

Aus der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie

Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar

**Vergleichende Untersuchung funktioneller Ergebnisse
nach Stabilisierung proximaler Humerusfrakturen: offene
winkelstabile Plattenosteosynthese (PHILOS®) versus
geschlossene minimal-invasive Verfahren**

**Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES**

2006

vorgelegt von Julia Schwitalla

geb.am 11.12.1981 in Saarbrücken

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	1
1.1	Summary	4
2	Einleitung	7
2.1	Operative Therapiemöglichkeiten der proximalen Humerusfraktur.....	7
2.2	Blutversorgung des Humeruskopfes.....	14
2.3	Fragestellung.....	15
3	Material und Methodik	16
3.1	Das Implantat – die PHILOS-Platte	20
3.2	Operationsverfahren	22
3.2.1	Versorgung einer dislozierten subkapitalen Humerusfraktur mittels offener Reposition und winkelstabiler PHILOS-Plattenosteosynthese.....	22
3.3	Studiendesign.....	27
3.3.1	Demonstration der funktionellen Befunderhebung der Untergruppen Beweglichkeit und Kraft mittels Neer-Score	29
3.4	Statistische Auswertung	36
3.5	Patientenstammbogen.....	37
3.6	Patientenanschreiben.....	38
3.7	Erhebungsbogen für den Neer-Score, den Constant-Score und den Visual-Score	39
4	Ergebnisse	40
4.1	Ergebnisse der PHILOS-Plattenosteosynthesen	40
4.1.1	Allgemeine Datenauswertung.....	40
4.1.2	Radiologische Ergebnisse	47
4.1.3	Funktionelle Ergebnisse	50
4.1.4	Ergebnisse im Visual-Score	57
4.2	Vergleich der Ergebnisse beider Studien	62
4.2.1	Vergleich der Ergebnisse beider Gruppen mittels der funktionellen Ergebnisse im Neer-Score und im Constant-Score	62
4.2.2	Vergleich der Anzahl operativ behandelter Humeruskopffrakturen beider Studienzeiträume.....	76
4.2.3	Verteilung der Frakturtypen nach der AO-Klassifikation in Abhängigkeit des Studienzeitraums.	78
4.2.4	Komplikationen	80
5	Diskussion	83

6	Schlussfolgerungen	93
7	Fallbeispiele.....	95
7.1	Fallbeispiel 1	95
7.2	Fallbeispiel 2	97
8	Literaturverzeichnis	101
9	Abbildungsverzeichnnis	107
10	Tabellenverzeichnis	110
11	Dank.....	112
12	Lebenslauf	113

1 Zusammenfassung

In der Arbeit wurden die funktionellen Ergebnisse und Komplikationen nach winkelstabiler Plattenosteosynthese dislozierter proximaler Humerusfrakturen erhoben und mit denen nach minimal-invasiven Stabilisierungstechniken verglichen.

Von Januar 2003 bis Dezember 2004 wurden 74 Patienten mit einer dislozierten subkapitalen Humerusfraktur operativ mit der winkelstabilen PHILOS-Platte behandelt. In einer Nachuntersuchung von Februar bis Mai 2005 wurden die funktionellen und radiologischen Ergebnisse und Komplikationen erhoben. In die Studie konnten 50 der 74 Patienten aufgenommen und nachuntersucht werden, darunter 30 Frauen und 20 Männer. Das Durchschnittsalter betrug 62,7 Jahre (15-91). Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag die Operation durchschnittlich 12 Monate (Umfang 3-26 Monate) zurück. Die Einteilung der Frakturtypen erfolgte anhand der AO-Klassifikation und der Neer-Klassifikation. Es zeigten sich 15 Typ-A, 18 Typ-B und 17 Typ-C-Frakturen. Die Beurteilung der funktionellen Ergebnisse erfolgte mit den Bewertungs-Scores von Neer und Constant.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug der mittlere Neer-Score 85,94 Punkte, der mittlere Constant-Score 84,06 Punkte. Insgesamt erreichten 76 % der 50 Patienten ein gutes oder sehr gutes funktionelles Ergebnis im Neer-Score. Im Constant-Score erzielten 88 % der 50 Patienten ein gutes oder sehr gutes funktionelles Ergebnis. Es fanden sich Unterschiede im funktionellen Resultat, sowohl im Neer- als auch im Constant-Score in Abhängigkeit des Frakturtyps, des Patientenalters und des Geschlechts. So gehen Frakturtypen der AO- und der Neer-Klassifikation mit zunehmender Frakturfragmentzahl mit einem schlechteren funktionellen Ergebnis einher. Jüngere Patienten erzielten einen besseren funktionellen Score-Wert als ältere Patienten. In Abhängigkeit des Geschlechts zeigten die Männer bessere funktionelle Resultate als die Frauen. Neben der Schulterfunktion zeigte auch das radiologische Ergebnis die Abhängigkeit vom Frakturtyp. Mit steigender Frakturfragmentzahl und höherem Dislokationsgrad gehen Frakturtypen der AO- und der Neer-Klassifikation mit einem schlechteren postoperativen und aktuellen radiologischen Ergebnis einher. Zum Zeitpunkt der

Nachuntersuchung waren bei den 50 Patienten insgesamt neun Komplikationen zu verzeichnen. Bei zwei Patienten wurde ein subacromiales Impingementsyndrom festgestellt. Des Weiteren traten im postoperativen Heilungsverlauf ein Plattenbruch, eine Pseudoarthrose und eine Myositis auf. Die Komplikation einer partiellen Humeruskopfnekrose ließ sich bei vier Patienten radiologisch nachweisen. Eine Implantatentfernung war in einem Fall aufgrund eines Impingementsyndroms am Acromion mit endgradiger Bewegungseinschränkung der Schulter notwendig.

Die funktionellen Ergebnisse und Komplikationen nach der PHILOS-Plattenosteosynthese wurden mit denen von Patienten verglichen, deren dislozierte proximale Humerusfraktur minimal-invasiv therapiert wurde. Die Vergleichsgruppe bestand aus Patienten einer Studie über funktionelle Ergebnisse nach minimal-invasiver Osteosynthese dislozierter proximaler Humerusfrakturen [11], die von 1995 bis 1997 an der Universität des Saarlandes in der Abteilung für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie durchgeführt wurde. Von den 69 Patienten dieser Studie konnten 53 nachuntersucht werden, deren Frakturosteosynthese mittels Kirschnerdrähten und/oder kanülierten Schrauben erfolgte. Das Durchschnittsalter lag bei 58 Jahren (6-87). Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag die Operation durchschnittlich 22,1 Monate (Umfang 4-38 Monate) zurück. Der durchschnittliche Neer-Score lag bei 84,13 Punkten, der durchschnittliche Constant-Score bei 76,81 Punkten. Bei den 53 Patienten waren insgesamt 16 Komplikationen zu verzeichnen. Es lagen fünf Fälle einer sekundären Frakturfragmentdislokation vor. Sechs Patienten wiesen eine Dislokation von Kirschnerdrähten auf. Bei vier Patienten wurde ein Impingementsyndrom festgestellt. Die Komplikation einer partiellen Humeruskopfnekrose trat lediglich bei einer Patientin auf.

Aus den Ergebnissen beider Studien lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Die sehr guten funktionellen Ergebnisse und die niedrige Komplikationsrate, die mit winkelstabilen Plattenosteosynthesen einhergehen, stimmen mit denen vergleichbarer Studien überein [3][12][16][22][30].

- Dislozierte subcapitale Humerusfrakturen des Typs A3, B1, B2, B3, C1 und C2 nach der AO-Klassifikation lassen sich durch die PHILOS-Plattenosteosynthese erfolgreich therapieren.
- Winkelstabile Implantate ermöglichen auch im osteoporotischen Knochen eine stabile Frakturosteosynthese. Sie eignen sich deshalb besonders zur Behandlung proximaler Humerusfrakturen bei älteren Patienten.
- Die PHILOS-Plattenosteosynthese zeigt sich in der Stabilisierung der C-Frakturen überlegen. Sie erreicht bei diesem Frakturtyp im Constant-Score signifikant bessere funktionelle Ergebnisse als die Minimalosteosynthesen.
- Mit winkelstabilen Plattenosteosynthesen lassen sich mehrheitlich gute und sehr gute funktionelle Ergebnisse erzielen. Patienten, deren dislozierte proximale Humerusfraktur mit der PHILOS-Platte behandelt wird, erreichen signifikant bessere funktionelle Ergebnisse im Neer- und im Constant-Score als Patienten, deren Frakturosteosynthese minimal-invasiv erfolgt.
- Mit der PHILOS-Platte können mehr C-Frakturen Humeruskopf erhaltend operiert werden als mit minimal-invasiven Verfahren. Der prothetische Schultergelenkersatz ist somit nur noch selten erforderlich, was wiederum zu besseren funktionellen Ergebnissen des Schultergelenks führt.
- Durch Verwendung der PHILOS-Platte kann ein Großteil der mit der Humeruskopffraktur einhergehenden Komplikationen verhindert werden. Die winkelstabile Plattenosteosynthese erzielt bei besseren funktionellen Ergebnissen eine geringere Komplikationsrate als die Minimalosteosynthesen. Sekundäre Fraktur- und Implantatdislokationen werden auf ein Minimum reduziert. Reoperationen sind selten erforderlich.
- Bei den PHILOS-Plattenosteosynthesen ergibt sich eine geringfügig höhere Humeruskopfnekroserate als bei den Minimalosteosynthesen. In Anbetracht der in der Studie über die PHILOS-Plattenosteosynthese überwiegend vorliegenden C-Fraktur ist die Humeruskopfnekroserate von 8 % als geringfügig anzusehen.

Sie ist damit zumindest nicht schlechter einzustufen als die der Minimalosteosynthesen.

1.1 Summary

The functional results and complications after stabilization of dislocated proximal humeral fractures with interlocking plate should be evaluated and compared with those following minimal-invasive techniques.

From January 2003 to December 2004, 74 patients who sustained a displaced subcapital humeral fracture were stabilized with the PHILOS plate. In a follow-up examination between February and May 2005 the functional and radiographic results and complications were evaluated. 50 patients out of 74 (30 women and 20 men) attended the study and were available for follow-up. The average age of the patients was 67,7 years (15-91). The mean follow-up was on an average 12 months (range 3-26 months). The fractures were classified on the basis of the AO- and Neer system. The distribution of fracture types showed 15 A-, 18 B- and 17 C fractures. The assessment of the functional results was performed with the Scores according to Neer and Constant.

At the time of the follow-up examination the mean Neer Score was at 85,94 points and the mean Constant Score at 84,06 points. According to the Neer Score, 76% of the 50 patients reached a good or excellent functional result, where as according to the Constant Score 88% of the 50 patients reached a good or excellent functional result. The Neer Score as well as the Constant Score showed differences in relation to the fracture type, the patient's age and the patient's sex. Fracture types of the AO- and Neer classification with an increasing number of fracture fragments were associated with a worse functional result. Younger patients reached a better functional score value than older patients. Depending on the patients' sex, men had better functional results than women. The radiographic result showed the same dependence of the fracture type as of the shoulder function. With an increasing number of fracture fragments and higher dislocation degree within the fracture types of the AO- and Neer classification postoperative and latest radiographic results get worse. At the time of the follow-up examination the 50 patients listed a total of nine

complications. Two patients had a subacromial impingement. In addition, one breakage of a plate, one pseudoarthrosis and one myositis were found in the healing process. The complication of a humeral head necrosis was proved radiologically on four patients. In one case the implant had to be removed as a result of an impingement with a strong limitation of the shoulder movement.

In the end, the functional results and complications by the PHILOS plate osteosynthesis were compared with those of patients whose dislocated proximal humeral fracture was stabilized by minimal invasive techniques.

The comparison group consisted of patients from a study of functional results of minimal invasive osteosynthesis of dislocated proximal humeral fractures, accomplished from 1995 to 1997 at the Department of Trauma, Hand and Reconstructive Surgery of the Saarland University. 53 out of 69 patients of the study had a follow-up examination whose fracture stabilization was realized via Kirschner wires and / or cannulated screws. The average age was 58 years (6-87). The mean follow-up in this group was on an average 22,1 months (range 4-38 months). The mean Neer Score was at 84,13 points and the mean Constant Score at 76,81 points. The 53 patients listed a total of 16 complications. There were five cases of secondary fracture dislocation. Six patients showed a dislocation of Kirschner wires. Four patients were presented with an impingement. Only one patient showed the complication of an avasculare head necrosis.

The following conclusions have been drawn from results of the PHILOS plate stabilization study and the comparison with the minimal-invasive procedures:

- The excellent functional results and the low complication rate presented in the group of PHILOS plate stabilization correspond to the findings by comparable studies [3][12][16][22][30].
- Dislocated subcapital humeral fractures of the types A3, B1, B2, B3, C1 and C2 of the AO classification can be successfully stabilized with the PHILOS plate.

- Interlocking plate fixation allows sufficient fracture stabilization even in osteoporotic bone, and therefore it is recommended especially for the treatment of proximal humeral fractures in elderly patients.
- The PHILOS plate stabilisation has advantages in stabilisation of type-C-fractures. In comparison to the minimal-invasive techniques it reaches a significantly better functional result according to the Constant Score in this fracture type. Interlocking plate stabilization qualifies especially in the treatment of complex three- and four-part fractures.
- In most cases interlocking plate fixation reaches good and excellent functional results. Patients whose dislocated proximal humeral fracture was treated with the PHILOS plate reached significantly better functional results in the Neer- and Constant Score than patients whose fracture fixation was performed by minimal invasive techniques.
- Type-C-fractures can be stabilized more frequently with the PHILOS plate, maintaining the humeral head, compared with minimal invasive procedures. The prosthetic replacement of the humeral head is therefore rarely necessary. Again, this leads to better functional results of the shoulder joint.
- Using the PHILOS plate, the majority of the complications associated with the humeral head fracture can be avoided. The interlocking plate fixation reaches better functional results and has a lower complication rate compared with minimal invasive procedures. Secondary dislocation of the fracture and implant failure can be reduced to a minimum. Reoperations are rarely necessary.
- The rate of head necrosis following the PHLOS plate head necrosis rate of the PHILOS plate fixation is not significantly higher than the rate in the group of minimal invasive techniques. Considering the predominant type-C-fracture in the PHILOS plate fixation group, the rate of 8 % can be considered as not significant. Consequently it is not to be assessed as being worse than the rate of humeral head necrosis following minimal invasive techniques.

2 Einleitung

2.1 Operative Therapiemöglichkeiten der proximalen Humerusfraktur

Die proximale Humerusfraktur stellt mit einem Anteil von 4 – 5 % aller Frakturen sowie mit ca. 45 % der Frakturen des Oberarmknochens eine häufige Verletzung dar [40][39]. Beim jungen Patienten ist die proximale Humerusfraktur eher selten. Tritt sie dennoch auf, ist sie meist Folge eines schweren Traumas und ist oft mit schweren Zusatzverletzungen verbunden [39]. Zum anderen handelt es sich um Patienten im höheren Lebensalter. Mit einem Altersgipfel in der 6. und 7. Lebensdekade [2] ist die proximale Humerusfraktur nach der distalen Radiusfraktur und der proximalen Femurfraktur die dritthäufigste Fraktur des älteren Menschen [10]. Die Inzidenz der Verletzung steigt in dieser Altersgruppe aufgrund der häufig schlechteren Knochenqualität an [40]. Ein Großteil der Patienten mit proximaler Humeruskopffraktur sind zudem Frauen. In der Literatur wird der Anteil der Frauen stellenweise mit 80 % angegeben [21]. Dies ist auf die Zunahme der Osteoporose im Alter zurückzuführen, die vor allem beim weiblichen Geschlecht auftritt. Der Grund hierfür liegt in der hormonellen Umstellung in der Menopause.

Die Behandlung der proximalen Humerusfraktur, insbesondere der Drei- und Vier-Fragmentfrakturen, wird gegenwärtig immer noch heftig diskutiert [53][15][33]. Einheitliche Richtlinien für eine optimale Frakturbehandlung dislozierter proximaler Humerusfrakturen, basierend auf wissenschaftlichen Grundlagen, gibt es nicht [53]. Die Bandbreite der Therapiemöglichkeiten reicht von der konservativen Frakturversorgung mit ruhigstellenden Verbänden bis hin zu verschiedenen operativen Verfahren. Es werden Humeruskopf-erhaltende Operationen von Humeruskopf-resezierenden Verfahren mit Schulterprothesenimplantation unterschieden [20][33][40]. Zu ersteren gehören neben den Minimalosteosynthesen [44][50][58] auch die Plattenosteosynthesen [10][29][44]. Die nicht oder nur gering dislozierten Frakturen, die mit 60-85 % [15] den Großteil der Oberarmkopffrakturen darstellen, werden in der Regel konservativ behandelt [4][40][60]. Dies geschieht durch Ruhigstellung im Gilchristverband für sieben bis zehn Tage. Durch

frühfunktionelle Behandlung führen sie zu einem guten funktionellen Ergebnis [25][61]. Bei den dislozierten Frakturen wird überwiegend eine operative Stabilisierung angestrebt [27][54][40]. Hierfür stehen heute eine Vielzahl verschiedener Operationsverfahren zur Verfügung.

Noch bis Ende der 80er Jahre stellte die T-Platte das bevorzugte Osteosyntheseverfahren dar [24], wohingegen in den letzten Jahren die minimal-invasiven Verfahren favorisiert wurden [15][42][51]. Mit der T-Plattenosteosynthese lies sich vor allem bei jüngeren Patienten mit fester Knochensubstanz eine hohe mechanische Frakturstabilität und eine präzise anatomische Reposition erzielen [11]. Dies ermöglichte frühzeitig eine vollfunktionelle Therapie, was sich in guten funktionellen Ergebnissen widerspiegelte [53]. Im Gegensatz dazu konnte bei älteren Patienten aufgrund schlechter Knochenqualität keine ausreichende Frakturstabilität erreicht werden [56]. Zudem wurde die Durchblutung des Humeruskopfes durch die oft notwendige operative Freilegung kompromittiert. Eine frühfunktionelle Übungsbehandlung war somit nicht möglich, so dass schlechte funktionelle Langzeitergebnisse die Folge waren [49]. Darüber hinaus waren die herkömmlichen Plattenosteosynthesen insbesondere bei älteren Patienten mit einer hohen Komplikationsrate verbunden. Hierzu zählen Schraubenlockerung im Humeruskopf, subacromiales Impingementsyndrom und die Humeruskopfnekrose, hervorgerufen durch die notwendige Frakturfreilegung mit erheblicher Weichteiltraumatisierung [3].

Alternativ zur Plattenosteosynthese bot sich damals nur die Endoprothese an [11]. Früher diente der primäre prothetische Ersatz des Schultergelenkes der Wiederherstellung dislozierter Mehrfragmentfrakturen des älteren Patienten mit osteoporotisch vorgeschädigtem Knochen [2][48]. Die Ergebnisse nach primärer Prothesenimplantation waren auf den ersten Blick vielversprechend. Dank ausreichender Stabilität und rascher Schmerzfreiheit war frühzeitig eine postoperative Mobilisierung der Schulter möglich. Niedrige Komplikationsraten machten Revisionseingriffe selten erforderlich [2]. In der Literatur werden auch gute bis sehr gute funktionelle Ergebnisse nach prothetischer Versorgung beschrieben. Neer [36] vergleicht in einer Arbeit die Ergebnisse nach osteosynthetischer Versorgung von Vier-Fragmentfrakturen mit denen nach Prothesenimplantation. Darin erzielten 97 % der Patienten mit Schulterprothese ein gutes oder sehr gutes

funktionelles Ergebnis [53]. Ebenso plädieren die Autoren Neumann [37] und Tanner [52] für die Implantation von Schulterprothesen bei der dislozierten Vier-Fragmentfraktur. Zyto [62] und Bosch [5] hingegen berichten in Studien über schlechte funktionelle Ergebnisse nach Prothesenimplantation. Die Schulterfunktion sei durch den großen invasiven, weichteiltraumatisierenden Eingriff und durch die insuffiziente Refixationsmöglichkeit der Rotatorenmanschette derart eingeschränkt, dass es den Patienten nicht möglich ist, ihr alltägliches Leben weiterhin selbständig zu gestalten [2][48]. Die Literatur liefert keinen überzeugenden Nachweis für die Vorteile einer primären prothetischen Versorgung [53]. Deshalb hat sich die Indikation für den prothetischen Ersatz des Humeruskopfes geändert. Bei der Vier-Fragment-Fraktur ist die Humeruskopf-erhaltende Therapie der primären Prothesenimplantation auch beim älteren Patienten vorzuziehen [53]. Die Schulterhemiprothesen stellen heute eine therapeutische Option bei nicht rekonstruierbaren Trümmerfrakturen und bei totalen Humeruskopfnekrosen nach fehlgeschlagener osteosynthetischer Versorgung dar. So gelingt es nach Versagen der primären Osteosynthese einen sekundären Gelenkersatz zu konstruieren, der dem anatomischen Ideal der gesunden Schulter nahe kommt. Die mit einer Totalnekrose einhergehenden klinischen Beschwerden und Schmerzen, werden so gemildert [40]. Das funktionelle Ergebnis kann oft nicht verbessert werden.

Im letzten Jahrzehnt war ein Trend hin zu den Minimalosteosynthesen zu verzeichnen [16]. Die Gründe hierfür waren die hohen Humeruskopfnekroseraten bei den offenen Verfahren, die insbesondere bei den Plattenosteosynthesen zu verzeichnen waren [24][29]. Als Ursache galt das offene Repositionsverfahren mit notwendiger operativer Frakturfreilegung und dadurch bedingter zusätzlicher Durchblutungsstörung des Humeruskopfes [13]. Die von Kuner et al 1987 veröffentlichte AO-Sammelstudie [24] vergleicht die Ergebnisse nach T-Plattenosteosynthese mit denen nach Minimalosteosynthese. Die Humeruskopfnekroserate betrug hier bei den T-Plattenosteosynthesen 45 % und bei den Minimalosteosynthesen 33 %. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt die Studie von Siebler und Kuner [46]: Mit einer Humeruskopfnekroserate von 23 % bei den T-Plattenosteosynthesen im Vergleich zu acht % bei den Minimalosteosynthesen. Eine ebenfalls hohe Komplikationsrate der T-Plattenosteosynthese mit nur zufriedenstellenden funktionellen Ergebnissen im Vergleich zu

Minimalosteosynthesen zeigte die Studie von Kristiansen und Christensen [23]. Bächli [1] und noch weitere Autoren bestätigten die Ergebnisse [15][24][55].

Die minimalinvasive Operationsmethode überzeugte außerdem durch weitere Vorteile. Zu diesen zählen eine nur minimale Frakturdarstellung mit Schonung der Weichteile. Damit verbunden war eine Reduktion des postoperativen Infektionsrisikos und eine Senkung der Zahl partieller- und totaler Kopfnekrosen. Des Weiteren sorgte die mit der Operationstechnik einhergehende geringe Vernarbungstendenz des periartikulären Bindegewebes [42][40] für gute funktionelle Ergebnisse. Viele Autoren, wie zum Beispiel Resch, Lill und Szyszkowitz, berichten in Studien [42][51] über gute funktionelle Ergebnisse nach Minimalosteosynthesen. Die minimal-invasive perkutane Repositions- und Fixationstechnik zeichnete sich außerdem durch einfache Handhabung und geringe Materialkosten aus.

Die „Minimalosteosynthese“ kann mit unterschiedlichen Fixierungsverfahren durchgeführt werden. Neben percutanen Spickdrähten (Gewinde- oder Kirschnerdrähte) gibt es kanülierte Schrauben, Draht- oder PDS-Cerclagen und Zuggurtungsosteosynthesen [2][11][30]. Diese Verfahren können einzeln oder in Kombination angewendet werden [15][51][55]. Ihnen gemeinsam ist der minimalinvasive Anspruch, bezüglich Reposition und Osteosynthese [2].

Doch obwohl die minimal-invasive Technik das Risiko der Humeruskopfnekrose minimierte, ließ sich im Vergleich zu den Plattenosteosynthesen keine ausreichende Frakturstabilität zur frühfunktionellen Übungsbehandlung erzielen. Die Implantatverankerung im osteoporotischen und stark zertrümmerten Knochen bereitete erhebliche Probleme [2]. Aufgrund der fehlenden Primärstabilität [24][47] war eine lange postoperative Ruhigstellungsdauer auf Kosten des funktionellen Ergebnisses im Verband erforderlich [51]. Außerdem waren sekundäre Repositionsverluste und Implantatlockerungen zu beobachten [39], so dass die offene Reposition und Frakturstabilisierung in Anbetracht der alternden Bevölkerung auch heute noch von Bedeutung ist [2].

Sowohl die Plattenosteosynthese als auch die minimal-invasiven Verfahren konnten den Anforderungen an eine suffiziente Frakturosteosynthese nicht gerecht werden. Schuld daran waren die mit diesen Verfahren einhergehenden Komplikationen wie

der Humeruskopfnekrose, dem subacromialen Impingementsyndrom, Platten- und Schraubenlockerungen, sowie insuffizienter Primärstabilität nach

Minimalosteosynthese. Dies veranlasste die AO/ASIF zur Entwicklung verschiedener Nagelsysteme und der Locking Proximal Humerus Plate (LPHP) [12].

Schon vor 20 Jahren wurden die ersten Vorfahren der heutigen Implantate mit dem Zespol Plattenfixateur am Unterschenkel, den internen Plattenfixateuren für die Wirbelsäule und später dem PC-Fix entwickelt [30]. Mit dem LISS (less invasiv stabilisation system) und der LCP (Locking compression Plate) gelang schließlich der klinische Durchbruch [30]. Verschiedene winkelstabile Implantate stehen nun auch zur Frakturbehandlung der proximalen Humeruskopffraktur zur Verfügung.

Die PHILOS-Platte (Proximal Humeral Internal Locked System Plate; Synthes, Stratec Medical Ltd, Schweiz) gehört zur jüngsten Generation der winkelstabilen Platten, an die hohe Anforderungen gestellt werden. Sie soll die positiven Eigenschaften der Plattenosteosynthese und der Minimalosteosynthese in sich vereinen. Dies bedeutet die Kombination großer Frakturstabilität, auch im osteoporotischen Knochen, gepaart mit Weichteil- und die Durchblutung schonendem operativen Vorgehen. Dadurch soll das Risiko der Kopfnekrose gegenüber anderen Osteosyntheseverfahren gesenkt werden. Ihr Vorteil liegt in der stabilen Verankerung winkelstabiler Schrauben sowohl im Humeruskopf als auch im Humerusschaft. Im osteoporotischen Knochen weist die PHILOS-Platte gegenüber der herkömmlichen Plattenosteosynthese eine geringere Schraubenlockerungsrate auf [16]. Durch konvergierende und divergierende Platzierung der winkelstabilen Schrauben im Humeruskopf wird die Ausrissfestigkeit des Implantats zusätzlich erhöht. Die daraus resultierende hohe Primärstabilität ermöglicht eine frühfunktionelle passive und aktive krankengymnastische Übungsbehandlung und minimiert somit das Risiko des Funktionsverlustes der Schulter. Die winkel- und rotationsstabile Verbindung zwischen PHILOS-Platte und deren Humeruskopfschrauben ermöglicht es dem Implantat als „Fixateur interne“ zu fungieren [16]. Bei dieser Fixation durchquert der Großteil der Kraft die Schrauben-Platten-Verbindung mit dem Ziel, die fixierten Frakturfragmente einander anzunähern. Die Kraftentstehung zwischen den Knochenteilen bleibt minimal. Dies

begünstigt neben einer stabilen Osteosynthese den natürlichen Heilungsprozess der Fraktur. Einen ebenfalls positiven Einfluss auf den Heilungsprozess hat die im Vergleich zu anderen Implantaten (T-Platte) hohe Flexibilität der PHILOS-Platte. Zusammen mit ihrer anatomisch angepassten Form beeinträchtigt sie die Periostdurchblutung in geringerem Maße als herkömmliche Platten [30]. Zudem trägt eine minimal-invasive Operations- und Repositionstechnik maßgeblich zur Schonung der Humeruskopfdurchblutung bei, wodurch einer Nekroseentstehung im Humeruskopf vorgebeugt wird. Außerdem verhindert das schmale Plattendesign zusammen mit korrekter Platzierung des Implantats ohne proximalen Überstand die Ausbildung eines Impingementsyndroms [30].

Bereits vor Einführung der PHILOS-Platte wurden Studien über funktionelle Ergebnisse und Komplikationen nach winkelstabiler Plattenosteosynthese erstellt. Die Studien weisen auf das große Potential dieser winkelstabilen Implantate hin [26] [28]. So publizierten Mückter et al [32] 2001 eine Studie über funktionelle Ergebnisse nach Osteosynthese proximaler Humerusfrakturen mit der Humerus-Fixateurplatte. Darin erzielten 87,1 % der 32 Patienten ein gutes bis sehr gutes Ergebnis. Der mittlere Constant-Score betrug 82,8 Punkte. Im gleichen Jahr erschien eine Studie von Bartsch et al [2] über die Osteosynthese dislozierter Humeruskopffrakturen mit der winkelstabilen T-Platte, worin ebenfalls über eine gute postoperative Schulterfunktion berichtet wird. Es folgten 2004 eine Arbeit von Hente et al [17] über die Versorgung der proximalen Oberarmfraktur mittels winkelstabilem Plattenfixateur und 2005 eine Publikation von Plecko et al [39] über Plattenosteosynthese bei proximalen Humerusfrakturen mit der LPHP (Locking Proximal Humerus Plate). Beide Autoren berichten über gute und sehr gute klinische Resultate.

Die erste klinische Arbeit nach Osteosynthese mit der PHILOS-proximalen Humerusplatte stammt von Björkenheim et al [3] publiziert im Jahr 2004. Die retrospektive Studie ergab bei 72 Patienten ein mit 77 Punkten im Constant-Score gutes funktionelles Ergebnis. Implantatbezogene Komplikationen traten in zwei Fällen aufgrund zu geringer Fixierung der Platte im Humerusschaft auf. Eine Humeruskopfnekrose entwickelte sich bei drei Patienten. Eine Reoperation war in zwei Fällen notwendig. Die Komplikation des subacromialen Impingements trat nicht auf. Der Autor beschreibt die PHILOS-Plattenosteosynthese als sicher und empfiehlt

deren Anwendung zur Behandlung proximaler Humeruskopffrakturen besonders bei älteren Patienten mit schlechter Knochenqualität. Die erste prospektive Studie erscheint 2005 von Frankenhauser et al [12]. Hierin werden gute funktionelle Ergebnisse nach PHILOS-Plattenosteosynthese gleich welchen Frakturtyps aufgezeigt. Der mittlere Constant-Score betrug nach einem Jahr 74,6 Punkte. Neben fünf implantatbezogenen Komplikationen, wie Frakturdislokation und Plattenbruch, wurden zwei partielle Humeruskopfnekrosen und drei Fälle eines Impingement-Syndroms verzeichnet. Die niedrige Reoperationsrate von zwei Patienten ist mit der anderer Studien vergleichbar. Eine weitere aktuelle prospektive Studie, publiziert von Koukakis et al [22], dokumentiert erneut ein gutes funktionelles Outcome nach PHILOS-Plattenosteosynthese. Der mittlere Constant-Score betrug 76,1 Punkte. An Komplikationen waren lediglich ein Implantatversager und eine Kopfnekrose zu verzeichnen. Aufgrund der Ausbildung einer Schultersteife musste ein Implantat entfernt werden. Schraubenlockerungen im Humeruskopf sowie Impingementsyndrome traten nicht auf. Ihren Erfahrungen zufolge liefert die PHILOS-Platte eine stabile Osteosynthese mit guten funktionellen Ergebnissen, die gerade deswegen bei älteren Patienten mit schlechter Knochenqualität erfolgsversprechend ist. Darüber hinaus verhindert sie gegenüber den herkömmlichen Plattenosteosynthesen die meisten Komplikationen. Die Arbeit von Helmy et al [16] beschreibt neue Trends in der Therapie dislozierter proximaler Humerusfrakturen. Die PHILOS-Platte habe ein hohes Potential gute funktionelle Ergebnisse bei niedriger Komplikationsrate, insbesondere bei der Behandlung komplexer Drei- und Vier-Fragmentfrakturen, zu liefern. Von 83 Patienten zeigten 90 % ein gutes oder exzellentes funktionelles Ergebnis im Constant-Score. An Komplikationen war lediglich eine Humeruskopfnekrose zu beklagen.

Die einzige Studie, die einen Vergleich der funktionellen Ergebnisse nach winkelstabiler Plattenosteosynthese mit denen nach Minimalosteosynthese anstellt, stammt von Lungershausen et al [30] im Jahr 2003. Die Autoren berichten über gute und sehr gute funktionelle Ergebnisse bei 51 Patienten, deren Frakturosteosynthese mit einer winkelstabilen Platte (Königseeplatte) erfolgt war. Der mittlere Neer-Score dieser Patienten betrug 71,8 Punkte im Vergleich zu einem Neer-Score von 67,6 Punkten bei den 32 Patienten, deren proximale Humerusfraktur minimal-invasiv therapiert wurde. Lungershausen konnte keine signifikanten Ergebnisunterschiede im

Hinblick auf das funktionelle Ergebnis feststellen. Jedoch vermindern seiner Auffassung nach winkelstabile Plattenosteosynthesen zumindest bei gleichen funktionellen Ergebnissen die Zahl sekundärer Dislokationen ohne eine höhere Rate an Humeruskopfnekrosen aufzuweisen. Sie seien deshalb besonders zum Einsatz der Osteosynthese von Mehr-Fragment-Frakturen bei osteoporotischem Knochen geeignet [30].

2.2 Blutversorgung des Humeruskopfes

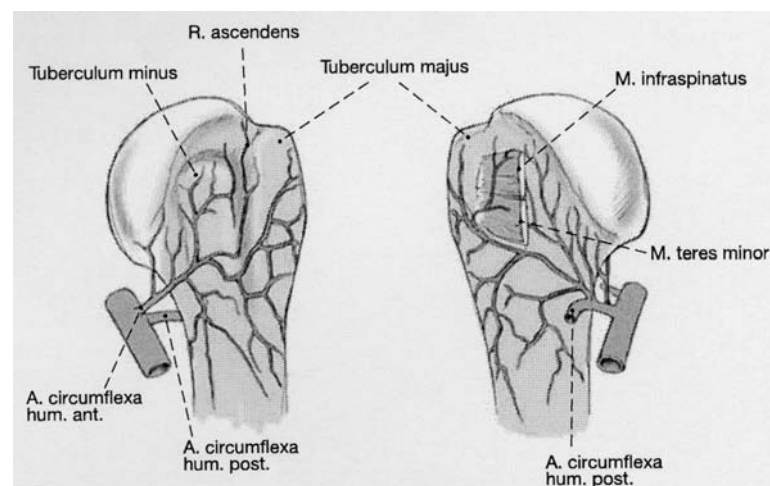


Abb. 1: Blutversorgung des Humeruskopfes [39]

Für die Humeruskopf-erhaltende Operation ist die spezielle Gefäßversorgung des Oberarmkopfes von großer Bedeutung [14]. Deren Beschädigung bei invasiven Operationsverfahren führt zu Nekrosebildung im Humeruskopf. Neben der Anzahl der Frakturfragmente ist für die Prognose der Frakturverlauf entscheidend. Er bestimmt den Zerstörungsgrad der Kopfdurchblutung und beeinflusst somit die Entstehung einer Kopfnekrose. [2] Die arterielle Versorgung des Oberarmkopfes erfolgt zum Großteil aus Ästen der Arteria circumflexa humeri anterior und ihrem Endast, der Arteria arcuata, die im Sulcus intertubercularis aufsteigt, um nahe dem Collum anatomicum in den Oberarmkopf einzutreten. Das Tuberculum majus wird gesondert aus der Arteria circumflexa humeri posterior mit Blut versorgt. Bei einem extraartikulären Frakturverlauf im chirurgischen Hals bleiben die Arteriae circumflexae unbeschadet. Kommt es hingegen zur Fraktur im anatomischen Hals, so wird die mediale Periostdurchblutung unterbrochen und das Kopfnekrosenerisiko steigt. Frakturen im anatomischen Hals sind zwar seltener, doch ziehen sie aufgrund

der vaskulären Versorgung ein erhöhtes Nekroserisiko mit sich[40]. Um einer zusätzlichen Devaskularisierung des Humeruskopfes vorzubeugen, sollten direkte Kompression oder grobe Manipulation des medialen Schaftes beim Freilegen der Fraktur oder der Reposition vermieden werden. Dies erfordert einen in der Operationstechnik geübten und erfahrenen Operateur [39]

2.3 Fragestellung

Die vorliegende Arbeit strebt im Hinblick auf die Frakturbehandlung dislozierter proximaler Humerusfrakturen einen Vergleich der PHILOS-Plattenosteosynthese mit Minimalosteosynthesen in Betrachtung des funktionellen Ergebnisses und der aufgetretenen Komplikationen an. Die in der Literatur verbreitete Überlegenheit der winkelstabilen Plattenosteosynthesen gegenüber Minimalosteosynthesen soll im Folgenden anhand statistischer Tests überprüft werden. Die funktionellen Ergebnisse beider Studien werden mit Hilfe der im Neer-Score und im Constant-Score erhobenen Daten verglichen. Von großem Interesse sind die mit dem jeweiligen Osteosyntheseverfahren einhergehenden Komplikationen.

Die Patientengruppe, deren dislozierte proximale Humerusfraktur mit der PHILOS-Platte versorgt wurde, umfasst 50 Personen. Sie entstammen dem Operationskatalog der Abteilung für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universität des Saarlandes. Die Vergleichsgruppe besteht aus Patienten, die von 1995 bis 1997 ebenfalls an der Universität des Saarlandes in der Abteilung für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie behandelt wurden. Diese Gruppe war Gegenstand einer Studie über funktionelle Ergebnisse nach minimal-invasiver Osteosynthese dislozierter proximaler Humerusfrakturen [11]. Von den 69 Patienten zu Beginn dieser Studie konnten 53 nachuntersucht werden, deren Frakturosteosynthese mittels Kirschnerdrähten und/oder kanülierten Schrauben erfolgte.

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand eines Vergleichs der beiden Studien die eventuelle Überlegenheit der PHILOS-Plattenosteosynthese gegenüber Minimalosteosynthesen aufzuzeigen.

3 Material und Methodik

Seit Februar 2005 wurde an der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums in Homburg eine retrospektive Studie über die funktionellen Ergebnisse proximaler dislozierter Humerusfrakturen nach PHILOS-Plattenosteosynthese durchgeführt. In diese Studie konnten 50 Patienten aufgenommen werden, die vom 01.01.2003 bis zum 31.12.2004 eine dislozierte subkapitale Humerusfraktur erlitten und deren Osteosynthese mit der winkelstabilen PHILOS-Platte durchgeführt wurde. Die postoperative Nachuntersuchung der 50 Patienten erfolgte vom 21.02.2005 bis zum 20.05.2005. Es handelte sich um 30 Frauen und 20 Männer. Das Durchschnittsalter betrug 62,7 Jahre (15-91). Insgesamt wurden im Zeitraum von Januar 2003 bis Dezember 2004 111 dislozierte Humeruskopffrakturen operativ behandelt. Bei 74 dieser Patienten erfolgte die Frakturosteosynthese mit winkelstabilen Implantaten. Ein Gelenkersatz mittels Prothese war in 32 Fällen notwendig. Andere Stabilisierungsverfahren kamen in 5 Fällen zum Einsatz.

Als Einschlusskriterium galten dislozierte proximale Humerusfrakturen, die anhand der präoperativ aufgenommenen Röntgenbilder nach der Frakturklassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) eingeteilt wurden und kopferhaltend mittels PHILOS-Platte stabilisiert wurden. Ausgeschlossen wurden Patienten mit pathologischen Frakturen und Frakturen bei Kindern.

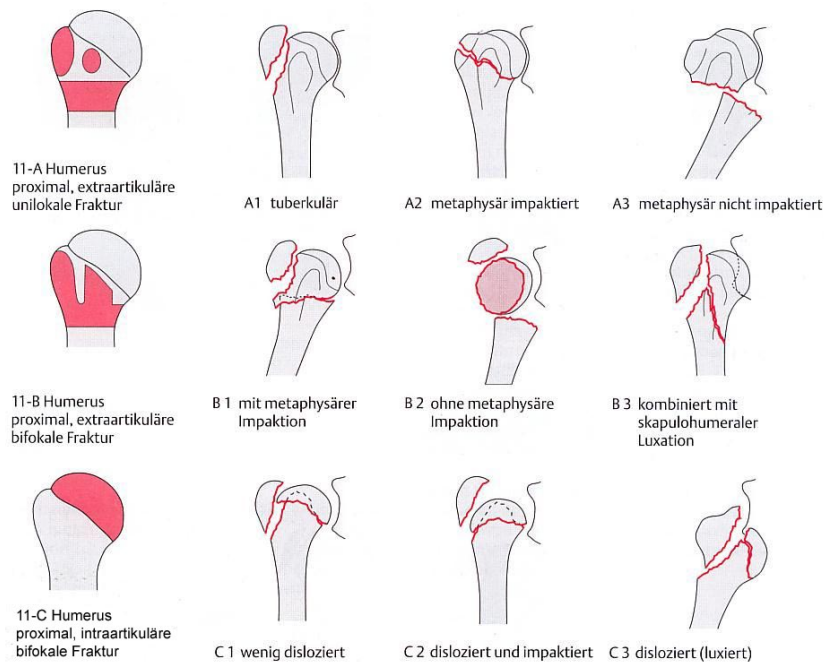


Abb. 2: Schaubild zur AO-Klassifikation [40]

Die Frakturklassifikation, die erstmals 1984 von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) veröffentlicht wurde, gliedert sich in drei Gruppen. Neben der Frakturfragmentzahl und einer möglichen Gelenkbeteiligung berücksichtigt die AO-Klassifikation die prognostisch bedeutsame Unterscheidung des Frakturverlaufs durch den chirurgischen und den anatomischen Hals [2]. Typ-A-Frakturen stellen extraartikuläre Zweifragmentfrakturen dar. Zu den Typ-B-Frakturen gehören extraartikuläre Frakturen mit einem partiell intraartikulären Verlauf mit mehr als zwei Fragmenten. Die intraartikulär entlang des Collum anatomicum verlaufenden Typ-C-Frakturen bilden die letzte Gruppe. Sie sind aufgrund der vaskulären Situation besonders gefährdet, im postoperativen Verlauf eine Humeruskopfnekrose zu entwickeln, wo hingegen die extraartikulären Frakturen seltener eine Kopfnekrose ausbilden [40]. So lässt es die Frakturreinteilung zu, sowohl therapeutische als auch prognostische Aussagen zu treffen.

Die Verteilung der Frakturtypen nach der AO-Klassifikation stellte sich in unserer Studie folgendermaßen dar: 15 A3-Frakturen, eine B1-Fraktur, 11 B2-Frakturen, eine B3-Fraktur, eine C1-Fraktur und 16 C2-Frakturen. Insgesamt lagen somit 15 A-Frakturen, 18 B-Frakturen und 17 C-Frakturen vor.

Eine weitere Einteilung der Frakturen erfolgte anhand der klassischen Frakturteilung, die von Neer 1970 [35][36] erstellt wurde. Sie basiert auf der Einteilung von Codman, der erstmals die vier Hauptfragmente des proximalen Humeruskopfes, die für die Therapie und Prognose von proximalen Humerusfrakturen relevant sind, klassifizierte [53]. Bis heute ist die Neer-Klassifikation eine der am häufigsten verwendeten Klassifikationen zur Bewertung der Humeruskopffraktur [53].

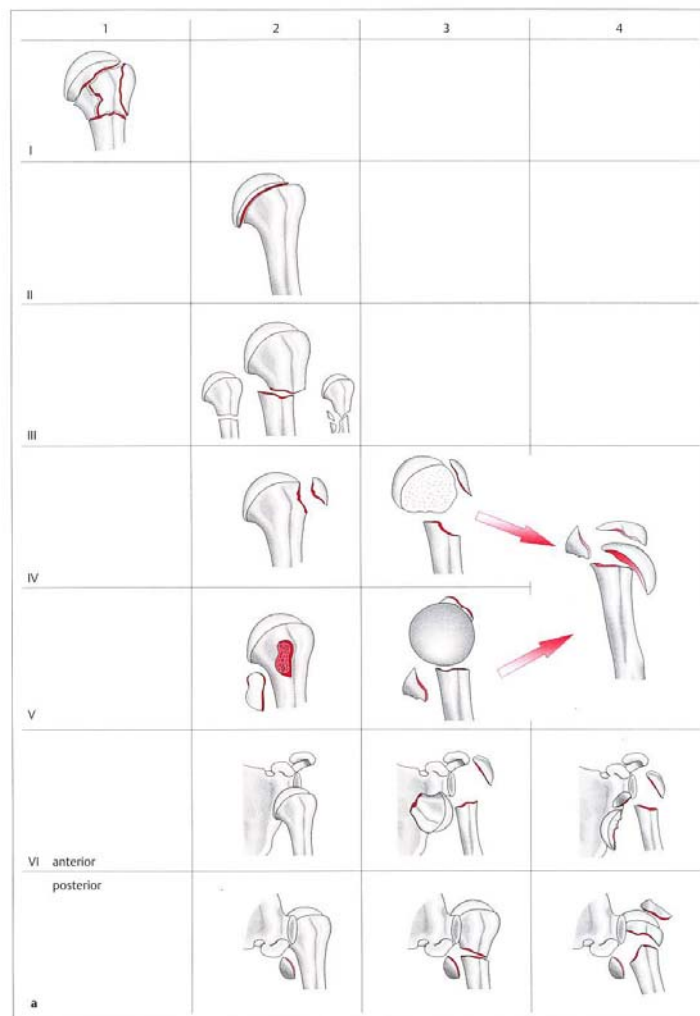


Abb. 3: Schaubild zur Frakturklassifikation von Neer [40]

Prinzipiell unterscheidet die Klassifikation nicht dislozierte und dislozierte Frakturen. Eine Fraktur gilt als nicht disloziert, wenn das Hauptfragment eine Verschiebung unter einem cm oder eine Abkipfung unter 45° aufweist [35]. Der Grenzwert von einem cm beziehungsweise der Abkipfung von 45° wurde von Neer publiziert und anschließend durch andere Studien bestätigt [7][19][31].

In Gruppe III bis V werden alle dislozierten Frakturen zusammengefasst und anhand der Anzahl der Segmente nochmals unterteilt. Dislozierte proximale Humerusfrakturen weisen eine seitliche Verschiebung der Fragmente gegenüber dem Schaft um mehr als einen cm oder eine Abkipfung um mehr als 45° auf [35]. Gruppe VI beinhaltet alle Luxationsfrakturen. Hierbei handelt es sich um Frakturen, bei denen das Kalottenfragment vollständig vor, hinter oder unterhalb des Glenoids steht oder der Kopf lateral gegenüber dem Schaft versetzt ist. Alle vollständig von den Weichteilen abgetrennten Frakturen zählen ebenfalls zu den Luxationsfrakturen [17]. Mit Hilfe der Neerklassifikation lassen sich neben therapeutischen Vorgaben auch Aussagen bezüglich der Prognose einer proximalen Humerusfraktur machen. Je größer die Anzahl der Frakturfragmente und je höher der Dislokationsgrad, desto schlechter ist ihre Prognose [40]. Eine Verschlechterung der Prognose einer Fraktur mit steigender Frakturfragmentzahl wird auch von anderen Autoren berichtet [35] [45].

In der vorliegenden Studie ergibt sich nach der Neer-Klassifikation folgende Frakturverteilung: 16 Zweifragment-Frakturen, 26 Dreifragment-Frakturen und acht Vierfragment-Frakturen. Hierbei handelte es sich ausschließlich um dislozierte Frakturen.

Für beide Frakturklassifikationen wurde eine exakte Röntgendiagnostik benötigt, für welche jeweils präoperativ Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen (ap- und Y-Aufnahme) angefertigt wurden. Bei den 4-Fragmentfrakturen und bei Verdacht auf eine zusätzliche Fraktur des Kopffragmentes, der sogenannten „head-split-Fraktur“, wurde eine Computertomographie angefertigt.

Die Frakturklassifikation stellt eine Entscheidungshilfe dar, nach der proximale Humerusfrakturen konservativ beziehungsweise operativ behandelt werden. Es besteht jedoch ein Problem in der eindeutigen Zuordnung der Frakturen. Keine Klassifikation ermöglicht eine lückenlose Einteilung. Selbst erfahrene Chirurgen kommen bei der Klassifizierung der proximalen Humerusfraktur zu unterschiedlichen Ergebnissen [11]. Deshalb wurden die Frakturen dieser Studie von nur einem Diagnostiker eingeteilt.

3.1 Das Implantat – die PHILOS-Platte

Die PHILOS-Platte ist ein Plattenfixateur, der in den Ausführungen Reintitan (CPTI) und Implantatstahl (SSt) erhältlich ist. Die Philosplatte zeichnet sich durch eine besondere winkelstabile Verbindung zwischen Humeruskopfschrauben und Platte aus, die für eine hohe Primärstabilität der Fraktur sorgt. Jeder Schraubenkopf besitzt ein Außengewinde, das beim Eindrehen in den Humeruskopf in ein konisches Innengewinde in der Plattenbohrung greift [34]. Da die Schrauben im Kopf dreidimensional verteilt werden, erhöht sich zusätzlich die Ausrissfestigkeit des Implantates. Die anatomische Form der Platte, die sich durch ein schlankes Profil auszeichnet, ermöglicht auch bei osteoporotischem Knochen eine stabile Fixierung der Fraktur. Die winkelstabile Platte für den Humerus existiert in zwei Größenausführungen. Die kurze PHILOS-Platte hat eine Länge von 90 mm und besitzt drei Schaftlöcher. Die lange Platte hat fünf Schaftlöcher bei einer Länge von 114 mm. Die lange Ausführung findet Anwendung bei Frakturen, die sich bis in die proximale Diaphyse erstrecken. Die durch Rasantraumen verursachte, häufig bei jungen Patienten vorhandene, metaphysäre Trümmerzone kann so mittels der langen PHILOS-Platte im Sinne einer Überbrückungsosteosynthese optimal stabilisiert werden. Im Kopfteil der Platte sind Bohrungen für neun proximale Verriegelungsschrauben mit einem Durchmesser von 3,5 mm vorhanden. Außerdem weist die Platte im proximalen Teil zehn zusätzliche Nahtlöcher auf, die bei Bedarf besetzt werden können. Im Schaftteil finden sich jeweils drei bis fünf sogenannte LCP-Kombilöcher (Locking Compression Plate), die je nach Bedarf mit Kortikalisschrauben mit einem Durchmesser von 3,5 mm, Spongiaschrauben mit einem Durchmesser von 4,0 mm sowie wahlweise mit Verriegelungsschrauben mit einem Durchmesser von 3,5 mm besetzt werden können. Die selbstschneidenden Verriegelungsschrauben sind in den Längen von 20 bis 60 mm erhältlich. Indikationen zum Einsatz der PHILOS-Platte stellen dislozierte Zwei-, Drei und Vierfragmentfrakturen des proximalen Humerus, auch bei osteoporotischen Knochen dar. Die Verwendung bei Pseudoarthrosen und Osteotomien im proximalen Humerus ist ebenfalls möglich. Kontraindikationen stellen akute Infektionen im Operationsgebiet und Kinder in der Wachstumsphase dar [38].



Abb. 4: Die PHILOS-Platte [38]

3.2 Operationsverfahren

3.2.1 Versorgung einer dislozierten subkapitalen Humerusfraktur mittels offener Reposition und winkelstabiler PHILOS-Plattenosteosynthese

Der Patient wird in Intubationsnarkose in der sogenannten Beachchairstellung oder Liegestuhlstellung gelagert Abb. 5. Diese Lagerung bietet den Vorteil, den Humeruskopf axial sowie anterior-posterior mit dem Bildwandler durchleuchten zu können. Der betroffene Arm wird frei beweglich abgedeckt und auf einem kleinen Tisch separat gelagert.



Abb. 5: Beach-Chair-Stellung [39]

Es wird eine ca. 8 cm lange Hautinzision vom Proc. coracoideus zum Vorderrand des M. deltoideus über dem Sulcus deltoideus pectoralis vorgenommen. Nach Spaltung des Subcutangewebes wird die V. cephalica dargestellt und nach medial weggehalten. Um den M. deltoideus zu schonen, wird die Präparation durch den Sulcus deltoideus pectoralis fortgeführt. Bei vorhandener Läsion des M. deltoideus ist ein Zugang durch eine Muskelintersektion möglich. Durch vorsichtiges Anheben des M. deltoideus lässt sich die Fraktur darstellen. Durch Abduktion des Armes auf 90° entspannt sich der M. deltoideus. Die anschließende nach Möglichkeiten geschlossene Reposition muss mit Rücksichtnahme auf die Durchblutung des Kopfes unter großer Schonung der Weichteile (Periost und Rotatorenmanschette) erfolgen. Die indirekte Reposition bedeutet kein Ablösen der Sehnenansätze des M. subscapularis oder des M. supraspinatus, um die Fraktur besser zu exponieren. Diese Technik ist trotz offener Operationstechnik zur Schonung der Weichteile indiziert, um das Risiko einer Kopfnekrose gering zu halten [40]. Das Repositionsergebnis ist unter dem Bildwandler zu kontrollieren. Lateral des Sulcus

bicipitalis wird nun die PHILOS-Platte zunächst lose angelegt. Die Platte ist richtig positioniert, wenn sie mindestens 8 mm distal des oberen Endes des Tuberculum majus liegt. Wird die Platte zu weit kranial angelegt, erhöht sich das Risiko eines Impingementsyndroms. Wird sie zu weit unten angelegt, kann eine optimale Verteilung der Humeruskopfschrauben erschwert werden [38].

Im nächsten Schritt wird das PHILOS-Zielgerät auf die Platte montiert und mit einem Kirschnerdraht unter Bildverstärker die Ausrichtung der Platte bestimmt. Zur Stabilisierung der Reposition wird die Platte mit einer Kortikalisschraube im Langloch gegen den Schaft fixiert. Mit Hilfe des Tiefenmessgeräts wird die Länge der Humeruskopfschrauben bestimmt. In die vorgebohrten Schraubenlöcher werden nun die winkelstabilen Schrauben in den Humeruskopf eingesetzt. Die Schraubenköpfe werden vollständig im Plattenniveau versenkt, was einem implantatbedingtem Impingementsyndrom vorbeugt. Die erneute intraoperative Bildwandlerkontrolle soll zur Überprüfung einer achsengerechten Ausrichtung und einer einwandfreien Implantatlage dienen. Anschließend werden die Plattenlöcher im Bereich des Schaftes mit Verriegelungsschrauben besetzt. Sie sollen in einem Winkel von 90° gegenüber dem Humerusschaft verriegelt sein, damit eine optimale Stabilität gewährleistet ist [38]. Eine abschließende Bildwandlerkontrolle in zwei Ebenen soll eine erfolgreiche Implantation der PHILOS-Platte bestätigen. Dabei wird weiterhin sichergestellt, dass keine Schrauben intraartikulär zu liegen gekommen sind. Zur Funktionsprüfung folgt das Durchbewegen des Armes. Bei freier Funktion wird die Wunde gespült und mit einer Redondrainage versehen. Nach der Refixation der Muskulatur und dem schichtweisen Wundverschluss folgt die Anlegen eines sterilen trockenen Verbandes. Zur zweitägigen Ruhigstellung des Armes wird ein Gilchristverband angelegt. Das weitere Procedere sieht passiv geführte Bewegungsübungen aus dem Gilchristverband bereits am zweiten postoperativen Tag vor. Mit aktiven Bewegungsübungen soll ab der sechsten Woche postoperativ begonnen werden. Eine Implantatentfernung ist nicht vorgesehen.

Therapeutisches Ziel der operativen Versorgung mittels winkelstabiler Platte nach dem Funktionsprinzip des Fixateur interne, ist das Erreichen einer anatomisch rekonstruierten und übungstabilen Osteosynthese. Die durch das Implantat

erreichte Primärstabilität soll eine frühfunktionelle Nachbehandlung ermöglichen, welche für das rasche Wiedererlangen einer guten Schulterfunktion unabdingbar ist.

Im Hinblick auf die Komplikation der Kopfnekrose muss der weitestgehenden Erhaltung und Wiederherstellung der Humeruskopfdurchblutung eine besondere Bedeutung zugemessen werden. Trotz der Invasivität des Eingriffs, aufgrund des großen deltoideo-pectoralen Zugangs, hängt das postoperative Ergebnis in hohem Maße von der nach Möglichkeit intraoperativen Schonung der Weichteile und der verbliebenen Frakturdurchblutung ab.

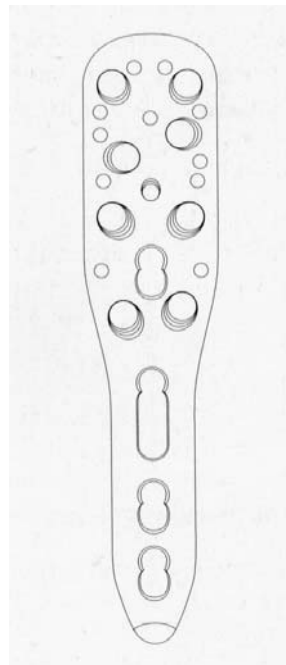


Abb. 6: Die PHILOS-Platte in der Vorderansicht [38]

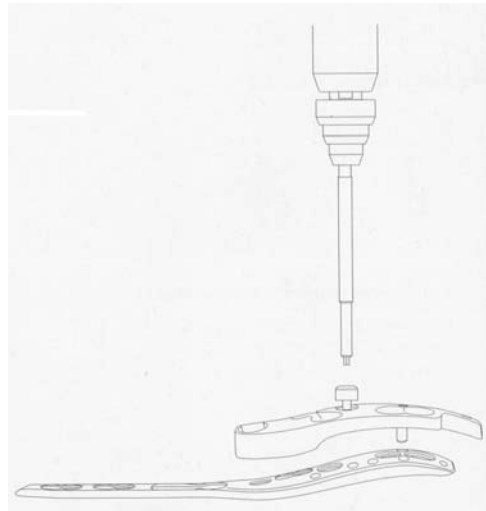


Abb. 7: Zielgerät auf Platte montieren [38]

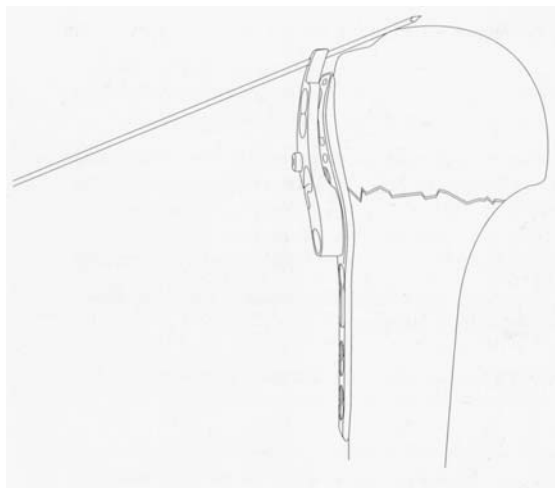


Abb. 8: Positionieren der Platte mit Hilfe eines Kirschnerdrahtes [38]

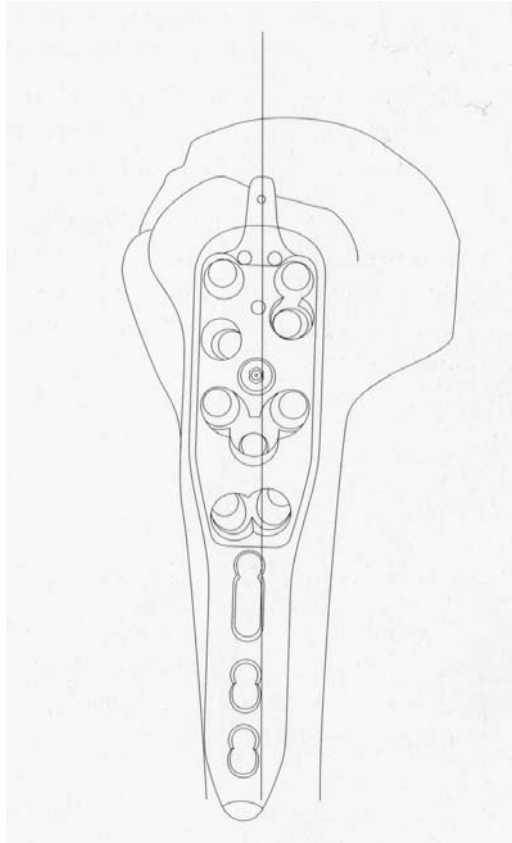


Abb. 9: Korrekte Lage der Platte zum Humeruskopf [38]

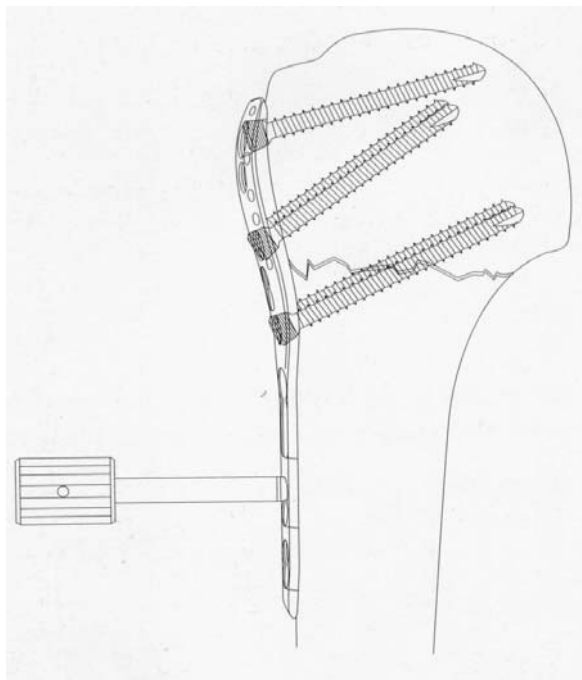


Abb. 10: Einbringen der proximalen winkelstabilen Schrauben [38]

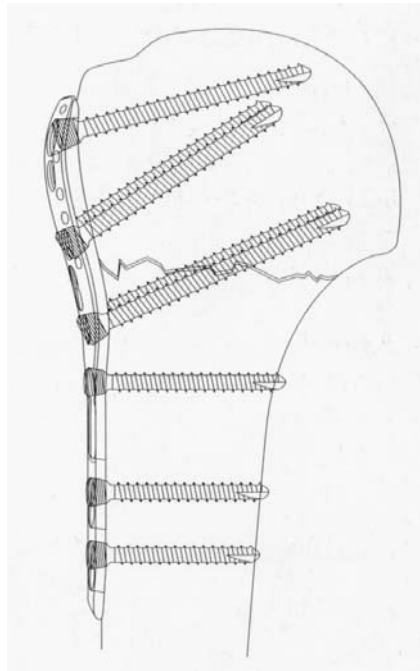


Abb. 11: Einbringen der distalen Schrauben [38]

3.3 Studiendesign

Im Rahmen der klinischen Studie konnten 50 Patienten, die im Zeitraum vom 01.01.2003 bis zum 31.12.2004 eine dislozierte proximale Humerusfraktur erlitten und mittels winkelstabiler PHILOS-Plattenosteosynthese behandelt wurden, vom 21.02.2005 bis zum 20.05.2005 postoperativ nachuntersucht werden. Insgesamt wurden in diesem Zeitraum 87 subcapitale Humerusfrakturen operativ behandelt, von denen 50 mittels winkelstabiler PHILOS-Platte versorgt wurden. Eine minimalinvasive Frakturstabilisierung kam in 5 Fällen zum Einsatz. Eine primäre Prothesenimplantation war in 32 Fällen notwendig. Bei dem Patientenkollektiv handelte sich um 30 Frauen und 20 Männer mit einem Durchschnittsalter von 62,7 Jahren (15–91). Die Patientenrekrutierung erfolgte retrospektiv anhand archivierter Patientenakten.

Die Nachuntersuchung bestand aus einer radiologischen Kontrolle der Fraktur und einer körperlichen Untersuchung.

Die aktuell aufgenommenen anterior-posterior und axialen Röntgenbilder der betroffenen Schulter wurden anhand eines standardisierten Röntgenscores ausgewertet. Die unmittelbar nach der Operation angefertigten Röntgenbilder waren

ebenfalls vorhanden und wurden mittels des gleichen Röntgenscores befundet. Es ergab sich somit für jeden Patient ein postoperativer und ein aktueller Röntgenwert. Bei korrekter anatomischer Stellung der Fraktur sind im postoperativen und aktuellen Röntgenscore jeweils maximal zehn Punkte zu erreichen, wobei die Kriterien Rotation, Angulation, Gelenkekongruenz, Tuberositasretraktion und Implantatfehler mit jeweils zwei Punkten eingehen. Die aktuellen Röntgenaufnahmen dienen dazu, den Heilungsverlauf der Fraktur zu beurteilen und eventuell aufgetretene Komplikationen aufzuzeigen. Zu berücksichtigen waren unter anderem eine ausbleibende knöcherne Durchbauung, sekundäre Dislokationen, Pseudoarthrose, Plattenbruch, subakromiales Impingement, Kopfabkipfung, Myositis und Humeruskopfnekrose. Eine Partialnekrose wurde angenommen, wenn begrenzte Unregelmäßigkeiten oder Defekte an der Kalottenkontur sichtbar waren. Ein vollständiger Kollaps des Kopfes wurde als Totalnekrose bewertet.

Die Beurteilung der funktionellen Ergebnisse erfolgte mit dem Neer-Score-System [35] und dem Constant-Score-System [9]. Beide Scores wurden einmalig zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung erhoben.

Der Neer-Score setzt sich aus den fünf Untereinheiten Schmerz, Beweglichkeit, Alltagsaktivität, Kraft und dem Wert des aktuellen Röntgenscores zusammen. Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt 100 (90+10 Punkte Röntgenscore), wobei die einzelnen Gruppen unterschiedlich gewichtet werden. Die komplette Schmerzfreiheit wird mit 35 Punkten bewertet. Die Untergruppen der Beweglichkeit, Flexion, Abduktion, Außenrotation, Innenrotation und Retroflexion addieren sich bei uneingeschränktem Bewegungsumfang zu 25 Punkten. Der Bewegungsumfang wurde nach der Neutral-0-Methode bestimmt. Die Alltagsaktivität ist eine Summe aus Reichweite und Stabilität. Liegt hier keine Einschränkung vor, sind bis zu 20 Punkte zu erreichen. Für eine maximale Kraftentwicklung werden zehn Punkte vergeben. Die Kraftmessung erfolgte bei 90° anteflektiertem Arm und gestrecktem Ellenbogen. Konnte der Patient 12 kg schmerzfrei für 5 Sekunden halten, wurde die Kraftentwicklung als maximal angenommen. Der radiologische Befund geht mit bis zu zehn Punkten in die Gesamtwertung ein. Die erreichten Punkte der einzelnen Untergruppen addieren sich zur Gesamtsumme. Ein Neer-Score von über 79 Punkten ist mit sehr gut zu bewerten. Die Punktespanne 70-79 Punkte ergibt ein

zufriedenstellendes Ergebnis. Unbefriedigend ist ein Score-Wert von 60-69 Punkten. Bei weniger als 60 Punkten ist der Score Wert mangelhaft.

3.3.1 Demonstration der funktionellen Befunderhebung der Untergruppen Beweglichkeit und Kraft mittels Neer-Score



Abb. 12: Flexion



Abb. 13: Abduktion

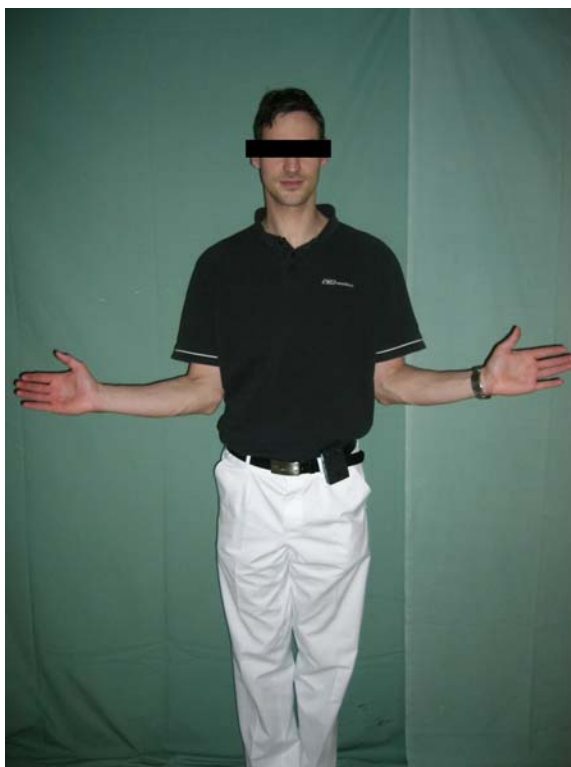


Abb. 14: Außenrotation



Abb. 15: Innenrotation



Abb. 16: Kontrolle der Außenrotation



Abb. 17: Kontrolle der Innenrotation

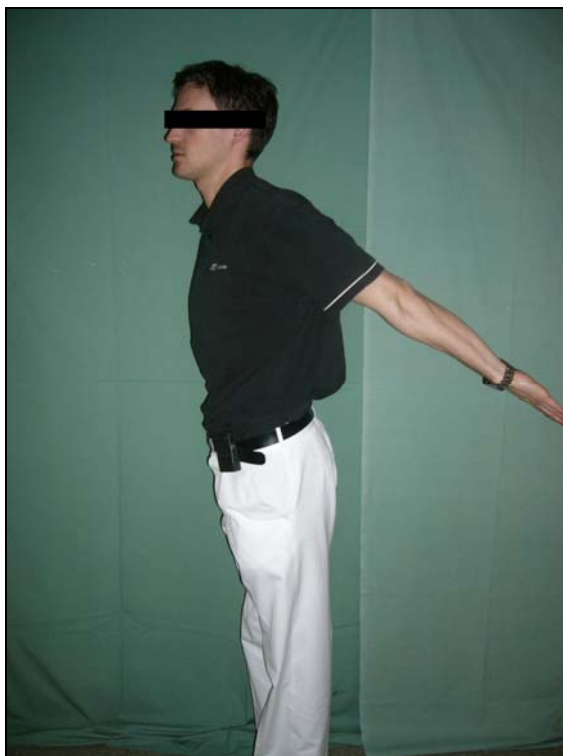


Abb. 18: Retroflexion



Abb. 19: Kraftmessung

Um die volle Kraftentwicklung aufzuzeigen, musste ein Gewicht von 12 kg für maximal 5 Sekunden, bei 90° anteflektiertem Arm und gestrecktem Ellenbogen gehalten werden.



Abb. 20: Kraftmessung mit dem Druckbarometer in der Frontansicht



Abb. 21: Kraftmessung mit dem Druckbarometer in der Seitenansicht

Die funktionellen Ergebnisse der Nachuntersuchung wurden ebenfalls mit dem Constant-Score bewertet. Dieses 1991 von der europäischen Schulter- und Ellenbogengesellschaft empfohlene Dokumentationssystem von Constant [9], besteht aus den gleichen Untergruppen wie der Neer-Score. So finden sich auch hier die Rubriken Schmerz, Funktion, Alltagsaktivität und Kraft. Die Prüfung der Kraft

erfolgte analog dem Neer-Score, wobei sich der Kraftwert aus den gehaltenen Kilogramm multipliziert mit zwei plus eins ergibt ($((\text{kg} \times 2) + 1 = \text{Punktzahl})$). Die Endsumme des Constant-Scores ergibt ebenfalls 100, wobei eine andere Punkteverteilung der Untergruppen vorliegt. Die Schmerzfreiheit beteiligt sich mit nur 15 Punkten am Gesamtwert. Der Funktion wird mit 40 Punkten ein Großteil der Gesamtsumme zugesprochen. Die Alltagsaktivität wird gleich dem Neer-Score mit 20 Punkten bewertet und die Untereinheit Kraft gewinnt gegenüber dem Neer-Score durch einen Punktezuwachs auf 25 Punkte an Bedeutung. Das Score-Ergebnis „sehr gut“ ist ab 86 Punkten erreicht. Die Punkte 71-85 werden mit „gut“, die Punkte 56-70 mit „befriedigend“ bewertet. Als „schlecht“ gilt ein Score-Wert unter 56 Punkten [32]. Radiologische Befunde werden im Constant-Score nicht berücksichtigt.

Von Bedeutung erschien uns auch die persönliche Beurteilung des postoperativen funktionellen Ergebnisses durch den Patienten selbst. An einer anschaulichen Skala von eins bis sechs, wobei eins, analog den Schulnoten mit sehr gut und sechs mit sehr schlecht zu bewerten ist, konnten die Patienten so ihre Zufriedenheit mit dem funktionellen Ergebnis der Operation bewerten. Der Visual-Score erlaubt einen Vergleich zwischen der subjektiven Zufriedenheit des Patienten und dem erreichten funktionellen Ergebnis im Neer- oder Constant-Score.

Ziel dieser Studie ist es, die so gewonnenen funktionellen Ergebnisse, mit denen nach minimal-invasiv behandelten subkapitalen, dislozierten Humerusfrakturen zu vergleichen und eine eventuelle Überlegenheit der Osteosynthese mittels winkelstabiler PHILOS-Platte, hinsichtlich Funktion und Stabilität, aufzuzeigen. Als Vergleichsgruppe standen uns die Daten einer Studie über die funktionellen Ergebnisse nach minimal-invasiver Osteosynthese dislozierter proximaler Humerusfrakturen, die von 1995 bis 1997 an der Universitätsklinik des Saarlandes in der Abteilung für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie durchgeführte wurde, zur Verfügung [11]. In diese prospektiven Studie wurden 69 Patienten aufgenommen, deren Frakturosteosynthese mittels Kirschnerdrähten und / oder kanülierten Schrauben erfolgte. Von den 69 Patienten konnte zum aktuellen Nachuntersuchungszeitpunkt bei 53 das funktionellen Ergebnis im Neer-Score ermittelt werden. Zum gleichen Zeitpunkt wurde bei 48 Patienten der Contant-Score erhoben. Zur eigentlichen Datenauswertung wurden nur die Ergebnisse des Neer-

Scores herangezogen. Radiologische Kontrollen wurden ebenfalls postoperativ und aktuell durchgeführt. Die Beurteilung der funktionellen Ergebnisse der Nachuntersuchung, erfolgte mit dem Neer-Score- und dem Constant-Score System. Der Visual-Score, der zur subjektiven Einschätzung des funktionellen Ergebnisses und zum Ausdruck der persönlichen Zufriedenheit dient, wurde analog unserer Studie angewendet.

3.4 Statistische Auswertung

Die in der Studie erhobenen Daten wurden zu Beginn der Auswertung in eine Tabelle des Computerprogramms „Excel 2000“ eingetragen. Die Rohdaten der Studie über die Minimalosteosynthesen lagen uns ebenfalls als Excel Tabelle vor. Die weitere statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm „SPSS 13“ (statistical package of social science). Für die Prüfung auf Signifikanz wurde der p-Wert auf dem Niveau von 0,05 festgelegt. Folgende statistische Testverfahren wurden für die Auswertung der Daten herangezogen: der T-Test für unabhängige Stichproben, die einfaktorielle ANOVA und die mehrfaktorielle univariate Varianzanalyse. Die den Ergebnisteil illustrierenden Schaubilder, Diagramme und Tabellen stellen „SPSS-output Dateien“ dar.

3.5 Patientenstammbogen

Name
Adresse
Geburtsdatum
Telefon
Hausarzt
Krankenhausaufenthalt vom-bis in Tagen
Unfalltag
OP-Tage
Zeitspanne Unfall bis
Operation in Tagen
Datum der Nachuntersuchung
Betroffene Seite rechts links
AO-Frakturklassifikation
Neer-Frakturklassifikation
Röntgenwert postoperativ
Röntgenwert aktuell
Anzahl der
Humeruskopfschrauben
Anzahl der Schaftschrauben
Plattengröße
Neer-Score
Constant-Score
Visual-Score

Abb. 22: Patientenstammbogen

3.6 Patientenanschreiben

Sehr geehrte/r Frau / Herr

Im Jahre 2003 / 2004 erlitten Sie einen Bruch Ihres Oberarmknochens.

Dabei wurde bei Ihnen ein spezielles Implantat eingesetzt. Diese sogenannte winkelstabile Platte, bei der sich die Schrauben mit einem Gewinde in der eingesetzten Platte verankern, ist ein neuwertiges Implantat, welches Anfang 2000 entwickelt wurde und erst seit ca. 2002 eingesetzt wird.

Um zu überprüfen, ob dieses neue Implantat, welches eine größere Sicherheit der Verankerung im Knochen geben soll, im Vergleich zu herkömmlichen Platten oder Drähten auch zu besseren klinischen, das heißt funktionellen Ergebnissen führt, wollen wir die Patienten, die im Jahre 2003 und 2004 (insgesamt Patienten) mit diesem Verfahren operiert wurden, im Rahmen einer klinischen Studie nachuntersuchen. Deshalb würden wir uns freuen, wenn Sie unsere Arbeit unterstützen und uns zu einer Nachuntersuchung besuchen könnten. Durch Ihre Nachuntersuchung helfen Sie uns zu erfahren, ob diese bei Ihnen eingesetzte Implantat auch die erwarteten, versprochenen Vorteile bietet.

Die Nachuntersuchung wird in einer körperlichen Untersuchung und in einer Röntgenuntersuchung bestehen. Wir werden Sie dann auch über eventuell noch zu ergreifende oder mögliche weitere Therapiemaßnahmen beraten. Die Untersuchung würde Sie ca. eine Stunde in Anspruch nehmen.

Eine Überweisung Ihres Hausarztes ist für diese klinische Nachuntersuchung nicht notwendig. Wir müssen Sie jedoch darauf hinweisen, dass wir keine Auslagen für die Anfahrt erstatten können. Wir möchten uns erlauben, Sie in den nächsten Tagen anzurufen, um mit Ihnen einen Termin zu vereinbaren.

Im Voraus bedanken wir uns für Ihre Mithilfe.

Mit freundlichen Grüßen

3.7 Erhebungsbogen für den Neer-Score, den Constant-Score und den Visual-Score

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><u>Schmerzen:</u></th> <th style="text-align: center;">Neer</th> <th style="text-align: center;">Constant</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Schwer</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Ausgeprägt</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Moderat</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Erträglich</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Leicht</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td>Minimal</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Keine</td> <td style="text-align: center;">35</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> </tbody> </table>	<u>Schmerzen:</u>	Neer	Constant	Schwer	0	0	Ausgeprägt	5		Moderat		5	Erträglich	15		Leicht	25	10	Minimal	30		Keine	35	15	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><u>Visual-Score</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Note: 1</td> </tr> <tr> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> </tr> <tr> <td>4</td> </tr> <tr> <td>5</td> </tr> <tr> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>	<u>Visual-Score</u>	Note: 1	2	3	4	5	6																																																																																			
<u>Schmerzen:</u>	Neer	Constant																																																																																																																	
Schwer	0	0																																																																																																																	
Ausgeprägt	5																																																																																																																		
Moderat		5																																																																																																																	
Erträglich	15																																																																																																																		
Leicht	25	10																																																																																																																	
Minimal	30																																																																																																																		
Keine	35	15																																																																																																																	
<u>Visual-Score</u>																																																																																																																			
Note: 1																																																																																																																			
2																																																																																																																			
3																																																																																																																			
4																																																																																																																			
5																																																																																																																			
6																																																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6" style="text-align: left;"><u>Beweglichkeit:</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 33%;">Flexion</td> <td style="width: 11%;"></td> <td style="width: 11%;"></td> <td style="width: 33%;">Abduktion</td> <td style="width: 11%;"></td> <td style="width: 11%;"></td> </tr> <tr> <td>bis 30°</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td>bis 30°</td> <td style="text-align: center;">45°</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>bis 60°</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>bis 60°</td> <td style="text-align: center;">30°</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>bis 90°</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td>bis 90°</td> <td style="text-align: center;">15°</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>bis 120°</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td>bis 120°</td> <td style="text-align: center;">< 15°</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>bis 150°</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td>bis 150°</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>> 150°</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td>> 150°</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding-top: 10px;"><u>Aussenrotation</u></td> <td colspan="3" style="padding-top: 10px;"><u>Innenrotation</u></td> </tr> <tr> <td>60°</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td>90°</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>40°</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td>70°</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>30°</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td>50°</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>20°</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td>30°</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10°</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>10°</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>< 10°</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td>< 10°</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: right; padding-top: 10px;">Summe:</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: right;">Neer:</td> <td colspan="3" style="text-align: right;">Constant:</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: right;">max.: 2x6 + 2x5 +3</td> <td colspan="3" style="text-align: right;">max.: 4x10</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: right;">-----/ 25</td> <td colspan="3" style="text-align: right;">-----/ 40</td> </tr> </tbody> </table>		<u>Beweglichkeit:</u>						Flexion			Abduktion			bis 30°	0	0	bis 30°	45°	3	bis 60°	1	2	bis 60°	30°	2	bis 90°	2	4	bis 90°	15°	1	bis 120°	4	6	bis 120°	< 15°	0	bis 150°	5	8	bis 150°			> 150°	6	10	> 150°			<u>Aussenrotation</u>			<u>Innenrotation</u>			60°	5	10	90°			40°	4	8	70°			30°	3	6	50°			20°	2	4	30°			10°	1	2	10°			< 10°	0	0	< 10°			Summe:						Neer:			Constant:			max.: 2x6 + 2x5 +3			max.: 4x10			-----/ 25			-----/ 40		
<u>Beweglichkeit:</u>																																																																																																																			
Flexion			Abduktion																																																																																																																
bis 30°	0	0	bis 30°	45°	3																																																																																																														
bis 60°	1	2	bis 60°	30°	2																																																																																																														
bis 90°	2	4	bis 90°	15°	1																																																																																																														
bis 120°	4	6	bis 120°	< 15°	0																																																																																																														
bis 150°	5	8	bis 150°																																																																																																																
> 150°	6	10	> 150°																																																																																																																
<u>Aussenrotation</u>			<u>Innenrotation</u>																																																																																																																
60°	5	10	90°																																																																																																																
40°	4	8	70°																																																																																																																
30°	3	6	50°																																																																																																																
20°	2	4	30°																																																																																																																
10°	1	2	10°																																																																																																																
< 10°	0	0	< 10°																																																																																																																
Summe:																																																																																																																			
Neer:			Constant:																																																																																																																
max.: 2x6 + 2x5 +3			max.: 4x10																																																																																																																
-----/ 25			-----/ 40																																																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;"><u>Alltagsaktivität</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reichweite</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kalotte</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Mund</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Gürtelschnalle</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Axilla Gegenseite</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>WS zw. Scapulae</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding-top: 10px;"><u>Stabilität</u></td> </tr> <tr> <td>Hochheben</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Werfen</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Drücken</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Stoßen</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Überkopfarbeiten</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Max</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> </tbody> </table>	<u>Alltagsaktivität</u>		Reichweite		Kalotte	2	Mund	2	Gürtelschnalle	2	Axilla Gegenseite	2	WS zw. Scapulae	2	<u>Stabilität</u>		Hochheben	2	Werfen	2	Drücken	2	Stoßen	2	Überkopfarbeiten	2	Max	20	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><u>Kraft:</u></th> <th style="text-align: center;">Neer</th> <th style="text-align: center;">Constant</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>normal</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">1-2kg = 3 Pkt.</td> </tr> <tr> <td>gut</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ausreichend</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">(kg x2) + 1 = Punktzahl</td> </tr> <tr> <td>schwach</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">max. 12kgx2+1= 25 Pkte</td> </tr> <tr> <td>minimal</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>keine</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">erreichte Kraft: Punkte</td> </tr> </tbody> </table>	<u>Kraft:</u>	Neer	Constant	normal	10	1-2kg = 3 Pkt.	gut	8		ausreichend	6	(kg x2) + 1 = Punktzahl	schwach	4	max. 12kgx2+1= 25 Pkte	minimal	2		keine	0	erreichte Kraft: Punkte																																																																	
<u>Alltagsaktivität</u>																																																																																																																			
Reichweite																																																																																																																			
Kalotte	2																																																																																																																		
Mund	2																																																																																																																		
Gürtelschnalle	2																																																																																																																		
Axilla Gegenseite	2																																																																																																																		
WS zw. Scapulae	2																																																																																																																		
<u>Stabilität</u>																																																																																																																			
Hochheben	2																																																																																																																		
Werfen	2																																																																																																																		
Drücken	2																																																																																																																		
Stoßen	2																																																																																																																		
Überkopfarbeiten	2																																																																																																																		
Max	20																																																																																																																		
<u>Kraft:</u>	Neer	Constant																																																																																																																	
normal	10	1-2kg = 3 Pkt.																																																																																																																	
gut	8																																																																																																																		
ausreichend	6	(kg x2) + 1 = Punktzahl																																																																																																																	
schwach	4	max. 12kgx2+1= 25 Pkte																																																																																																																	
minimal	2																																																																																																																		
keine	0	erreichte Kraft: Punkte																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><u>Zusammenfassung:</u></th> <th style="text-align: center;">Neer</th> <th style="text-align: center;">Constant</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Schmerzen</td> <td style="text-align: center;">___/35</td> <td style="text-align: center;">___/15</td> </tr> <tr> <td>Funktion</td> <td style="text-align: center;">___/25</td> <td style="text-align: center;">___/40</td> </tr> <tr> <td>Alltagsaktivität</td> <td style="text-align: center;">___/20</td> <td style="text-align: center;">___/20</td> </tr> <tr> <td>Kraft</td> <td style="text-align: center;">___/10</td> <td style="text-align: center;">___/25</td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td style="text-align: center;">___/90</td> <td style="text-align: center;">___/100</td> </tr> </tbody> </table>		<u>Zusammenfassung:</u>	Neer	Constant	Schmerzen	___/35	___/15	Funktion	___/25	___/40	Alltagsaktivität	___/20	___/20	Kraft	___/10	___/25	Summe	___/90	___/100																																																																																																
<u>Zusammenfassung:</u>	Neer	Constant																																																																																																																	
Schmerzen	___/35	___/15																																																																																																																	
Funktion	___/25	___/40																																																																																																																	
Alltagsaktivität	___/20	___/20																																																																																																																	
Kraft	___/10	___/25																																																																																																																	
Summe	___/90	___/100																																																																																																																	

Abb. 23: Befunderhebungsbogen Neer-Score, Constant-Score, Visual-Score

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der PHILOS-Plattenosteosynthesen

4.1.1 Allgemeine Datenauswertung

4.1.1.1 Patientenkollektiv

Bei den 50 Patienten zeigte sich folgende Verteilung des Geschlechts:

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig weiblich	30	60,0	60,0	60,0
männlich	20	40,0	40,0	100,0
Gesamt	50	100,0	100,0	

Tab. 1: Häufigkeitsverteilung des Geschlechts

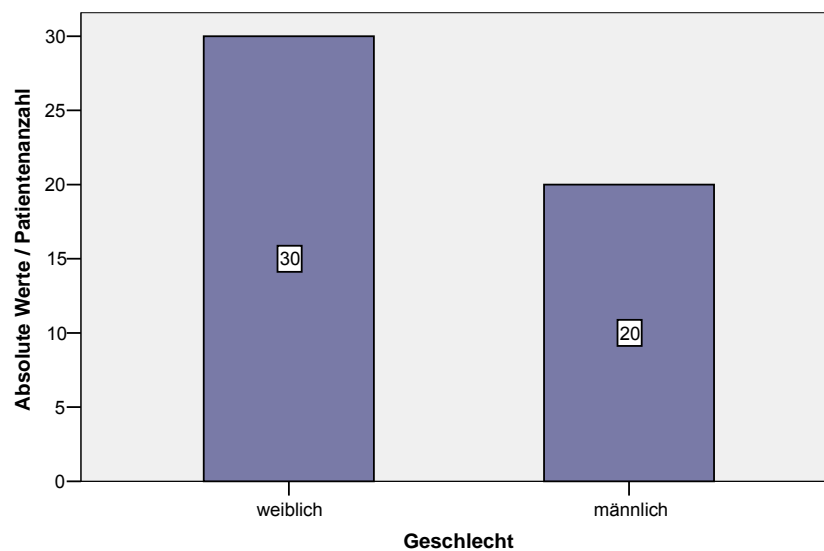


Abb. 24: Geschlechtsverteilung

Von den insgesamt 50 Patienten sind 30 weiblichen und 20 männlichen Geschlechts. Der überwiegende Frauenanteil ist auf die Zunahme der Osteoporose im Alter zurückzuführen, die vor allem beim weiblichen Geschlecht auftritt. Der Grund hierfür liegt in der hormonellen Umstellung in der Menopause.

4.1.1.2 Altersverteilung

Bei den 50 Patienten zeigte sich folgende Altersverteilung.

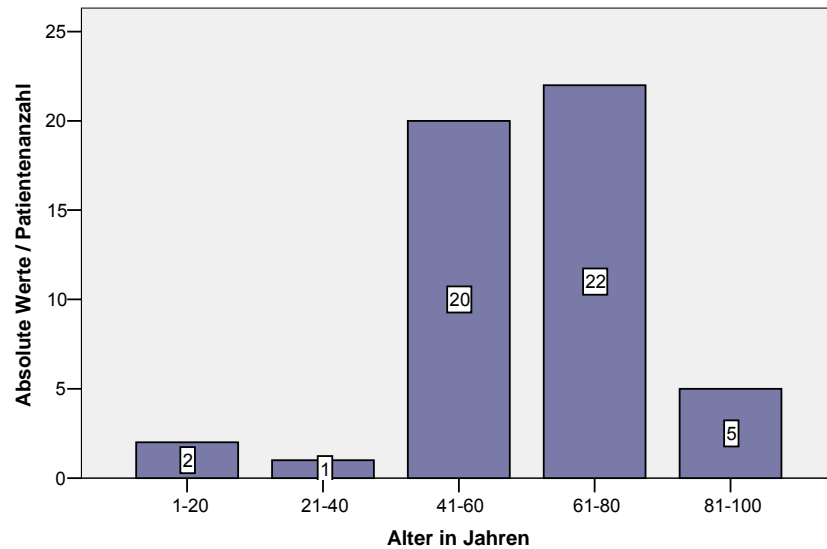


Abb. 25: Altersverteilung

Das durchschnittliche Lebensalter der Patienten beträgt 62,72 Jahre. Der jüngste Patient dieser Studie war 15, der älteste 91 Jahre alt. In der Abbildung wird deutlich, dass 54 % der Patienten älter als 60 Jahre sind. Dies stimmt mit der Aussage überein, nach der die proximale Humerusfraktur eine Fraktur ist, die eher ältere Menschen betrifft [2][10].

4.1.1.3 Seitenverteilung der Frakturen

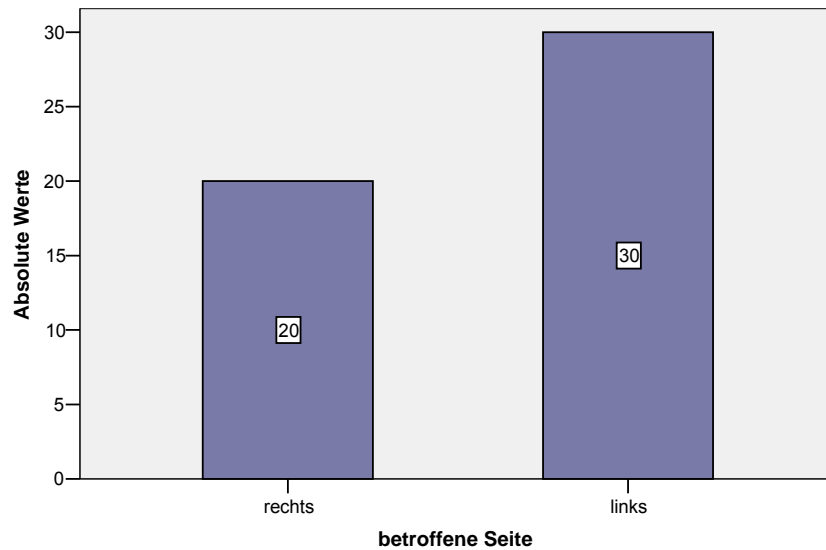


Abb. 26: Seitenverteilung der Frakturen

In der Studie wurde die frakturierte Seite des Oberarmknochens erhoben. In 30 Fällen war der linke in 20 Fällen der rechte Humerusknochen beteiligt. Häufig fällt die Verletzung damit auf den linken Oberarm. Ein Zusammenhang zwischen der frakturierten Seite und einem Rechts- oder Linkshändersein wurde in der Studie nicht näher untersucht.

4.1.1.4 Frakturklassifikationen

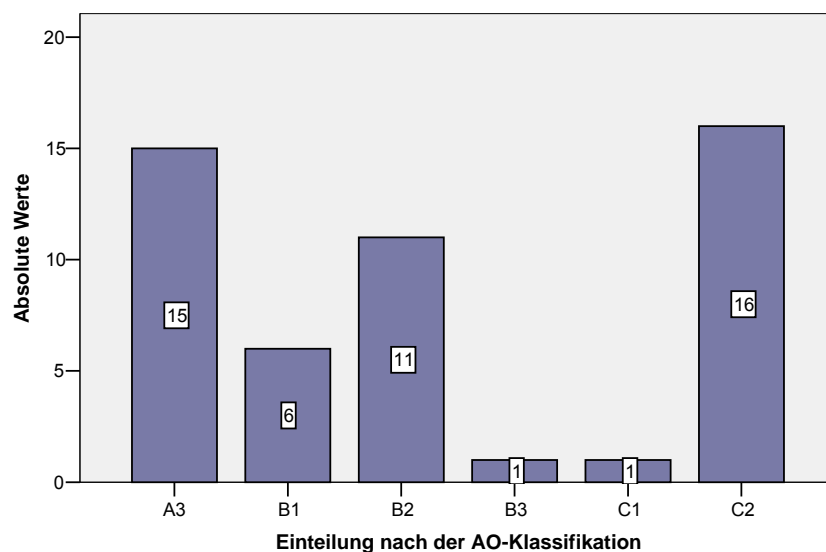


Abb. 27: AO-Frakturklassifikation

In der Studie lagen insgesamt 15-A-, 18-B- und 17-C-Frakturen vor. Die obige Graphik zeigt ein Übergewicht des Frakturtyps C2. Er macht einen Anteil von 32 % aller Frakturen aus.

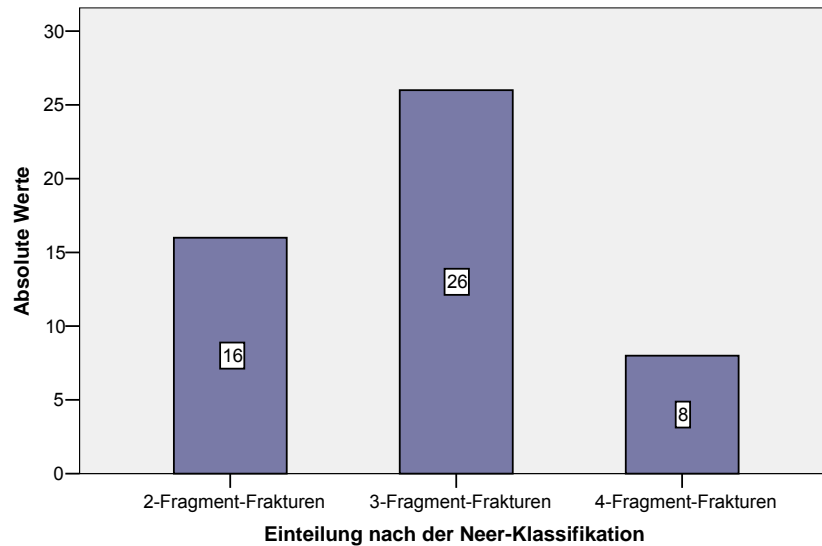


Abb. 28: Neer-Frakturklassifikation

Die 3-Fragment-Frakturen überwiegen mit einem Anteil von 52 % aller Frakturen.

4.1.1.5 Verwendetes Implantat

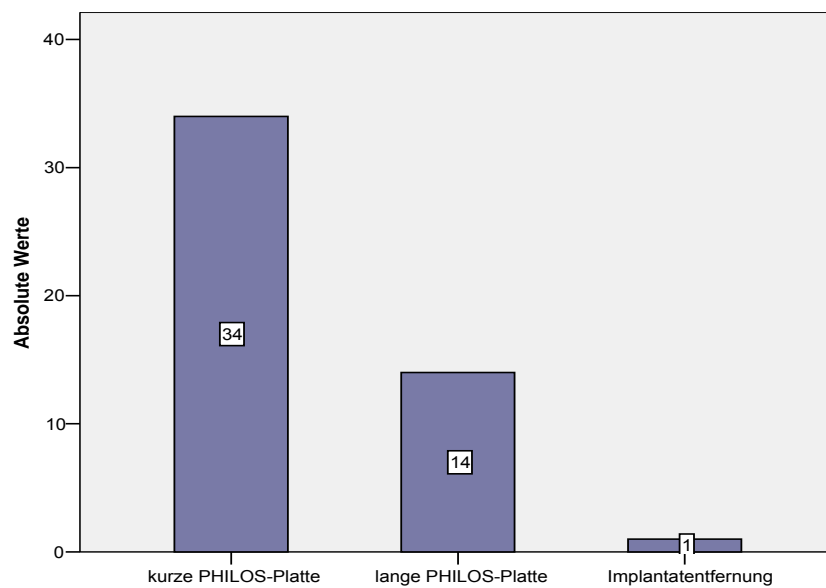


Abb. 29: Verwendetes Implantat

Bei der winkelstabilen Plattenosteosynthese wurde die kurze PHILOS-Platte mit einem Anteil von 68 % am häufigsten implantiert. Eine Entfernung des Implantats war in einem Fall notwendig.

4.1.1.6 Durchschnittliche Anzahl der Humeruskopfschrauben aufgegliedert nach A-,B-, und C-Frakturen der AO-Klassifikation

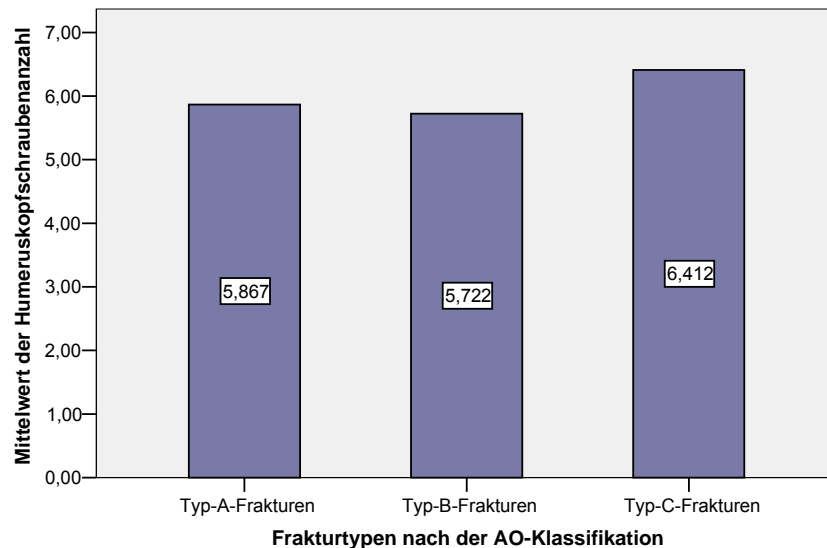


Abb. 30: Durchschnittliche Anzahl der Humeruskopfschrauben aufgegliedert nach A-, B- und C-Frakturen der AO-Klassifikation

Im Durchschnitt werden die meisten Humeruskopfschrauben zur Stabilisierung der C-Fraktur benötigt. Dies liegt an der großen Frakturfragmentanzahl von drei- oder vier Fragmenten, mit der intraartikuläre Frakturen einhergehen.

Mit dem statistischen Testverfahren der einfaktoriellen ANOVA soll untersucht werden, ob sich die Schraubenanzahl in den drei Klassen der AO-Klassifikation signifikant voneinander unterscheidet. Mit dem Test werden mehr als zwei unabhängige Stichproben miteinander verglichen [43]. Die zu prüfende Nullhypothese besagt, dass die zur Stabilisierung durchschnittlich benötigte Schraubenanzahl bei allen Frakturtypen gleich ist.

ONEWAY ANOVA

schrkopf					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	4,538	2	2,269	,686	,509
Innerhalb der Gruppen	155,462	47	3,308		
Gesamt	160,000	49			

Tab. 2: Mittelwertvergleich der implantierten Kopfschraubenanzahl aufgliedert nach A-, B- und C-Frakturen der AO-Klassifikation mittels einfaktorieller ANOVA

Das Signifikanzniveau wurde auf den Wert von 0,05 festgelegt. Der p-Wert beträgt 0,509. Damit ist die Nullhypothese anzunehmen. Demnach ist kein signifikanter Unterschied zwischen der durchschnittlichen Humeruskopfschraubenanzahl der einzelnen Frakturtypen festzustellen.

4.1.1.7 Nachuntersuchungszeitraum

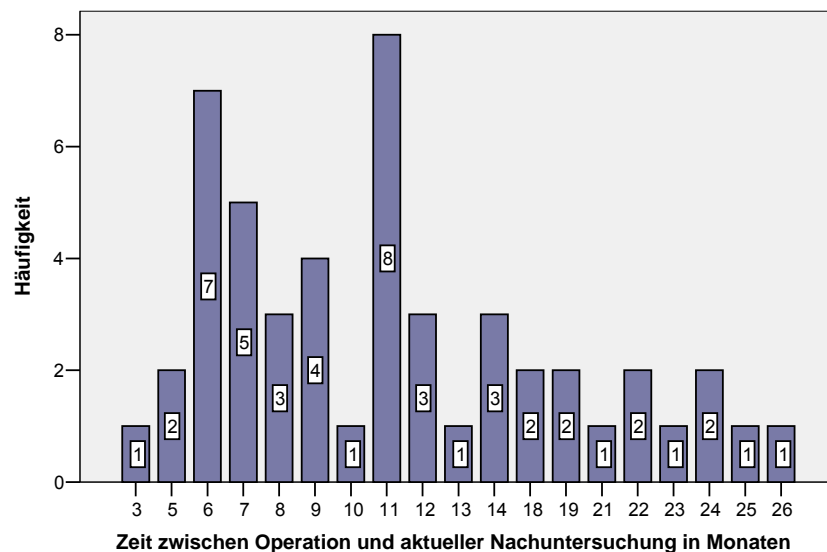


Abb. 31: Nachuntersuchungszeitraum

Die Nachuntersuchung der Patienten erfolgte im Durchschnitt nach 12 Monaten. Der kürzeste Nachuntersuchungszeitraum lag bei drei Monaten, der längste Nachuntersuchungszeitraum bei 26 Monaten.

4.1.1.8 Zeitpunkt der operativen Versorgung

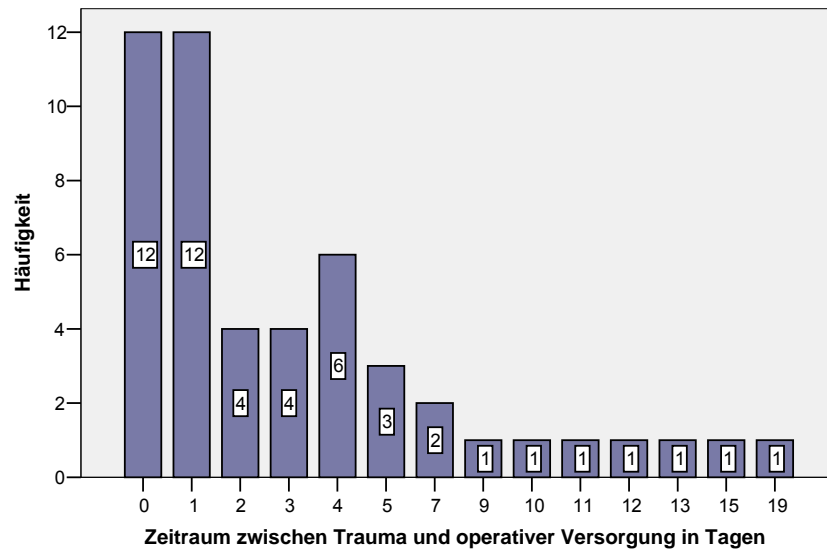


Abb. 32: Zeitspanne zwischen Trauma und operativer Versorgung

Die operative Versorgung der Patienten erfolgte im Durchschnitt nach 3,48 Tagen. Der früheste Operationszeitpunkt war noch am selben Tag des Traumas, der späteste 19 Tage nach dem Unfall. (Bei primär konservativer Stabilisierung einer Typ-A-Fraktur war bei diesem Patienten nach 19 Tagen ein Verfahrenswechsel zur operativen Frakturbehandlung notwendig.)

4.1.2 Radiologische Ergebnisse

4.1.2.1 Postoperativer Röntgenscore aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation

Der postoperative Röntgenscore-Wert wurde anhand der im Anschluss an die Operation angefertigten Röntgenbilder ermittelt. Er beträgt maximal 10 Punkte.

Röntgen postoperativ

Frakturtyp AO	Mittelwert	N	Standardabweichung	Median	Standardfehler des Mittelwertes	Minimum	Maximum	Varianz
A3	9,47	15	1,187	10,00	,307	6	10	1,410
B1	9,67	6	,516	10,00	,211	9	10	,267
B2	9,45	11	,820	10,00	,247	8	10	,673
B3	10,00	1	.	10,00	.	10	10	.
C1	10,00	1	.	10,00	.	10	10	.
C2	8,31	16	1,352	8,00	,338	6	10	1,829
Insgesamt	9,14	50	1,212	10,00	,171	6	10	1,470

Tab. 3: Postoperativer Röntgenscore aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation

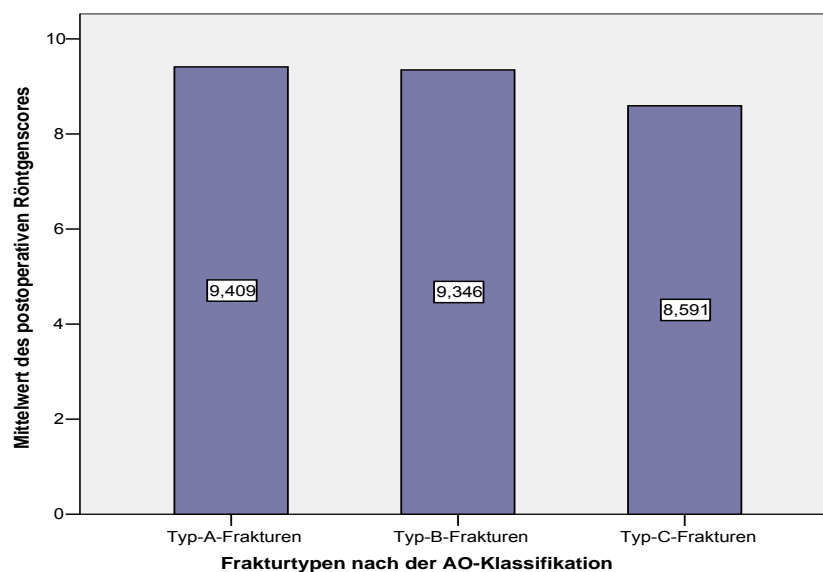


Abb. 33: Postoperativer Röntgenscore aufgegliedert nach A-, B- und C-Frakturen der AO-Klassifikation

Für die A- und B- Frakturen ergibt sich ein besseres postoperatives Röntgenergebnis als für die C-Frakturen.

4.1.2.2 Postoperativer Röntgenscore aufgegliedert nach Frakturtypen der Neer-Klassifikation

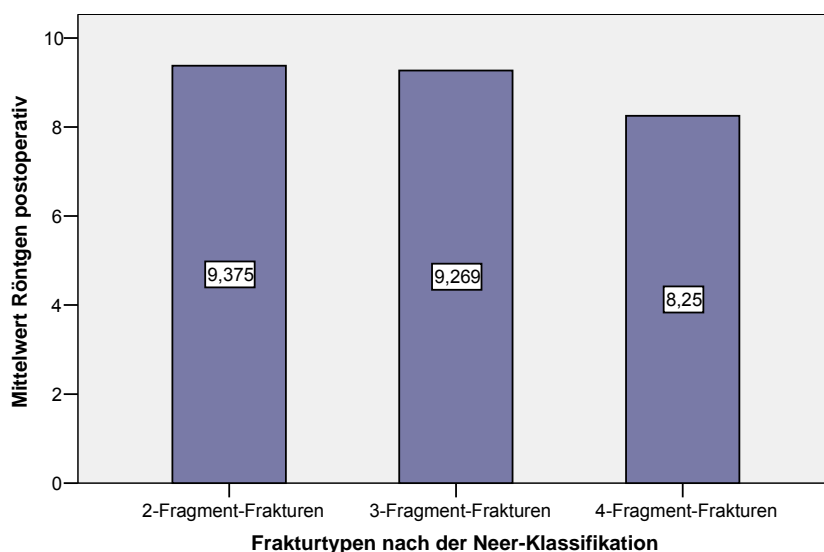


Abb. 34: Postoperativer Röntgenscore aufgegliedert nach Frakturtypen der Neer-Klassifikation

Auch in der Neer-Klassifikation erreichen die Zwei- und Drei-Fragment-Frakturen einen im Vergleich zu den Vier-Fragment-Frakturen höheren postoperativen Röntgenscore-Wert.

4.1.2.3 Aktueller Röntgenscore aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation

Der aktuelle Röntgenscore-Wert wurde zum Zeitpunkt der aktuellen Nachuntersuchung, also durchschnittlich 12 Monate nach der Operation, ermittelt. Er beträgt maximal 10 Punkte.

Frakturtyp AO	Mittelwert	N	Standardabweichung	Median	Standardfehler des Mittelwertes	Minimum	Maximum	Varianz
A3	9,6667	15	1,04654	10,0000	,27021	6,00	10,00	1,095
B1	10,0000	6	,00000	10,0000	,00000	10,00	10,00	,000
B2	9,6364	11	,67420	10,0000	,20328	8,00	10,00	,455
B3	8,0000	1	.	8,0000	.	8,00	8,00	.
C1	10,0000	1	.	10,0000	.	10,00	10,00	.
C2	8,9375	16	1,28938	9,5000	,32234	6,00	10,00	1,663
Insgesamt	9,4400	50	1,05289	10,0000	,14890	6,00	10,00	1,109

Tab. 4: Aktueller Röntgenscore aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation

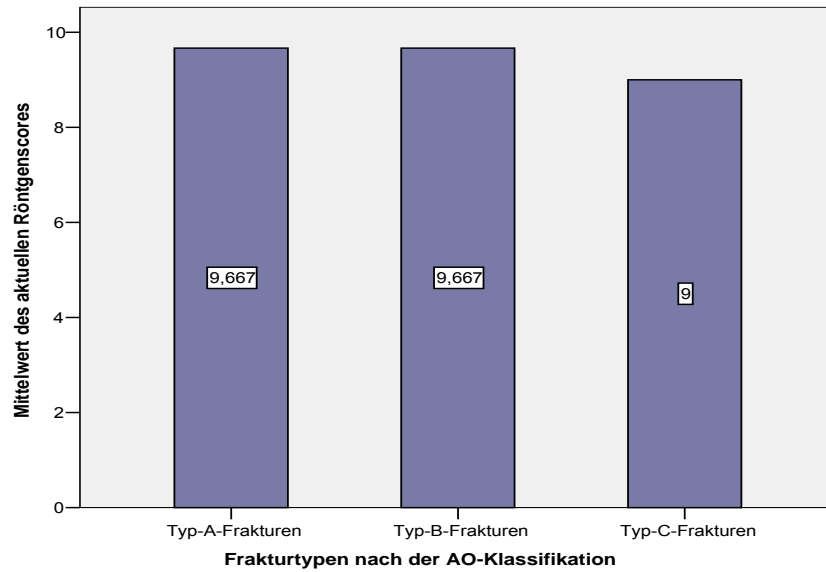


Abb. 35: Aktueller Röntgenscore aufgegliedert nach A-, B- und C-Frakturen der AO-Klassifikation

Das Ergebnis der aktuellen Röntgenuntersuchung gleicht dem postoperativen Röntgenergebnis. Auch hier weisen die A- und die B-Frakturen einen höheren Röntgenscore-Wert als die C-Frakturen auf.

4.1.2.4 Aktueller Röntgenscore aufgegliedert nach Frakturtypen der Neer-Klassifikation

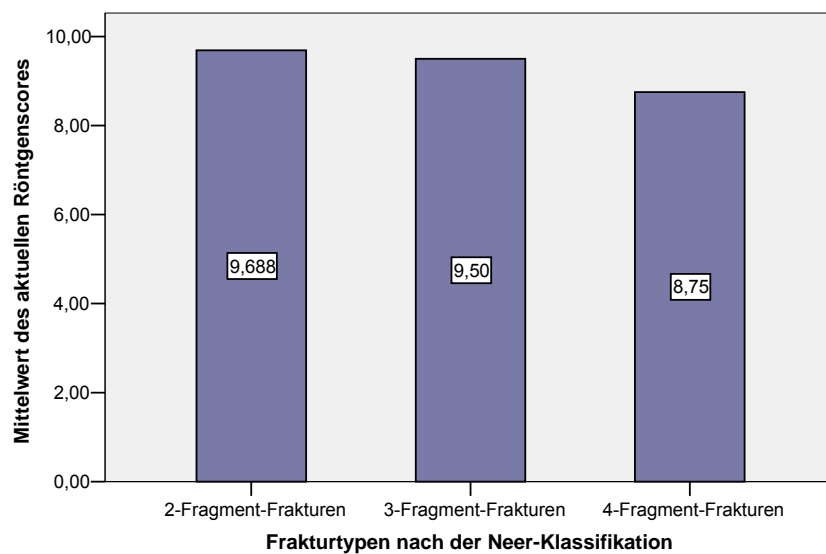


Abb. 36: Aktueller Röntgenscore aufgegliedert nach Frakturtypen der Neer-Klassifikation

Auch in der Neer-Klassifikation verschlechtert sich mit steigender Frakturfragmentzahl der aktuelle Röntgenscore-Wert.

4.1.3 Funktionelle Ergebnisse

4.1.3.1 Aktueller Neer-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation

Der aktuelle Neer-Score wurde zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, also im Durchschnitt 12 Monate postoperativ, erhoben. Er beträgt maximal 100 Punkte.

Frakturtyp AO	Mittelwert	N	Standardabweichung	Median	Standardfehler des Mittelwertes	Minimum	Maximum	Varianz
A3	87,60	15	13,119	90,00	3,387	64	100	172,114
B1	90,67	6	6,282	91,00	2,565	82	100	39,467
B2	86,64	11	13,441	90,00	4,053	51	100	180,655
B3	76,00	1	.	76,00	.	76	76	.
C1	82,00	1	.	82,00	.	82	82	.
C2	83,00	16	11,994	83,00	2,999	64	100	143,867
Insgesamt	85,94	50	11,956	87,00	1,691	51	100	142,956

Tab. 5: Aktueller Neer-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation

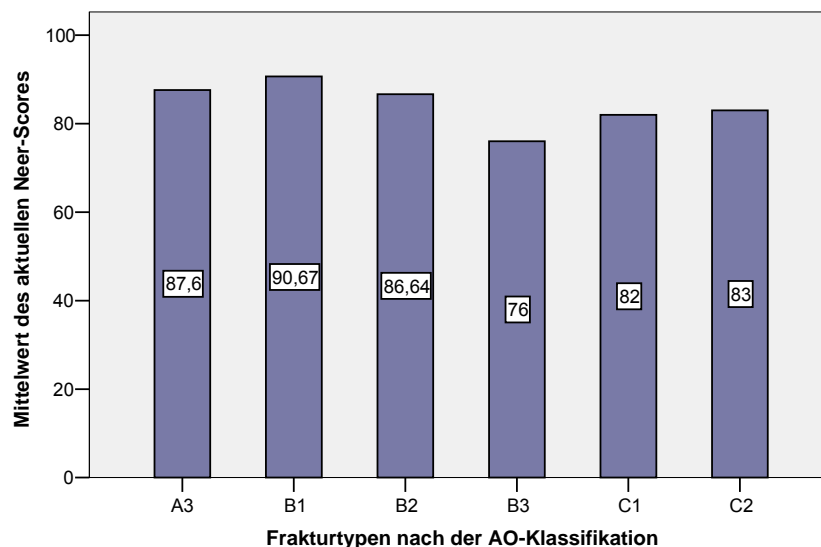


Abb. 37: Aktueller Neer-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation

Der durchschnittliche Neer-Score beträgt 85,94 Punkte.

Werte gekennzeichnet, die um mehr als drei Kastenlängen außerhalb liegen. Mit einem Kreis werden Werte markiert, die um mehr als anderthalb Kastenlängen außerhalb liegen [6]. Der Median des aktuellen Neer-Scores weist mit zunehmender Frakturschwere eine fallende Tendenz auf. Das Neer-Score-Ergebnis der B3- und C1-Frakturen können außer Acht gelassen werden, da diese Frakturtypen bei nur jeweils einem Patienten vorliegen und somit nicht repräsentativ sind.

4.1.3.2 Aktueller Neer-Score aufgliedert nach Frakturtypen der Neer-Klassifikation

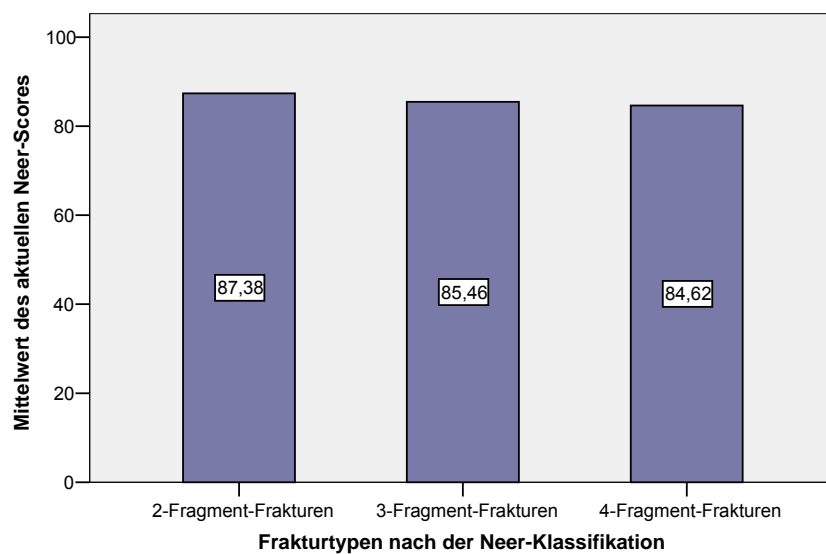


Abb. 40: Aktueller Neer-Score aufgliedert nach Frakturtypen der Neer-Klassifikation

Mit steigender Fraktur-Fragmentzahl verschlechtert sich das funktionelle Ergebnis im Neer-Score.

4.1.3.3 Aktueller Neer-Score aufgliedert nach Altersgruppen

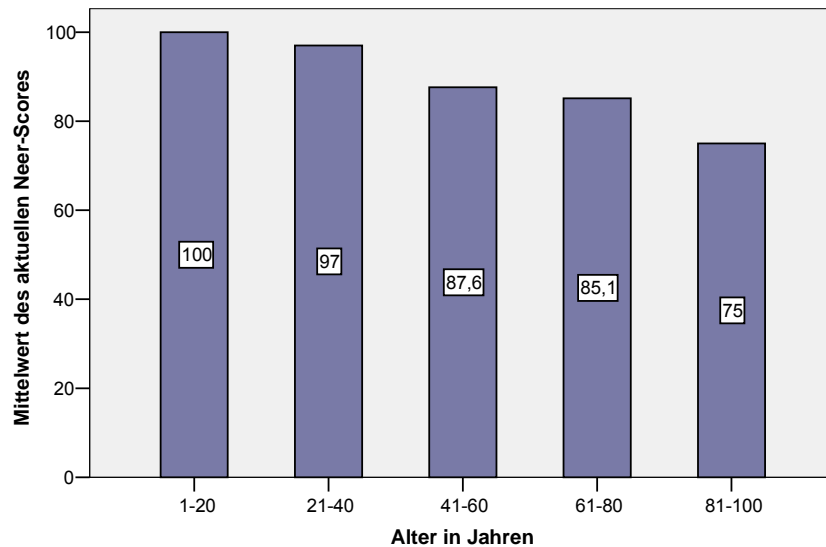


Abb. 41: Aktueller Neer-Score aufgliedert nach Altersgruppen

Das Diagramm zeigt, dass jüngere Patienten, unabhängig von der Frakturschwere, ein besseres funktionelles Ergebnis im Neer-Score erzielen als ältere Patienten.

4.1.3.4 Aktueller Neer-Score aufgliedert nach Geschlecht

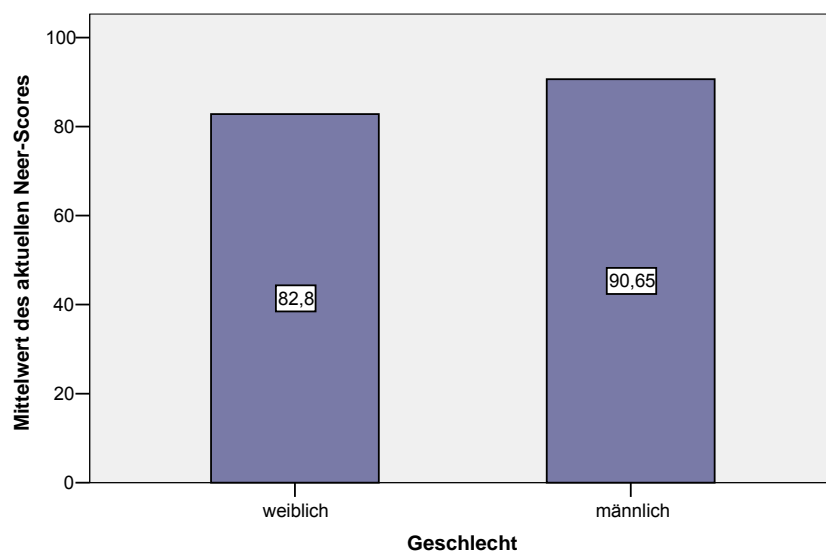


Abb. 42: Aktueller Neer-Score aufgliedert nach Geschlecht

Die Männer erreichen ein besseres funktionelles Neer-Score-Ergebnis als die Frauen. Dies ist auf die Zunahme der Osteoporose im Alter zurückzuführen, die vor

allein beim weiblichen Geschlecht auftritt. Der Grund hierfür liegt in der hormonellen Umstellung in der Menopause. Frauen haben somit aufgrund schlechter Knochenqualität nach dislozierter proximaler Humerusfraktur ein schlechteres funktionelles Outcome als Männer.

4.1.3.5 Constant-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation

Der Constant-Score wurde analog dem Neer-Score zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, im Durchschnitt 12 Monate postoperativ, erhoben. Er beträgt maximal 100 Punkte.

Frakturtyp AO	Mittelwert	N	Standardabweichung	Median	Standardfehler des Mittelwertes	Minimum	Maximum	Varianz
A3	87,87	15	14,177	95,00	3,660	52	100	200,981
B1	90,67	6	8,571	94,00	3,499	80	100	73,467
B2	84,00	11	16,982	84,00	5,120	38	100	288,400
B3	68,00	1	.	68,00	.	68	68	.
C1	74,00	1	.	74,00	.	74	74	.
C2	79,69	16	11,881	76,50	2,970	61	100	141,163
Insgesamt	84,06	50	13,796	83,50	1,951	38	100	190,343

Tab. 6: Constant-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation

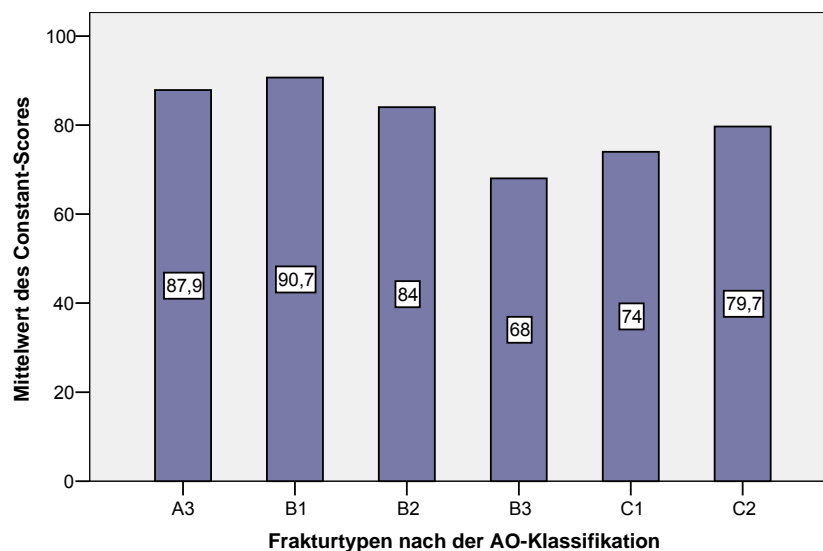


Abb. 43: Constant-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation

Der durchschnittliche Constant-Score beträgt 84,06 Punkte.

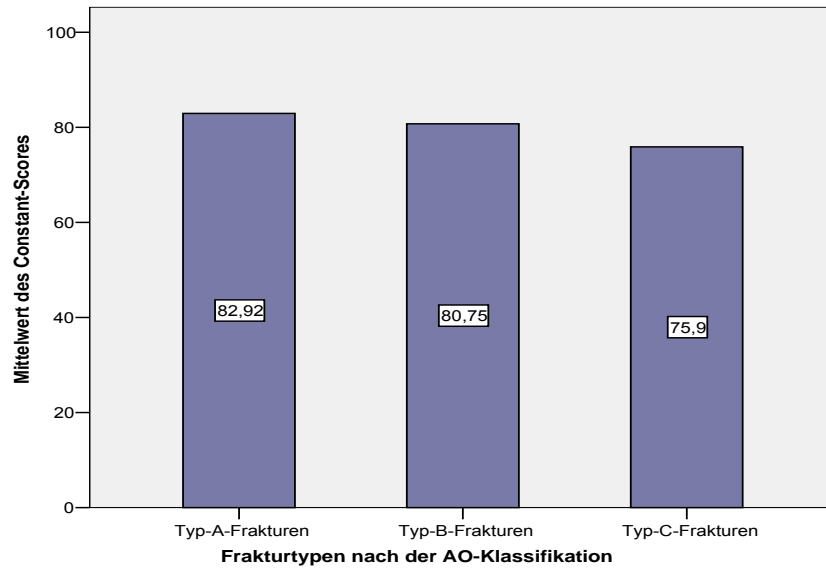


Abb. 44: Constant-Score aufgegliedert nach A-, B- und C-Frakturen der AO-Klassifikation

Mit zunehmender Frakturschwere verschlechtert sich das Constant-Score-Ergebnis innerhalb der AO-Klassifikation.

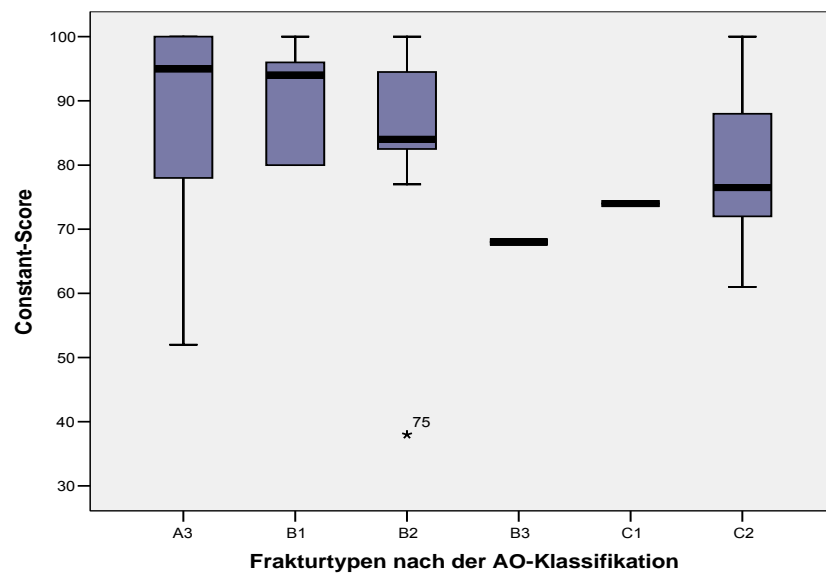


Abb. 45: Constant-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation im Boxplot

Analog zum Neer-Score weist der Median des Constant-Scores mit zunehmender Frakturschwere eine fallende Tendenz auf. Auch hier können die Frakturen des Typs

B3 und C1 außer Acht gelassen werden, da der jeweilige Frakturtyp bei nur einem Patienten vorliegt.

4.1.3.6 Constant-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der Neer-Klassifikation

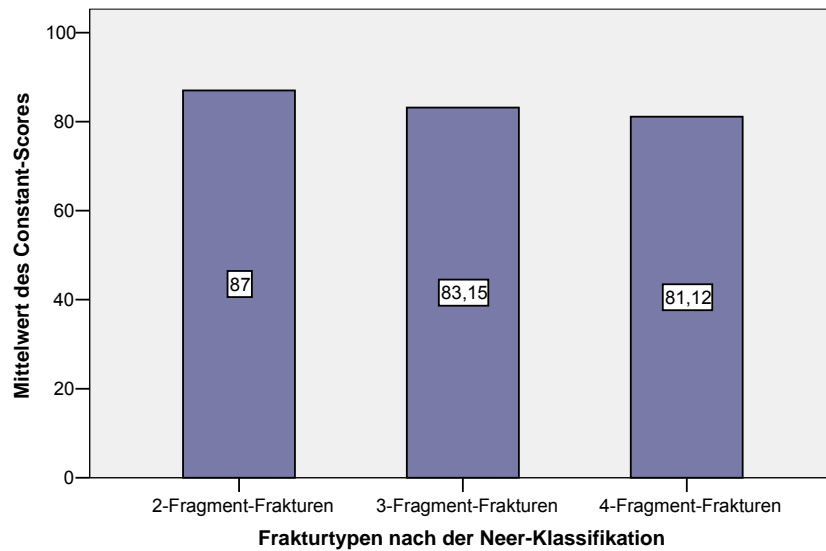


Abb. 46: Constant-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der Neer-Klassifikation

Mit steigender Fraktur-Fragmentzahl verschlechtert sich das Ergebnis im Constant-Score.

4.1.3.7 Constant-Score aufgegliedert nach Altersgruppen

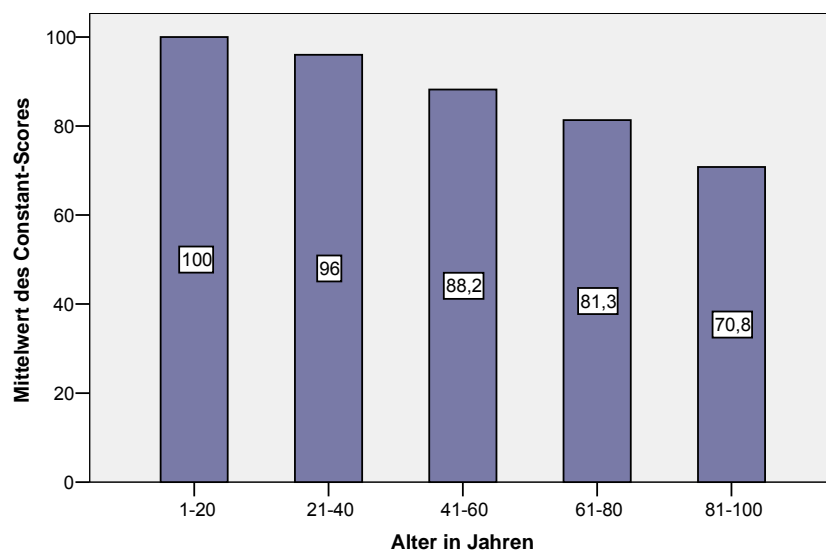


Abb. 47: Constant-Score aufgegliedert nach Altersgruppen

Jüngere Patienten erreichen auch im Constant-Score ein besseres funktionelles Endergebnis als ältere Patienten.

4.1.3.8 Constant-Score aufgegliedert nach Geschlecht

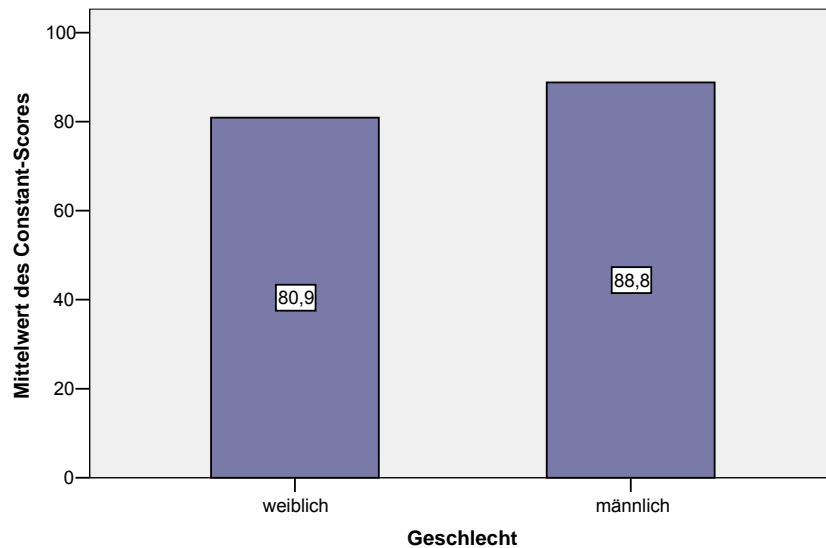


Abb. 48: Constant-Score aufgegliedert nach Geschlecht

Wie im Neer-Score erreichen die Männer im Constant-Score ein besseres funktionelles Ergebnis als die Frauen.

4.1.4 Ergebnisse im Visual-Score

Insgesamt bewerten die Patienten das operative Ergebnis besonders im Hinblick auf die wiedererlangte Funktion der Schulter als „gut“. Die weitere Aufteilung des Scores erfolgte nach Frakturtyp, Alter und Geschlecht.

4.1.4.1 Visual-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation

Frakturtyp AO	Mittelwert	N	Standardabweichung	Median	Standardfehler des Mittelwertes	Minimum	Maximum	Varianz
A3	2,07	15	,704	2,00	,182	1	3	,495
B1	2,50	6	1,225	2,00	,500	2	5	1,500
B2	2,55	11	1,128	3,00	,340	1	5	1,273
B3	4,00	1	.	4,00	.	4	4	.
C1	2,00	1	.	2,00	.	2	2	.
C2	2,69	16	,946	3,00	,237	1	4	,896
Insgesamt	2,46	50	,973	2,00	,138	1	5	,947

Tab. 7: Visual-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation

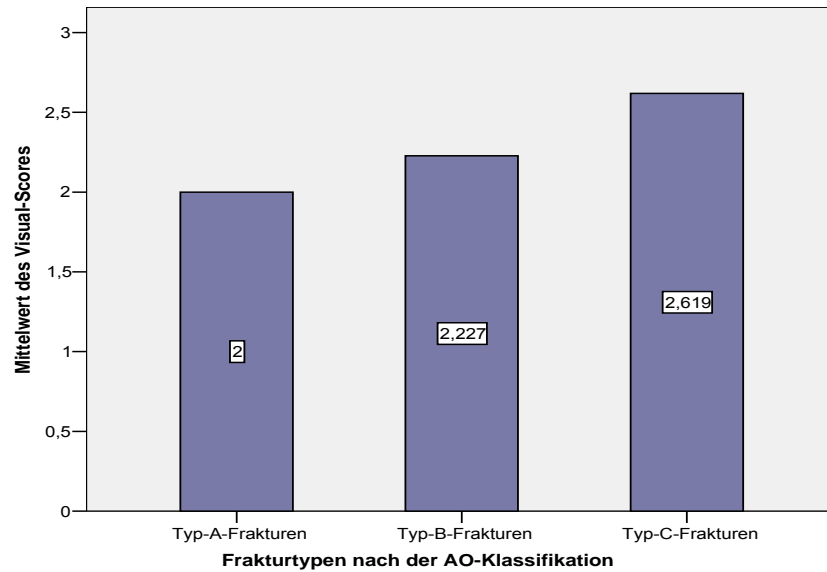


Abb. 49: Visual-Score aufgliedert nach A-, B- und C-Frakturen der AO-Klassifikation

Mit zunehmender Frakturschwere bewerten die Patienten das operative Ergebnis schlechter.

4.1.4.2 Visual-Score aufgliedert nach Frakturtypen der Neer-Klassifikation

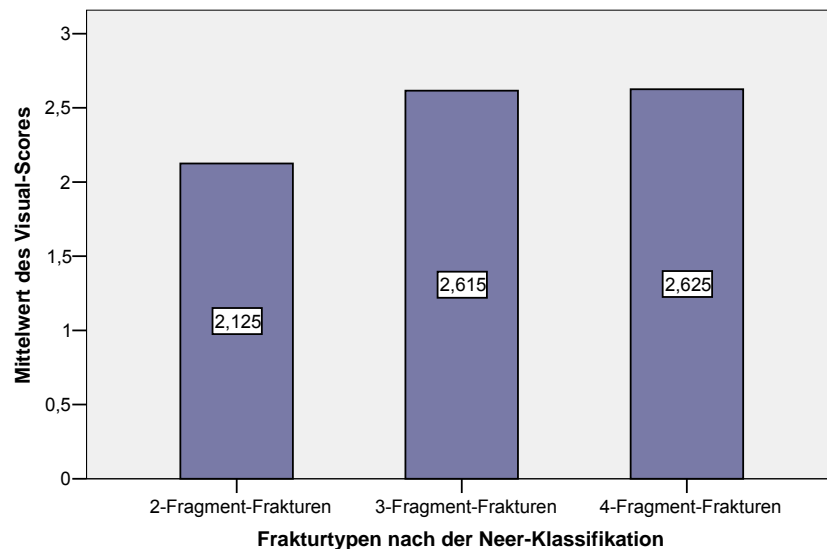


Abb. 50: Visual-Score aufgliedert nach Frakturtypen der Neer-Klassifikation

Mit steigender Fraktur-Fragmentzahl benoten die Patienten ihr operatives Endergebnis der Schulter schlechter.

4.1.4.3 Visual-Score aufgliedert nach Altersgruppen

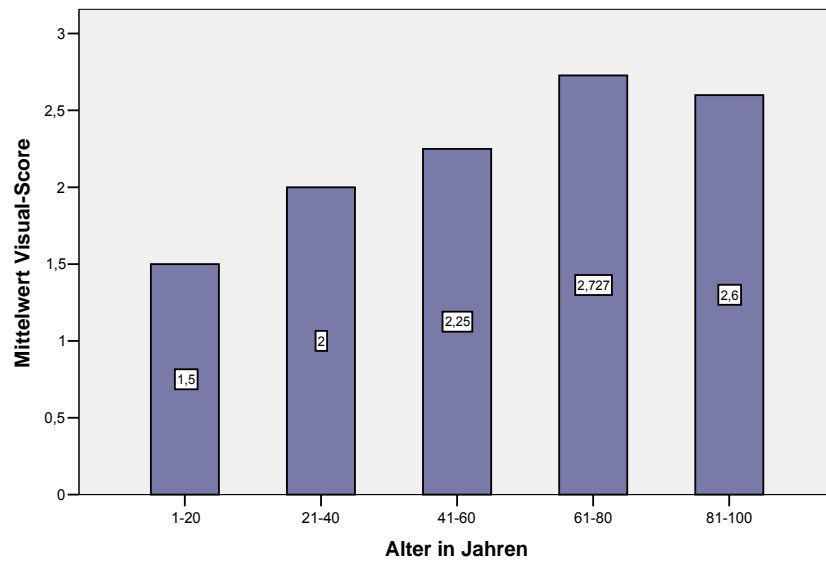


Abb. 51: Visual-Score aufgliedert nach Altersgruppen

In Abb. 41 wurde bereits die Beziehung zwischen dem Neer-Score und dem Patientenalter aufgezeigt. Da mit zunehmenden Alter das funktionelle Ergebnis abnimmt, beurteilen ältere Patienten die Schulterfunktion schlechter als junge Patienten.

4.1.4.4 Visual-Score aufgliedert nach Geschlecht

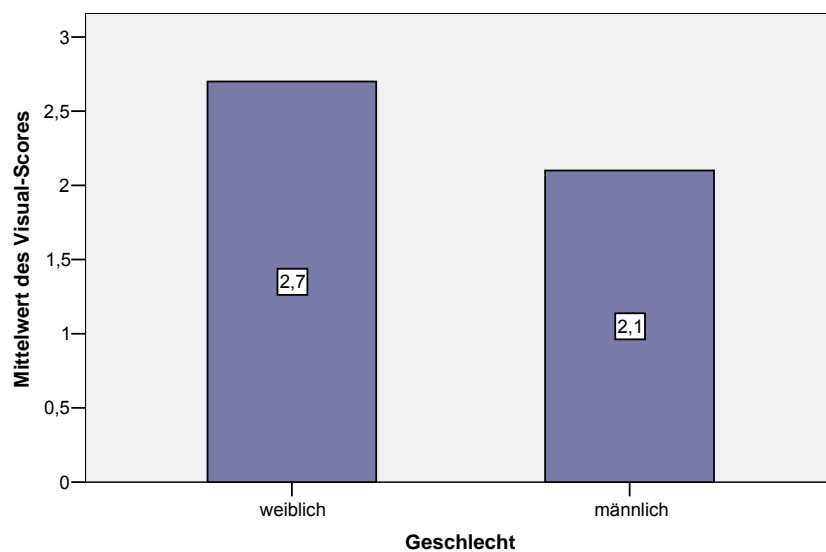


Abb. 52: Visual-Score aufgliedert nach Geschlecht

Die Männer sind mit dem postoperativen Ergebnis zufriedener als die Frauen. Sie weisen im Durchschnitt ein besseres funktionelles Endergebnis auf Abb. 42, was sich nun auch in größerer Zufriedenheit äußert.

4.1.4.5 Korrelation des Visual-Scores mit dem funktionellen Ergebnis im Neer-Score

Ermittelt man den Korrelationskoeffizienten nach Pearson zwischen dem funktionellen Ergebnis im Neer-Score und dem Visual-Score, so erhält man eine signifikant negative Korrelation. Dies bedeutet, dass Patienten mit einem guten Ergebnis im Neer-Score das Resultat der Osteosynthese subjektiv als gut bewerten. Umgekehrt sind Patienten mit einem schlechten Ergebnis im Neer-Score mit dem Resultat der Osteosynthese weniger zufrieden.

		Visualscore	Neerscore aktuell Röntgen
Visualscore	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	1 50	-,645** 50
Neerscore aktuell Röntgen	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-,645** 50	1 50

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Tab. 8: Korrelationskoeffizient nach Pearson, Korrelation des Visual-Scores mit dem funktionellen Ergebnis des Neer-Scores

Der p-Wert beträgt 0,000.

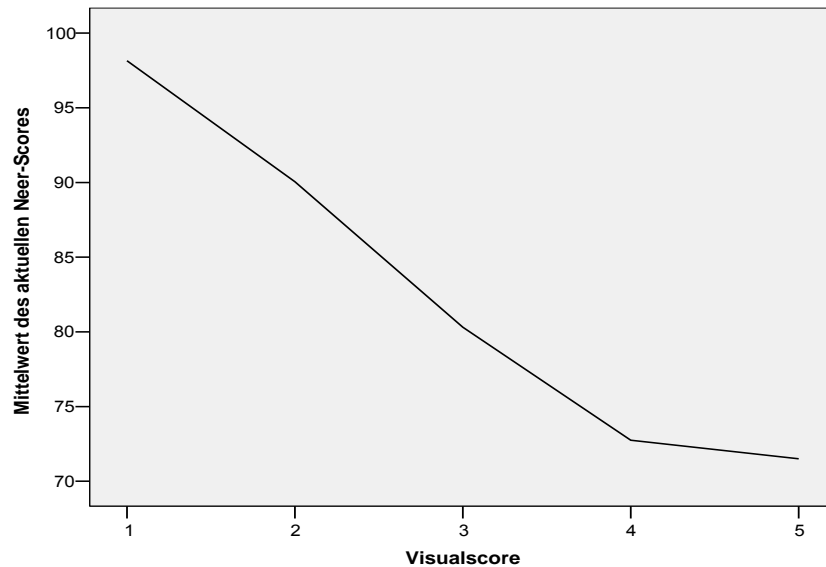


Abb. 53: Korrelation des Visual-Scores mit dem funktionellen Ergebnis des Neer-Scores

4.1.4.6 Korrelation des Visual-Scores mit dem funktionellen Ergebnis im Constant-Score

Der Korrelationskoeffizient nach Pearson ergibt zwischen dem funktionellen Ergebnis im Constant-Score und dem Visual-Score ebenfalls eine signifikant negative Korrelation. Je besser das funktionelle Ergebnis im Constant-Score ausfällt, desto besser bewerten die Patienten subjektiv das Resultat der Osteosynthese.

		Visualscore	Constant-Score
Visualscore	Korrelation nach Pearson	1	-,621**
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N	50	50
Constant-Score	Korrelation nach Pearson	-,621**	1
	Signifikanz (2-seitig)	,000	
	N	50	50

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Tab. 9: Korrelationskoeffizient nach Pearson, Korrelation des Visual-Scores mit dem funktionellen Ergebnis des Constant-Scores

Der p-Wert beträgt 0,000

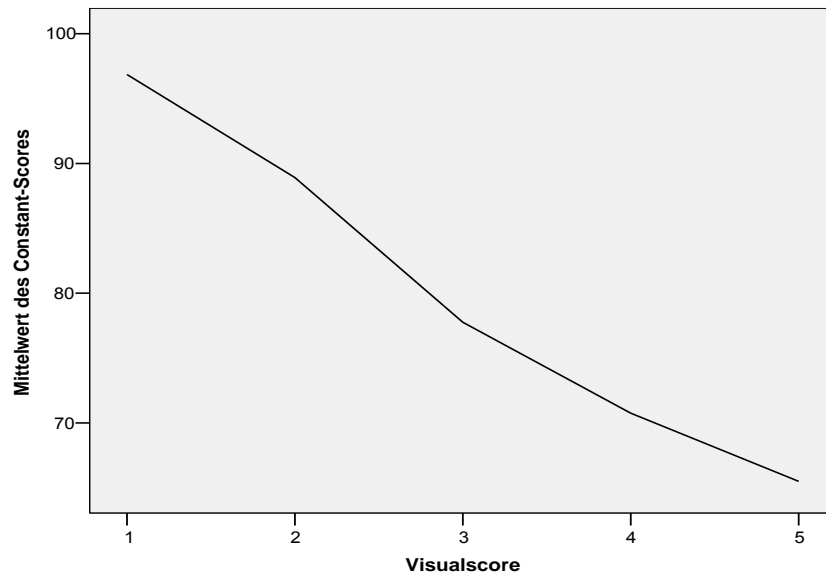


Abb. 54: Korrelation des Visual-Scores mit dem funktionellen Ergebnis des Constant-Scores

4.2 Vergleich der Ergebnisse beider Studien

4.2.1 Vergleich der Ergebnisse beider Gruppen mittels der funktionellen Ergebnisse im Neer-Score und im Constant-Score

4.2.1.1 Vergleich des aktuellen Neer-Scores der minimal-invasiven Verfahren mit dem aktuellen Neer-Score der PHILOS-Plattenosteosynthese mit dem T-Test für unabhängige Stichproben

Für den gesamten Auswertungsteil wird die Gruppe „Jahr 1“ definiert als Patientenkollektiv der Studie über „Funktionelle Ergebnisse nach minimal-invasiver Osteosynthese dislozierter proximaler Humerusfrakturen“[11]. In die Studie wurden 69 Patienten aufgenommen. Zum aktuellen Nachuntersuchungszeitpunkt konnte das funktionelle Ergebnis im Neer-Score noch bei 53 Patienten erhoben werden. Der Constant-Score ließ sich lediglich bei 48 Patienten ermitteln. Die Gruppe „Jahr 2“ ergibt sich aus den im Jahr 2005 nachuntersuchten Patienten, deren Frakturosteosynthese mittels PHILOS-Platte erfolgte. In dieser Studie konnte das funktionelle Ergebnis im Neer- und im Constant-Score bei 50 Patienten erhoben werden. Durch die ähnliche Patientenzahl ist ein Vergleich der beiden Gruppen möglich. Während der aktuellen Nachuntersuchung lag die Operation bei den Minimalosteosynthesen im Durchschnitt 22,1 Monate (Umfang 4-38 Monate) zurück. Bei den PHILOS-Plattenosteosynthesen erfolgte die Nachuntersuchung im

Durchschnitt 12 Monate (Umfang 3-26 Monate) nach der Operation. Trotz des unterschiedlichen Nachuntersuchungszeitraumes können die beiden Gruppen miteinander verglichen werden. Die Studie über „Funktionelle Ergebnisse nach minimal-invasiver Osteosynthese dislozierter proximaler Humerusfrakturen“ [11][57] hat gezeigt, dass bis zu einem halben Jahr nach der Operation mit einer Zunahme der Schulterfunktion gerechnet werden kann. Eine Verbesserung des funktionellen Ergebnisses über diesen Zeitraum hinaus ist nicht zu erwarten.

Mit dem T-Test für unabhängige Stichproben werden die Mittelwerte des funktionellen Ergebnisses im Neer-Score der beiden Osteosyntheseverfahren (Gruppe „Jahr 1“ und „Jahr 2“) auf statistische Signifikanz untersucht. Die zu prüfende Nullhypothese besagt, dass die Mittelwerte gleich sind.

Gruppenstatistiken

	Jahr	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
aktueller Neer-Score+Röntgen	1	53	84,13	12,684	1,742
	2	50	85,94	11,956	1,691

Tab. 10: Neer-Score-Mittelwert aufgegliedert nach Osteosyntheseverfahren

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
aktueller Neer-Score+Röntgen	Varianzen sind gleich	,195	,660	-,742	101	,460	-1,805	2,432	-6,630	3,019
	Varianzen sind nicht gleich			-,744	101,000	,459	-1,805	2,428	-6,622	3,011

Tab. 11: Neer-Score-Mittelwert-Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren mittels T-Test für unabhängige Stichproben

Bei der Interpretation der Ergebnisse sollte zunächst das Ergebnis des Levene-Tests der Varianzgleichheit berücksichtigt werden. Dieser Voraussetzungstest prüft die Nullhypothese, die besagt, dass die Varianzen in der Grundgesamtheit gleich sind. Bei einem $p > 0,20$ kann von ausreichender Varianzenhomogenität ausgegangen werden [43]. Mit einem p-Wert von 0,660 wird in unserem Fall die Zeile „Varianzen sind gleich“ interpretiert.

Bei dem Signifikanzniveau von 0,05 besteht bei einem p-Wert von 0,460 kein signifikanter Unterschied zwischen dem Neer-Score Ergebnis der beiden Gruppen. Der Mittelwert des aktuellen Neer-Scores der PHILOS-Plattenosteosynthese ist gegenüber dem Mittelwert des aktuellen Neer-Scores der Minimalosteosynthese jedoch um 1,81 Score Punkte größer. Die winkelstabile Plattenosteosynthese erreicht demnach ein nicht signifikant besseres funktionelles Ergebnis im Neer-Score als die minimal-invasiven Verfahren.

4.2.1.2 Einfluss des Osteosyntheseverfahrens auf das funktionelle Ergebnis im Neer-Score in Abhängigkeit des Frakturtyps der AO- Klassifikation

Im Folgenden wird der Einfluss des Operationsverfahrens auf das funktionelle Ergebnis im Neer-Score in Abhängigkeit der drei Frakturtypen der AO-Klassifikation betrachtet. Der „Frakturtyp 1“ in der Tabelle entspricht der Typ-A-Fraktur, der „Frakturtyp 2“ entspricht der Typ-B- und der Frakturtyp 3 entspricht der Typ-C-Fraktur. Der „aktuelle Neer-Score+Röntgen“ in der Tabelle entspricht dem aktuell erhobenen Neer-Score, der den Röntgenscore miteinbezieht. „N“ steht für die Anzahl der Fälle. Die Anzahl der einzelnen Frakturtypen unterscheidet sich in den Gruppen. In der Studie der Minimalosteosynthesen kommen mehr Typ-A-Frakturen vor als in der Studie über die PHILOS-Plattenosteosynthese. Von 1995 bis 1997 wurden 23 A-Frakturen mit minimal-invasiven Verfahren stabilisiert. Im Zeitraum 2003 bis 2004 waren es nur 15 Patienten mit A-Fraktur, denen die PHILOS-Platte implantiert wurde. Bei Betrachtung der Typ-B-Frakturen findet sich mit 26 minimal-invasiv behandelten Frakturen und 18 winkelstabilen Plattenosteosynthesen ein ähnliches Verhältnis. Anders verhält es sich mit den Typ-C-Frakturen. Sie finden sich in 17 Fällen bei den PHILOS-Plattenosteosynthesen und nur vier mal bei den minimal-invasiven Verfahren.

		Verarbeitete Fälle						
ftypABC	Jahr	Fälle						
		Gütig		Fehlend		Gesamt		
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent	
1	aktueller	1	23	79,3%	6	20,7%	29	100,0%
	Neer-Score+Röntgen	2	15	100,0%	0	,0%	15	100,0%
2	aktueller	1	26	74,3%	9	25,7%	35	100,0%
	Neer-Score+Röntgen	2	18	100,0%	0	,0%	18	100,0%
3	aktueller	1	4	80,0%	1	20,0%	5	100,0%
	Neer-Score+Röntgen	2	17	100,0%	0	,0%	17	100,0%

Tab. 12: Aktueller Neer-Score aufgliedert nach Osteosyntheseverfahren in Abhängigkeit der Frakturklassifikation

- Typ-A-Frakturen

Der T-Test für unabhängige Stichproben ergibt einen p-Wert von 0,757. In Abhängigkeit des Frakturtyps A zeigt das Osteosyntheseverfahren keinen signifikanten Einfluss auf das funktionelle Ergebnis im Neer-Score. Der Neer-Score Mittelwert der winkelstabilen Plattenosteosynthesen ist um 1,30 Punkte größer als der Neer-Score Mittelwert der minimal-invasiven Verfahren. Die PHILOS-Plattenosteosynthese zeigt einen nicht signifikant größeren Einfluss auf das Ergebnis im Neer-Score als die Minimalosteosynthesen.

Gruppenstatistiken					
	Jahr	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
aktueller	1	23	86,30	12,152	2,534
Neer-Score+Röntgen	2	15	87,60	13,119	3,387

Tab. 13: Aktueller Neer-Score Mittelwert aufgliedert nach Osteosyntheseverfahren bei den Typ-A-Frakturen

Test bei unabhängigen Stichproben										
		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
aktueller Neer-Score+Röntgen	Varianzen sind gleich	,242	,626	-,311	36	,757	-1,296	4,161	-9,734	7,143
	Varianzen sind nicht gleich			-,306	28,394	,762	-1,296	4,230	-9,956	7,364

Tab. 14: Neer-Score-Mittelwert-Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-A-Frakturen mittels T-Test für unabhängige Stichproben

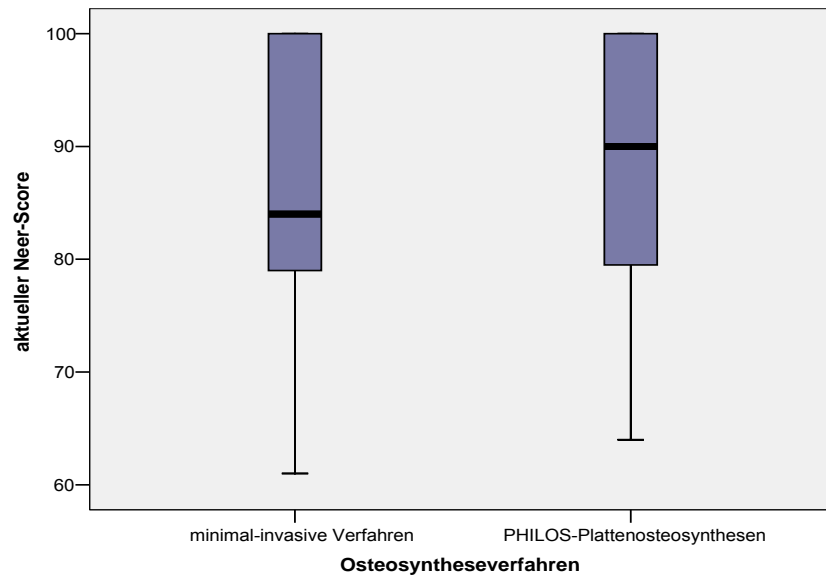


Abb. 55: Neer-Score-Median-Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-A-Frakturen

- Typ-B-Frakturen

Der T-Test für unabhängige Stichproben ergibt einen p-Wert von 0,333. Das Osteosyntheseverfahren hat in Abhängigkeit des Frakturtyps B keinen signifikanten Einfluss auf die postoperative Schulterfunktion. Analog den Typ-A-Frakturen zeigt sich dennoch ein nicht signifikant größerer Einfluss der PHILOS-Plattenosteosynthese. Der Neer-Score Mittelwert der winkelstabilen Plattenosteosynthesen ist um 3,58 Punkte größer als der Neer-Score Mittelwert der minimal-invasiven Verfahren.

Gruppenstatistiken

	Jahr	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
aktueller Neer-Score+Röntgen	1	26	83,81	12,257	2,404
	2	18	87,39	11,387	2,684

Tab. 15: Aktueller Neer-Score aufgegliedert nach Osteosyntheseverfahren bei den Typ-B-Frakturen

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
aktueller Neer-Score+Röntger	Varianzen sind gleich	,685	,412	-,979	42	,333	-3,576	3,653	-10,947	3,795
	Varianzen sind nicht gleich			-,992	38,408	,327	-3,576	3,603	-10,868	3,715

Tab. 16: Neer-Score Mittelwert Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-B-Frakturen mittels T-Test für unabhängige Stichproben

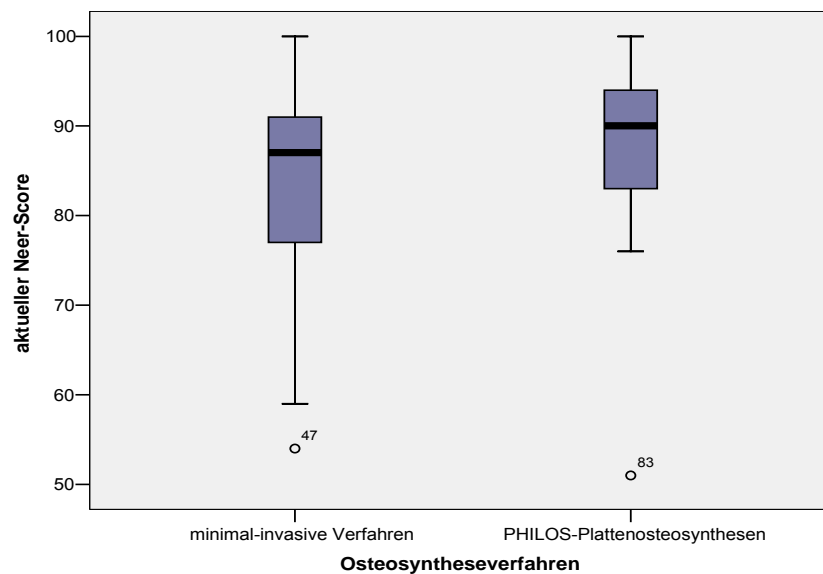


Abb. 56: Neer-Score Median Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-B-Frakturen

- Typ-C-Frakturen

Der T-Test für unabhängige Stichproben ergibt einen p-Wert von 0,202. In Abhängigkeit der Typ-C-Fraktur zeigt das Operationsverfahren keinen signifikanten Einfluss auf das Neer-Score Ergebnis. Der durchschnittliche Neer-Score der winkelstabilen Plattenosteosynthesen ist um 9,19 Punkte größer als der durchschnittliche Neer-Score der minimal-invasiven Verfahren. Bei den C-Frakturen zeigt sich der nicht signifikant größere Einfluss der PHILOS-Plattenosteosynthesen auf die postoperative Schulterfunktion somit besonders deutlich.

Gruppenstatistiken

	Jahr	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
aktueller Neer-Score+Röntgen	1	4	73,75	16,520	8,260
	2	17	82,94	11,616	2,817

Tab. 17: Aktueller Neer-Score aufgegliedert nach Osteosyntheseverfahren bei den Typ-C-Frakturen

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
aktueller Neer-Score+Röntgen	Varianzen sind gleich	2,151	,159	-1,321	19	,202	-9,191	6,957	-23,752	5,370
	Varianzen sind nicht gleich			-1,053	3,729	,356	-9,191	8,727	-34,132	15,750

Tab. 18: Neer-Score Mittelwert Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-C-Frakturen mittels T-Test für unabhängige Stichproben

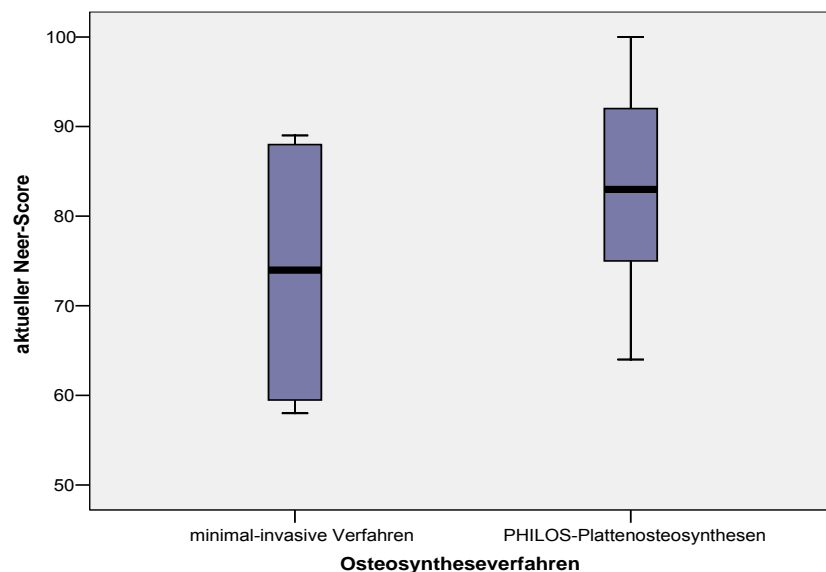


Abb. 57: Neer-Score Median Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-C-Frakturen

4.2.1.3 Vergleich des Mittelwertes des Constant Scores der minimal-invasiven Verfahren mit dem Mittelwert des Constant-Scores der PHILOS-Plattenosteosynthese mit dem T-Test für unabhängige Stichproben

Neben dem Neer-Score wurde in beiden Studien ein weiterer funktioneller Score-Wert erhoben: der Constant-Score. Analog dem Vergleich der Neer-Score Ergebnisse unter 4.2.1.1. werden die im Constant-Score erhobenen funktionellen

Ergebnisse beider Osteosynthesverfahren miteinander verglichen. Die Gruppe „Jahr 1“ repräsentiert die Minimalosteosynthesen. Die Gruppe „Jahr 2“ steht für die PHILOS-Plattenosteosynthesen.

Mit dem T-Test für unabhängige Stichproben werden die Mittelwerte des funktionellen Ergebnisses im Constant-Score der beiden Osteosynthesverfahren auf statistische Signifikanz untersucht. Die zu prüfende Nullhypothese besagt, dass die Mittelwerte gleich sind.

Jahr	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Constant-Score 1	48	76,81	18,922	2,731
2	50	84,06	13,796	1,951

Tab. 19: Constant-Score aufgegliedert nach Osteosynthesverfahren

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere
Constant-Score	3,708	,057	-2,174	96	,032	-7,251	3,335	-13,872	-,631
Varianzen sind gleich									
Varianzen sind nicht gleich			-2,160	85,785	,034	-7,251	3,356	-13,924	-,579

Tab. 20: Constant-Score Mittelwert Vergleich der beiden Osteosynthesverfahren mittels T-Test für unabhängige Stichproben

Bei dem Signifikanzniveau von 0,05 besteht bei einem p-Wert von 0,032 ein signifikanter Unterschied zwischen dem funktionellen Constant-Score Ergebnis beider Gruppen. Der durchschnittliche Constant-Score der PHILOS-Plattenosteosynthesen (84,06 Punkte) ist signifikant größer als der durchschnittliche Constant-Score der Minimalosteosynthesen (76,81 Punkte). Die Frakturosteosynthese mittels PHILOS-Platte hat einen signifikanten Einfluss auf die postoperative Schulterfunktion.

4.2.1.4 Einfluss des Osteosynthesverfahrens auf das funktionelle Ergebnis im Constant-Score in Abhängigkeit des Frakturtyps der AO- Klassifikation

Im Folgenden wird der Einfluss des Operationsverfahrens auf das funktionelle Ergebnis im Constant-Score in Abhängigkeit der drei Frakturtypen der AO-

Klassifikation betrachtet. Bei den Minimalosteosynthesen sind im Constant-Score 21 Patienten mit Typ-A-Fraktur und 23 Patienten mit Typ-B-Fraktur zu finden. Bei den Typ-C-Frakturen bleibt die Patientenzahl gegenüber dem Neer-Score konstant.

- Typ-A-Frakturen

Der T-Test für unabhängige Stichproben ergibt einen p-Wert von 0,143. Bei isolierter Betrachtung des Frakturtyps A zeigt das Osteosyntheseverfahren keinen signifikanten Einfluss auf das funktionelle Ergebnis im Constant-Score. Der Mittelwert der winkelstabilen Plattenosteosynthesen ist um 8,49 Punkte größer als der Mittelwert der minimal-invasiven Verfahren. Die PHILOS-Plattenosteosynthese zeigt im Constant-Score einen nicht signifikant größeren Einfluss auf die postoperative Schulterfunktion als die Minimalosteosynthesen.

	Jahr	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Constant-Score	1	21	79,38	18,345	4,003
	2	15	87,87	14,177	3,660

Tab. 21: Constant-Score aufgegliedert nach Osteosyntheseverfahren bei den Typ-A-Frakturen

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere
Constant-Score	2,901	,098	-1,498	34	,143	-8,486	5,664	-19,997	3,025
Varianzen sind nicht gleich			-1,564	33,735	,127	-8,486	5,424	-19,513	2,541

Tab. 22: Constant-Score Mittelwert Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-A-Frakturen

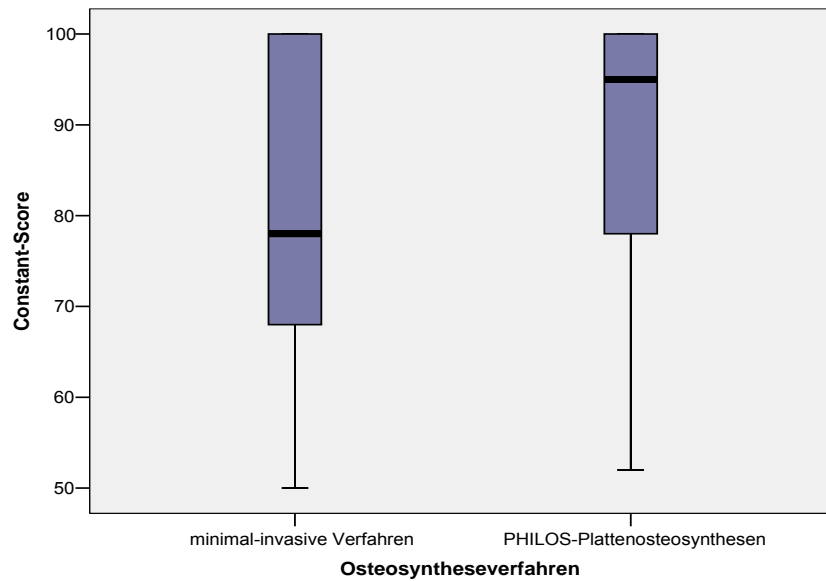


Abb. 58: Constant-Score Median Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-A-Frakturen

- Typ-B-Frakturen

Der T-Test für unabhängige Stichproben ergibt einen p-Wert von 0,133. Das Osteosyntheseverfahren hat in Abhängigkeit des Frakturtyps B keinen signifikanten Einfluss auf die postoperative Schulterfunktion. Analog den Typ-A-Frakturen zeigt sich dennoch ein nicht signifikant größerer Einfluss der PHILOS-Plattenosteosynthese. Der durchschnittliche Constant-Score der winkelstabilen Plattenosteosynthesen ist um 8,16 Punkte größer als der durchschnittliche Constant-Score der Minimalosteosynthesen.

	Jahr	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Constant-Score	1	23	77,17	18,384	3,833
	2	18	85,33	14,836	3,497

Tab. 23: Constant-Score aufgegliedert nach Osteosyntheseverfahren bei den Typ-B-Frakturen

Test bei unabhängigen Stichproben										
	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit							
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz		
								Untere	Obere	
Constant-Score										
Varianzen sind gleich	,569	,455	-1,533	39	,133	-8,168	5,328	-18,944	2,608	
Varianzen sind nicht gleich			-1,574	38,947	,124	-8,168	5,189	-18,663	2,328	

Tab. 24: Constant-Score Mittelwert Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-B-Frakturen

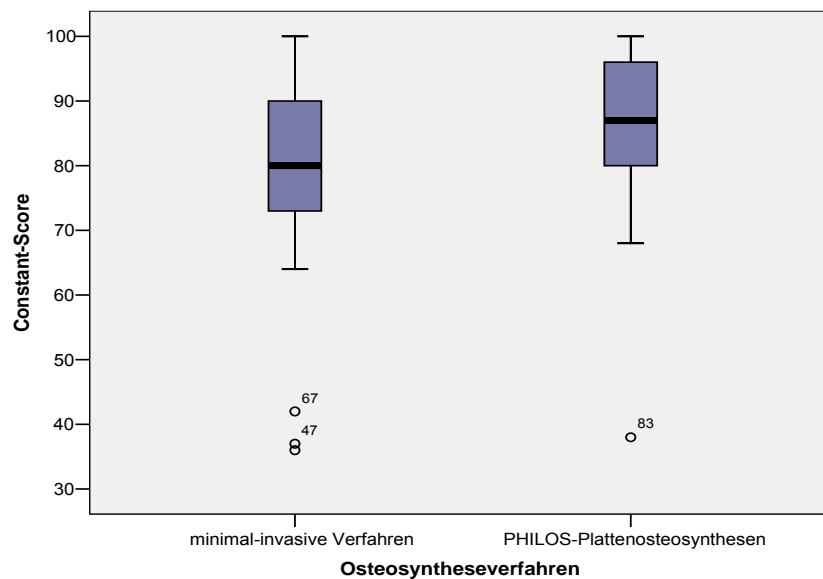


Abb. 59: Constant-Score Median Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-B-Frakturen

- Typ-C-Frakturen

Der T-Test für unabhängige Stichproben ergibt einen p-Wert von 0,031. In Abhängigkeit der Frakturklassifikation zeigt sich bei den C-Frakturen ein signifikant besseres Constant-Score Ergebnis nach PHILOS-Plattenosteosynthese als nach Minimalosteosynthese. Der Constant-Score Mittelwert der winkelstabilen Plattenosteosynthesen (85,33 Punkte) ist signifikant größer als der Constant-Score Mittelwert der minimal-invasiven Verfahren (77,17 Punkte).

	Jahr	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Constant-Score	1	4	61,25	22,736	11,368
	2	17	79,35	11,586	2,810

Tab. 25: Constant-Score aufgegliedert nach Osteosyntheseverfahren bei den Typ-C-Frakturen

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere
Constant-Score	6,803	,017	-2,335	19	,031	-18,103	7,754	-34,331	-1,875
Varianzen sind gleich									
Varianzen sind nicht gleich			-1,546	3,375	,210	-18,103	11,710	-53,131	16,925

Tab. 26: Constant-Score Mittelwert Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-C-Frakturen

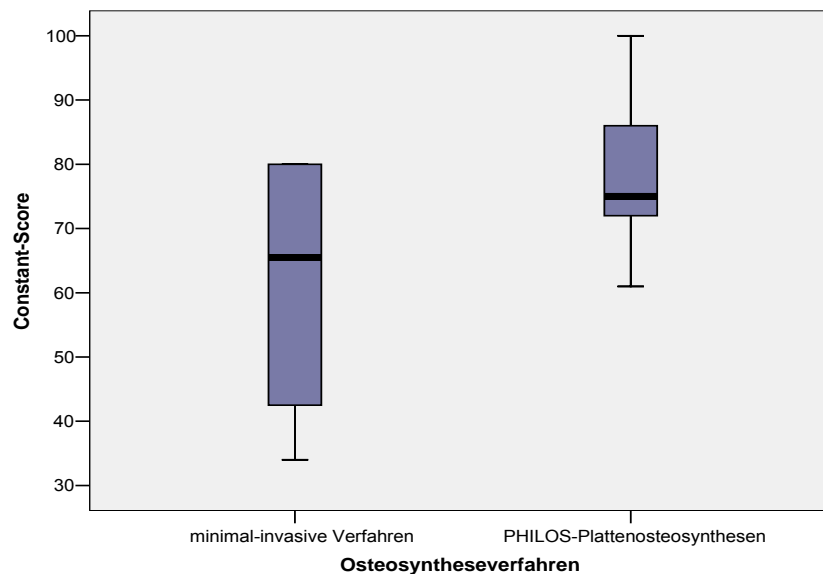


Abb. 60: Constant-Score Median Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-C-Frakturen

4.2.1.5 Einfluss des Osteosyntheseverfahrens auf das funktionelle Ergebnis im Neer-Score in Abhängigkeit des Frakturtyps der AO-Klassifikation und des Patientenalters mittels mehrfaktorieller univariater Varianzanalyse

Unter Punkt 4.2.1.2. und 4.2.1.4. wurde die Einflussnahme des Osteosyntheseverfahrens in Abhängigkeit des Frakturtyps auf das funktionelle Ergebnis im Neer-Score und im Constant-Score untersucht. Dabei zeigte sich bei

den Typ-C-Frakturen im Constant-Score nach PHILOS-Plattenosteosynthese eine signifikant bessere postoperative Schulterfunktion als nach Minimalosteosynthese. Bei isolierter Betrachtung des Operationsverfahrens und der Frakturklassifikation konnte im Neer-Score lediglich der nicht signifikante Einfluss der PHILOS-Plattenosteosynthese aufgezeigt werden.

Vor diesem Hintergrund wird mit der Varianzanalyse getestet, ob das Osteosynthesverfahren in Interaktion mit den Frakturtypen Einfluss auf das funktionelle Neer-Score-Ergebnis nimmt. Zusätzlich zu diesen festen Faktoren wird das Patientenalter als Einflussvariable oder Kovariate berücksichtigt. Das Patientenalter dient als erklärende Variable. In Abb. 41 wurde bereits die Abhängigkeit des funktionellen Ergebnisses vom Alter des Patienten dargestellt. Jüngere Patienten erreichten einen höheren Score Wert als ältere Patienten.

Die univariate Varianzanalyse untersucht im allgemeinen den Einfluss mehrerer unabhängiger Variablen (mehrfaktorielle Varianzanalyse) auf eine abhängige Variable (univariate Analyse). Die unabhängigen Variablen nehmen normalerweise diskrete Werte an (nominales oder ordinales Messniveau), so dass in diesem Fall auch von Faktoren gesprochen werden kann. In unserem Fall wird die Varianzanalyse nach der neueren Methode des „Allgemein linearen Modells“ gerechnet, deren Grundlage die Korrelations- und Regressionanalyse darstellt.

Insgesamt wurde in beiden Studien bei 103 Patienten das funktionelle Ergebnis nach operativ stabilisierter proximaler Humerusfraktur mittels Neer-Score ermittelt. Der Neer-Score stellt in der Varianzanalyse die abhängige Variable dar. Für jede Versuchsperson wurde der Frakturtyp der AO-Klassifikation (Typ-A-, Typ-B- und Typ-C-Fraktur) und das Operationsverfahren (PHILOS-Plattenosteosynthese oder minimal-invasives Verfahren) festgehalten. Diese zwei Einflussgrößen stellen die unabhängigen Variablen dar. Es liegen zwei Faktoren vor, von denen der eine (das Osteosyntheseverfahren) zweifach- und der andere (der Frakturtyp) dreifach abgestuft ist. Die Kombination der beiden Faktoren ergibt insgesamt sechs (3x2) Gruppen von Probanden. Die zu prüfende Hypothese besagt, dass alle Gruppen die durch die Kombination der unabhängigen Variablen (3x2) gebildet werden, den gleichen Mittelwert aufweisen. Dies bedeutet gleichzeitig, dass alle Gruppen, die

mittels der Werte einer der unabhängigen Variablen gebildet werden, den gleichen Mittelwert aufweisen, wie die Grundgesamtheit der Stichprobe [43].

		N
Jahr	1	53
	2	50
ftypABC	1,00	38
	2,00	44
	3,00	21

Tab. 27: Zwischensubjektfaktoren, Aufteilung der Fälle auf die Faktoren Osteosyntheseverfahren und Frakturklassifikation

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	3092,668 ^a	4	773,167	6,129	,000
Konstanter Term	97066,576	1	97066,576	769,493	,000
jahr	502,765	1	502,765	3,986	,049
ftypABC	386,463	2	193,232	1,532	,221
alter	2383,509	1	2383,509	18,895	,000
Fehler	12362,069	98	126,144		
Gesamt	759822,634	103			
Korrigierte Gesamtvariation	15454,736	102			

a. R-Quadrat = ,200 (korrigiertes R-Quadrat = ,167)

Tab. 28: Test der Zwischensubjekteffekte, univariate Signifikanztests für die abhängige Variable Neer-Score.

Die Übersicht über die Zwischensubjektfaktoren ordnet die Fälle den verschiedenen Gruppen zu. In dieser Studie ist dies die Aufteilung des Osteosyntheseverfahrens (Jahr) und der Frakturtypen. „Jahr 1“ steht für die Minimalosteosynthesen, „Jahr 2“ für die PHILOS-Plattenosteosynthesen. Der Frakturtyp 1 in der Tabelle entspricht der Typ-A-Fraktur, der Frakturtyp 2 entspricht der Typ-B- und der Frakturtyp 3 entspricht der Typ-C-Fraktur. Bei gegebener Varianzhomogenität wurde das Signifikanzniveau bei $p=0,05$ festgelegt.

Der Test der Zwischensubjekteffekte ergibt einen signifikanten Einfluss des Osteosyntheseverfahrens ($p=0,049$) auf das funktionelle Ergebnis im Neer-Score. Der im Neer-Score Mittelwertvergleich der beiden Osteosyntheseverfahren (4.2.1.1.) gezeigte Effekt der PHILOS-Plattenosteosynthese auf die postoperative

Schulterfunktion lässt sich nun auf Basis statistischer Signifikanz belegen. Wie erwartet, hat das Alter einen höchst signifikanten Einfluss ($p=0,00$) vgl. Abb. 41. Der Frakturtyp zeigt analog dem Ergebnis unter 4.2.1.2. einen nicht signifikanten Einfluss ($p=0,221$). In der ersten Zeile der Ausgabetabelle wird unter „korrigiertes Modell“ die Summe der Haupt- und Interaktionseffekte aufgezeigt. Mit einem p-Wert von 0,000 zeigen die Faktoren in Kombination einen höchst signifikanten Effekt auf die abhängige Variable, den Neer-Score. Somit nimmt in der Varianzanalyse auch der Frakturtyp Einfluss auf das Neer-Score Ergebnis.

4.2.2 Vergleich der Anzahl operativ behandelter Humeruskopffrakturen beider Studienzeiträume

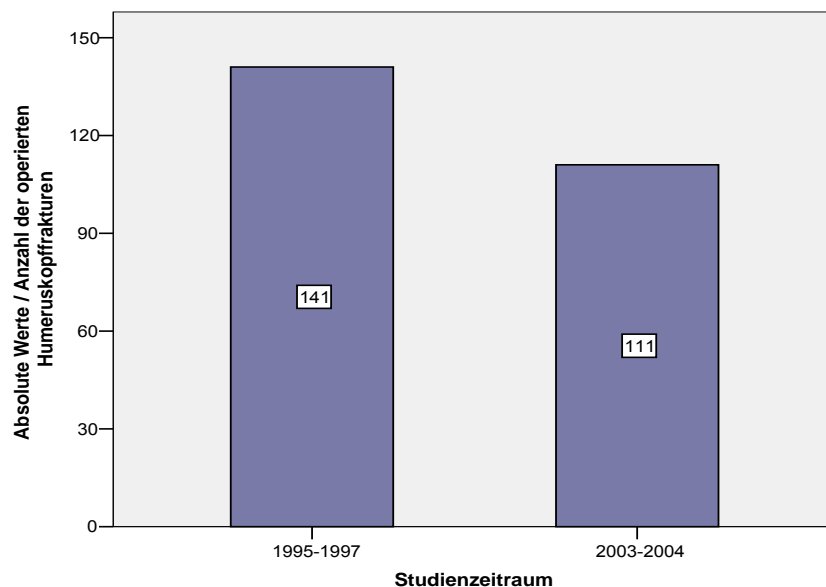


Abb. 61: Gesamtanzahl der operativ behandelten Humeruskopffrakturen pro Studie

Von Januar 1995 bis Dezember 1997 wurden insgesamt 141 Patienten mit dislozierter subcapitaler Humerusfraktur operativ behandelt. Aus diesem Kollektiv stammen die Patienten der Studie über die Minimalosteosynthesen. Die Studie über die PHILOS-Plattenosteosynthese erstreckte sich über den Zeitraum von Januar 2003 bis Dezember 2004, in welchem 111 Patienten mit dislozierter proximaler Humeruskopffraktur operativ behandelt wurden. Die Operationszahlen umfassen neben den minimal-invasiven Verfahren, den Plattenosteosynthesen auch die Endoprothesen.

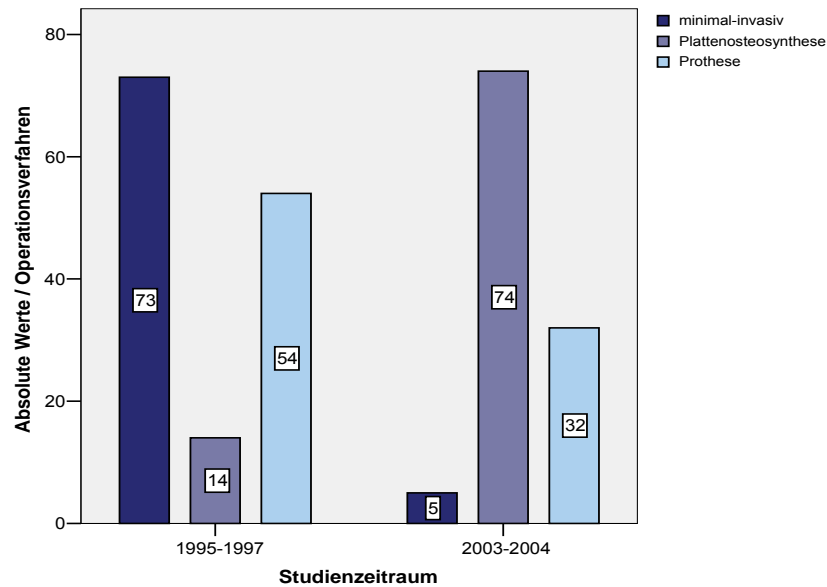


Abb. 62: Anzahl der im jeweiligen Studienzeitraum durchgeführten Operationsverfahren pro Gruppe

Osteosynthese- verfahren	Studienzeitraum 1995-1997		Studienzeitraum 2003-2004	
	absolute Werte	relative Werte	absolute Werte	relative Werte
Minimal-invasiv	73	51,77 %	5	4,50 %
Plattenosteosynthese	14	9,93 %	74	66,67 %
Prothese	54	38,30 %	32	28,83 %
Summe	Σ 141	Σ 100 %	Σ 111	Σ 100 %

Tab. 29: Vergleich der Operationszahlen beider Studienzeiträume anhand der relativen Werte

Im Zeitraum der Studie über die Minimalosteosynthesen (1995-1997) wurden 73 Patienten mit dislozierter proximaler Humerusfraktur minimal-invasiv behandelt. Die Frakturosteosynthese erfolgte mittels Kirschnerdrähten oder kanülierten Schrauben. In diese Studie konnten 69 Patienten aufgenommen werden. Neben den Minimalosteosynthesen wurden im gleichen Zeitraum 14 Plattenosteosynthesen und 54 Endoprothesenimplantationen durchgeführt. Die Minimalosteosynthesen stellen mit einem Anteil von 51,77 % den Großteil der in diesem Zeitraum durchgeführten Operationsverfahren dar. Plattenosteosynthesen wurden in 9,93 %, Osteosynthesen mittels Endoprothese in 38,30 % durchgeführt.

Im Zeitraum der Studie über die PHILOS-Plattenosteosynthesen (2003-2004) wurden proximale Humerusfrakturen von 74 Patienten mit winkelstabiler Platte versorgt. Von den 74 Patienten konnten 50 in die Studie über die PHILOS-Plattenosteosynthese aufgenommen werden. Im gleichen Zeitraum wurden minimal-invasive Frakturosteosynthesen lediglich fünf mal durchgeführt. Eine Endoprothesenimplantation war in 32 Fällen notwendig. Die PHILOS-Plattenosteosynthesen stellen mit einem Anteil von 66,67 % den Großteil der in diesem Zeitraum durchgeführten Operationsverfahren dar. Minimalosteosynthesen wurden in 4,5 %, Osteosynthesen mittels Endoprothese in 28,83 % durchgeführt.

4.2.3 Verteilung der Frakturtypen nach der AO-Klassifikation in Abhängigkeit des Studienzeitraums.

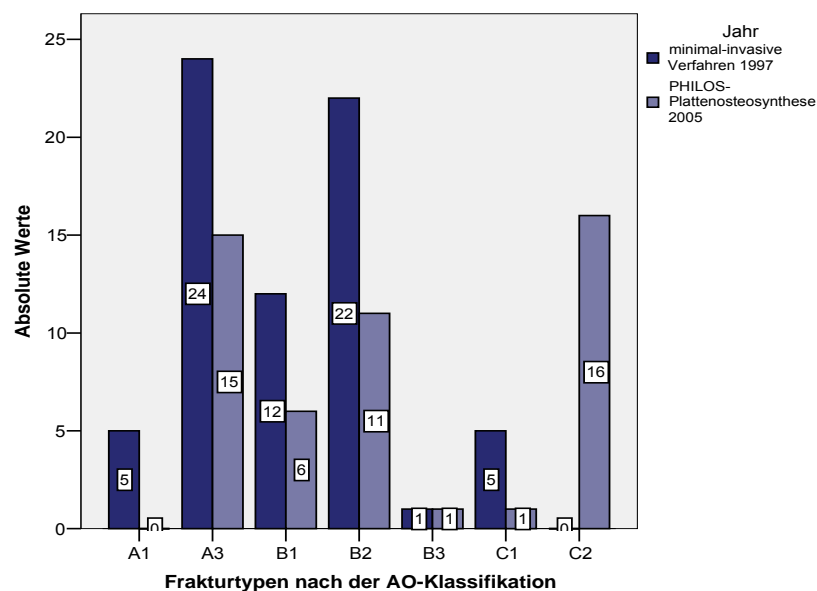


Abb. 63: Verteilung der Frakturtypen nach der AO-Klassifikation in Abhängigkeit des Studienzeitraumes

In der Studie der Minimalosteosynthesen ist die A3 Fraktur mit 24 Fällen der am häufigsten vertretene Frakturtyp. Am zweithäufigsten findet man mit 22 Fällen den Frakturtyp B2.

Der häufigste Frakturtyp der Studie über die PHILOS-Plattenosteosynthese ist die C2 Fraktur. Sie liegt die in 16 Fällen vor. An zweiter Stelle findet sich mit 15 Fällen der Frakturtyp A3, gefolgt von der B2 Fraktur mit 11 Fällen.

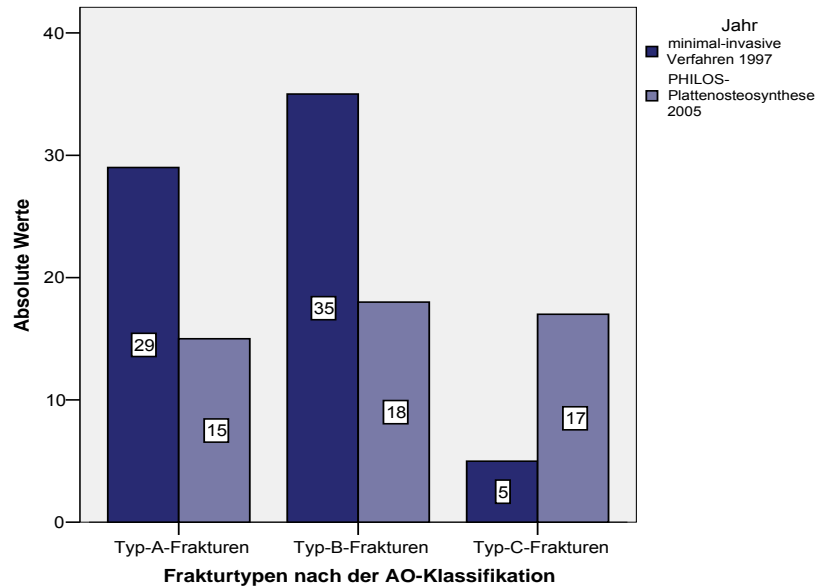


Abb. 64: Verteilung der Frakturtypen nach A-, B- und C-Frakturen der AO-Klassifikation in Abhängigkeit des Studienzeitraumes

Betrachtet man sich die Verteilung der Frakturen nach den Frakturklassen der AO-Klassifikation, so wird deutlich, dass bei den minimal-invasiven Verfahren der Frakturtyp A und B überwiegen. Der Frakturtyp C kommt selten vor.

Bei den PHILOS-Plattenosteosynthesen hingegen ist die Verteilung der Frakturtypen weitestgehend ausgeglichen. Es überwiegen die Mehrfragment-Frakturen des Frakturtyps B und C.

4.2.4 Komplikationen

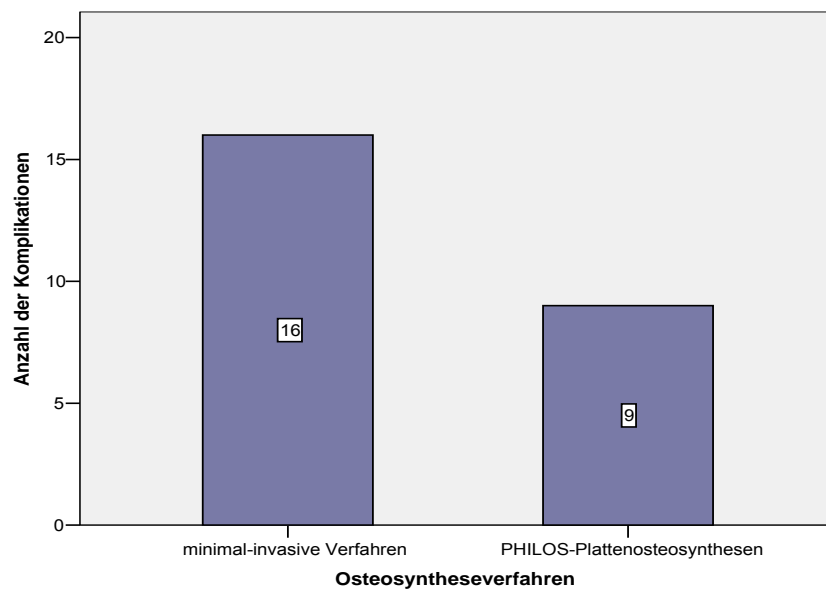


Abb. 65: Anzahl der Komplikationen bei den minimal-invasiven Verfahren und bei den PHILOS-Plattenosteosynthesen

Zum aktuellen Nachuntersuchungszeitpunkt (im Durchschnitt nach 22 Monaten), zählte die Studie der Minimalosteosynthesen noch 53 Patienten. Bei der körperlichen Untersuchung und der radiologischen Kontrolle der Fraktur konnte bei 16 Patienten eine Komplikation festgestellt werden. Dies entspricht einer Komplikationsrate von 30,18 %. Bei den PHILOS-Plattenosteosynthesen wurden zum aktuellen Zeitpunkt (im Durchschnitt nach 12 Monaten) 50 Patienten nachuntersucht. Bei diesen waren neun Komplikationen bei sieben der 50 Patienten zu verzeichnen. Dies entspricht einer Komplikationsrate von 18,00 %.

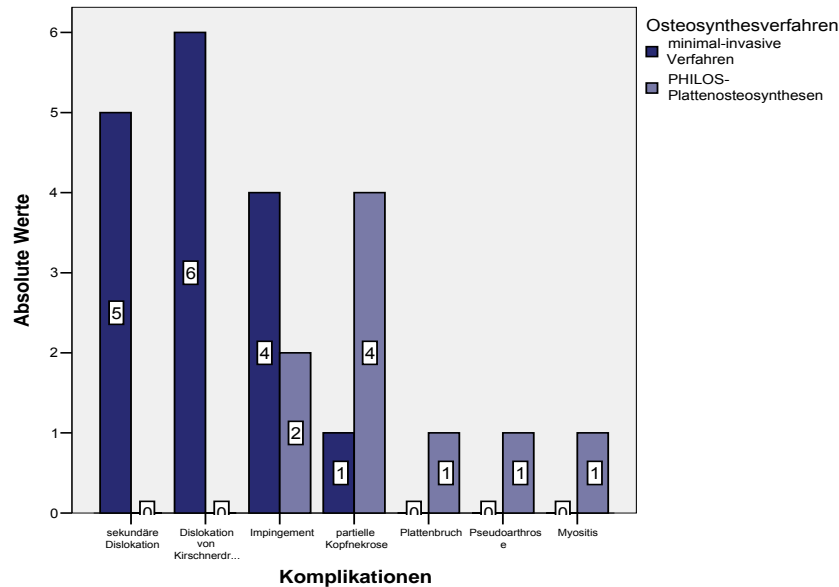


Abb. 66: Anzahl der einzelnen Komplikationen aufgliedert nach Osteosyntheseverfahren

Bei den Minimalosteosynthesen kam es in fünf Fällen zu einer sekundären Dislokation der Frakturfragmente. Bei drei Patienten war aufgrund dessen ein Verfahrenswechsel hin zum endoprothetischen Humeruskopfersatz notwendig. Bei den übrigen zwei Patienten konnte ein anderes Osteosyntheseverfahren zur sekundären Stabilisierung gewählt werden. Es wurde eine offene Reposition und eine Kombination aus Kirschnerdrähten mit Drahtcerclage durchgeführt. Alle fünf Patienten hatten eine Fraktur des Typs B2. Sechs Patienten wiesen eine Dislokation von Kirschnerdrähten auf. Bei drei dieser Patienten war aufgrund dessen eine frühzeitige Entfernung des betreffenden Kirschnerdrahtes notwendig. Die Verteilung der Frakturtypen zeigte sich bei dieser Komplikation wie folgt: zweimal fand sich eine Fraktur des Typs A3, dreimal eine des Typs B2 und einmal eine des Frakturtyps B3. Bei vier Patienten wurde ein Impingementsyndrom diagnostiziert. Eine frühzeitige Entfernung der Schrauben war in allen vier Fällen notwendig. Bei dieser Komplikation fand sich dreimal der Frakturtyp A1 und einmal der Frakturtyp C1. Die Komplikation der Humeruskopfnekrose trat lediglich bei einer Patientin mit dem Frakturtyp A3 auf. Insgesamt war in der Studie der minimal-invasiven Verfahren zwölfmal ein Verfahrenswechsel beziehungsweise eine frühzeitige Implantatentfernung aufgrund postoperativer Komplikationen notwendig.

Bei den PHILOS-Plattenosteosynthesen kam es bei zwei Patienten zu einem subakromialen Impingementsyndrom. In einem Fall musste wegen der endgradigen Bewegungseinschränkung eine Metallentfernung durchgeführt werden. Bei der Patientin mit vorzeitiger Implantatentfernung lag der Frakturtyp B1 vor. Bei dem zweiten Patienten mit subakromialen Impingementsyndrom handelte es sich um eine Fraktur des Typs C2. In dieser Studie wiesen im postoperativen Verlauf vier Patienten eine partielle Humeruskopfnekrose auf, wobei es sich um folgende Frakturtypen handelte: einmal fand sich eine Fraktur des Typs A3, einmal eine des Typs B3 und zweimal eine des Frakturtyps C2. Einem der Patienten mit dem Frakturtyp C2 bereitete die Kopfnekrose klinische Beschwerden in Form eines subakromialen Impingementsyndroms. Bei diesem Patienten lagen gleichzeitig zwei Komplikationen vor, wobei die Bewegungseinschränkung der Schulter bereits bei den oben genannten Impingementsyndromen berücksichtigt wurde. Für diesen Patienten wurden zwei Komplikationen gewertet. Ebenso verhält es sich mit einem Patienten der gleichzeitig einen Plattenbruch und eine Pseudoarthrose aufwies. Bei diesem Patient lag der Frakturtyp B2 vor. Des Weiteren zeigte ein Patient mit einer Typ B1 Fraktur im Heilungsverlauf eine Myositis. Läsion peripherer Nerven, postoperative Infektionen und revisionsbedürftige Wundhämatome traten bei keinem Patient auf. In der Studie über die PHILOS-Plattenosteosynthesen fanden sich insgesamt neun Komplikationen bei sieben Patienten.

5 Diskussion

Die Behandlung der proximalen Humerusfraktur, insbesondere der Drei- und Vier-Fragmentfrakturen, wird gegenwärtig immer noch diskutiert [53][15][33]. 60-85 % dieser Frakturen sind nicht disloziert und werden konservativ behandelt [4][40][60]. Einigkeit besteht auch in der Notwendigkeit einer operativen Stabilisierung dislozierter proximaler Humerusfrakturen [27][54][40]. Die hierfür zur Verfügung stehenden Operationstechniken umfassen Plattenosteosynthesen (T-Platten), Minimalosteosynthesen mittels percutanen Spickdrähten, kanülierten Schrauben, Draht- oder PDS-Cerclagen und Zuggurtungsosteosynthesen. Des Weiteren zählen dazu: intramedulläre Fixationssysteme, der primär prothetische Gelenkersatz und die winkelstabilen Plattenosteosynthesen [16].

Im letzten Jahrzehnt war ein Trend hin zu den Minimalosteosynthesen zu verzeichnen [16]. Obwohl die minimal-invasive Osteosynthese mit einer geringen Rate an Humeruskopfnekrosen einhergeht, erbringt sie nicht die für eine frühe funktionelle Übungsbehandlung notwendige Primärstabilität [24][47].

Herkömmliche Platten weisen häufig eine unzureichende Verankerung der Schrauben im osteoporotischen Humeruskopf auf [16]. Die Folgen sind Implantatlockerungen mit sekundären Frakturdislokationen und subacromialen Impingementsyndromen. Ebenso stellt die Humeruskopfnekrose, hervorgerufen durch exzessive Frakturfreilegung mit erheblicher Weichteiltraumatisierung, eine für die Plattenosteosynthese typische Komplikationen dar.

Sowohl die herkömmliche Plattenosteosynthese als auch die minimal-invasiven Verfahren werden den Anforderungen an eine suffiziente Frakturosteosynthese nicht gerecht. Die steigende Zahl älterer Patienten mit osteoporotischem Knochen, fordert eine Neuorientierung in der Behandlung der dislozierten proximalen Humerusfraktur. Ein besonders für diese Patientengruppe geeignetes Implantat muss für eine hohe Frakturstabilität selbst bei schlechter Knochenqualität sorgen. Außerdem soll es die Komplikationen, die mit der operativen Stabilisierung einhergehen, verhindern. Zu diesen Komplikationen zählen die Humeruskopfnekrose, das subacromiale Impingementsyndrom, sowie die Platten- und Schraubenlockerungen.

Dies veranlasste die AO/ASIF zur Entwicklung der Locking Proximal Humerus Plate (LPHP) [12].

Neben anderen winkelstabilen Implantaten steht heute die PHILOS-proximale Humerusplatte (Proximal Humeral Internal Locked System Plate; Synthes, Stratec Medical Ltd, Schweiz) zur Stabilisierung dislozierter proximaler Humerusfrakturen zur Verfügung. Dieses Implantat vereinigt größtmögliche Frakturstabilität, auch im osteoporotischen Knochen, mit Weichteil- und die Durchblutung schonendem operativen Vorgehen. Studien über funktionelle Ergebnisse und Komplikationen nach PHILOS- Plattenosteosynthese zeigen das große Potential dieses winkelstabilen Implantats auf [16][22][12][3].

Uneinigkeit besteht auch heute noch in der Wahl des geeigneten Bewertungs-Scores. Zur Beurteilung der postoperativen Schulterfunktion stehen unter anderem die gängigen Score-Systeme von Neer [35] und Constant [8][9] zur Verfügung. Beide Bewertungs-Scores wurden in unserer Studie zur Auswertung der funktionellen Ergebnisse angewandt.

Der Neer-Score berücksichtigt zum Großteil subjektive Bewertungskriterien. So geht beispielsweise die Schmerzfreiheit mit 35 % in die Gesamtpunktzahl ein. Sie ist ein stark gewichtetes Kriterium, weil die Zufriedenheit mit dem funktionellen Ergebnis gerade bei älteren Patienten von postoperativer Schmerzfreiheit und dem wiedererlangten Bewegungsumfang abhängt. In den Neer-Score fließt des Weiteren das postoperative Ergebnis der Röntgenuntersuchung mit ein. So werden Komplikationen wie die Humeruskopfnekrose neben klinisch manifesten Beschwerden auch durch objektive Bewertungskriterien erfasst.

Im Constant-Score hingegen wird der Untereinheit Kraft große Bedeutung zugemessen. Sie fließt mit 25 % der Gesamtpunktzahl in die Wertung ein. Ältere Patienten mit proximaler Humerusfraktur würdigen gerade diese Qualität, denn sie wollen auch nach dem Unfall ein selbstständiges und aktives Leben führen. Dies setzt eine uneingeschränkte Beweglichkeit der Schulter und einen vollen Krafteinsatz des Armes voraus. In der Literatur wird sowohl das Dokumentationssystem von Neer als auch das von Constant verwendet. Um einen besseren Vergleich mit anderen

Arbeiten ziehen zu können, haben wir die funktionellen Ergebnisse unserer Studie mit beiden Bewertungs-Scores erhoben.

Die in unserer Studie nach dem Neer-Score und dem Constant-Score ermittelten funktionellen Ergebnisse stimmen mit den Daten vergleichbarer Studien überein [3][12][16][22]. Der durchschnittliche Neer-Score betrug 85,94 Punkte. Insgesamt erreichten 76 % der 50 Patienten ein gutes oder sehr gutes funktionelles Ergebnis im Neer-Score. Bei 12 % der Patienten zeigte sich ein zufriedenstellendes Resultat. Weitere 12 % wurden den Score-Gruppen „unbefriedigend oder mangelhaft“ zugeteilt. Der durchschnittliche Constant-Score betrug 84,06 Punkte. Darin erzielten 88 % der 50 Patienten ein gutes oder sehr gutes funktionelles Ergebnis. Lediglich 12 % der Patienten musste ein befriedigendes oder schlechtes Ergebnis attestiert werden. Die Osteosynthese dislozierter proximaler Humerusfrakturen mit der PHILOS-Platte führt damit zu mehrheitlich guten und sehr guten klinisch funktionellen Ergebnissen.

In der Studie wurde das funktionelle Ergebnis in Abhängigkeit des Frakturtyps, des Patientenalters und des Geschlechts untersucht. In der AO-Frakturklassifikation ergab sich für die A- und B- Frakturen ein besseres funktionelles Ergebnis im Neer-Score und im Constant-Score als für Patienten mit Typ-C-Frakturen Abb. 38 Abb. 44. Auch in der Neer-Frakturklassifikation erreichten Patienten mit Zwei- oder Drei-Fragment-Frakturen ein besseres funktionelles Endergebnis als Patienten mit Vier-Fragment-Frakturen Abb. 40 Abb. 46. Wir konnten somit die Abhängigkeit des funktionellen Ergebnisses vom Frakturtyp der AO-Klassifikation sowie der Neer-Klassifikation aufzeigen. Mit steigender Frakturfragmentzahl und Dislokationsgrad verschlechtert sich die Schulterfunktion sowohl im Neer-Score als auch im Constant-Score.

Wie erwartet, wurde mit zunehmendem Alter der Patienten ein schlechteres funktionelles Score-Ergebnis erreicht Abb. 41 Abb. 47. Dies wird durch die Vergleichsgruppe [11] bestätigt.

In unserer Studie waren weibliche Patienten häufiger von einer subkapitalen Humerusfraktur betroffen als männliche Patienten. In der Arbeit von Dühr [11] wiesen die Patienten eine ähnliche Geschlechtsverteilung auf. Im Unterschied zwischen

Mann und Frau ließen sich Unterschiede im funktionellen Ergebnis nachweisen. So erreichten die Männer einen besseren Neer-Score- und Constant-Score Wert als die Frauen Abb. 42 Abb. 48. Dies ist auf die Zunahme der Osteoporose im Alter zurückzuführen, die vor allem beim weiblichen Geschlecht auftritt. Der Grund hierfür liegt in der hormonellen Umstellung in der Menopause. Frauen haben somit aufgrund schlechter Knochenqualität nach dislozierter proximaler Humerusfraktur ein schlechteres funktionelles Outcome als Männer.

In der Studie wurde ebenfalls die Abhängigkeit des postoperativen und des aktuellen Röntgenscores vom Frakturtyp untersucht. In der AO-Klassifikation erzielten Patienten mit A- oder B-Frakturen postoperativ, wie auch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, einen besseren Röntgen-Score, als Patienten mit Typ-C-Frakturen Abb. 33 Abb. 35. Ein ähnliches Verhältnis zeigte sich in Abhängigkeit der Frakturklassifikation von Neer Abb. 34 Abb. 36. Patienten mit Zwei- oder Drei-Fragment-Fraktur erreichten ein besseres postoperatives und aktuelles radiologisches Ergebnis als Patienten mit Vier-Fragment-Fraktur. Die Auswertung der Röntgenbilder zeigte, dass mit steigender Frakturfragmentzahl und Dislokationsgrad die knöcherne Frakturkonsolidierung zunehmend beeinträchtigt wird. Des Weiteren traten die im Röntgenbild sichtbaren Komplikationen bei hoher Frakturfragmentzahl gehäuft auf. Somit ist neben der Schulterfunktion auch das radiologische Ergebnis vom Frakturtyp der AO-Klassifikation sowie der Neer-Klassifikation abhängig.

Die Studie von Lungershausen et al [30], stellte erstmals einen Vergleich der funktionellen Ergebnisse nach winkelstabiler Plattenosteosynthese mit denen nach Minimalosteosynthese an. In Anlehnung an diese Studie werden im Folgenden die funktionellen Ergebnisse nach PHILOS-Plattenosteosynthese mit denen nach Minimalosteosynthese verglichen und diskutiert.

Für die Einschätzung der Ergebnisse ist das Lebensalter der Patienten von Bedeutung. Das Durchschnittsalter der Patienten mit PHILOS-Plattenosteosynthese betrug 62,7 Jahre, das der Vergleichsgruppe 58 Jahre. Dies stimmt mit Angaben in der Literatur überein, wonach die proximale Humerusfraktur eine Verletzung des älteren Menschen darstellt. Die Patienten der Vergleichsgruppe sind durchschnittlich

jedoch 4,7 Jahre jünger als die Patienten unserer Studie und weisen somit ein besseres funktionelles Outcome auf.

Wichtiger erscheint uns jedoch die Verteilung der einzelnen Frakturtypen. In der Gruppe der Minimalosteosynthesen hatten 29 Patienten eine Typ-A- und 35 Patienten eine Typ-B-Fraktur. Darunter war die A3-Fraktur mit 24 Fällen am häufigsten vertreten. An zweiter Stelle fand sich mit 22 Fällen der Frakturtyp B2. Die schweren C-Frakturen waren lediglich durch fünf C1-Frakturen vertreten. Frakturen des Typs C2 waren nicht zu finden Abb. 63 Abb. 64.

In der Gruppe der Patienten, die mit der PHILOS-Platte versorgt wurden, gab es bei einem Verhältnis von 15/18/17 auffallend viele C-Frakturen. Die schwere C2 Fraktur lag sogar bei 16 Patienten vor. An zweiter Stelle fand sich mit 15 Fällen der Frakturtyp A3, gefolgt von 11 B2 Frakturen Abb. 63 Abb. 64.

Es stellt sich die Frage, weshalb ein solcher Unterschied in der Verteilung der Frakturtypen zwischen beiden Gruppen vorliegt. Zur Zeit der Studie über die Miniamlosteosynthesen (1995-1997) wurden A- und B-Frakturen mit zwei oder drei Frakturfragmenten überwiegend mit Kirschnerdrähten, kanülierten Schrauben und weiteren minimal-invasiven Operatiostechniken stabilisiert. Bei Vier-Fragment-Frakturen ließ sich hingegen mit minimal-invasiven Verfahren keine ausreichende Frakturstabilität erzielen, so dass bei diesen Patienten das Schultergelenk durch eine Endoprothese ersetzt werden musste. Aus diesem Grund finden sich in der Studie über die Minimalosteosynthesen nur wenige C-Frakturen.

In der Studie über die PHILOS-Plattenosteosynthese stellt die C-Fraktur den häufigsten Frakturtyp dar. Dank der winkelstabilen Implantate können dislozierte Vier-Fragment-Frakturen heute erfolgreich Humeruskopf-erhaltend therapiert werden. Im Gegensatz zu den Minimalosteosynthesen erreicht die PHILOS-Platte auch bei schweren Mehr-Fragment-Frakturen die notwendige Frakturstabilität. Aus diesem Grund finden sich in der Studie über die PHILOS-Plattenosteosynthese schwerere Frakturtypen als in der Vergleichsgruppe. Hierin ist ein Vorteil der PHILOS-Platte zu sehen.

Die funktionellen Ergebnisse beider Studien wurden mit statistischen Testverfahren auf signifikante Unterschiede untersucht. Dabei ergaben sich beim Vergleich der Neer-Score Werte folgende Ergebnisse:

Die mit der PHILOS-Platte versorgten Patienten erreichten mit durchschnittlich 85,94 Punkten im Neer-Score zur Vergleichsgruppe mit 84,13 Punkten geringfügig bessere Werte, ohne dass eine statistische Signifikanz vorlag Tab. 11. Betrachtet man das funktionelle Ergebnis im Neer-Score in Abhängigkeit der Frakturtypen der AO-Frakturklassifikation, so ergeben sich für die winkelstabilen Plattenosteosynthesen tendenziell bessere Werte als bei der Vergleichsgruppe, jedoch auch hier ohne statistisch signifikante Unterschiede. Die PHILOS-Plattenosteosynthese erreicht mit zunehmender Frakturschwere ein gegenüber den Minimalosteosynthesen besseren funktionellen Score-Wert. Die Mittelwertdifferenz im Neer-Score zwischen beiden Gruppen betrug 1,30 Punkte bei den A-Frakturen, 3,58 Punkte bei den B-Frakturen und 9,19 Punkte bei den C-Frakturen. Damit ist die winkelstabile Plattenosteosynthese den minimal-invasiven Verfahren besonders in der Behandlung der C-Frakturen überlegen.

In Abb. 41 haben wir gezeigt, dass das Alter des Patienten Einfluss auf das funktionelle Ergebnis im Neer-Score hat. Ältere Patienten erreichen ein schlechteres funktionelles Score-Ergebnis als jüngere Patienten. Außerdem hat der Frakturtyp einen, wenn auch nicht signifikanten Einfluss auf das funktionelle Endergebnis. Lässt man nun die Abhängigkeit des Neer-Scores vom Patientenalter und vom Frakturtyp in die Prüfung auf signifikante Unterschiede zwischen den funktionellen Ergebnissen beider Osteosyntheseverfahren miteinfließen, so ergeben sich für die Gruppe der PHILOS-Plattenosteosynthese signifikant bessere funktionelle Werte im Neer-Score als für die Minimalosteosynthesen. Dies bestätigt die Mehrfaktorielle Univariate Varianzanalyse mit einem p-Wert von 0,049 Tab. 28. Unter Berücksichtigung der Abhängigkeit des Neer-Scores vom Patientenalter und vom Frakturtyp erreicht die PHILOS-Plattenosteosynthese ein signifikant besseres funktionelles Ergebnis im Neer-Score als die Minimalosteosynthesen.

Beim Vergleich der funktionellen Werte im Constant-Score ergaben sich folgende Ergebnisse: Die Patienten, deren Osteosynthese mit der PHILOS-Platte erfolgte,

erreichten mit durchschnittlich 84,06 Punkten ein zur Vergleichsgruppe mit 76,81 Punkten signifikant besseres funktionelles Ergebnis im Constant-Score Tab. 20. In Abhängigkeit des Frakturtyps ergaben sich für die winkelstabile Plattenosteosynthese bei den A- und B- Frakturen nicht signifikant bessere funktionelle Werte im Constant-Score als bei den Minimalosteosynthesen. Die Mittelwertdifferenz zwischen beiden Gruppen betrug 8,49 Punkte bei den A-Frakturen und 8,16 Punkte bei den B-Frakturen. Bei den C-Frakturen erzielte die PHILOS-Plattenosteosynthese, mit einer Mittelwertdifferenz von 18,1 Punkten, sogar ein signifikant besseres Constant-Score-Ergebnis als die Vergleichsgruppe. Somit ist die PHILOS-Plattenosteosynthese den Minimalosteosynthesen im Hinblick auf die postoperativ wiedererlangte Schulterfunktion überlegen. Sie eignet sich besonders zur Stabilisierung schwerer Mehrfragment-Frakturen und erreicht hier signifikant bessere funktionelle Ergebnisse als die minimal-invasiven Verfahren.

Die Erkenntnisse der Studie von Lungershausen et al [30] lassen sich durch die Ergebnisse unserer Studie ausbauen. Er berichtete bereits damals über geringfügig bessere funktionelle Werte nach winkelstabiler Plattenosteosynthese gegenüber Minimalosteosynthesen. Wir konnten in unserer Studie die Überlegenheit der PHILOS-Plattenosteosynthese hinsichtlich der postoperativen Schulterfunktion im Neer-Score als auch im Constant-Score mit statistischen Testmethoden belegen.

Die bei den 50 Patienten unserer Studie aufgetretenen Komplikationen sind mit den in der Literatur zu findenden Angaben vergleichbar [3][12][16][22]. Bei der Nachuntersuchung waren neun Komplikationen bei sieben von 50 Patienten zu verzeichnen. Dies entspricht einer Komplikationsrate von 18 %. So trat lediglich bei zwei Patienten ein subacromiales Impingementsyndrom am Acromion auf. Diese als Problem der Plattenosteosynthesen zu nennende Komplikation, kann durch Verwendung winkelstabiler Implantate auf ein Minimum reduziert werden. In der Studie der Minimalosteosynthesen trat hingegen in vier Fällen ein subacromiales Impingementsyndrom auf. Eine Häufung der Komplikation auf einen bestimmten Frakturtyp lies sich in unserer Studie nicht nachweisen. Unter den neun Komplikationen waren des Weiteren ein Plattenbruch, eine Pseudoarthrose und eine Myositis zu verzeichnen.

Für die Bewertung der Studienergebnisse erschien uns die Komplikation der Humeruskopfnekrose von großer Bedeutung. Sie gilt bis heute als Nachteil der Plattenosteosynthese. Kuner [24] gibt bei 65 Plattenosteosynthesen in 45 % Humeruskopfnekrosen an. Die PHILOS-Platte verspricht bei weichteil- und durchblutungschonendem operativen Vorgehen die Ausbildung einer Kopfnekrose gegenüber herkömmlichen Platten zu minimieren. So waren in unserer Studie vier Humeruskopfnekrosen zu beklagen wobei es sich um eine A3- eine B3- und zwei C2-Frakturen handelte. Eine Humeruskopfnekrose bildete sich häufig in Abhängigkeit der schweren C2-Fraktur aus. Betrachtet man die Verteilung der Komplikationen auf die Frakturtypen, so ist auffallend, dass die Zahl der Frakturfragmente und der Dislokationsgrad für die Entstehung einer Kopfnekrose entscheidend sind. Trupka [54] gibt für Vier-Fragment-Frakturen eine Nekroserate von 67 % an. Lill [25] und Zyto [59] berichten selbst nach konservativer Therapie über höhere Humeruskopfnekroseraten bei Vier-Fragment-Frakturen. Bei den Drei- und Zwei-Fragment-Frakturen viel die Nekroserate deutlich geringer aus. Die Gefahr der Schädigung der Blutversorgung des Humeruskopfes ist bei den Plattenosteosynthesen heute nicht mehr größer als bei den Minimalosteosynthesen. Dies gelingt durch eine schonende Operationstechnik und eine bei der Reposition möglichst indirekte Fragmentmanipulation. Die Nekroserate lässt sich somit auf Werte reduzieren, wie sie bei den minimal-invasiven Verfahren zu finden sind [30]. Im eigenen Patientenkollektiv betrug die Humeruskopfnekroserate 8 %. In der Studie der Minimalosteosynthesen war hingegen nur eine Kopfnekrose, entsprechend 1,8 % zu verzeichnen. Es handelte sich hierbei um eine A3-Fraktur. Bei den Patienten mit Kopfnekrose in unserem Krankengut war hingegen mit 50 % die schwere C2-Fraktur am häufigsten vertreten. Dies wiederum spiegelt die Gesamtverteilung der Frakturtypen beider Arbeiten wider. In der Studie der Minimalosteosynthesen dominiert mit 24 Fällen die A3-Fraktur. In der Studie über die PHILOS-Plattenosteosynthese ist mit 16 Fällen die C2-Fraktur der häufigste Frakturtyp. Da bekannterweise Vier-Fragment-Frakturen die Ausbildung einer Kopfnekrose begünstigen [25][54][59], ist in Anbetracht der großen Zahl dieses Frakturtyps in unserer Studie die Humeruskopfnekroserate von 8 % bei den PHILOS-Plattenosteosynthesen als geringfügig anzusehen. Die Kopfnekroserate ist damit zumindest nicht schlechter einzustufen als die der Minimalosteosynthesen.

In der Studie über die PHILOS-Plattenosteosynthese wurden keine sekundären Repositionsverluste und lediglich ein Plattenbruch beobachtet. In der Vergleichsgruppe hingegen traten fünf sekundäre Dislokationen von Frakturfragmenten und sechs Kirschnerdrahtdislokationen auf. In einer Studie gibt Bähr [1] mit 27,3 % eine ebenfalls höhere Materiallockerungsrate bei Minimalosteosynthesen als bei herkömmlichen Platten mit 12,5 % an. Bei den minimal-invasiv behandelten Patienten war aufgrund der im postoperativen Heilungsverlauf aufgetretenen Komplikationen wie der sekundären Frakturdislokation, der Materiallockerung und dem subacromialen Impingement Syndrom in insgesamt 12 Fällen eine Reoperation notwendig. Dies entspricht einer Reoperationsrate von 22,6 %. Dabei wurde neben dem Verfahrenswechsel hin zum endoprothetischen Humeruskopfersatz oder anderen Osteosyntheseverfahren die vorzeitige Implantatentfernung durchgeführt. In unserer Studie war lediglich eine Implantatentfernung bei einem Patienten mit Impingement Syndrom aufgrund endgradiger Bewegungseinschränkung der Schulter notwendig. Insgesamt liegt die Komplikationsrate mit 18 % in unserer Studie niedriger als in der Studie über die Minimalosteosynthesen mit 30,18 %. Berücksichtigt man überdies die mit den Minimalosteosynthesen einhergehenden Zweiteingriffe, so erreichen wir mit der PHILOS-Plattenosteosynthese eine geringere Komplikationsrate als mit den minimal-invasiven Verfahren. Wir können die Aussage bestätigen, wonach die PHILOS-Platte die mit der Osteosynthese dislozierter proximaler Humerusfrakturen einhergehenden Komplikationen größtenteils verhindert.

Abb. 62 zeigt die bei dislozierten proximalen Humerusfrakturen jeweils durchgeführten Operationsverfahren im Studienzeitraum beider Gruppen. Hierbei fällt auf, dass mit 38,30 % im Zeitraum von 1995 bis 1997 prozentual mehr Endoprothesen implantiert wurden als zu Zeiten der Studie über die PHILOS-Plattenosteosynthese (2003-2004) mit 28,83 %. Der Unterschied der relativen Werte beträgt 9,47 %. Zu den 54 Endoprothesen des ersten Studienzeitraumes müssen die aus den Reoperationen der Implantatversager bei den Minimalosteosynthesen resultierenden Schulterhemiprothesen addiert werden. Dies führt zu einem weiteren Anstieg der, in diesem Studienzeitraum durchgeführten Endoprothesenimplantationen. Zu Zeiten der Studie über die Minimalosteosynthesen wurden somit deutlich mehr proximale Oberarmfrakturen Humeruskopf-resezierend

operiert als im Studienzeitraum der PHILOS-Plattenosteosynthesen. Hierin liegt ein weiterer Vorteil der winkelstabilen Plattenosteosynthese. Durch die Einführung der winkelstabilen Implantate ist es möglich geworden viele der Vier-Fragment-Frakturen im Gegensatz zu früher Humeruskopf-erhaltend zu operieren, was sich letztlich auch in besseren funktionellen Ergebnissen dieser Patienten widerspiegelt.

Was die Kosten beider Verfahren angeht, lässt sich Folgendes festhalten: Verglichen mit dem Material für eine Minimalosteosynthese, ist die PHILOS-Platte ein recht teures Implantat. Die mit den minimal-invasiven Verfahren häufig einhergehenden Reoperationen rechtfertigen jedoch trotz der hohen Implantatkosten den Einsatz der PHILOS-Platte. Eine sekundäre Frakturstabilisierung nach fehlgeschlagener Osteosynthese fordert in der Regel den prothetischen Gelenkersatz der Schulter. Dies hat wiederum Nachteile für Kostenträger und Patient. Die Kosten einer Endoprothese liegen weit über denen der PHILOS-Platte. Eine primär minimal-invasiv stabilisierte proximale Humerusfraktur, die sekundär nur durch Endoprothesenersatz therapiert werden kann, ist für den Kostenträger teurer als eine nicht revisionsbedürftige winkelstabile Plattenosteosynthese. Außerdem darf das Risiko einer zweiten Operation für den Patienten und der mit einer Endoprothese einhergehende Funktionsverlust der Schulter nicht außer acht gelassen werden.

6 Schlussfolgerungen

- Die klinischen Ergebnisse dieser Studie mit einem durchschnittlichen Neer-Score von 85,94 Punkten und einem durchschnittlichen Constant-Score von 84,06 Punkten , das durchschnittliche Alter der Patienten mit 62,7 Jahren und die niedrige Reoperationsrate von 2 % sind mit den Ergebnissen ähnlicher Studien vergleichbar [30][3][12][16][22].
- Proximale Humerusfrakturen des Typs A3, B1, B2, B3, C1 und C2 nach der AO-Klassifikation lassen sich durch die PHILOS-Plattenosteosynthese erfolgreich therapieren. Die Platte ermöglicht durch ihr winkelstabiles Fixationsprinzip eine stabile Osteosynthese dislozierter proximaler Humerusfrakturen selbst bei osteoporotischem Knochen. Sie eignet sich damit besonders zur Frakturstabilisierung beim älteren Patienten.
- Die PHILOS-Platte erfüllt die Forderung nach hoher Primärstabilität und gestattet eine frühfunktionelle Nachbehandlung. Sie erreicht dadurch, sogar in unserem vier Jahre älteren Patientenkollektiv, sowohl im Neer-Score als auch im Constant-Score signifikant bessere funktionelle Ergebnisse als die Minimalosteosynthesen.
- Die winkelstabile Plattenosteosynthese zeigt sich darüber hinaus besonders in der Stabilisierung der C-Fraktur überlegen. Sie erreicht im Constant-Score signifikant bessere funktionelle Ergebnisse als die Minimalosteosynthesen. Sie eignet sich damit besonders zur Stabilisierung schwerer Drei- und Vier-Fragment-Frakturen.
- Mit der winkelstabilen PHILOS-Platte können mehr C-Frakturen Humeruskopferhaltend operiert werden als mit minimal-invasiven Verfahren. Der prothetische Schultergelenkersatz ist durch die Einführung der winkelstabilen Implantate nur noch selten erforderlich. Vor dem Hintergrund der großen Zahl schwerer C-Frakturen in unserem Patientenkollektiv sind die besseren funktionellen Ergebnisse gegenüber denen der Minimalosteosynthesen um so bedeutender.

- Die Komplikationsrate bei den winkelstabilen Platten ist bei besseren funktionellen Ergebnissen sogar geringer als bei den Minimalosteosynthesen. Besonders die Zahl sekundärer Fraktur- und Implantatdislokationen wird durch Verwendung der PHILOS-Platte auf ein Minimum reduziert. Reoperationen sind nur noch selten erforderlich. Auch die avaskuläre Humeruskopfnekroserate ist zumindest nicht bedeutend höher als bei den minimal-invasiven Verfahren. In Anbetracht der bei den Patienten mit Kopfnekrosen hauptsächlich vorliegenden C-Frakturen in unserem Krankengut, ist die Nekroserate zumindest nicht schlechter einzustufen als die der Minimalosteosynthesen.
- Zwar ist die PHILOS-Platte ein teures Implantat, doch findet ihr Einsatz aufgrund der mit diesem Verfahren einhergehenden niedrigen Reoperationsrate ihre Berechtigung.

7 Fallbeispiele

7.1 Fallbeispiel 1

Die 63 jährige Patientin stürzte am 09.09.2004 bei einem Sparziergang auf den linken Arm. Dabei erlitt sie eine subkapitale Humerusfraktur links. Am folgenden Tag wurde sie aufgrund starker Schmerzen und eingeschränkter Beweglichkeit der linken Schulter stationär aufgenommen. Die präoperativen Röntgenbilder zeigten eine subkapitale Humerusfraktur links, die als C2 Fraktur klassifiziert wurde. Die Verletzte Schulter wurde zunächst im Gilchrist-Verband ruhiggestellt. Bei gegebener Operationsindikation wurde die Patientin am 13.09.2004 operiert. Die Zeitdauer zwischen Unfall und operativer Versorgung betrug vier Tage. Die Frakturstabilisierung erfolgte durch Implantation einer kurzen PHILOS-Platte. Zur Fixierung des winkelstabilen Implantats wurden sieben LCP-Verriegelungsschrauben und eine Titan-Kortikalisschraube verwendet. Die postoperative Immobilisation erfolgte für sechs Wochen im Gilchrist-Verband, der ab der dritten Woche nur noch nachts getragen wurde. Ab dem zweiten postoperativen Tag wurden passive Bewegungen unter krankengymnastischer Anleitung durchgeführt. Mit aktiven Bewegungsübungen wurde ab der sechsten Woche begonnen. Es fanden 30 physiotherapeutische Behandlungen statt. Der postoperative Verlauf gestaltete sich problemlos, sodass die Patientin am 17.09.2004 in die ambulante Weiterbehandlung entlassen werden konnte.

Die Patientin wurde im März 2005 nachuntersucht. Die Zeitspanne zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug sechs Monate. Im Röntgenscore erzielte sie sowohl postoperativ als auch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung die maximale Punktzahl von zehn. Der erhobene Neer-Score ergab einen Wert von 99 Punkten. Der Constant-Score lag bei 98 Punkten. Damit erzielte die Patientin ein sehr gutes funktionelles Ergebnis. Dies spiegelte sich auch in der subjektiven Beurteilung der Schulterfunktion wider, welche die Patientin mit der Note „gut“ bewertete. Im Folgenden sind die prä- und postoperativen Röntgenaufnahmen sowie die der Nachuntersuchung zu sehen.

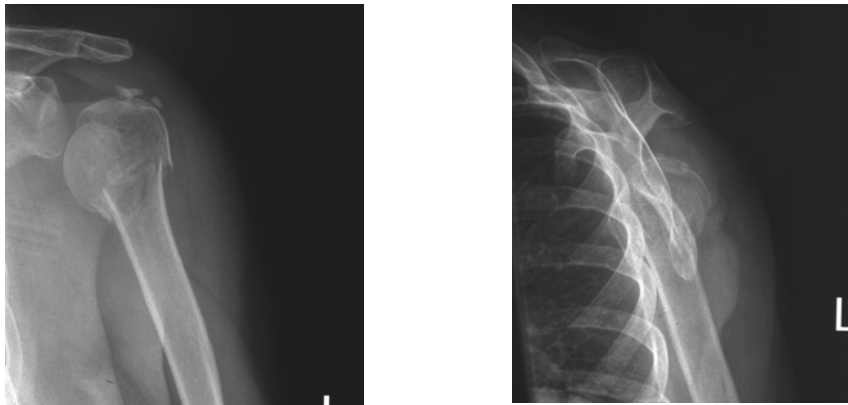


Abb. 67: präoperativ, anterior-posterior und axial

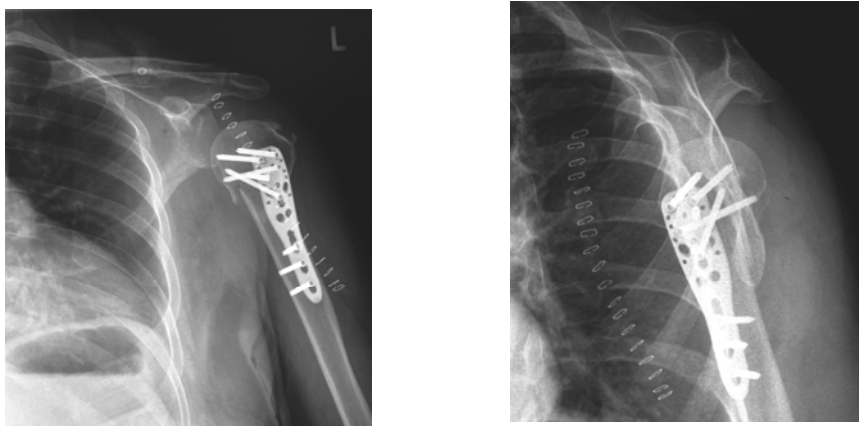


Abb. 68: postoperativ, anterior-posterior und axial

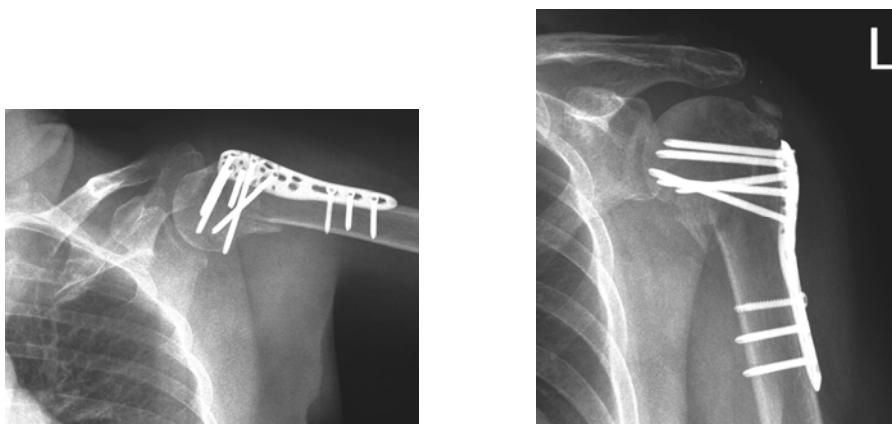


Abb. 69: sechs Monate postoperativ, anterior-posterior a), b)

Abb. 67 bis Abb. 69: (Abb. 67) AO-C2 Fraktur, in der axialen Aufnahme wird die Dislokation des Humeruskopfes besonders deutlich (Abb. 68) regelrechte osteosynthetische Versorgung der subkapitalen Humerusfraktur in geringer Subluxationsstellung; korrekte Platzierung der PHILOS-Platte und ideale Länge der winkelstabilen Schrauben ohne Beeinträchtigung des Gelenkknorpels (Abb. 69) die sechs Monate postoperativ angefertigte Röntgenkontrolle zeigt eine anatomisch korrekt reponierte und geheilte, knöchern durchbaute subkapitale Humerusfraktur

7.2 Fallbeispiel 2

Die 60 jährige Patientin stürzte am 04.09.2003 alkoholisiert auf den linken Arm und zog sich dabei eine dislozierte subkapitale Humerusfraktur links zu. Diese war nach der AO-Klassifikation als C2 Fraktur einzuteilen. Die stationäre Aufnahme erfolgte am 05.09.2003. Noch am selben Tag wurde die Fraktur mittels PHILOS-Plattenosteosynthese stabilisiert. Die Zeitspanne zwischen Unfall und operativer Versorgung betrug einen Tag. Die Schulterrekonstruktion erfolgte durch Implantation einer kurzen PHILOS-Platte. Zur Fixierung des winkelstabilen Implantats wurden fünf Kopf- und drei Schaftschrauben verwendet. Für die postoperative Immobilisationsdauer von sechs Wochen wurde die Schulter im Gilchrist-Verband ruhiggestellt. Ab dem zweiten postoperativen Tag wurde die Schulter passiv mobilisiert. Ab der sechsten Woche wurde mit aktiven Bewegungsübungen begonnen. Insgesamt fanden 30 physiotherapeutische Behandlungen statt. Nach komplikationslosem postoperativen Verlauf wurde die Patientin am 13.09.2003 aus der stationären Behandlung entlassen.

Die Nachuntersuchung fand im März 2005 statt. Die Zeitspanne zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug 18 Monate. In der postoperativen Röntgenkontrolle zeigte sich eine geringe Abkipfung des Humeruskopfes nach medial und dorsal, weshalb die Patientin im postoperativen Röntgenscore nur sechs Punkte erhielt. Die aktuelle radiologische Untersuchung ergab die Komplikation einer partiellen Humeruskopfnekrose. Der aktuelle Röntgenscore betrug acht Punkte. Anamnestisch bereitete ihr die partielle Kopfnekrose keine Beschwerden. Der erhobene Neer-Score ergab einen Wert von 91 Punkten. Der Constant-Score lag bei 84 Punkten. Somit erreichte die Patientin im Neer-Score ein „sehr gutes“ und im Constant-Score ein

„gutes“ funktionelles Endergebnis. Die Defizite der Schulterfunktion beschränkten sich auf die Flexion und Abduktion, die jeweils bis 120° möglich waren. Die größte Beeinträchtigung lag in der Außenrotation, die nur bis 20° durchführbar war. In den Kategorien Schmerz, Alltagsaktivität und Kraft erzielte die Patientin die maximale Punktzahl. Die subjektive Zufriedenheit mit dem operativen Ergebnis im Visual Score bewertete sie mit der Note „befriedigend“. Im Folgenden werden die prä- und postoperativen Röntgenaufnahmen und die der Nachuntersuchung gezeigt.

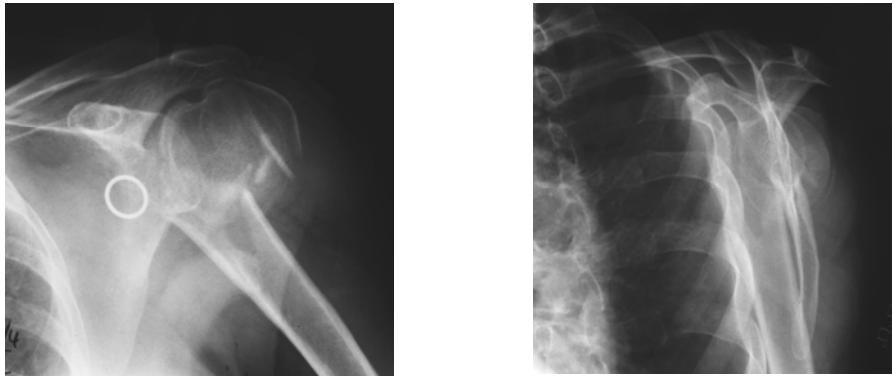


Abb. 70: präoperativ, anterior-posterior und axial

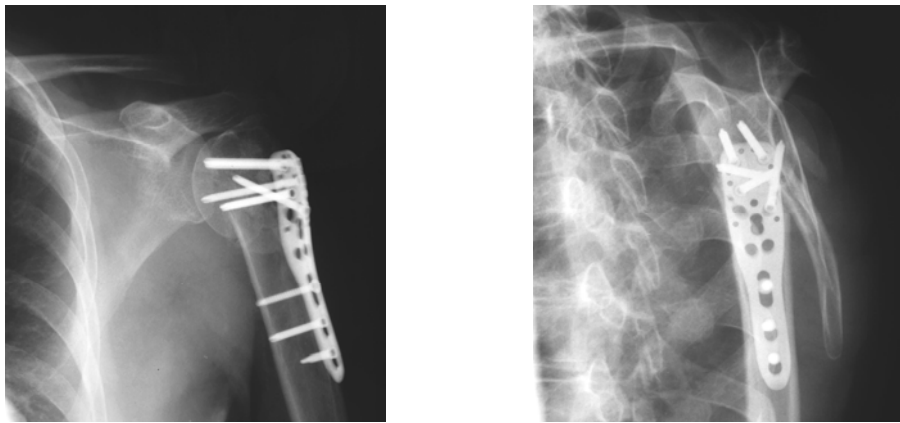


Abb. 71: postoperativ, anterior-posterior und axial

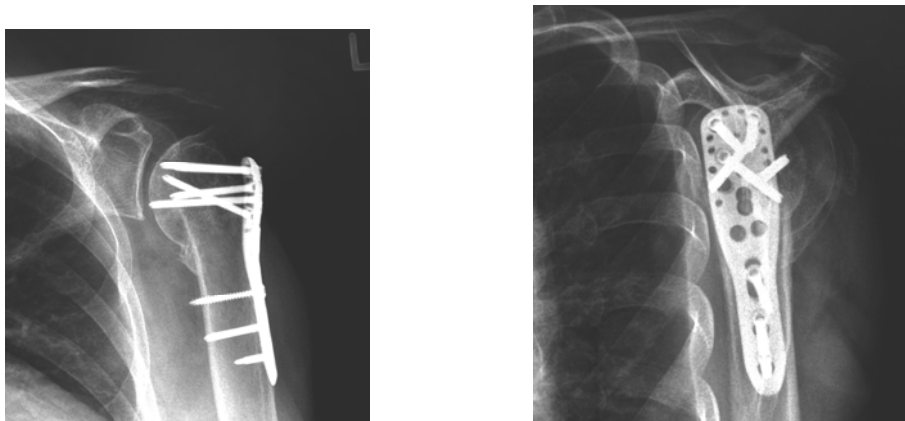


Abb. 72: 18 Monate postoperativ, anterior-posterior und axial

Abb. 70 bis Abb. 72: (Abb. 70) AO-C2 Fraktur, in der axialen Aufnahme wird die Dislokation des Humeruskopfes besonders deutlich (Abb. 71) die postoperative Röntgenkontrolle zeigt eine geringe Abkippung des Humeruskopfes nach medial und dorsal (Abb. 72) die aktuellen Röntgenaufnahmen zeigen eine überstehende winkelstabile Kopfschraube, eine Humeruskopf-abkippung und partielle Kopfnekrose.

8 Literaturverzeichnis

- [1] Bähthi H, Tingart M, Bouillon B, Tilling TH (2001) Die operative Therapie der proximalen Humerusfraktur. Zentralblatt Chirurgie 126:211–216
- [2] Bartsch S, Hullmann S, Hillrichs B, Giers R, Echtermeyer V (2001) Die Osteosynthese der dislozierten Humeruskopffraktur mit der winkelstabilen proximalen Oberarm-Platte. Akt Traumatol 31:64–71. Unstable Fractures of the Proximal Humerus. Clinical Orthopaedics and related research 430:176–181
- [3] Björkenheim J-M, Pajarinen J, Savolainen V (2004) Internal fixation of the proximal humeral fractures with a locking compression plate. Acta Orthop Scand 75(6):741-745
- [4] Böhler J (1976) Konservative Therapie der Humeruskopf- und Halsfrakturen. Hefte Unfallheilkunde 126:21-26
- [5] Bosch U, Fremerey RW, Skutek M, Lobenhoffer P, Tscherne H (1996) Die Hemiarthroplastik – Primär- oder Sekundärmaßnahme für 3- und 4-Fragment-Frakturen des proximalen Humerus beim älteren Menschen? Unfallchirurg 99:656
- [6] Bühl A, Zöfel P, SPSS 12. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows, 9.Auflage
- [7] Clifford PC. Fractures of the neck of the humerus: a review of the late results. Injury 12:91
- [8] Contant, Murley CR, AHG (1987) A clinical method of functional assessment of the shoulder. Clin Orthop 214:160-165
- [9] Constant CR (1991) Schulterfunktionsbeurteilung. Orthopäde 20:289–294
- [10] Damanakis K, Schaal O, Mann J, Müller KH (1996) Ein modifiziertes Behandlungskonzept bei Humeruskopffrakturen des älteren Menschen. Unfallchirurg 99:561-568
- [11] Dühr Bruno, Dissertation von Bruno Dühr 1998, Funktionelle Ergebnisse nach minimal-invasiver Osteosynthese dislozierter

proximaler Humerusfrakturen, aus der Universitätsklinik des Saarlandes für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie

- [12] Frankhauser F, MD; Boldin C, MD; Schippinger G, MD; Haunschmid C, MD; Szyszkowitz R, MD (2005) A New Locking Plate for Unstable Fractures of the Proximal Humerus. *Clinical Orthopaedics and related research* 430:176-181
- [13] Gerber C, Hersche O, Berberat C (1998) The clinical relevance of posttraumatic necrosis of the humeral head. *Shoulder Elbow Surg* 7:586–590
- [14] Gerber CH, Schneeberger AG, Vinh TS (1990) The arterial vascularisation of the humeral head. *J Bone Joint Surg AM* 72:1486
- [15] Habermeyer P (1997) Die Humeruskoffaktur. *Unfallchirurg* 100:820–837
- [16] Helmy Naeder MD, Hintermann Beat MD (2006) New Trends in the Treatment of Proximal Humerus Fractures. *Clinical Orthopaedics and related research* 442:100-108
- [17] Hente R, Kampshoff J, Kinner B, Füchtmeier B, Nerlich M (2004) Die Versorgung dislozierter 3- und 4-Fragmentfrakturen des proximalen Humerus mit einem winkelstabilen Plattenfixateur. *Unfallchirurg. Springer Medizinverlag* 10.1007/s00113–004–0818–7
- [18] Hintermann B, Trouillier HH, Schaefer D (2000) Rigid internal fixation of fractures of the proximal humerus in older patients. *J Bone Joint Surg* 82B:1107-1112
- [19] Imhoff M, Sadr I, Tassler H, Gahr R (1989) Die konservative und operative Therapie der Humerusfrakturen des Collum chirurgicum. *Zentralblatt Chirurgie* 114:228
- [20] Köstler W, Strohm PC, Südkamp NP (2003) Die proximale Humerusfraktur im hohen Lebensalter. *Chirurg* 74:985-989
- [21] Kollig E, Kutscha-Lissberg F, Roetman B, Dielenschneider D, Muhr G (2003) Komplexe Brüche des Oberarmkopfes: welche Langzeitresultate sind zu erwarten? *Zentralblatt Chirurgie* 128:111–118

- [22] Koukakis A, MD, Apostolou CD, MD, PhD, Taneja T, MS, Korres DS, MD Amini A, FRCS (2006) Fixation of Proximal Humerus Fractures Using the PHILOS-Plate. *Clinical Orthopaedics and related research* 442:115-120
- [23] Kristiansen B, Christensen SW (1986) Plate fixation of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand* 57:320-323
- [24] Kuner EH, Siebler G (1987) Luxationsfrakturen des proximalen Humerus—Ergebnisse nach operativer Behandlung. *Unfallchirurgie* 13:64–71
- [25] Lill H, Bewer A, Korner J, Verheyden P, Hepp P, Krautheim I, Josten C (2001) Konservative Therapie dislozierter proximaler Humerusfrakturen. *Zentralblatt Chirurgie* 126:205-210
- [26] Lill H, Hepp P, Rose T, König K, Josten C (2004) The angle stable locking-proximal-humerus-plate (LPHP) for proximal humeral fractures using a small anterior-lateral-deltoid-splitting-approach—technique and first results. *Zentralblatt Chirurgie* 129:43-48
- [27] Lill H, Josten C (2000) Proximale und distale Humerusfrakturen im hohen Alter. *Orthopäde* 29:327-341
- [28] Lill H, Korner J, Glasmacher S, Hepp P, Just A, Verheyden P, Josten C (2001) Die gekreuzte Schraubenosteosynthese proximaler Humerusfrakturen. *Unfallchirurg* 104:852–859
- [29] Lill H, Lange K, Prasse-Badde J, Schmidt A, Verheyden P, Echtermeyer V (1997) Die T-Plattenosteosynthese bei dislozierten proximalen Humerusfrakturen. *Unfallchirurgie* 23:183-190
- [30] Lungershausen W, Bach O, Lorenz CO (2003) Humeruskoffrakturen—winkelstabile Plattenosteosynthese. *Zentralblatt Chirurgie* 128:28–33
- [31] Mills HJ, Horne G (1985) Fractures of the proximal humerus in adults. *J Trauma* 25:801
- [32] Mückter H, Herzog L, Becker M, Vogel W, Meeder P-J, Buchholz J (2001) Die winkel- und rotationsstabile Osteosynthese proximaler Humerusfrakturen mit der Humerus-Fixateurplatte. *Chirurg* 72:1327-1335

- [33] Munst P, Kuner EH (1992) Osteosynthesen bei dislozierten Humerusfrakturen. *Orthopäde* 21:121
- [34] Nassutt R, Morlock MM (1999) Mechanische Überprüfung der Winkelstabilität von internen Fixateuren und winkelstabilen Plattensystemen. *Trauma Berufskrankh* 1:398-401
- [35] Neer CS (1970) Displaced proximal humerus fractures. Part I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 52:1077–1089
- [36] Neer CS (1970) Displaced proximal humerus fractures. Part II. Treatment of three-part and four-part displacement. *J Bone Joint Surg Am* 52:1090
- [37] Neumann K, Muhr G, Breiffuss H (1992) Primärer Kopfersatz der dislozierten Oberarmkopffraktur. *Orthopäde* 21:140
- [38] Philos Operationstechnik, Synthes, Originalinstrumente und – Implantate der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen–AO/ASF
- [39] Plecko M, Kraus A (2005) Die winkelstabile Plattenosteosynthese bei Frakturen am proximalen Humerus mit der LPHP (Locking Proximal Humerus Plate). *Operat Orthop Traumatol* 17:25–50
- [40] Povacz P, Resch H (2004) Verletzungen des Schultergürtels und des Schultergelenkes. In: Mutschler W, Haas N. *Praxis der Unfallchirurgie*. Thieme, Stuttgart, 2.Auflage, pp 678-689
- [41] Rader CP, Keller HW, Rehm KE (1992) Die operative Behandlung dislozierter 3- und 4-Fragmentfrakturen des proximalen Humers. *Unfallchirurg* 95:613
- [42] Resch H, Povacz P, Fröhlich R, Wambacher M (1997) Percutaneous fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg [Br]* 79:295–300
- [43] RRZN, Regionales Rechenzentrum für Niedersachsen/Universität Hannover, SPSS Fortgeschrittene, Durchführung fortgeschrittener statistischer Analysen, 5. Auflage, April 2005
- [44] Schmand J, Andreß HJ, Lob GC (1999) Osteosynthese subkapitaler Humerusfrakturen: Kleeplatte vs. Minimalosteosynthese. *Hefte zu Der*

- Unfallchirurg, 63.Jahrestag der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie, 454
- [45] Siebenrock KA, Gerber C (1993) The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 75:1751
- [46] Siebler G, Kuner EH (1985) Spätergebnisse nach operativer Behandlung proximaler Humerusfrakturen bei Erwachsenen. *Unfallchirurgie* 11:119
- [47] Siebler G, Walz H, Kuner EH (1989) Minimalosteosynthese von Oberarmkopffrakturen. Indikation, Technik, Ergebnisse. *Unfallchirurg* 92:169-174
- [48] Simank P, Gay B (1993) Erfahrungen mit der Endoprothese bei Oberarmkopfrümmerfrakturen. *Akt Traumatol* 23:361-365
- [49] Speck M, Lang FJ, Regazzoni P (1996) Proximale Humerusmehrfragmentfrakturen – Misserfolge nach T-Platten-Osteosynthesen. *Swiss Surg* 51-56
- [50] Speck M, Regazzoni P (1997) 4-Fragment-Frakturen des proximalen Humerus. *Unfallchirurg* 100:349–353
- [51] Szyszkowitz R, Schippinger G (1999) Die Frakturen des proximalen Humerus. *Unfallchirurg* 102:422–428
- [52] Tanner MW, Cofield RH (1983) Prosthetic arthroplasty for fractures and fracture-dislocations of the proximal humerus. *Cin Orthop* 179:116
- [53] Tingart M, Bächli H, Bouillon B und Tilling Th (2001) Die dislozierte proximale Humeruskopffraktur: Gibt es gesicherte Therapiekonzepte? *Chirurg* 72:1284-1291
- [54] Trupka A, Wiedemann E, Ruchholtz S, Brunner U, Habermeyer P, Schweiberer L (1997) Dislozierte Mehrfragmentfrakturen des Humeruskopfes. *Unfallchirurg* 100:105–110
- [55] Weber E, Matter P (1998) Operative Behandlung proximaler Humerusfrakturen – Internationale Multizenterstudie. *Swiss Surg* 4:95

- [56] Wijgman AJ, Roolker W, Patt TW, Raaymakers EL, Marti RK (2002) Open reduction and internal fixation of three and four-part fractures of the proximal humerus. *J Bone Surg Am* 84:1919-1925
- [57] Wirbel R, Knorr V, Mutschler W, Saur B, Dühr B (1997) Minimal-invasive Therapie bei dislozierten proximalen Humerusfrakturen. Einfluss der postoperativen Immobilisation auf das funktionelle Ergebnis. *Hefte zu Der Unfallchirurg* 268:678-681
- [58] Wirbel R, Knorr V, Saur B, Dühr B, Mutschler W (1999) Minimalinvasive Osteosynthese dislozierter proximaler Humerusfrakturen. *Operat Orthop Traumatol* 11:44
- [59] Zyto K (1998) Non-operative treatment of comminuted fractures of the proximal humerus in elderly patients. *Injury* 29:349-352
- [60] Zyto K, Ahrengart L, Sperber A, Tornkvist H (1997) Treatment of displaced proximal humerus fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br* 79:412-417
- [61] Zyto K, Kronberg M, Brostrom LA, (1995) Shoulder functions after displaced fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 4:331-336
- [62] Zyto K, Wallace WA, Frostick SP, Preston BJ (1998) Outcome after hemiarthroplasty for three- and four-part fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 7:85

9 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Blutversorgung des Humeruskopfes [39].....	14
Abb. 2:	Schaubild zur AO-Klassifikation [40].....	17
Abb. 3:	Schaubild zur Frakturklassifikation von Neer [40].....	18
Abb. 4:	Die PHILOS-Platte [38].....	21
Abb. 5:	Beach-Chair-Stellung [39]	22
Abb. 6:	Die PHILOS-Platte in der Vorderansicht [38].....	24
Abb. 7:	Zielgerät auf Platte montieren [38].....	25
Abb. 8:	Positionieren der Platte mit Hilfe eines Kirschnerdrahtes [38]	25
Abb. 9:	Korrekte Lage der Platte zum Humeruskopf [38].....	26
Abb. 10:	Einbringen der proximalen winkelstabilen Schrauben [38]	26
Abb. 11:	Einbringen der distalen Schrauben [38].....	27
Abb. 12:	Flexion	29
Abb. 13:	Abduktion	30
Abb. 14:	Außenrotation	30
Abb. 15:	Innenrotation	31
Abb. 16:	Kontrolle der Außenrotation.....	31
Abb. 17:	Kontrolle der Innenrotation	32
Abb. 18:	Retroflexion	32
Abb. 19:	Kraftmessung	33
Abb. 20:	Kraftmessung mit dem Druckbarometer in der Frontansicht	34
Abb. 21:	Kraftmessung mit dem Druckbarometer in der Seitenansicht.....	34
Abb. 22:	Patientenstammbogen.....	37
Abb. 23:	Befunderhebungsbogen Neer-Score, Constant-Score, Visual-Score	39
Abb. 24:	Geschlechtsverteilung	40
Abb. 25:	Altersverteilung.....	41
Abb. 26:	Seitenverteilung der Frakturen	42
Abb. 27:	AO-Frakturklassifikation	42
Abb. 28:	Neer-Frakturklassifikation.....	43
Abb. 29:	Verwendetes Implantat.....	43
Abb. 30:	Durchschnittliche Anzahl der Humeruskopfschrauben aufgegliedert nach A-, B- und C-Frakturen der AO-Klassifikation	44
Abb. 31:	Nachuntersuchungszeitraum.....	45

Abb. 32:	Zeitspanne zwischen Trauma und operativer Versorgung	46
Abb. 33:	Postoperativer Röntgenscore aufgegliedert nach A-, B- und C-Frakturen der AO-Klassifikation	47
Abb. 34:	Postoperativer Röntgenscore aufgegliedert nach Frakturtypen der Neer-Klassifikation.....	48
Abb. 35:	Aktueller Röntgenscore aufgegliedert nach A-, B- und C-Frakturen der AO-Klassifikation	49
Abb. 36:	Aktueller Röntgenscore aufgegliedert nach Frakturtypen der Neer-Klassifikation	49
Abb. 37:	Aktueller Neer-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation	50
Abb. 38:	Aktueller Neer-Score aufgegliedert nach A-, B- und C-Frakturen der AO-Klassifikation	51
Abb. 39:	Aktueller Neer-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation im Boxplot.....	51
Abb. 40:	Aktueller Neer-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der Neer-Klassifikation	52
Abb. 41:	Aktueller Neer-Score aufgegliedert nach Altersgruppen.....	53
Abb. 42:	Aktueller Neer-Score aufgegliedert nach Geschlecht.....	53
Abb. 43:	Constant-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation	54
Abb. 44:	Constant-Score aufgegliedert nach A-, B- und C-Frakturen der AO-Klassifikation	55
Abb. 45:	Constant-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation im Boxplot.....	55
Abb. 46:	Constant-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der Neer-Klassifikation	56
Abb. 47:	Constant-Score aufgegliedert nach Altersgruppen	56
Abb. 48:	Constant-Score aufgegliedert nach Geschlecht	57
Abb. 49:	Visual-Score aufgegliedert nach A-, B- und C-Frakturen der AO-Klassifikation	58
Abb. 50:	Visual-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der Neer-Klassifikation	58
Abb. 51:	Visual-Score aufgegliedert nach Altersgruppen	59
Abb. 52:	Visual-Score aufgegliedert nach Geschlecht.....	59
Abb. 53:	Korrelation des Visual-Scores mit dem funktionellen Ergebnis des Neer-Scores	61
Abb. 54:	Korrelation des Visual-Scores mit dem funktionellen Ergebnis des Constant-Scores.....	62
Abb. 55:	Neer-Score-Median-Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-A-Frakturen.....	66

Abb. 56:	Neer-Score Median Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-B-Frakturen.....	67
Abb. 57:	Neer-Score Median Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-C-Frakturen	68
Abb. 58:	Constant-Score Median Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-A-Frakturen.....	71
Abb. 59:	Constant-Score Median Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-B-Frakturen.....	72
Abb. 60:	Constant-Score Median Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-C-Frakturen	73
Abb. 61:	Gesamtanzahl der operativ behandelten Humeruskopffrakturen pro Studie	76
Abb. 62:	Anzahl der im jeweiligen Studienzeitraum durchgeführten Operationsverfahren pro Gruppe.....	77
Abb. 63:	Verteilung der Frakturtypen nach der AO-Klassifikation in Abhängigkeit des Studienzeitraumes	78
Abb. 64:	Verteilung der Frakturtypen nach A-, B- und C-Frakturen der AO-Klassifikation in Abhängigkeit des Studienzeitraumes.....	79
Abb. 65:	Anzahl der Komplikationen bei den minimal-invasiven Verfahren und bei den PHILOS-Plattenosteosynthesen	80
Abb. 66:	Anzahl der einzelnen Komplikationen aufgegliedert nach Osteosyntheseverfahren	81
Abb. 67:	präoperativ, anterior-posterior und axial	96
Abb. 68:	postoperativ, anterior-posterior und axial	96
Abb. 69:	sechs Monate postoperativ, anterior-posterior a), b)	96
Abb. 70:	präoperativ, anterior-posterior und axial	99
Abb. 71:	postoperativ, anterior-posterior und axial	99
Abb. 72:	18 Monate postoperativ, anterior-posterior und axial.....	99

10 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Häufigkeitsverteilung des Geschlechts.....	40
Tab. 2:	Mittelwertvergleich der implantierten Kopfschraubenanzahl aufgegliedert nach A-, B- und C-Frakturen der AO-Klassifikation mittels einfaktorieller ANOVA	45
Tab. 3:	Postoperativer Röntgenscore aufgegliedert nach Frakturtypen der AO-Klassifikation	47
Tab. 4:	Aktueller Röntgenscore aufgegliedert nach Frakturtypen der AO- Klassifikation	48
Tab. 5:	Aktueller Neer-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO- Klassifikation	50
Tab. 6:	Constant-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO- Klassifikation	54
Tab. 7:	Visual-Score aufgegliedert nach Frakturtypen der AO- Klassifikation	57
Tab. 8:	Korrelationskoeffizient nach Pearson, Korrelation des Visual- Scores mit dem funktionellen Ergebnis des Neer-Scores.....	60
Tab. 9:	Korrelationskoeffizient nach Pearson, Korrelation des Visual- Scores mit dem funktionellen Ergebnis des Constant-Scores	61
Tab. 10:	Neer-Score-Mittelwert aufgegliedert nach Osteosynthesverfahren	63
Tab. 11:	Neer-Score-Mittelwert-Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren mittels T-Test für unabhängige Stichproben	63
Tab. 12:	Aktueller Neer-Score aufgegliedert nach Osteosyntheseverfahren in Abhängigkeit der Frakturklassifikation	65
Tab. 13:	Aktueller Neer-Score Mittelwert aufgegliedert nach Osteosyntheseverfahren bei den Typ-A-Frakturen.....	65
Tab. 14:	Neer-Score-Mittelwert-Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-A-Frakturen mittels T-Test für unabhängige Stichproben	65
Tab. 15:	Aktueller Neer-Score aufgegliedert nach Osteosyntheseverfahren bei den Typ-B-Frakturen.....	66
Tab. 16:	Neer-Score Mittelwert Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-B-Frakturen mittels T-Test für unabhängige Stichproben	67
Tab. 17:	Aktueller Neer-Score aufgegliedert nach Osteosyntheseverfahren bei den Typ-C-Frakturen	68
Tab. 18:	Neer-Score Mittelwert Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-C-Frakturen mittels T-Test für unabhängige Stichproben	68

Tab. 19:	Constant-Score aufgegliedert nach Osteosyntheseverfahren	69
Tab. 20:	Constant-Score Mittelwert Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren mittels T-Test für unabhängige Stichproben	69
Tab. 21:	Constant-Score aufgegliedert nach Osteosyntheseverfahren bei den Typ-A-Frakturen	70
Tab. 22:	Constant-Score Mittelwert Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-A-Frakturen.....	70
Tab. 23:	Constant-Score aufgegliedert nach Osteosyntheseverfahren bei den Typ-B-Frakturen	71
Tab. 24:	Constant-Score Mittelwert Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-B-Frakturen.....	72
Tab. 25:	Constant-Score aufgegliedert nach Osteosyntheseverfahren bei den Typ-C-Frakturen	73
Tab. 26:	Constant-Score Mittelwert Vergleich der beiden Osteosyntheseverfahren bei den Typ-C-Frakturen	73
Tab. 27:	Zwischensubjektfaktoren, Aufteilung der Fälle auf die Faktoren Osteosyntheseverfahren und Frakturklassifikation	75
Tab. 28:	Test der Zwischensubjekteffekte, univariate Signifikanztests für die abhängige Variable Neer-Score.	75
Tab. 29:	Vergleich der Operationszahlen beider Studienzeiträume anhand der relativen Werte	77

11 Dank

Bedanken möchte ich mich bei allen Patienten, die zum Gelingen dieser Studie beigetragen haben.

Mein Dank gebührt Prof.Dr.Tim Pohlemann für die Annahme des Themas und die Durchsicht der Arbeit.

Mein ganz besonderer Dank gilt Dr.Reiner Wirbel. Er hatte stets ein offenes Ohr und trug durch Anregungen zur Durchführung und zum Gelingen der Studie bei.

Meinen Eltern Christine Klein-Schwitalla und Joachim Schwitalla sowie Jochen Cassel danke ich für ihre Hilfe bei der Korrektur.

Danken möchte ich Martin Becker für die Zusammenarbeit bei der Erstellung der Statistik.

Mein Dank gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der radiologischen Abteilung für die Anfertigung der Röntgenbilder.

Den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des unfallchirurgischen Sekretariats und der chirurgischen Ambulanz sei für das gute Miteinander gedankt.

12 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name Julia Maria Schwitalla
Geburtsdatum 11.12.1981
Geburtsort Saarbrücken
Anschrift Höhenweg 56
66133 Saarbrücken
Telefon 0681 / 830 580 2
E-Mail: julia_schwitalla@web.de

Nationalität deutsch
Konfession katholisch
Familienstand ledig
Eltern Joachim Schwitalla, Studiendirektor
Christine Klein-Schwitalla, geb. Klein, Oberstudienrätin
Geschwister eine Schwester

Ausbildung

Schulbildung 1988-1992 Grundschule Pestalozzischule,
Kaiserslautern
1992-2001 Burggymnasium, Kaiserslautern
Abschluss: Abitur (Note 1,9)
Bilingual (Französisch)
Latinum

Hochschulausbildung Universität des Saarlandes,
Humanmedizin, zzt.6. klinisches Semester
Physikum im August 2003

Famulaturen März 2004 Neurochirurgie, Westpfalz Klinikum
Kaiserslautern
Sept 2004 Klinik für Unfall-, Hand- und
Wiederherstellungschirurgie,
Universitätsklinik des Saarlandes
März 2005 Hals-Nasen-Ohren-Klinik, Westpfalz
Klinikum Kaiserslautern
März 2006 Dr.Alexander Reidick, Arzt für
Allgemeinmedizin