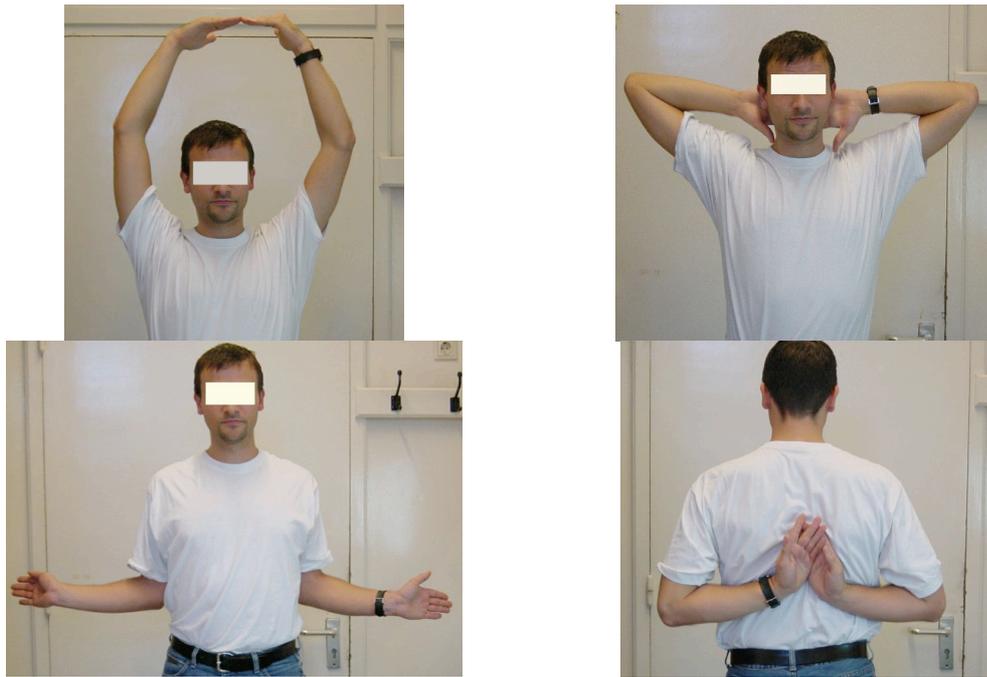


Abbildung 34 Patient vor elektiver ME: Funktionsbilder (12 Monate)

4.2.6 3. Follow up

24 Monate nach der ersten Operation und elf Monate nach der Materialentfernung erschien der Patient zur Nachuntersuchung. Nach der Materialentfernung wurde er noch 40-mal krankengymnastisch behandelt. Er erreichte einen relativen Constant-Score von 92%. Lediglich bei der Außenrotation ($70^{\circ}/85^{\circ}$), der Kraft (10kg/>12kg) und der Einsatzfähigkeit im Sport war der Punktwert der betroffenen Seite noch erniedrigt. Der relative modifizierte Neer-Score betrug 93,3% bei 84 von 90 Punkten.

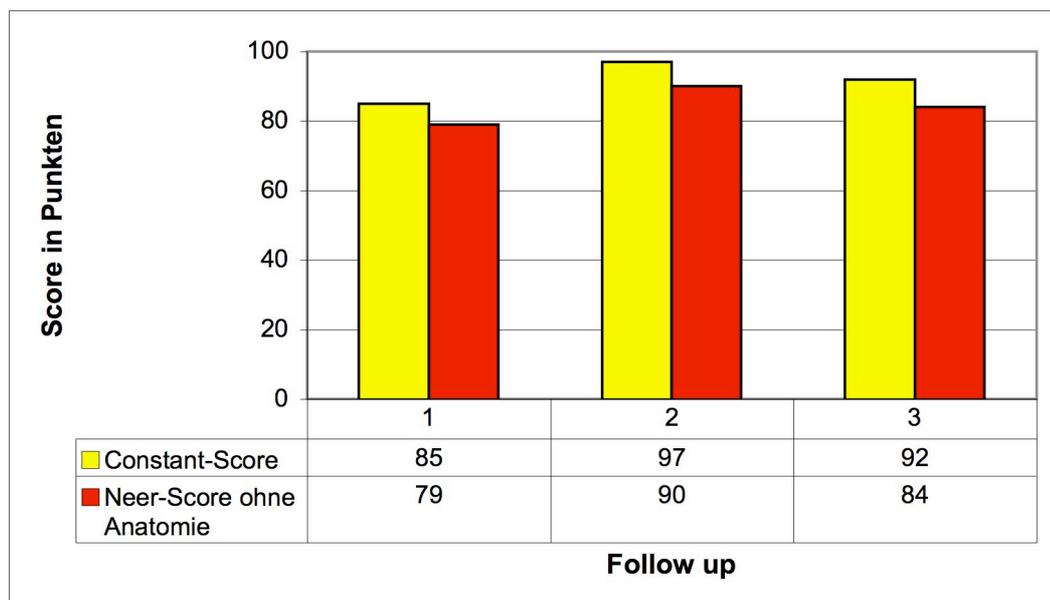


Abbildung 35 Patient mit elektiver ME: Scores der verletzten Schulter

4.3 Humeruskopfnekrose

4.3.1 Anamnese

Nach Sturz auf der Straße wurde die 80-jährige Patientin in die Unfallchirurgische Notaufnahme eingeliefert. Die linke Schulter war stark druckschmerzhaft und geschwollen. Die periphere Durchblutung, Motorik und Sensibilität des linken Armes waren intakt.

4.3.2 Röntgendiagnostik

Bei der angefertigten Röntgenaufnahme der Schulter in zwei Ebenen zeigte sich eine subkapitale Humerusfraktur mit Beteiligung des Tuberculum majus und der Gelenkfläche mit metaphysärer Impaktierung, so dass eine IV.3-Fraktur nach Neer und eine C2 Fraktur nach der AO-Klassifikation vorlag.



Abbildung 36 Patientin mit HKN: Unfallbilder

4.3.3 Therapie

Die Patientin wurde einen Tag nach der Aufnahme operiert. In einer 50-minütigen Operation wurde ein Targon-PH-Nagel (8x150 mm) implantiert, der proximal mit einer 42 mm und einer 30 mm langen Schrauben

verriegelt wurde. Distal wurde der Nagel mit zwei 24 mm langen Schrauben fixiert. Die Operation verlief komplikationslos. Die Patientin wurde zwölf Tage nach der Aufnahme entlassen.

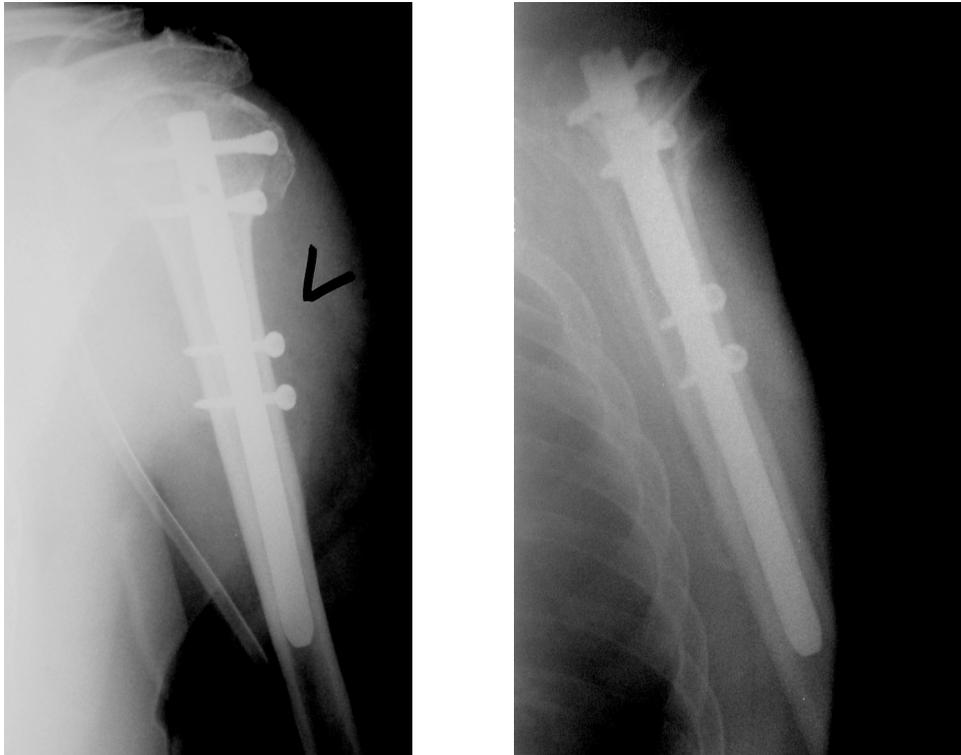


Abbildung 37 Patientin mit HKN: Röntgenbilder 2 Tage post-Op

4.3.4 1. Follow up

Sechs Monate nach der Operation wurde die Patientin zur ersten Nachuntersuchung einbestellt. Zu diesem Zeitpunkt befand sich die Patientin zweimal wöchentlich in krankengymnastischer Behandlung. Sie klagte über eine schlechte Funktion und anhaltende Schmerzen, wegen derer sie noch Schmerzmittel einnahm. Die schlechte Funktion bestätigte sich auch in der Nachuntersuchung. Die Patientin konnte den betroffenen Arm nicht weiter als 70° abduzieren und flektieren. Die Außenrotation war bis 5° möglich. Der Constant-Score der linken Schulter betrug 42 Punkte und damit 53,8% der dominanten rechten Seite, die 78 Punkte erreichte. Der seitenadaptierte modifizierte Neer-Score betrug 63,1 % bei 53 Punkten auf der operierten Seite und 84 Punkten auf der nichtbetroffenen Seite.

Zur weiteren Abklärung wurden Röntgenbilder angefertigt. Die Bilder zeigten eine beginnende Nekrose des Humeruskopfes und dadurch ein Überstehen der proximalen Schrauben und des proximalen Nagelendes.

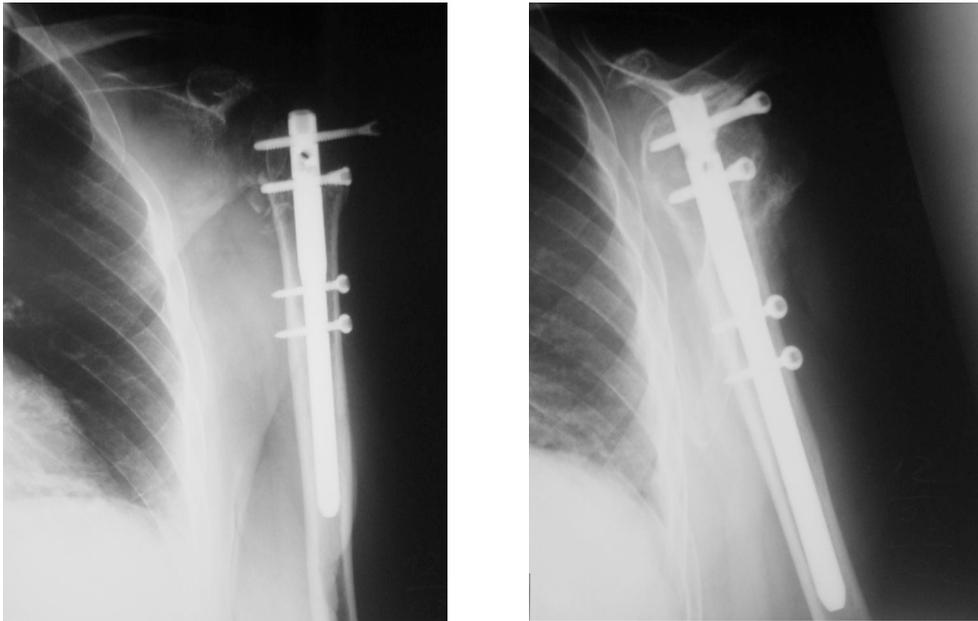


Abbildung 38 Patientin mit HKN: Röntgenbilder 6 Monate post-Op

4.3.5 2. Follow up

Nach einem Jahr erschien die Patientin zur zweiten Nachuntersuchung. Der seitenadaptierte Constant-Score betrug 50,1%. Die linke Seite erreichte 37 Punkte, während die rechte Seite 73 Punkte erreichte. Der modifizierte Neer-Score erreichte mit 45 Punkten 52,3% der nichtoperierten Schulter, die 86 Punkte erhielt. Es wurden erneut Röntgenbilder angefertigt, die die fortgeschrittene Nekrose des Humeruskopfes zeigten. Mit der Patientin wurde nach ausführlicher Beratung beschlossen den Nagel implantiert zu lassen.

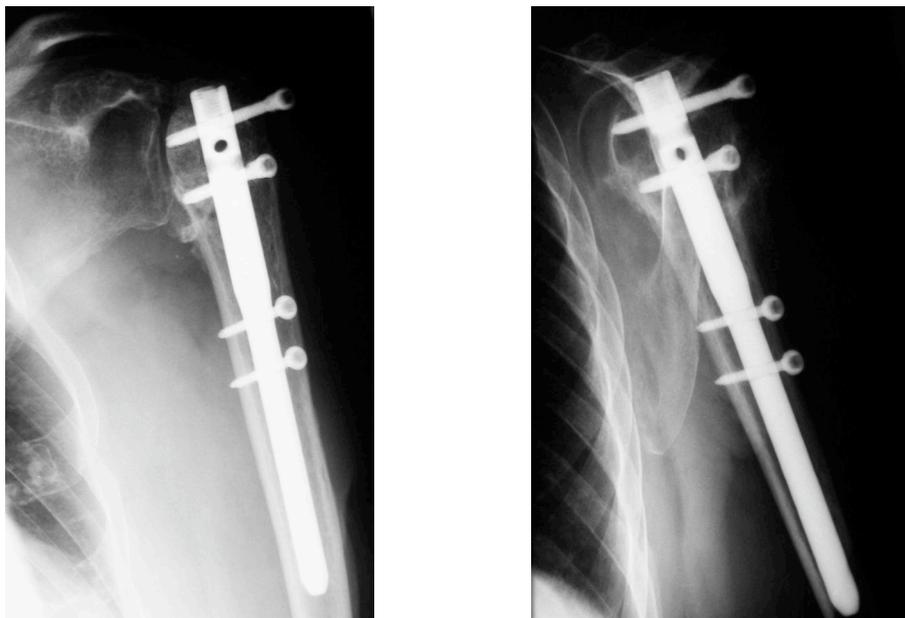


Abbildung 39 Patientin mit HKN: Röntgenbilder 12 Monate post-Op

4.3.6 3. Follow up

Zwei Jahre nach der Operation wurde die Patientin zum dritten Mal untersucht. Der Constant-Score der linken betroffenen Seite betrug 61 Punkte und die nichtoperierte Schulter erreichte 86 Punkte. Damit errechnete sich ein seitenadaptierter Constant-Score von 70,9%. Der modifizierte Neer-Score betrug 67 Punkte und damit 79,8% der rechten Schulter, die 84 Punkte erreichte.



Abbildung 40 Patientin mit HKN: Funktionsbilder 24 Monate post-Op

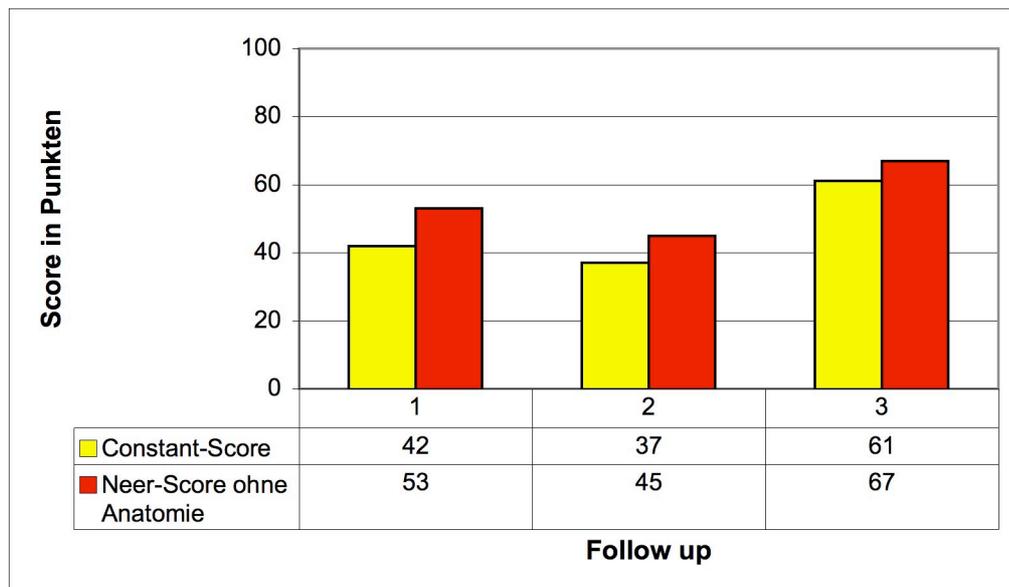


Abbildung 41 Patientin mit HKN: Scores der verletzten Schulter

5 Diskussion

Die Therapie der dislozierten proximalen Humerusfrakturen unterliegt einem steten Wandel. Die optimale Therapie wird immer noch kontrovers diskutiert [15, 19, 40, 41, 53], so dass es keine eindeutige Therapieempfehlung gibt [44, 55, 58].

5.1 Diskussion der Ergebnisse im Literaturvergleich

Die Ergebnisse dieser Studie sollen mit den üblichen Verfahren (konservative Therapie, Minimalosteosynthese, Plattenosteosynthese, intramedulläre Implantate und prothetische Versorgung) verglichen werden. Tabelle 16 (S. 62) gibt einen Überblick über die verwendeten Studien. Der Vergleich dieser Arbeit mit der Literatur gestaltet sich schwierig, da die Patientenkollektive im Schweregrad der Frakturen unterschiedlich sind [33], häufig differenzierte Angaben zum Frakturtyp fehlen oder bestimmte Frakturen aus den Studien ausgeschlossen wurden.

5.1.1 Konservative Therapie

Bei wenig dislozierten Frakturen zeigen auch aktuelle Studien gute Ergebnisse für die konservative Therapie. So erreichten 27 konservativ behandelte Patienten in einer Studie von Keser [23] 25 Monate nach dem Unfall einen durchschnittlichen Constant-Score von 81 Punkten.

Bei den dislozierten Frakturen zeigt sich ein komplizierterer Verlauf: Zyto [59] berichtet über Langzeitergebnisse (mindestens 10 Jahre) dislozierter Frakturen älterer Menschen, die konservativ behandelt wurden. Die Patienten mit 3-Fragmentfrakturen erreichten einen durchschnittlichen Constant-Score von 59 Punkten, die mit 4-Fragmentfrakturen durchschnittlich 47 Punkte.

In einer anderen Studie von Zyto [60], bei der keine Angaben zur Frakturklassifikation gemacht werden, erreichten die konservativ behandelten Patienten einen durchschnittlichen Constant-Score von 65 Punkten.

Lill [26] erhob nach durchschnittlich 20 Monaten bei 19 konservativ behandelten 2-Fragmentfrakturen einen mittleren Constant-Score von 72 Punkten, bei zwölf 3-Fragmentfrakturen einen durchschnittlichen Constant-Score von 78 Punkten und bei sechs 4-Fragmentfrakturen 61 Punkte.

Bei beiden Studien fällt der hohe Anteil von Humeruskopfnekrosen auf. So traten bei Zyto [59] bei 14,4% der Patienten eine Nekrose auf. In der Studie von Lill [26] kam es bei 13,5% der Patienten zu einer kompletten und bei 8,1% zu einer partiellen Nekrose des Humerus.

5.1.2 Operative Therapie von 2-Fragmentfrakturen

Es gibt unterschiedliche Empfehlungen für die Behandlungen von 2-Fragmentfrakturen, die von der konservativen Behandlung [53], über Minimalosteosynthesen [15, 45, 50], Plattenosteosynthese bei jungen Patienten [15, 50] bis zu intramedullären Verfahren reichen [1, 34, 39, 41, 44]. Andere Autoren [58] sehen keinen Vorteil für ein bestimmtes Operationsverfahren.

Studien, die speziell die 2-Fragmentbrüche abhandeln, finden sich in der Literatur nicht. Sie werden meistens zusammen mit höhergradigen Frakturen untersucht:

Jaberg [21] erreichte durchschnittlich drei Jahre nach perkutaner Spickung von 2-Fragmentfrakturen am chirurgischen Hals bei 18 von 29 (62,1%) Patienten ein gutes oder sehr gutes Ergebnis in einem Score von Saillant. Im Vergleich zu den Ergebnissen dieser Studie zeigt sich der Targon-PH-Nagel bei 2-Fragmentbrüchen als gleichwertig: Nach 24 Monaten erreichten die Patienten durchschnittlich 74,2 Punkte im Constant-Score der verletzten Seite. Sowohl im relativen Neer- als auch im relativen Constant-Score waren 77,8% der Ergebnisse sehr gut oder gut (mehr 80% im relativen Score).

5.1.3 Operative Therapie von 3- und 4-Fragmentfrakturen

Eine getrennte Diskussion der 3- und 4-Fragmentfrakturen ist nicht sinnvoll, da die meisten Studien diese Frakturen zusammenfassen. Bei 3-Fragmentfrakturen konkurrieren in der Literatur bisher die

Minimalosteosynthesen [14, 15, 42, 51] mit den Plattenosteosynthesen [15, 18] und intramedullären Implantaten [1, 2, 31, 34, 39, 52], bei den 4 Fragmentfrakturen wird zusätzlich die kopferhaltende Therapie im Gegensatz zur prothetischen Versorgung diskutiert [15, 20, 35, 38, 43, 46]. Wobei einige Autoren den Gelenkersatz besonders bei älteren Menschen auch schon bei 3-Fragmentfrakturen der Osteosynthese vorziehen [3, 24].

5.1.3.1 Minimalosteosynthese

In drei Studien [14, 42, 51] zur minimalosteosynthetischen Versorgung mit 18 bis 32 Patienten mit 3- und 4-Fragmentfrakturen erreichten diese nach 24-68 Monaten einen mittleren Constant-Score von 77-91 Punkten; beziehungsweise bei 72% der Patienten ein gutes oder sehr gutes Ergebnis im Neer-Score.

In der vorliegenden Studie wurde bei den entsprechenden Frakturen nach einem Jahr ein durchschnittlicher Constant-Score von 73,6 Punkten erreicht. Bei 66% der Patienten lag ein modifizierter Neer-Score von mehr als 70 Punkten vor. Diese Ergebnisse liegen unter den Resultaten der beschriebenen Studien. Allerdings fällt bei den Minimalosteosynthesen unverständlicherweise eine wesentlich höhere Nekroserate des Humeruskopfes (11-35%) auf. Ob die betroffenen Patienten mit in die Ergebnisse eingehen, wird aus den Veröffentlichungen nicht klar.

5.1.3.2 Plattenosteosynthese

In vier Studien [4, 10, 18, 28] werden die Ergebnisse der Versorgung von 23-98 Humeruskopffrakturen (2-4-Fragmentfrakturen) mit einer T-Plattenosteosynthese beschrieben. 42,2-69,6% der Patienten erreichten nach durchschnittlich 20-50 Monate einen ausgezeichneten oder befriedigenden Constant- [18, 28] oder Neer-Score [10] oder einen durchschnittlichen Constant-Score von 70,3 Punkten [4].

Die Humeruskopfnekroserate der einzelnen Studien lag zwischen 3,1-24,3%. Diese Arbeitsgruppen empfehlen daher die Plattenosteosynthese zur Versorgung von Humeruskopffrakturen bei älteren Patienten.

Die Ergebnisse, die mit dem Targon-PH-Nagel in vorliegender Studie erzielt wurden, liegen ungefähr im Bereich der Ergebnisse der T-Platte. So waren nach zwei Jahren bei einem durchschnittlichen modifizierten Neer-

Score von 70,9 Punkten und durchschnittlich 68,2 Punkten im Constant-Score, 54,8% der Ergebnisse des Constant-Scores und 61,3% des Neer-Scores sehr gut oder gut. Die Nekroserate lag mit 4,1% im untersten Bereich, der bei T-Platten festgestellten Raten.

Inzwischen werden von verschiedenen Herstellern winkelstabile Plattenimplantate als Alternative angeboten. Für diese Implantate liegen noch keine Langzeitergebnisse vor.

Mückter et al. [36] verwendeten eine winkelstabile Platte, die als Hybrid aus Fixateur interne und Neutralisationsplatte beschrieben wird, wobei der Humeruskopf durch zwei Schrauben gefasst wird. Diese Platte wurde bei 47 Patienten eingesetzt. 48,9% der Patienten wurden aufgrund einer 2-Fragmentfraktur behandelt, 42,6% aufgrund einer 3-Fragmentfraktur. Außerdem wurden 4 Schafffrakturen des Humerus in die Studie miteinbezogen. Nach durchschnittlich 10 Monaten wurde ein mittlerer relativer Constant-Score von 82,8% erhoben. Eine Aufteilung nach Frakturgruppen erfolgte nicht. Diese Ergebnisse liegen ungefähr im Bereich der in dieser Studie gemessenen. So erreichten ein Jahr nach der Operation die Patienten mit einer 2-Fragmentfraktur einen relativen Constant-Score von 77,8% und die mit einer 3-Fragmentfraktur einen relativen Score von 84,2%. Laut der Veröffentlichung gab es bei der Versorgung mit dieser neuartigen Platte keine Hinweise auf eine Nekrose. Langzeitergebnisse liegen nicht vor.

Lungershausen et al. [30] vergleichen in einer prospektiven Studie die winkelstabile Plattenosteosynthese (Königssee-Platte) mit anderen Osteosyntheseverfahren. Nach durchschnittlich einem Jahr erhoben sie in der Gruppe mit der winkelstabilen Platte (acht 2-Fragmentfrakturen; acht 3-Fragmentfrakturen, drei 4-Fragmentfrakturen) einen durchschnittlichen Neer-Score von 71,8 Punkte. Die Autoren stellen fest, dass die winkelstabile Platte bei mindestens gleich guten Ergebnissen im Vergleich zur Kontrollgruppe eine niedrigere Rate an sekundären Dislokationen (3,9%) bei einer Kopfnekroserate von 2% aufwies. Verglichen mit dieser Studie zeigt der Targon-PH-Nagel hier vergleichbare Ergebnisse. Nach

einem Jahr lag der modifizierte Neer-Score bei durchschnittlich 72,2 von 90 Punkten bei etwas niedrigeren Komplikationsraten.

Lill et al [27] untersuchten 2004 die Locking Proximal Humerus Plate der Firma Mathys. Insgesamt wurden 39 Patienten mit einem mittleren Alter von 63 Jahren mit dieser Platte versorgt. Nach drei Monaten konnten 29 dieser Patienten nachuntersucht werden. Bei acht 2-Fragmentfrakturen ergab sich ein mittlerer Constant-Score von 77,6 Punkten, bei 16 3-Fragmentfrakturen wurde ein durchschnittlicher Score von 75,1 Punkten und bei fünf 4-Fragmentfrakturen von 64,6 Punkten erhoben. Die Ergebnisse der 2- und 3-Fragmentfrakturen lagen zu diesem frühen Zeitpunkt über den Ergebnissen, die in der vorliegenden Studie erreicht wurden. Nach sechs Monaten erreichten die Patienten 58 bzw. 60,4 Punkte, die Patienten mit 4-Fragmentfrakturen durchschnittlich 58,6 Punkte in einem von Lill selbst modifizierten Constant-Score. Damit ist die Vergleichbarkeit der Ergebnisse schlecht. Nach drei Monaten traten bei Lill keine Nekrosen und sieben implantatbezogenen Komplikationen auf.

5.1.3.3 Hemiarthroplastik

Robinson et al. [43] versorgten 163 Patienten mit einer Humeruskopfprothese. Nach einem Jahr maßen sie einen durchschnittlichen Constant-Score von 64 Punkten. Es werden keine Angaben über die Art der Frakturen gemacht.

Kralinger et al. [24] untersuchten in einer retrospektiven Multizenterstudie 167 Patienten. 65,2% der Patienten hatten eine 4-Fragmentfraktur, 24,6% eine Luxationsfraktur und 10,2% eine 3-Fragmentfraktur. Nach durchschnittlich 29 Monaten wurde bei den Patienten ein durchschnittlicher Constant-Score von 55,4 Punkten festgestellt.

Boss und Hintermann [7] fanden nach durchschnittlich 16 Monaten bei 27 Patienten, denen aufgrund eines Trümmerbruchs des Humeruskopfes eine Prothese implantiert wurde, einen mittleren Constant-Score von 48 Punkten. Sie beurteilen die primäre Hemiprothetik als gute Alternative zu den Osteosyntheseverfahren.

Ambacher et al. [3] untersuchten 23 Patienten mit einer 4-Fragmentfraktur und vier mit einer 3-Fragmentfraktur nach der Versorgung mittels primärer

Hemiarthroplastik. Nach 3,5 Jahren fand sich ein mittlerer Constant-Score von 65 Punkten.

Sowohl bei den 3-, als auch bei den 4-Fragmentfrakturen zeigt sich in vorliegender Studie, dass bei Versorgung mit dem Targon-PH-Nagel bessere Ergebnisse erzielt werden können: So erreichten die Patienten mit drei Fragmenten nach einem Jahr einen durchschnittlichen Constant-Score von 74 Punkten und die 4-Fragmentfrakturen 70,5 Punkte. In der Literatur wird bei 4-Fragmentfrakturen älterer Patienten die Hemiarthroplastik empfohlen [3, 24]. Zwei Patienten über 70 Jahre (76,5 Jahre im Durchschnitt) erreichten in der vorliegenden Studie nach einem Jahr einen durchschnittlichen Constant-Score von 61,5 Punkten, was verglichen mit der nichtbetroffenen Seite einem relativen Score von 73,5% entspricht. Auch hier liegen die Ergebnisse tendenziell über denen der Prothesen.

5.1.3.4 Winkelstabile Marknägel

Neuere Implantate wie der Polarus-Nagel und der Targon-PH-Nagel werden intramedullär in den proximalen Humerus eingebracht. Beim Targon-PH-Nagel werden die proximalen Fixierschrauben winkelstabil fixiert. Sie erlauben auch im osteoporotischen Knochen eine gute Fragmentfixierung und hierdurch eine frühe postoperative Mobilisierung [34].

In drei aktuellen Studien wird der Polarus-Nagel als ein zufriedenstellendes Implantat beschrieben. Der Nagel wird als Therapieoption für 2-, 3- und 4-Fragmentfrakturen empfohlen. Rajasekhar [39] untersuchte 30 Patienten mit proximalen Humerusfrakturen und fand bei 80% der Patienten eine Punktzahl von über 50 Punkte im Constant-Score. Lediglich bei einem Patienten stellte er eine sekundäre Dislokation der Fragmente fest.

Adedapo et al. [1] berichten über 23 Patienten. Der mittlere Neer-Score lag bei den 3-Fragmentfrakturen nach einem Jahr bei 89 Punkten, bei den 4-Fragmentfrakturen betrug er 60 Punkte. Bei drei Patienten (13%) kam es zu einer schmerzhaften Lockerung einer der proximalen Verriegelungsschrauben. Bei einem Patienten (4%) entwickelte sich eine Humeruskopfnekrose.

Agel et al. [2] untersuchten in ihrer Studie 20 Patienten. Elf Frakturen (55%) verheilten ohne Komplikationen. Bei drei Patienten (15%) löste sich eine Verriegelungsschraube, zwei Patienten (10%) mussten wegen eines Fixierungsfehlers nachoperiert werden. Die Autoren stellten fest, dass Frakturen, die ihren Ausgangspunkt von lateral nehmen und mit einer Pulverisierung der Metaphyse einhergehen, zur Dislokation neigen und daher nicht für die Versorgung mit dem Polarus-Nagel geeignet sind.

Die Ergebnisse, die in der vorliegenden Studie mit dem Targon-PH-Nagel erzielt wurden, sind vergleichbar. Nach einem Jahr erzielten 81,8% der Patienten im Constant-Score mehr als 50 Punkte. Der mittlere modifizierte Neer-Score betrug bei den 3-Fragmentfrakturen 74,9 Punkte und bei den 4-Fragmentfrakturen 68,8 Punkte, wobei die Vergleichbarkeit, aufgrund des nicht erhobenen Scores für die Anatomie, eingeschränkt ist.

Mittlmeier et al. [34] behandelten 221 Patienten mit einem langen oder kurzen Targon-PH-Nagel. 64 Patienten konnten nach einem Jahr nachuntersucht werden. Der durchschnittliche relative Constant-Score betrug nach 12 Monaten 85,7% ($\pm 15,9$). Patienten mit einer 4-Fragmentfraktur hatten signifikant schlechtere Ergebnisse. Bei 51% der Patienten (59 von 115) traten Komplikationen auf, von denen 48 einer weiteren Operation bedurften. Der Großteil der Komplikationen waren implantatbezogene Komplikationen, wie die Lockerung einer proximalen Schraube. Die Autoren halten den Targon-PH-Nagel für die Versorgung von Humeruskopffrakturen auch dann für geeignet, wenn es sich um osteoporotisch veränderten Knochen handelt. Sie vermuten eine weitere Verbesserung über das 1-Jahresergebnis hinaus.

Mit einem relativen Constant-Score von 82,1% nach einem Jahr liegen die Ergebnisse im gleichen Bereich wie die hier vorgestellten. Signifikant schlechtere Ergebnisse der 4-Fragmentfrakturen konnten in dieser Studie nicht festgestellt werden. Auch die Vermutung, dass es zu einer weiteren Verbesserung der Ergebnisse über das erste Jahr hinaus kommt, bestätigt die vorliegende Studie nicht.

Mathew und Lobenhoffer [31] evaluierten 41 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 81 Jahren, wobei alle Patienten älter als 60 Jahre

waren. Nach 13 Monaten wurde ein durchschnittlicher relativer Constant-Score von 90% (± 7) errechnet.

Ein ähnlich gutes Ergebnis ermittelten Stedtfeld et al [52]. Sie untersuchten nach einem Jahr 14 Patienten, die mit dem Targon-PH-Nagel versorgt wurden. Es wurde ein relativer Constant-Score von 91,3% erreicht. Es fehlen allerdings Aussagen über die Frakturklassifikation und den Anteil von Humeruskopfnekrosen.

Autor	Implantat	n	Alter Ø	Monate post- Op	Fraktur	Ergebnis Constant- Score (wenn nicht anders angegeben)	Anteil HKN
Lill [26] 2001	konservativ	37	75	20	19 x 2 Frag. 12 x 3 Frag. 6 x 4 Frag.	72 Pkt. 78 Pkt. 61 Pkt.	8,1% partiell 13,5% komplett
Zyto [59] 1998	konservativ	14	66	120	9 x 3 Frag. 5 x 4 Frag.	59 Pkt. 47 Pkt.	14,3%
Keser [23] 2994	konservativ	27	51	25	Wenig disloziert	81 Pkt.	keine Angaben
Resch [42] 1997	Bohrdrahtung Verschraubung	27	54	24	9 x 3-Frag. 18 x 4 Frag.	85,4 Pkt. 82,5 Pkt.	3,7% 11%
Gerber [14] 2004	Osteosuturen, Platten, Schrauben	34		63	2 x 2 Frag. 16 x 3 Frag. 16 x 4 Frag.	77 Pkt. (rel. 88,7%)	35%
Speck [51] 1997	resorbierbare Zerklage	18	61	26	Nur 4 Fragmente	Neer 27,7% sehr gut 44,4% gut 27,7% befri./schlecht	11,1% partiell 16,7% komplett
Hessmann [18] 1999	T-Platte	98	?	34	50 x 2 Frag. 37 x 3 Frag. 6 x 4 Frag.	69% sehr gut / gut 18% unbefriedigend 13% schlecht	1% partiell 3,1% komplett
Damanakis [10] 1996	T-Platte	69	>65	20	Keine Angaben	Neer 31,9% sehr gut 37,7% gut 13,0% befriedigend 17,4% schlecht	4,3
Lill [28] 1997	T-Platte	33	?	22	6 x 2 Frag. 15 x 3 Frag. 7 x 4 Frag. 5 x luxiert	18,2% sehr gut 24,2% gut 12,1% befriedigend 45,5% schlecht	18,2% partiell 6,1% komplett
Bäthis [4] 2001	T-Platte	23	51,5	50	10 x 2 Frag. 17 x 3 Frag. 5 x 4 Frag.	Ø = 70,3 Pkt.	15,6%
Mückter [36] 2001	Humerus- Fixateurplatte	47	69,5	10	23 x 2 Frag. 20 x 3 Frag. 4 x Schaft	51,6% sehr gut 35,5% gut 9,7% befriedigend 6,5% schlecht	keine Anzeichen
Lill [27] 2004	LPHP	28	63	3	8 x 2 Frag. 16 x 3 Frag. 4 x 4 Frag.	77,6 Pkt. 75,1 Pkt. 64,8 Pkt.	keine Anzeichen
Lungershausen [30] 2003	Königseeplatte	51	66,3	12	8 x 2 Frag. 8 x 3 Frag. 3 x 4 Frag.	Ø rel. Neer = 84 %	2 %
Robinson [43] 2003	Prothese	163	?	12	keine Angaben	64 Pkt.	
Kralinger [24] 2004	Prothese	167	70	29	17 x 3 Frag. 109 x 4 Frag. 41 x „disloziert“	55,4 Pkt.	
Boss [7] 1997		27		16	„Trümmerbruch“	48 Pkt.	
Ambacher [3] 2000	Prothese	27	69	42	4 x 3 Frag. 23 x 4 Frag.	65 Pkt.	
Rajasekhar [39] 2001	Polarus-Nagel	25	71	18	23 x 2 Frag. 4 x 3 Frag.	66,3 Pkt.	3,3% komplett
Adedapo [1] 2001	Polarus-Nagel	23	68,7	12	10 x 2 Frag. 6 x 4 Frag. 7 x Schaft	89 Pkt. 60 Pkt.	4,3% komplett
Mathew [31] 2004	Targon-Nagel	41	81	6	16 x 2 Frag. 22 x 3 Frag. 3 x 4 Frag.	52 Pkt. (91% rel.) 58 Pkt. (88% rel.) 69 Pkt. (97% rel.)	keine Angaben
Mittlmeier [34] 2003	Targon Nagel	61	68,1	12	19 x 2 Frag. 31 x 3 Frag. 11 x 4 Frag.	76,8 Pkt. (rel. 82,7%) 74,7 Pkt. (rel. 81,6%) 68,7 Pkt. (rel. 73,7%)	7%
Stedtfeld [52] 2003	Targon-Nagel	14	70	12	?	85,7 Pkt. (rel. 91,3%)	keine Angaben
Eigene Studie	Targon Nagel	51	68,4	12	15 x 2 Frag. 31 x 3 Frag. 4 x 4 Frag.	64,4 Pkt. (rel. 77,8%) 74,0 Pkt. (rel. 84,2%) 70,5 Pkt. (rel. 78,5%)	3,1% partiell 1,0% komplett

Tabelle 16 Eigene Ergebnisse im Literaturvergleich

5.2 Methodenkritik

Im Folgenden soll kurz auf Probleme eingegangen werden, die im Verlauf der Studie aufgetreten sind.

Die Nachuntersuchungsrate vorliegender Studie liegt nach einem halben Jahr bei 54,8%. Trotz dreimaligen Anschreibens war es häufig nicht möglich, einen Kontakt zu den Patienten herzustellen. Dies ist wohl auf das hohe Alter (im Durchschnitt über 68 Jahre, 20,6% der Patienten waren älter als 80 Jahre) und die Gebrechlichkeit der Patienten zurückzuführen. Um eine bessere statistische Auswertung zu ermöglichen, wurden nur die Patienten in die Studie einbezogen, die am ersten Follow up nach einem halben Jahr teilgenommen hatten. Daher ergeben sich noch niedrigere Nachuntersuchungsraten nach einem und nach zwei Jahren. Daher war es nicht sinnvoll, den Nachuntersuchungszeitraum auf mehr als zwei Jahre auszuweiten.

Um dennoch möglichst viele Patienten in die Studie einzuschließen, wurden Patienten mit Begleitverletzungen nicht ausgeschlossen. Außerdem fällt die hohe Anzahl der Operateure auf. So wurden die 97 nachuntersuchten Patienten von insgesamt 20 Operateuren versorgt. Dies ist einmal durch den Studienzeitraum von vier Jahren zu erklären. Außerdem wurde auf eine möglichst schnelle operative Versorgung der Patienten Wert gelegt, so dass viele Eingriffe außerhalb der regulären Arbeitszeit durchgeführt werden mussten. So erklärt sich aus wechselnder personeller Dienstbereitschaft die hohe Zahl der Operateure.

Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit der Literatur wurde in erster Linie dadurch erschwert, dass die Autoren verschiedener Studien unterschiedliche Scores verwenden. So wurde in vorliegender Studie der Neer-Score unter Ausschluss des anatomischen Teiles erhoben, um den Patienten bei jeder Nachuntersuchung eine Röntgenaufnahme zu ersparen. Das Hauptproblem des Constant-Scores ist, dass dieser, im Gegensatz zum Neer-Score, keine einheitlichen Bewertungskriterien vorgegeben hat. Nun geben aber viele Autoren keine durchschnittlichen Punktwerte an, sondern arbeiten mit Bewertungskategorien. Oft werden

nicht einmal die zugrunde liegenden Punktgrenzen angeben, was die Vergleichbarkeit erschwert oder sogar unmöglich macht.

5.3 Schlussfolgerung

Die antegrade intramedulläre Versorgung von proximalen Humerusfrakturen mit winkel- und gleitstabiler proximaler Verriegelung ist ein minimalinvasives Verfahren, das eine hohe primäre Stabilität auch im osteoporotischen Knochen ermöglicht. Die sichere winkel- und rotationsstabile Osteosynthese ermöglicht eine frühzeitige Mobilisierung. Gleichzeitig verbindet sich mit der stabilen Osteosynthese eine Reduktion des Frakturschmerzes und damit die Möglichkeit des verbesserten Einsatzes der Physiotherapie. Hierdurch wird einer Einsteifung des Schultergelenks vorgebeugt. Durch den minimalinvasiven Eingriff wird die Durchblutung des Kopfsegments möglichst wenig irritiert, so dass das Auftreten von vaskulären Humeruskopfnekrosen reduziert wird. Die Technik ist vor allen bei 3- und 4-Fragmentfrakturen aufwendig. Bei der Mehrzahl unserer Patienten konnten ausgezeichnete oder befriedigende funktionelle Ergebnisse erzielt werden.

Solange im Kopfkalottenfragment ein intakter knöcherner Ring besteht, kann der Nagel bei dislozierten Frakturen mit 2-4 Fragmenten empfohlen werden. Dies trifft auch für die Therapie alter Patienten mit Osteoporose zu.

6 Zusammenfassung

In einer prospektiven Studie sollte bei 177 Patienten, die zwischen April 2000 und April 2004 aufgrund einer proximalen Humerusfraktur mit einem Targon-PH-Nagel operativ behandelt wurden, eine differenzierte Nachuntersuchung durchgeführt, um die Qualität der Operationsmethode zu prüfen. Dazu wurden die perioperativen Daten zusammengetragen und soweit möglich eine Nachuntersuchung nach sechs, zwölf und 24 Monaten der behandelten Patienten durchgeführt.

Nach einem halben Jahr konnten 97 Patienten nachuntersucht werden. Von diesen 97 Patienten erschienen 51 Patienten nach einem Jahr und 31 nach zwei Jahren zu weiteren Nachuntersuchungen.

Das Verhältnis von männlichen zu weiblichen Patienten lag bei 1/3,6. Das Durchschnittsalter der Patienten lag zum Zeitpunkt der Operation bei 68,2 ($\pm 15,6$) Jahren.

Von den 97 operierten Patienten hatten 25 (26,0%) 2-Fragmentfrakturen, 63 (64,9%) 3-Fragmentfrakturen und sieben (6,3%) 4-Fragmentfrakturen. Die Patienten befanden sich durchschnittlich 9,6 ($\pm 3,3$) Tage in stationärer Behandlung, wobei sie im Durchschnitt nach 1,2 ($\pm 1,3$) Tagen operiert wurden. Die Operationen wurden von 20 verschiedenen Operateuren in einer mittleren Operationszeit von 81,9 ($\pm 32,3$ Minuten) durchgeführt.

Bei der ersten Nachuntersuchung nach sechs Monaten wurde ein mittlerer relativer Constant-Score von 71,7% ($\pm 18,3$) erhoben. Nach zwölf Monaten war der Score signifikant auf 82,1% ($\pm 14,1$) angestiegen. Im weiteren Verlauf wurde keine weitere signifikante Veränderung des Scores festgestellt und nach 24 Monaten ein relativer Constant-Score von 80,2% ($\pm 17,5$) gemessen. Der Neer-Score zeigt eine ähnliche Entwicklung.

Im Vergleich der 1-Jahresergebnisse in Abhängigkeit zur Frakturschwere zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Auch im Vergleich der Ergebnisse nach dem Alter der Patienten zeigte sich keine signifikante Differenz.

Bei den nachuntersuchten 97 Patienten traten zehn Komplikationen auf. Bei fünf Patienten (5,2%) mussten eine oder mehrere der proximalen Verriegelungsschrauben wegen schmerzhafter Bewegungseinschränkungen entfernt werden. Vier (4,1%) Patienten erlitten im Anschluss an die Behandlung eine partielle oder komplette Humeruskopfnekrose. Bei einer (1,0%) Patientin trat eine sekundäre Dislokation der Frakturfragmente auf.

Im Literaturvergleich stellt sich der Targon-PH-Nagel als eine gute Alternative zu den konventionellen Verfahren zur Versorgung von 2-4-Fragmentfrakturen des proximalen Humerus dar.

7 Literaturverzeichnis

1. Adedapo AO, Ikpeme JO (2001) The results of internal fixation of three- and four-part proximal humeral fractures with the Polarus nail. *Injury* 32/2:115-121
2. Agel J, Jones CB et al. (2004) Treatment of proximal humeral fractures with Polarus nail fixation. *J Shoulder Elbow Surg* 13/2:191-195
3. Ambacher T, Erli H et al. (2000) Behandlungsergebnisse nach primärer Hemialloarthroplastik bei dislozierten Humeruskopffrakturen. *Zentralbl Chir* 125/9:750-755
4. Bathis H, Tingart M et al. (2001) Die operative Therapie der proximalen Humerusfraktur. Ist die T-Platte noch ein zeitgemäßes Osteosyntheseverfahren? *Zentralbl Chir* 126/3:211-116
5. Bengner U, Johnell O et al. (1988) Changes in the incidence of fracture of the upper end of the humerus during a 30-year period. A study of 2125 fractures. *Clin Orthop* 231:179-182
6. Boehm TD, Müller T et al. (1997) Age and sex related Constant-Murley Score. *J Shoulder Elbow Surg* 6/2:194
7. Boss A, Hintermann B (1997) Primäre Versorgung von der Humeruskopfrümmerfraktur beim älteren Menschen mit einer Kopfprothese. *Unfallchirurg* 100/11:867-873
8. Codman E, *The shoulder*. 1934, Boston: Todd.
9. Court-Brown CM, Garg A et al. (2001) The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand* 74/4:365-371
10. Damanakis K, Schaal O et al. (1996) Ein modifiziertes Behandlungskonzept bei Humerusfrakturen des älteren Menschen. *Unfallchirurg* 99/8:561-568
11. Gaebler C, McQueen MM et al. (2003) Minimally displaced proximal humeral fractures: epidemiology and outcome in 507 cases. *Acta Orthop Scand* 74/5:580-585
12. Gerber C, Hersche O et al. (1998) The clinical relevance of posttraumatic avascular necrosis of the humeral head. *J Shoulder Elbow Surg* 7/6:586-590

13. Gerber C, Schneeberger AG et al. (1990) The Arterial Vascularization of the Humeral Head. *J Bone Joint Surg Am* 72/10:1486-1494
14. Gerber C, Werner CM et al. (2004) Internal fixation of complex fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 86/6:848-855
15. Habermeyer P (1997) Die Humeruskopffraktur. *Unfallchirurg* 100/10:820-837
16. Habermeyer P, Schweiberer L (1991) Oberarmkopffrakturen. Konservative und operative Differentialtherapie. *Unfallchirurg* 94/9:438-446
17. Hawkins RJ, Kiefer GN (1987) Internal fixation techniques for proximal humeral fractures. *Clin Orthop* 223:77-85
18. Hessmann M, Baumgaertel F et al. (1999) Plate fixation of proximal humeral fractures with indirect reduction: surgical technique and results utilizing three shoulder scores. *Injury* 30/7:453-462
19. Hessmann MH, Rommens PM (2001) Osteosynthesetechniken bei proximalen Humerusfrakturen. *Chirurg* 72/11:1235-1245
20. Hoellen IP, Bauer G et al. (1997) Der prothetische Humeruskopfersatz bei der dislozierten Humerusmehrfragmentfraktur des alten Menschen - Eine Alternative zur Minimalosteosynthese? *Zentralbl Chir* 122/11:994-1001
21. Jaberg H, Warnder J et al. (1992) Percutaneous stabilization of unstable fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 74/4:508-515
22. Kannus P, Palvanen M et al. (1996) Increasing number and incidence of osteoporotic fractures of the proximal humerus in elderly people. *Bmj* 313/7064:1051-1052
23. Keser S, Bolukbasi S et al. (2004) Proximal humeral fractures with minimal displacement treated conservatively. *Int Orthop* 28/4:231-234
24. Kralinger F, Schwaiger R et al. (2004) Outcome after primary hemiarthroplasty for fracture of the head of the humerus. *A*

- retrospective multicentre study of 167 patients. *J Bone Joint Surg Br* 86/2:217-219
25. Kristiansen B, Angermann P et al. (1989) Functional results following fractures of the proximal humerus. A controlled clinical study comparing two periods of immobilization. *Arch Orthop Trauma Surg* 108/6:339-341
 26. Lill H, Bewer A et al. (2001) [Conservative treatment of dislocated proximal humeral fractures]. *Zentralbl Chir* 126/3:205-210
 27. Lill H, Hepp P et al. (2004) Die winkelstabile Plattenosteosynthese (LPHP) proximaler Humerusfrakturen über den kleinen antero-lateralen Delta-Splitting-Zugang: Technik und 1-Jahres-Ergebnisse. *Zentralbl Chir* 129/1:43-48
 28. Lill H, Lange K et al. (1997) Die T-Plattenosteosynthese bei dislozierten proximalen Humerusfrakturen. *Unfallchirurgie* 23/5:183-190
 29. Lind T, Kroner K et al. (1989) The epidemiology of fractures of the proximal humerus. *Arch Orthop Trauma Surg* 108/5:285-287
 30. Lungershausen W, Bach O et al. (2003) Humeruskopffrakturen - winkelstabile Plattenosteosynthese. *Zentralbl Chir* 128/1:28-33
 31. Mathews J, Lobenhoffer P (2004) Ergebnisse der Versorgung instabiler Oberarmkopffrakturen bei geriatrischen Patienten mit einem neuen winkelstabilen antegraden Marknagelsystem. *Unfallchirurg* 107/5:372-380
 32. Mills HJ, Horne G (1985) Fractures of the proximal humerus in adults. *J Trauma* 25/8:801-805
 33. Misra A, Kapur R et al. (2001) Complex proximal humeral fractures in adults--a systematic review of management. *Injury* 32/5:363-372
 34. Mittlmeier TW, Stedtfeld HW et al. (2003) Stabilization of proximal humeral fractures with an angular and sliding stable antegrade locking nail (Targon PH). *J Bone Joint Surg Am* 85-A Suppl 4/4:136-146
 35. Movin T, Sjoden GO et al. (1998) Poor function after shoulder replacement in fracture patients. A retrospective evaluation of 29 patients followed for 2-12 years. *Acta Orthop Scand* 69/4:392-396

36. Muckter H, Herzog L et al. (2001) Die winkel- und rotationsstabile Osteosynthese proximaler Humerusfrakturen mit der Humerus-Fixaturplatte. Erste klinische Erfahrungen mit einem neu entwickelten Spezialimplantat. *Chirurg* 72/11:1327-1335
37. Müller ME, Nazarian S et al., *The comprehensive classification of fractures of long bones*. 1990, Heidelberg-Berlin-New York: Springer. 54.
38. Neer C (1970) Displaced proximal humeral fractures. Part I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 52/6:1077-1089
39. Rajasekhar C, Ray PS et al. (2001) Fixation of proximal humeral fractures with the Polarus nail. *J Shoulder Elbow Surg* 10/1:7-10
40. Rees J, Hicks J et al. (1998) Assessment and management of three-and four-part proximal humeral fractures. *Clin Orthop* 353:18-29
41. Resch H (2003) Die Humeruskopffraktur. *Unfallchirurg* 106/8:602-617
42. Resch H, Povacz P et al. (1997) Percutaneous fixation of three-and four-part fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 79/2:295-300
43. Robinson C, RS. P et al. (2003) Primary hemiarthroplasty for treatment of proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 85/7:1215-1223
44. Ruchholtz S, Nast-Kolb D (2003) Die Oberarmkopffraktur. *Unfallchirurg* 106/6:498-512; quiz 512-493
45. Ruedi T (1989) The treatment of displaced metaphyseal fractures with screws and wiring system. *Orthopedics* 12/1:55-59
46. Ruter A (2001) Indikation und Technik der Schulterendoprothese bei der Frakturversorgung. *Chirurg* 72/11:1246-1252
47. Siebenrock KA, Gerber C (1993) The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 75/12:1751-1755

48. Sjoden GO, Movin T et al. (1999) 3D-radiographic analysis does not improve the Neer and AO classifications of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand* 70/4:325-328
49. Sjoden GO, Movin T et al. (1997) Poor reproducibility of classification of proximal humeral fractures. Additional CT of minor value. *Acta Orthop Scand* 68/3:239-242
50. Speck M, Regazzoni P (1996) Proximale Humerusmehrfragment-Misserfolge nach T Platten-Osteosynthese. *Swiss Surg* 51/2:51-56
51. Speck M, Regazzoni P (1997) 4-Fragment-Frakturen des proximalen Humerus. Alternative Strategien der chirurgischen Behandlung. *Unfallchirurg* 100/5:349-353
52. Stedtfeld HW, Attmanspacher W et al. (2003) [Fixation of humeral head fractures with antegrade intramedullary nailing]. *Zentralbl Chir* 128/1:6-11
53. Szyszkowitz R, Schippinger G (1999) Die Frakturen des proximalen Humerus. *Unfallchirurg* 102/6:422-428
54. Szyszkowitz R, Seggl W et al. (1993) Proximal humeral fractures. Management techniques and expected results. *Clin Orthop* 292:13-25
55. Tingart M, Bathis H et al. (2001) Die dislozierte proximale Humerusfraktur: Gibt es gesicherte Therapiekonzepte? *Chirurg* 72/11:1284-1291
56. Tingart M, Bathis H et al. (2001) Constant-Score und Neer-Score: Ein Vergleich von Scoreergebnis und subjektiver Patientenzufriedenheit. *Unfallchirurg* 104/11:1048-1054
57. Trupka A, Wiedemann E et al. (1997) Dislozierte Mehrfragmentfrakturen des Humeruskopfes. Bedeutet die Luxation des Kopffragments eine Prognoseverschlechterung? *Unfallchirurg* 100/2:105-110
58. Weber E, Matter P (1998) Operative Behandlung proximaler Humerusfrakturen - Internationale Multizenterstudie. *Swiss Surg* 4/2:95-100
59. Zyto K (1998) Non-operative treatment of comminuted fractures of the proximal humerus in elderly patients. *Injury* 29/5:349-352

-
60. Zyto K, Ahrengart L et al. (1997) Treatment of displaced proximal humeral fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br* 79/3:412-417

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Hauptfragmente der Humeruskopffraktur nach Codman [8]	7
Abbildung 2 Die Blutversorgung des Humeruskopfes [18]	8
Abbildung 3 Proximaler Humerusnagel 150mm (Targon-PH)	13
Abbildung 4 Frakturklassifikation nach Neer [15]	18
Abbildung 5 AO-Klassifikation der proximalen Humerusfraktur [38]	19
Abbildung 6 Kriteriengewichtung Constant-Score	21
Abbildung 7 Kriteriengewichtung Neer-Score	23
Abbildung 8 Kriteriengewichtung des modifizierten Neer-Scores [26]	23
Abbildung 9 Prinzip der Box Plots	26
Abbildung 10 Altersverteilung nach Geschlecht	27
Abbildung 11 Frakturklassifizierung nach Neer [15]	28
Abbildung 12 Frakturklassifizierung nach AO [38]	29
Abbildung 13 Präoperative Wartezeit	30
Abbildung 14 Absoluter Constant-Score aller Patienten	31
Abbildung 15 Rel. Constant-Score aller Patienten	32
Abbildung 16 Absoluter modifizierter Neer-Score aller Patienten	33
Abbildung 17 Rel. Neer-Score aller Patienten	34
Abbildung 18 Bewertungen des absoluten Constant-Scores aller Patienten	35
Abbildung 19 Bewertung des absoluten Neer-Scores aller Patienten	35
Abbildung 20 Selbstbewertung der Patienten	35
Abbildung 21 Rel. Constant-Score der Patienten mit 2-Fragmentfraktur	37
Abbildung 22 Rel. Constant-Score der Patienten mit 3-Fragmentfraktur	38
Abbildung 23 Rel. Constant-Score der Patienten mit 4-Fragmentfraktur	39
Abbildung 24 Rel. Constant-Score (1 Jahr) nach Fragmentanzahl	40
Abbildung 25 Rel. Constant-Score (1 Jahr) in Abhängigkeit vom Alter	41
Abbildung 26 Patientin ohne Komplikationen: Unfallbilder	44
Abbildung 27 Patientin ohne Komplikationen: Post-Op-Bilder	45
Abbildung 28 Patientin ohne Komplikationen: Funktionsbilder (24 Monate) ..	46
Abbildung 29 Patientin ohne Komplikationen: Scores der verletzten Schulter ..	46
Abbildung 30 Patient mit elektiver Materialentfernung: Unfallbild	47
Abbildung 31 Patient mit elektiver Materialentfernung: Post-Op-Bild	47
Abbildung 32 Patient vor elektiver ME: Funktionsbilder (12 Monate)	49
Abbildung 33 Röntgenbild (13 Monate)	48
Abbildung 34 Röntgenbild nach ME	48

Abbildung 35 Patient mit elektiver ME: Scores der verletzten Schulter	49
Abbildung 36 Patientin mit HKN: Unfallbilder	50
Abbildung 37 Patientin mit HKN: Röntgenbilder 2 Tage post-Op	51
Abbildung 38 Patientin mit HKN: Röntgenbilder 6 Monate post-Op	52
Abbildung 39 Patientin mit HKN: Röntgenbilder 12 Monate post-Op	52
Abbildung 40 Patientin mit HKN: Funktionsbilder 24 Monate post-Op	53
Abbildung 41 Patientin mit HKN: Scores der verletzten Schulter	53

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Gründe für die Nichtteilnahme an der Studie.....	16
Tabelle 2 Bewertungsbogen Constant-Score	22
Tabelle 3 Bewertungsbogen Neer-Score	24
Tabelle 4 Bewertung des abs. Neer-Scores nach Kristiansen [26]	25
Tabelle 5 Bewertung des abs. Constant-Scores nach Lill [28]	25
Tabelle 6 „Schulnoten“-Bewertung durch den Patienten	26
Tabelle 7 Constant-Scores aller Patienten.....	32
Tabelle 8 Statistische Auswertung des rel. Constant-Scores aller Patienten	32
Tabelle 9 Neer-Score aller Patienten	33
Tabelle 10 Constant-Score der Patienten mit 2-Fragmentfraktur.....	37
Tabelle 11 Constant-Score der Patienten mit 3-Fragmentfraktur.....	38
Tabelle 12 Constant-Score der Patienten mit 4-Fragmentfraktur.....	39
Tabelle 13 Constant Score (1 Jahr) in Abhängigkeit von der Fragmentzahl .	40
Tabelle 14 Constant-Score (1 Jahr) in Abhängigkeit vom Alter.....	41
Tabelle 15 Komplikationen	42
Tabelle 16 Eigene Ergebnisse im Literaturvergleich.....	62

10 Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Aa.	Arteriae
abs.	absoluter
ADL	activity of daily life
cm	Zentimeter
Fa.	Firma
Frag.	Fragmente
HKN	Humeruskopfnekrose
M.	Musculus
max.	maximal
ME	Materialentfernung
mm	Milimeter
N.	Nervus
bzw.	beziehungsweise
PHLP	Proximal Humerus Locking Plate
Pkt.	Punkte
post-Op	post operationem
rel.	relativer
Standardabw	Standardabweichung
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

Danksagung

Ich danke Herrn Priv.-Doz. Dr. med. W. Linhart, Stellvertretender Direktor der Klinik für Unfall- und Handchirurgie der Heinrich Heine Universität Düsseldorf für die Gewährung meiner Promotionsarbeit. Außerdem möchte ich mich für die gute Einarbeitung und Unterstützung während der gesamten Zeit bedanken.

Ganz herzlich bedanken möchte ich mich auch bei Herrn Dr. med. P. Ueblacker für die gute Zusammenarbeit und Unterstützung sowie für seine Hilfe bei den Korrekturen der Erstentwürfe.

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. D. Briem danke ich für die Anleitung und Hilfe bei der statistischen Analyse.

Bei Dr. med. A. Janssen und Dr. med L. Großterlinden möchte ich mich für die Unterstützung bei der Auswertung der Röntgenbilder bedanken.

Abschließend danke ich meiner Familie für die jahrelange Unterstützung, Erziehung und Ausbildung. Besonders möchte ich mich an dieser Stelle bei meiner Mutter bedanken, die ihre Promotion wegen meiner Geburt nicht zu Ende führen konnte.

Vielen Dank

Philipp Kschowak

November 2006

Lebenslauf

19. Juni 1978: Geboren in Hamburg, als erster von drei Söhnen von Matthias Kschowak und Ursula Kschowak, geb. von der Ruhr

1984 – 1986: Grundschule Escheburg, Schleswig-Holstein

1986 – 1988: Ernst-Henning-Schule, Hamburg-Bergedorf

1988 – 1997: Hansa-Gymnasium, Hamburg-Bergedorf

1997 – 1998: Zivildienst im Krankenhaus St. Adolph-Stift, Reinbek

1998 – 2000: Studium der Psychologie an der Freien Universität Berlin

2000, April: Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Universität Hamburg

2002, März: Ärztliche Vorprüfung

2003, März: Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

2005, März: Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

10/05 – 09/06: Medizinisch Praktisches Jahr

2006, Oktober: Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

15.11.2006 Erteilung der Approbation

Philipp Kschowak

November, 2006

Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Philipp Kschowak

November 2006