

Aus der Klinik für Unfall- und Handchirurgie  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. J. Windolf

Vergleichende mittelfristige klinisch-funktionelle  
Ergebnisse operativ versorgter proximaler  
Humerusfrakturen mit einer winkelstabilen Platten-  
und Nagelosteosynthese

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Bianca Sylvia Braun

2012

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez: Univ.-Prof. Dr. med. Joachim Windolf  
Dekan

Referent: Univ.-Prof. Dr. med. Joachim Windolf  
Korreferent: PD Dr. med. Dirk Blondin

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>Die proximale Humerusfraktur.....</b>	<b>7</b>
1.1.1	Anatomie und Frakturmorphologie .....	7
1.1.2	Frakturklassifikationen .....	10
1.1.3	Therapie der proximalen Humerusfraktur .....	11
1.1.4	Plattenosteosynthese.....	11
1.1.5	Intramedulläre Nägel .....	12
1.1.6	Humeruskopfprothese .....	12
1.1.7	Alternative Verfahren .....	13
<b>1.2</b>	<b>Targon® Proximaler Humerus (PH).....</b>	<b>14</b>
1.2.1	Nageldesign .....	14
1.2.2	Indikation .....	15
1.2.3	Operative Technik.....	15
<b>1.3</b>	<b>Die „Proximal Humerus Internal Locking System“ (PHILOS®) -Platte .....</b>	<b>16</b>
1.3.1	Plattendesign.....	16
1.3.2	Indikation .....	17
1.3.3	Operative Technik.....	17
<b>1.4</b>	<b>Fragestellung .....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>Material und Methoden.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Überblick und Patientenkollektiv .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>Ablauf der Nachuntersuchungen .....</b>	<b>20</b>
2.2.1	Anamnese.....	20
2.2.2	Körperliche Untersuchung.....	20
2.2.3	Constant- und Neer-Score.....	21
2.2.4	„Disabilities of Arm, Shoulder and Hand“- („DASH“-) Score .....	25
2.2.5	„Short Form 36 Health Survey“ (SF-36®) Fragebogen zum Gesundheitszustand.....	27
2.2.6	Bewertung der Scores .....	28
2.2.7	Bewertung durch ein Schulnotensystem.....	30
2.2.8	Statistische Analyse .....	30
2.2.9	Graphische Darstellung .....	30
<b>3</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>31</b>
<b>3.1</b>	<b>„Proximal Humerus Internal Locking System“ (PHILOS®)-Platte und kurzer Targon® Proximaler Humerus (PH, 150mm) .....</b>	<b>31</b>
3.1.1	Patientenkollektiv.....	31
3.1.2	Frakturklassifikation nach Neer .....	32
3.1.3	Frakturklassifikation nach der AO .....	34
3.1.4	Verlauf.....	35
3.1.4.1	Präoperative Wartezeiten .....	35
3.1.4.2	Schnitt-Naht-Zeiten.....	35
3.1.4.3	Physiotherapeutische Anwendungen .....	36
3.1.5	Funktionelle Ergebnisse.....	37
3.1.5.1	Absoluter Constant-Score.....	37
3.1.5.2	Relativer Constant-Score.....	38
3.1.5.3	Absoluter Neer-Score.....	39
3.1.5.4	Relativer Neer-Score.....	40
3.1.5.5	Schulnotensystem .....	41
3.1.5.6	Visuelle Analogskala (VAS) .....	43
3.1.5.7	« Disabilities of Arm, Shoulder and Hand »- (« DASH »-) Score.....	45
3.1.5.8	« Short Form 36 Health Survey » (SF-36®).....	46
3.1.6	Komplikationen .....	48
3.1.6.1	« Proximal Humerus Internal Locking System » (PHILOS®)-Gruppe .....	48
3.1.6.2	Targon®-kurz-Gruppe .....	49

<b>3.2</b>	<b>Langer Targon® PH (220-250mm)</b> .....	<b>50</b>
3.2.1	Patientenkollektiv.....	50
3.2.2	Verlauf.....	51
3.2.2.1	Präoperative Wartezeiten.....	51
3.2.2.2	Schnitt-Naht-Zeiten.....	51
3.2.2.3	Physiotherapeutische Anwendungen.....	52
3.2.3	Funktionelle Ergebnisse.....	53
3.2.3.1	Constant-Score.....	53
3.2.3.2	Neer-Score.....	53
3.2.3.3	Visuelle Analogskala (VAS).....	53
3.2.3.4	« Disabilities of Arm, Shoulder and Hand » - (« DASH »-) Score «.....	53
3.2.3.5	Schulnotenbewertung.....	54
3.2.3.6	« Short Form 36 Health Survey » (SF-36®).....	54
3.2.4	Komplikationen.....	55
<b>4</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>56</b>
<b>4.1</b>	<b>Targon® PH und PHILOS® – Diskussion der Ergebnisse im Literaturvergleich</b> .....	<b>56</b>
4.1.1	Patientenkollektive.....	57
4.1.2	Funktionelle Ergebnisse.....	57
4.1.3	Subjektive Ergebnisse.....	60
4.1.4	Komplikationen.....	62
4.1.5	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	63
<b>4.2</b>	<b>Langer Targon® PH – Diskussion der Ergebnisse im Literaturvergleich</b> .....	<b>67</b>
<b>4.3</b>	<b>Methodenkritik</b> .....	<b>69</b>
<b>4.4</b>	<b>Schlussfolgerung</b> .....	<b>70</b>
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>71</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>73</b>
<b>7</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>81</b>
<b>8</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>82</b>
<b>9</b>	<b>Akürzungsverzeichnis</b> .....	<b>83</b>

# 1 Einleitung

Die proximale Humerusfraktur ist mit einem Anteil von 4 – 5 % aller Frakturen eine häufige Fraktur (Resch 2003; Stahlenbrecher 2001). Nach der proximalen Femur- und der distalen Radiusfraktur ist die proximale Humerusfraktur die dritthäufigste Fraktur im höheren Lebensalter (Damanakis 1996). Innerhalb der letzten Dekaden war eine stetige Zunahme der Inzidenz zu beobachten (Bengner 1986; Lind 1989). Im Jahre 1989 lag diese noch bei 73/100.000 Personen pro Jahr, 17 Jahre später lag diese schon bei 105/100.000 Personen pro Jahr (Lind 1989; Habermeyer 1997; Marquass 2006). Für das Jahr 2020 wird eine Inzidenz von 155/100.000 und für 2030 von 200/100.000 erwartet (Kannus 2000).

Über 80 % dieser Frakturen entstehen durch Niedrigenergietraumen, z. B. in Folge eines Sturzes auf den ausgestreckten Arm oder auf den abduzierten Arm in Außenrotationsstellung (Kristiansen 1987, Szyskowitz 1999). Bei jungen Menschen führt häufig ein Hochenergietrauma zu einer proximalen Humerusfraktur. Hierbei kommt es oft zusätzlich zu Luxations- und Weichteilverletzungen z. B. im Rahmen eines Polytraumas.

Etwa 70 – 75 % der Humeruskopffrakturen betreffen Patienten über dem 60. Lebensjahr (Court-Brown 2001). Bis zum 50. Lebensjahr ist die Verteilung zwischen den Geschlechtern gleich, jenseits davon ist ein überproportionaler Anstieg des Frauenanteils nachweisbar (Horak 1975). Das Verhältnis von Frauen zu Männern liegt im höheren Alter bei 3:1. Das durchschnittliche Alter zum Unfallzeitpunkt liegt für Frauen bei 70 Jahren und für Männer bei 56 Jahren (Court-Brown 2001). Ein anerkannter Risikofaktor bei Knochenbrüchen ist eine verminderte Knochendichte und ebenso eine erhöhte Fallneigung (Chu 2004, Minne 2002, Kannus 1996). Eine mögliche Ursache für die höhere Inzidenz bei Frauen ist eine vergleichsweise reduzierte Knochenmineraldichte des proximalen Humerus in diesem Kollektiv (Lill 2002). Die schlechte Knochensubstanz sorgt nicht nur für eine erhöhte Brüchigkeit, sondern erschwert auch die operative Stabilisierung der Fraktur (Strohm 2008).

Über 85 % der Humeruskopffrakturen sind einfache Frakturen, bei denen Fraktursegmente gering disloziert und verkippt sind. Diese können, so der weitgehende Konsens, konservativ, das heißt frühfunktionell behandelt werden (Kristiansen 1987, Mills 1985, Neer I 1970).

Allerdings kann die konservative Therapie in Abhängigkeit des Frakturcharakters mit schmerzhaften Funktions- und Bewegungseinschränkungen und mit der Gefahr einer

avaskulären Humeruskopfnekrose assoziiert sein. Die Versorgung dieser Frakturen stellt die behandelnden Chirurgen daher immer noch vor eine große Herausforderung.

Zur operativen Behandlung dislozierter Humeruskopffrakturen wurde in der Vergangenheit eine Vielzahl an Osteosyntheseverfahren entwickelt, z. B. Kirschnerdraht-, Zuggurtungs-, Schrauben-, Platten- und intramedulläre Nagelosteosynthesen. Die klinischen Ergebnisse dieser operativen Verfahren waren und sind heterogen. Mit Einführung winkelstabiler Implantate haben die extra- und intramedullären Verfahren zunehmende Popularität in der Versorgung der proximalen Humerusfraktur erfahren (Strohm 2008).

Ziel dieser Arbeit war es, die mittelfristigen klinischen Ergebnisse nach operativer Versorgung von proximalen Humerusfrakturen mit der extramedullären, winkelstabilen PHILOS®-Platte, und dem intramedullären, winkelstabilen Targon® PH-Nagel zu untersuchen.

## 1.1 Die proximale Humerusfraktur

### 1.1.1 Anatomie und Frakturmorphologie

Das kugelförmige Caput humeri bildet den Gelenkkopf des Schultergelenks. Durch das Collum anatomicum wird der Humeruskopf vom Schaft getrennt. Distal des Collum anatomicum befinden sich zwei Höcker, das Tuberculum majus und das Tuberculum minus. Das Tuberculum majus liegt posterosuperior und dient den Außenrotatoren, dem Musculus (M.) supraspinatus, dem M. infraspinatus und dem M. teres minor, als Ansatz. Das Tuberculum minus liegt anteroinferior und ist Ansatz des M. subscapularis, einem Innenrotator. Zwischen den beiden Tubercula, im Sulcus intertubercularis liegt die lange Sehne des M. biceps brachii. Sie dient bei operativen Eingriffen als Leitstruktur (Itamura 2002). Unterhalb der Tubercula liegt das Collum chirurgicum (Marquass 2006).

Codman unterteilte den Humeruskopf in vier Hauptfragmente. Er unterschied ein Kalotten-, ein Schaft-, ein Tuberculum-majus- und ein Tuberculum-minus-Fragment (Codman 1934). Im Falle einer Fraktur bestimmen u. a. die Muskeln der Rotatorenmanschette die Zugrichtung der einzelnen Fragmente und somit ihre Dislokation (Abbildung 1).

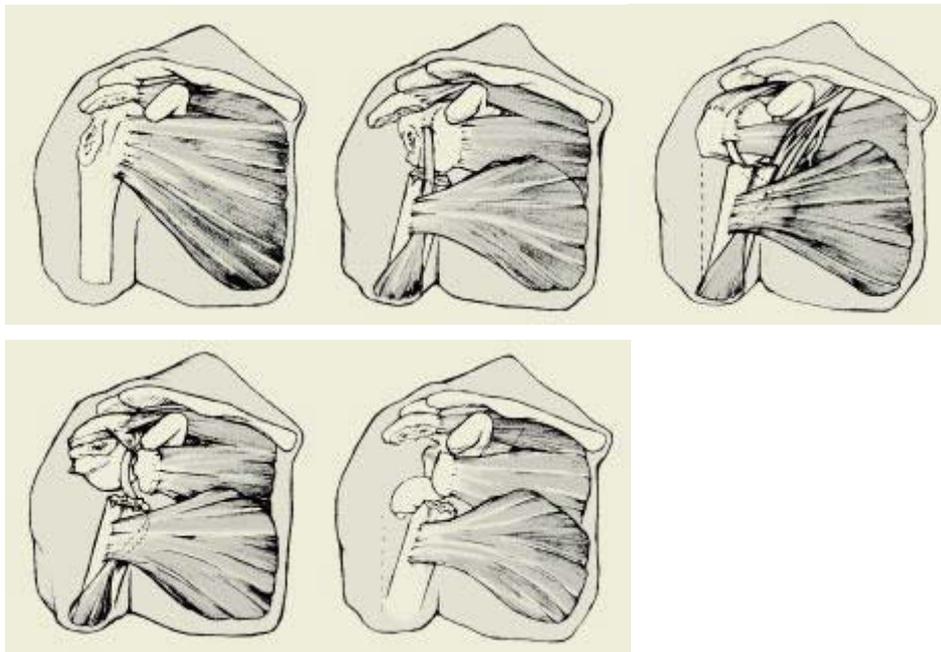


Abbildung 1. Codman Muskelzüge ( Habermeyer 1997)

Das Tuberculum majus wird durch den Zug der Außenrotatoren nach posterior-kranial in den Subacromialraum gezogen. Bei gleichzeitiger Frakturlinie im Collum chirurgicum kommt es zu einer Verkippung des Kopfes und somit zu einer dorsalen Fehlstellung der Kalotte. Nur selten tritt eine isolierte Fraktur des Tuberculum minus auf, welches dann nach medial gezogen wird und ein Impingement am Processus coracoideus auslösen kann. Bei Vierfragmentfrakturen wird der Schaft durch den M. pectoralis major nach anterior-medial gezogen, die Tubercula in die oben genannten Richtungen und die Kalotte nach posterior-kaudal verkkippt (Habermeyer 1997).

Eine besondere Bedeutung für die Prognose einer Fraktur hat die Vaskularisation des Humeruskopfes. Diese kann durch die Verletzung selbst, aber auch durch die therapeutische Versorgung maßgeblich beeinflusst werden (Brooks 1993, Laing 1956).

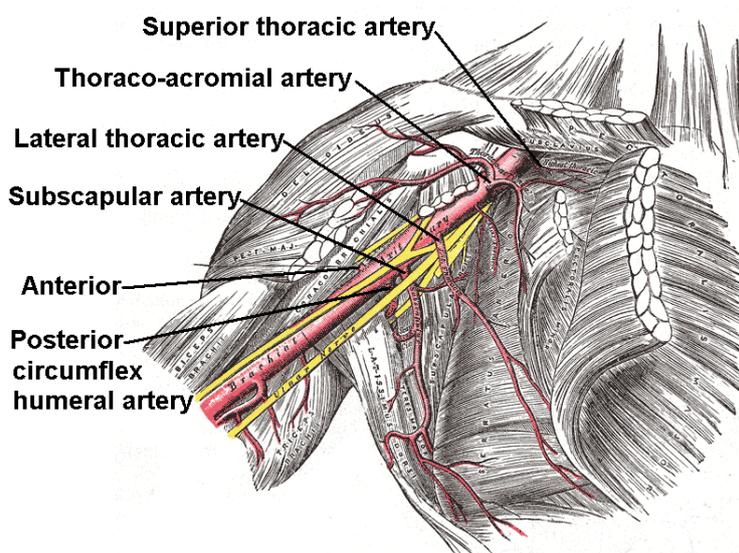


Abbildung 2. Blutversorgung des Oberarmkopfes (Gray 1918)

Die Arteriae (Aa.) circumflexae humeri anterior und posterior versorgen mit ihren Ästen den Humeruskopf. Die Arteria (A.) circumflexa humeri anterior entspringt der A. axillaris und verläuft hinter dem M. coracobrachialis und der kurzen Sehne des M. biceps brachii zur Vorderseite des Collum anatomicum des Humeruskopfes (Abbildung 2). Sie gibt einen Ramus ascendens ab, der im Sulcus intertubercularis verläuft und als A. arcuata in die Kalotte eintritt. Die A. circumflexa humeri posterior entspringt am Unterrand des M. deltoideus ebenfalls aus der A. axillaris und zieht gemeinsam mit dem Nervus (N.) axillaris und den Begleitvenen durch die laterale Achsellücke. Sie gibt Äste an den M. deltoideus, die lange Sehne des M. triceps brachii und die Gelenkkapsel ab. Eine Anastomose bildet sie mit der A. circumflexa humeri anterior und der A. profunda

brachialis. Laterodorsal erfolgt die Versorgung periostal über verschiedene Anastomosenäste der beiden Aa. circumflexae humeri (Schiebler 1999).

Sind bei einer Vierfragmentfraktur Kalotte und Schaft um mehr als 5 mm voneinander disloziert, kommt es zu einer Zerreißung der versorgenden Gefäßverbindungen.

Die Gefahr einer avaskulären Nekrose wird für Vierfragmentfrakturen mit 26 – 75 % angegeben. Bei Dreifragmentfrakturen liegt das Risiko bei 3 – 14 % (Gerber 1990). Ein hohes Risiko für eine aseptische Humeruskopfnekrose besteht zudem bei Frakturen des Collum anatomicum. Frakturen des Collum chirurgicum hingegen haben aufgrund der ausreichenden Nährstoffversorgung der Kalotte eine bessere Prognose. Etwa die Hälfte der proximalen Humerusfrakturen sind Frakturen des Collum chirurgicum (Lind 1989).

### 1.1.2 Frakturklassifikationen

Die heute im Wesentlichen angewandten Frakturklassifikationen gehen auf die Vierfragmenteinteilung von Codman zurück (Codman 1934). Die Neer-Klassifikation ist eine etablierte Klassifikation für proximale Humerusfrakturen (Marquass 2006). Neer verwendete Codmans Fragmenteinteilung und berücksichtigte zusätzlich die Dislokation der einzelnen Fragmente (Neer I 1970). Als Dislokation definierte er eine Verschiebung von mehr als 1 cm oder eine Verkippung der Fragmente von mehr als 45°. Er definierte 17 Gruppen, wobei in einer Gruppe (I) alle nichtdislozierten Frakturen zusammengefasst wurden. In vier weiteren Gruppen (II-V) wurden die dislozierten Frakturen eingeteilt. Die letzte Gruppe (VI) beinhaltete die Luxationsfrakturen (Neer I 1970, Abbildung 3).

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

Abbildung 3. Klassifikation der Humeruskopffrakturen nach Neer (Habermeyer 1997)

Einige Studien bezüglich der Klassifikationsanwendung zeigten eine geringe Reliabilität bei alleiniger Betrachtung nativer Röntgenaufnahmen. Insbesondere bei den komplexeren Frakturen ist häufig keine zufrieden stellende Klassifikation möglich (Kristiansen 1988, Sidor 1993, Brorson 2002). Bernstein untersuchte 1996 den Einfluss der Computertomographie. Reliabilität und die Reproduzierbarkeit der Neer-Klassifikation war mit Hilfe der Computertomographie signifikant besser (Bernstein 1996).

Eine weitere Klassifikation ist die der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO). Hier wird mit einem numerischen System gearbeitet. Der Humeruskopf wird in der AO-Klassifikation mit 11 belegt. Die erste Stelle steht für den Humerus und die zweite bezeichnet die Lokalisation am Knochen. Bei langen Röhrenknochen steht 1 für den proximalen Gelenkanteil, 2 für den Schaft und 3 für den distalen Gelenkanteil des Röhrenknochens. Den beiden Ziffern nachstehend ist ein Buchstabe (A, B, C) an der dritten Stelle, der für die Lokalisation der Fraktur zum Gelenk steht. A bezeichnet extraartikuläre Frakturen, B partielle Gelenksfrakturen und C vollständige Gelenkfrakturen. Im Anschluss an diesen Buchstaben, an der vierten Stelle, folgt eine Zahl (1, 2, 3). Diese Zahl richtet sich nach der Komplexität der Fraktur.

### **1.1.3 Therapie der proximalen Humerusfraktur**

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen dislozierten und nicht-dislozierten Frakturen. Nicht oder gering dislozierte Frakturen sind Frakturen bei denen Fragmente weniger als 1 cm disloziert sind und eine Achsfehlstellung von weniger als 45° besteht (Neer 1970). Dislozierte Frakturen haben eine größere Fragment- oder Achsfehlstellung. Die nicht oder nur gering dislozierten Frakturen zeigen unter konservativer Therapie häufig gute Ergebnisse (Rasmussen 1992). Auch bei dislozierten 2- bis 3-Fragmentfrakturen können eventuell durch geschlossene Reposition stabile Frakturverhältnisse erzielt werden, die konservativ gut bis zufrieden stellend therapiert werden können (Lill 2001). Eine frühzeitige Physiotherapie zeigte auch in der Nachbehandlung konservativ behandelter proximaler Humerusfrakturen einen positiven Einfluss auf das Endergebnis (Koval 1993). Die operative Therapie findet Anwendung bei instabilen dislozierten Frakturen. Insbesondere die Frakturformen, die ein hohes Humeruskopfnekroserisiko besitzen, z. B. fehlende Impaktierung oder Dorsalabkippung des Kopfes, profitieren von einer Operation. Große Instabilität besteht auch bei ausgeprägter Fragmentbildung, bei der die Fraktur spiralig in den Schaft ausläuft. Des Weiteren bedürfen die nicht geschlossen reponierbaren, bzw. sekundär dislozierten Frakturen einer operativen Versorgung. Eine Gefäß- oder Nervenverletzung ist eine absolute Operationsindikation (Voigt 2006).

### **1.1.4 Plattenosteosynthese**

Bis in die achtziger Jahre hinein war die konventionelle, das heißt nicht winkelstabile, Plattenosteosynthese mit unterschiedlichen Plattenformen das Mittel der Wahl zur operativen Stabilisierung von Humeruskopffrakturen. Zu diesem Zeitpunkt wurden meist T-

Platte oder L-Platten verwendet. Sie dienen vor allem der Versorgung von Zweifragmentfrakturen am Collum chirurgicum (Hessmann 1999, Bähris 2001). In einer Studie, an der 94 Patienten mit proximaler Humerusfraktur teilnahmen, die mit einer T- oder L-Platte versorgt wurden, erreichten 82,6 % ein sehr gutes bis befriedigendes Ergebnis. Der Autor hebt hier besonders die stabile Versorgung der Fraktur als Grundvoraussetzung eines guten funktionellen Ergebnisses hervor (Damanakis 1996). Allerdings kam es unter anderem aufgrund der hohen Invasivität bei diesen Implantaten zu hohen Komplikationsraten (Bahrs 2007, Broos 2004). Heute werden vor allem winkelstabile Implantate verwendet, die im Gegensatz zu konventionellen Plattensystemen weniger voluminös und in ihrer Form besser der Anatomie des proximalen Oberarms angepasst sind. Die winkelstabile Verankerung der Kopfschrauben führt zudem zu einem im Vergleich zu den konventionellen Schrauben wesentlich geringerem Dislokationsrisiko. Die guten Erfahrungen bei der Anwendung von winkelstabilen Platten am proximalen Humerus haben dazu geführt, dass diese zunehmend auch zur Versorgung von Frakturen mit drei oder vier Fragmenten angewandt werden. Hierzu zählt auch die PHILOS®-Platte, die zu einem späteren Zeitpunkt vorgestellt wird.

### **1.1.5 Intramedulläre Nägel**

Auf Basis des bereits etablierten Humerusschaftnagels wurde im Rahmen der Entwicklung neuer winkelstabiler Osteosyntheseverfahren ein Nagel auch für den proximalen Humerus entwickelt. Intramedulläre Nägel mit winkelstabilen Fixierungsmöglichkeiten der Kopffragmente werden seit Anfang 2000 zunehmend verwendet. Durch wachsende Erfahrung konnte die Indikation zur Nagelosteosynthese für eine Vielzahl von Humeruskopffrakturen gestellt werden. Die winkelstabilen Fixierschrauben im Humeruskopf eignen sich besonders gut zur Stabilisierung des osteoporotischen Knochens.

### **1.1.6 Humeruskopfprothese**

Die Inzidenz einer Kopfnekrose bei Vierfragmentfrakturen liegt bei bis zu 75 % (Leyshon 1984). Daher wurde von Charles Neer 1951 eine Humeruskopfprothese zur Versorgung von Mehrfragmentfrakturen mit hohem Kopfnekroserisiko entwickelt. Seitdem erfolgte eine stetige Weiterentwicklung dieser Implantate.

Es gibt absolute und relative Indikationen für den prothetischen Koppersatz. Eine absolute Indikation liegt vor, wenn die komplette arterielle Zufuhr unterbrochen oder bzw. und die Kalotte selbst zerstört ist. Dies tritt u. a. bei Frakturen im Collum anatomicum, begleitenden Humeruskopfluxationen, Zerstörungen von mehr als 40 % der Gelenkfläche und nicht rekonstruierbaren „Head-Split“- Frakturen auf. „Head-Split“-Frakturen sind Brüche, bei denen ein oder mehrere Frakturlinien durch die Kalotte ziehen. Ein weiterer Faktor für die Indikationsstellung zur Prothese ist die Knochenqualität (Habermeyer 1997, Resch 2003). Einige Autoren fordern beim älteren Menschen einen generellen Einsatz von prothetischem Ersatz bei nicht rekonstruierbaren Mehrfragmentbrüchen (Voigt 2007). Zum Erzielen eines guten Behandlungsergebnisses wird von den Prothesenimplantaten eine Wiederherstellung der exakten Humeruslänge, des Rotationszentrums, des individuellen Retrotorsionswinkels und eine stabile Refixation der Tubercula gefordert (Habermeyer 1997, Resch 1997, Resch 2003, Voigt 2007).

### **1.1.7 Alternative Verfahren**

Zur Versorgung von Humeruskopffrakturen stehen zudem eine Vielzahl alternativer Verfahren zur Verfügung. Für Einige bestehen spezielle Indikationen bei ihrer Anwendung. Zu den alternativen Verfahren werden Kirschner-Drähte, Zerklagen, Prevot-Nägel und Schrauben gezählt. Diese Materialien können auch in Kombination verwendet werden.

Die Kirschner-Draht-Spickung ist häufig der Kompromiss zwischen einer rein konservativen und einer offenen Osteosynthese. Nach einer geschlossenen Reposition werden perkutan ein bis mehrere Kirschner-Drähte in den Knochen eingebracht. Kritisch zu sehen ist hierbei der rasche Korrekturverlust durch die Drahtbewegung. Dies betrifft vor allem Patienten im höheren Alter mit osteoporotischen Knochen (Jaberg 1992, Lill 2000, Resch 2003).

Verlangen kindliche proximale Humerusfrakturen nach einer operativen Therapie, finden hier vor allem nach geschlossener Reposition die elastisch stabile intramedulläre Nagelung (ESIN) oder die Kirschnerdrahtspickung Anwendung. Hierbei wird das Material nach einigen Wochen wieder entfernt (Voigt 2006).

## 1.2 Targon® Proximaler Humerus (PH)

### 1.2.1 Nageldesign

Der Targon® Proximaler Humerus (PH) besteht aus einer Titanlegierung (TiAl 6V4) und ist in verschiedenen Längen erhältlich: 150 mm, 220 mm, 250 mm und 280 mm (Abbildung 4). Der Durchmesser des Kopfanteils beträgt 10 mm und der des Schaftanteils beim kurzen Nagel 8 mm und bei den längeren Nägeln 7 mm. Die Implantation erfolgt antegrad.

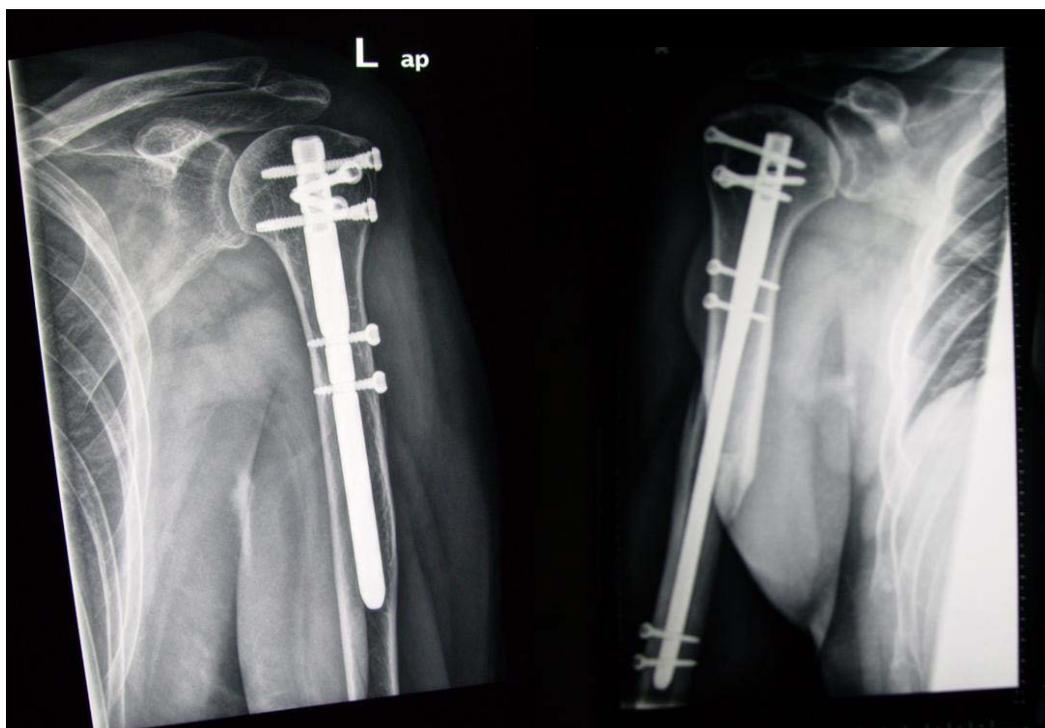


Abbildung 4. links: kurzer Targon® PH (150 mm), 1 Jahr postoperativ;  
rechts: langer Targon® PH (250 mm), 6 Monate postoperativ

In den Kopf des Nagels können bis zu vier Titanschrauben in anatomisch abgestimmter Winkelposition eingesetzt werden. Hiermit soll eine gute Fixation von Kopfkalotte, Tuberculum minus und Tuberculum majus gewährleistet werden. Die Schraubenköpfe der Titanschrauben sind schlank und lassen sich gut im Knochen versenken. Dies soll das Risiko eines subacromialen Impingements minimieren. Weiter distal können bis zu zwei Fixierschrauben zur Verriegelung des Nagels implantiert werden.

### 1.2.2 Indikation

Die Indikation zur Nagelosteosynthese mit dem Targon PH kann gestellt werden bei dislozierten Zweifragmentfrakturen, wie z. B. Frakturen des chirurgischen Halses (Neer III.2), bei Dreifragmentfrakturen, wie z. B. mit zusätzlichem Abriss (Neer IV.3, V.3) eines Tuberkels und auch bei Vierfragmentfrakturen (Neer IV.4). Bei den Vierfragmentfrakturen muss das Kopffragment groß genug sein, damit der Nagel eingebracht werden kann. Auch zur Stabilisierung von Pseudarthrosen ist der Humerusnagel geeignet. Der lange Humerusnagel ist zusätzlich noch für oben genannte Frakturen mit Beteiligung des proximalen Humerusschafts geeignet. Ausschlusskriterien sind einfache Tuberkelabrissfrakturen (Neer IV.2, V.2/ AO-Typ A.1), sowie Trümmerfrakturen (AO-Typ C.3.3).

### 1.2.3 Operative Technik

Die Lagerung des Patienten erfolgt in der „Beach-Chair“-Position. Dabei wird der Patient in Rückenlage und mit 30° aufgerichtetem Oberkörper auf einem Spezialtisch gelagert. Der gesamte Arm ist frei um eine Reposition unter Zug zu ermöglichen.

Als Zugang wird der Deltoid-Split-Zugang gewählt, der von der Vorderseite des Acromions ausgeht und nach lateral distal erweitert werden kann. Hierbei ist auf den N. axillaris zu achten der unterhalb der Faszie des M. deltoideus liegt. Nach der Eröffnung der Bursa subacromialis und intakter Rotatorenmanschette erfolgt die Längsspaltung der Sehne des M. supraspinatus proximal der Insertionsstelle des Tuberculum majus und circa 1 cm dorsal der Bizepssehne. Bei schon bestehenden Rissen der Rotatorenmanschette wird der Riss im Faserverlauf erweitert. Die Schnittränder der Supraspinatussehne werden angeschlungen. Anschließend wird die Kalotte unter Zug reponiert. Nach Reposition wird der Tellerführungsdorn eingebracht. Unter radiologischer Kontrolle wird die Position des Dorns gegebenenfalls korrigiert. Der optimale Eintrittspunkt ist der höchste Punkt der Kalotte in frontaler und transversaler Ebene. Es folgt die Eröffnung des Humeruskopfes mit einer Hohlfräse. Im Anschluss wird der Nagel mit Hilfe eines Handbügels langsam in den Oberarmschaft eingebracht. Die Eindringtiefe wird mit einem Messinstrument kontrolliert. Der Nagel soll einige Millimeter unterhalb der Kalotte liegen. Proximal können bis zu vier Fixierschrauben eingebracht werden. Über den Handbügel werden die distalen Transfixationslöcher besetzt. Die Rotatorenmanschette und der M. deltoideus werden adaptiert. Eine Wunddrainage wird eingelegt und die Haut verschlossen. Noch im Operationssaal wird dem Patienten ein Gilchrist-Verband angelegt. Bei guter

Übungsstabilität wird am ersten postoperativen Tag mit passiven Bewegungsübungen begonnen (Linhart 2007).

### 1.3 Die „Proximal Humerus Internal Locking System“ (PHILOS®)-Platte

#### 1.3.1 Plattendesign

Die „Proximal Humerus Internal Locking System“ (PHILOS®)-Platte besitzt proximal neun Schraubenlöcher für Verriegelungsschrauben. Die einzelnen Schrauben verlaufen konvergierend, bzw. divergierend zueinander und sind winkelstabil in der Platte verankert. Zusätzlich befinden sich am proximalen Ende 10 Nahtlöcher, an denen bei Bedarf stabilisierende Suturen befestigt werden können. Distal befinden sich längsovale Löcher, auch Kombilöcher genannt, die mit winkelstabilen Schrauben, aber auch konventionellen Kleinfragmentschrauben besetzt werden können (Abbildung 5).

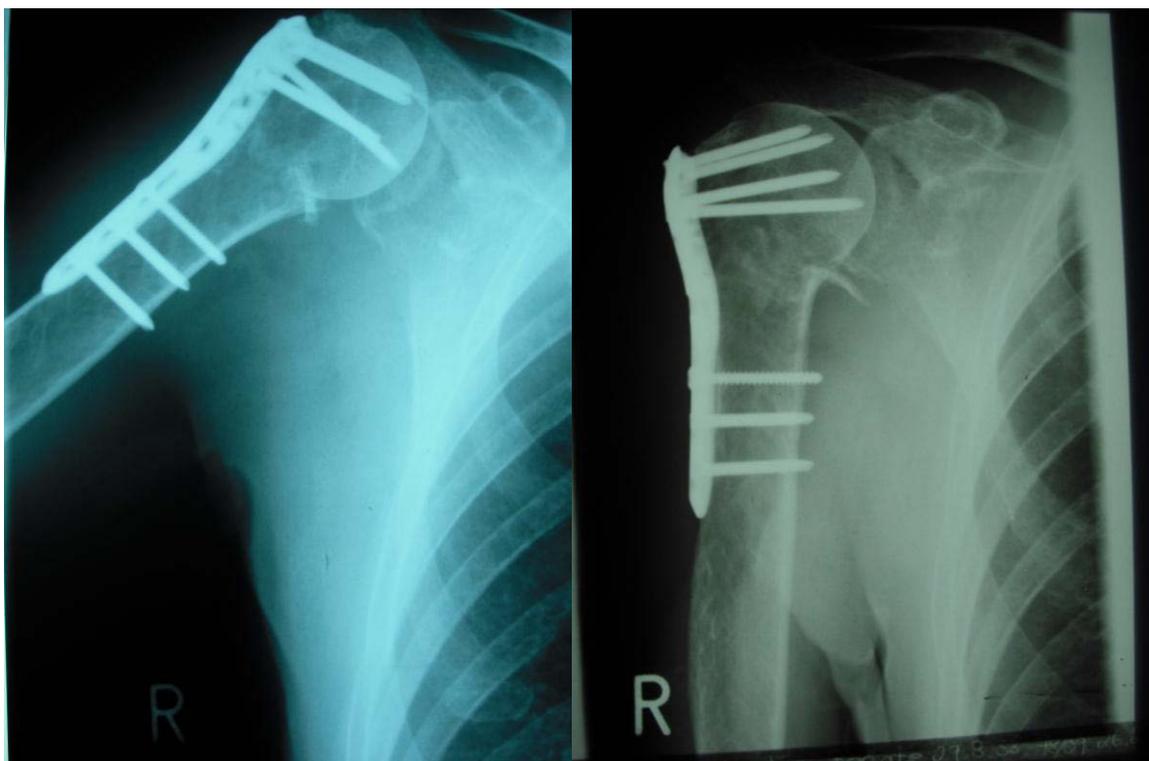


Abbildung 5. PHILOS®-Platte nach proximaler Humerusfraktur rechtsseitig, 1 Jahr postoperativ

### 1.3.2 Indikation

Die Indikation zur Implantation einer PHILOS®-Platte ist mit der des Humerusnagels identisch. Neben dislozierten Zweifragment-, Dreifragment- und auch Vierfragmentfrakturen kann sie auch bei Pseudarthrosen und Osteotomien angewendet werden.

### 1.3.3 Operative Technik

Der Patient wird in „Beach-Chair“-Position gelagert. Die Schulter ist frei beweglich. Der Zugang erfolgt zwischen M. deltoideus und M. pectoralis.

Es folgt die Reposition der Fragmente. Ein temporäres Einbringen von Kirschner-Drähten zur Fixierung der Fragmente oder als funktioneller Hebel ist möglich. Ergänzend kann die Fesselung des M. subscapularis, M. infraspinatus und M. supraspinatus mit Nähten, die an der Platte fixiert werden können, durchgeführt werden. Das Einbringen eines Kirschner-Drahts einige Millimeter lateral des Sulcus intertubercularis und einige Millimeter unterhalb der Spitze des Tuberculum majus sorgt für eine optimale Positionierung. Mit Hilfe eines Zielinstruments wird die PHILOS®-Platte unter Bildwandlerkontrolle positioniert. Anschließend erfolgt die Verankerung mittels winkelstabilen Schrauben im Humeruskopf. Am Humerusschaft kann auch hier auf konventionelle Schrauben zurückgegriffen werden. Es erfolgt der Wundverschluss mit Einlage einer Wunddrainage. Noch im Operationssaal erhält der Patient einen Gilchrist-Verband. Es erfolgt eine passive physiotherapeutische Beübung ab dem ersten postoperativen Tag (Hirschmann 2009).

## 1.4 Fragestellung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die klinisch-funktionellen Ergebnisse der operativen Versorgung proximaler Humerusfrakturen mit einem winkelstabilen extramedullären Plattensystem, der PHILOS®-Platte, im Vergleich zu einem winkelstabilen intramedullären Nagel, dem Targon® PH, zu untersuchen. Hierzu wurde eine prospektive klinische Kohortenstudie mit Patienten, die sich zwischen 2005 und 2009 eine Oberarmfraktur zuzogen und in der Klinik für Unfall- und Handchirurgie des Universitätsklinikums Düsseldorf operativ versorgt wurden, durchgeführt.

Zusätzlich zu dem oben beschriebenen Kollektiv wurde eine Gruppe von Patienten mit einer Kombination aus Humeruskopf- und Schaftfraktur, die mit einem langen Humerusnagel, Targon® PH, versorgt wurden, evaluiert.

Zielparameter waren die klinisch-funktionellen Resultate nach 3, 6, 12 und 24 Monaten gemessen am Constant-Murley-Score und modifizierten Neer-Score. Die subjektiven Ergebnisse wurden anhand des „Disabilities of Arm, Shoulder and Hand“- („DASH“-) Fragebogens, des Short Form 36 (SF-36®)-Health Surveys zum allgemeinen Gesundheitszustand, einer Bewertung der Schulter durch den Patienten mittels eines Schulnotensystems und der visuellen Analogskala zur Ermittlung der Schmerzwahrnehmung gemessen.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Überblick und Patientenkollektiv

Diese Arbeit basiert auf einem Studienkollektiv der Klinik für Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Düsseldorf. In die Studie wurden konsekutiv Patienten eingeschlossen, die sich eine isolierte proximale Humerusfraktur mit der folgenden AO-Klassifikation: A3, B1, B2, B3, C1, C2, bzw. Neer-Klassifikation: II2, III2, IV3, IV4 (=V4), V3, VI3 und VI4 zugezogen hatten und operativ mit einer PHILOS®-Platte oder einem Targon® PH der Länge 150 mm versorgt wurden. Ergänzend wurden Patienten eingeschlossen, die neben der Humeruskopfverletzung auch eine begleitende Schaftverletzung hatten und mit einem Targon® PH der Länge 220 mm oder 250 mm versorgt wurden. Ausschlusskriterien waren pathologische Fraktur, Mehrfachverletzungen, Patienten mit psychischen Erkrankungen, Erkrankungen des Bewegungsapparats, wie z. B. rheumatoide Arthritis und Drogen- oder Alkoholabusus. Die Durchführung der Studie wurde durch die Ethikkommission der Universität Düsseldorf genehmigt, das Ethikvotum hat das Aktenzeichen 2724.

In einem Vierjahreszeitraum, vom 10. März 2005 bis 18. Februar 2009, wurden 74 Patienten in die Studie eingeschlossen. Von diesen erhielten 34 Patienten eine PHILOS®-Platte, 23 einen kurzen Targon® PH und 17 einen Targon® PH der Länge 220 mm oder 250 mm. Dieses Patientenkollektiv wurde nach drei, sechs, zwölf und 24 Monaten nachuntersucht. Insgesamt wurden 63 (85,1 %) Patienten von allen Terminen mindestens einmal nachuntersucht.

Die unten gezeigte Tabelle zeigt die Teilnahme der Patienten der unterschiedlichen Gruppen zu den verschiedenen Zeitpunkten (Tabelle1).

*Tabelle 1. Anzahl der Untersuchungen zu den verschiedenen Zeitpunkten*

	3 Monate	6 Monate	12 Monate	24 Monate
PHILOS®-Platte	19	22	22	7
Targon® PH kurz	14	14	14	4
Targon® PH lang	6	5	10	4

Alle Patienten wurden präoperativ erfasst und über die Studie und den Ablauf aufgeklärt. Zu den Nachuntersuchungen wurden die Patienten schriftlich kontaktiert. Bei der schriftlichen Kontaktaufnahme erhielten sie einen Terminvorschlag, den sie per Rückruf bestätigen sollten. Erfolgte kein Rückruf, wurde versucht die Patienten telefonisch zu erreichen.

Elf Patienten erschienen zu keiner Nachuntersuchung. Dies lag an terminlichen oder gesundheitlichen Gründen, die aber nicht mit der Oberarmfraktur in Zusammenhang standen.

## **2.2 Ablauf der Nachuntersuchungen**

Die Nachuntersuchungen wurden drei, sechs, zwölf und 24 Monate nach der Operation durchgeführt. Diese fanden in den Räumlichkeiten der Klinik für Unfall- und Handchirurgie des Universitätsklinikums Düsseldorf oder in Einzelfällen auch bei den Patienten zu Hause statt.

### **2.2.1 Anamnese**

Zu Beginn jeder Untersuchung wurde eine Zwischenanamnese des Patienten erstellt. Es wurden Fragen nach der bisher durchgeführten Physiotherapie, Rehabilitation, neu aufgetretenen Beschwerden und Komplikationen gestellt. Mit Hilfe einer visuellen Analogskala (VAS) sollte jeder Patient einen Wert für sein Allgemeinbefinden und seine Schmerzsymptomatik ermitteln.

### **2.2.2 Körperliche Untersuchung**

Zunächst erfolgte eine Inspektion und Palpation der betroffenen Schulter. Als nächster Schritt folgte die Überprüfung der aktiven Beweglichkeit beider Schultern unter Verwendung eines Winkelmessers nach der Neutral-Null-Methode. Abschließend erfolgte eine isometrische Kraftmessung beider Arme. Diese wurde mit einer Federwaage durchgeführt. Hierzu sollte der Patient seinen Arm nach frontal ausstrecken und den Griff der Waage, die auf Bauchnabelhöhe fixiert war, mit maximaler Kraft streng senkrecht nach oben ziehen.

### 2.2.3 Constant- und Neer-Score

Diese beiden Schulteruntersuchungsscores dienen auf der Basis objektiver und subjektiver Kriterien der Evaluation der Schulterfunktion.

#### ***Constant-Score***

Constant und Murley präsentierten 1987 einen von Ihnen erstellten Score, der zur Erfassung und Beurteilung des Fortschrittes der Schulterfunktion dienen sollte (Constant 1987). Dieser setzte sich als ein gutes und einfaches Messinstrument zur Beurteilung der Schulterfunktion nach konservativer und operativer Behandlung in den folgenden Jahren immer weiter durch.

Die maximale Punktzahl des Constant-Scores liegt bei 100 Punkten (Abbildung 6). Diese Punkte gliedern sich in 40 Punkte für Funktion, 25 Punkte für Kraft, 20 Punkte für Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL = „activity of daily life“) und 15 Punkte für Schmerz. Die Werte für Funktion und Kraft werden durch körperliche Untersuchung bestimmt. Über eine Befragung des Patienten werden die Werte für Schmerz und ADL ermittelt. Die jeweiligen Zielparameter werden für die betroffene und nicht betroffene Seite erhoben. Neben dem absoluten Ergebnis für die betroffene Seite erhält man ein relatives Ergebnis durch Vergleich mit der gesunden Gegenseite.

	Betroffene Seite		Nicht-Betroffen
<b>Schmerzen</b>	15	Keine	15
	10	Leicht	10
	5	Mäßig	5
	0	Stark	0
	.....	0 - 15	.....
<b>Mittelwert</b>	4	Voll	4
	3	> Hälfte	3
	2	Hälfte	2
	1	< Hälfte	1
	0	Nicht	0
<b>Arbeitsfähigkeit</b>	4	Voll	4
	3	> Hälfte	3
	2	Hälfte	2
	1	< Hälfte	1
	0	Nicht	0
<b>Freizeit/Sportakt. Umfang</b>	4	Voll	4
	3	> Hälfte	3
	2	Hälfte	2
	1	<Hälfte	1
	0	Nicht	0
<b>Schlaf</b>	2	Ungestört möglich	2
	1	Aufw./Einschl wieder möglich	1
	0	Aufw./Einschl nicht möglich	0
<b>Arbeitshöhe</b>	10	über Kopf	10
	8	Bis Scheitel	8
	6	Bis Hals	6
	4	Bis Xiphoid	4
	2	Bis Gürtellinie	2
<b>Flexion</b>	10	151°-180°	10
	8	121°-150°	8
	6	91°-120°	6
	4	61°-90°	4
	2	31°-60°	2
	0	0°-30°	0
<b>Abduktion</b>	10	151°-180°	10
	8	121°-150°	8
	6	91°-120°	6
	4	61°-90°	4
	2	31°-60°	2
	0	0°-30°	0
<b>Aussenrotation</b>	10	80°	10
	8	70°	8
	6	60°	6
	5	50°	5
	4	40°	4
	3	30°	3
	2	20°	2
	1	10°	1
	0	0°	0
<b>Innenrotation</b>	10	Handrücken auf Höhe Th 6	10
	8	Handrücken auf Höhe Th 12	8
	6	Handrücken. im lumbosakralen. Bereich	6
	4	Handrücken auf Gesäß	4
	2	Handrücken auf Außenseite Oberschenkel	2
<b>Isometr. Kraftmessung</b>	2	1kg	2
	4	2kg	4
	6	3kg	6
	8	4kg	8
	10	5kg	10
	12	6kg	12
	14	7kg	14
	16	8kg	16
	18	9kg	18
	20	10kg	20
	22	11kg	22
	24	12kg	24
	25	> 12kg	25
<b>Total</b>	.....	Max 100 Punkte	.....

Abbildung 6. Fragebogen zum Constant-Score (Constant 1987)

### ***Neer-Score modifiziert nach Kristiansen***

Dieser Score wurde von Charles Neer zur postoperativen Beurteilung proximaler Humerusfrakturen entwickelt (Neer I 1970). Der Neer-Score hat eine maximale Punktzahl von 100 Punkten. Das Hauptgewicht mit maximal 35 Punkten liegt in der Kategorie Schmerz. Die restlichen 65 Punkte verteilen sich mit maximal 30 Punkten auf die Kategorie Funktion, mit maximal 25 Punkten auf die Kategorie Bewegungsausmaß und maximal 10 Punkten für die Kategorie Anatomie.

Da die Beurteilung der Anatomie bei jeder Nachuntersuchung eine Röntgenuntersuchung verlangt hätte, wurde mit einem modifizierten Neer-Score nach Kristiansen gearbeitet. Kristiansen verzichtete auf die regelmäßige Röntgenuntersuchung und somit auf die Kategorie Anatomie (Kristiansen 1989, Abbildung 7). Infolge dessen liegt in dieser modifizierten Version das maximal zu erreichende Ergebnis bei 90 Punkten. Durch den Ausschluss der Kategorie Anatomie besitzen die drei anderen Kategorien einen prozentual größeren Anteil an dem Gesamtscore (Tabelle 2).

*Tabelle 2. Vergleich der unterschiedlichen Gewichtungen der Kategorien zwischen Neer-Score und modifiziertem Neer-Score*

	Neer-Score	Modifizierter Neer-Score
Schmerzen	35 %	39 %
Funktion (Kraft, Stabilität, Reichweite)	30 %	33 %
Bewegungsausmaß	25 %	28 %
Anatomie	10 %	0 %

	Betroffene Seite		Nicht-Betroffene Seite	
<b>Schmerzen</b>	↑ 35	Keine	↑ 35	
	↑ 30	Gelegentlich	↑ 30	
	↑ 25	Geringfügig	↑ 25	
	↑ 15	Tolerable, NSAR	↑ 15	
	↑ 5	Stark einschränkend	↑ 5	
	↑ 0	Total einschränkend	↑ 0	
<b>Kraft</b>	↑ 10	Normal	↑ 10	
	↑ 8	Gut	↑ 8	
	↑ 6	Fair	↑ 6	
	↑ 4	Gering	↑ 4	
	↑ 2	Einschränkend	↑ 2	
	↑ 0	Null	↑ 0	
<b>Reichweite</b>	↑ 2	Kopfscheitel	↑ 2	
	↑ 2	Mund	↑ 2	
	↑ 2	Gürtelschnalle	↑ 2	
	↑ 2	Gegenüberliegende Axilla	↑ 2	
	↑ 2	BH-Verschluss	↑ 2	
		Summe	.....	
<b>Stabilität</b>	↑ 2	Beim Heben	↑ 2	
	↑ 2	Beim Werfen	↑ 2	
	↑ 2	Beim Stampfen/Trommeln	↑ 2	
	↑ 2	Beim Stoßen	↑ 2	
	↑ 2	Beim Überkopfhalten	↑ 2	
	.....	Summe	.....	
<b>Flexion</b>	↑ 6	180°	↑ 6	
	↑ 5	170°	↑ 5	
	↑ 4	130°	↑ 4	
	↑ 2	100°	↑ 2	
	↑ 1	80°	↑ 1	
	↑ 0	< 80°	↑ 0	
<b>Abduktion</b>	↑ 6	180°	↑ 6	
	↑ 5	170°	↑ 5	
	↑ 4	140°	↑ 4	
	↑ 2	100°	↑ 2	
	↑ 1	80°	↑ 1	
	↑ 0	< 80°	↑ 0	
<b>Extension</b>	↑ 3	>45°	↑ 3	
	↑ 2	30°	↑ 2	
	↑ 1	15°	↑ 1	
	↑ 0	< 15°	↑ 0	
<b>Außenrotation</b>	↑ 5	>60°	↑ 5	
	↑ 3	30°	↑ 3	
	↑ 1	10°	↑ 1	
	↑ 0	< 10°	↑ 0	
<b>Innenrotation</b>	↑ 5	90° (Th 6)	↑ 5	
	↑ 4	70° (Th12)	↑ 4	
	↑ 3	50° (L 5)	↑ 3	
	↑ 2	30° (gluteal)	↑ 2	
	↑ 0	< 30°	↑ 0	
<b>Total</b>	.....	Max. 90 Punkte	.....	

Abbildung 7. Fragebogen zum modifizierten Neer-Score (Neer 1970, Kristiansen 1989)

### 2.2.4 „Disabilities of Arm, Shoulder and Hand“- („DASH“-) Score

Der „Disabilities of Arm, Shoulder and Hand“- („DASH“-) Score ist ein subjektiver Score zur Ermittlung von Behinderungen des Arms, der Schulter und der Hand. Er wurde 1996 von Hudak et al. entwickelt und wird von einigen amerikanischen Fachgesellschaften, wie z. B. die „American Society for Surgery of the Hand“ (ASSH) und der „American Academy of Orthopedic Surgeons“ (AAOS), als „Outcomefragebogen“ für Schultererkrankungen und -verletzungen verwendet.

Dieser Fragebogen besteht aus drei Teilen. Der erste Teil besteht aus 30 Items, die auf die „Funktionsfähigkeit“ abzielen und jeweils Werte zwischen 5 (Ausführung nicht möglich) und 1 (keine Schwierigkeiten) erreichen können (Abbildung 8). Von den 30 Items beinhalten 21 Fragen zur Funktion, 6 Fragen zum Schmerz und zur Beschwerdesymptomatik und 3 Fragen zur Beeinflussung sozialer Kontakte. Im Teil 2 (Abbildung 9) werden Fragen zu „Sport und Musik“ und im Teil 3 zu „Arbeit und Beruf“ mit je 4 Items gestellt. Im Rahmen der Studie wurde von allen Patienten Teil 1 ausgefüllt. Teil 2 wurde nur von Patienten bearbeitet, die sportlich aktiv waren oder ein Musikinstrument spielten. Teil 3 wurde nicht bearbeitet. Beide Teile, Teil 1 und 2, wurden getrennt ausgewertet. Es konnten nur Bögen in die Auswertung eingeschlossen werden, bei denen in Teil 1 weniger als drei Fragen nicht beantwortet waren. Die Auswertung erfolgt wie schon beim Constant- und Neer-Score anhand eines Punktesystems.

In Teil 1 (Abbildung 8) werden die Werte der einzelnen Items addiert und ergeben einen Rohwert. Von diesem Rohwert wird die Anzahl der Items (zwischen 27 und 30) subtrahiert und dieses Ergebnis wiederum dividiert durch 1,2. Das Endergebnis ergibt einen Wert zwischen 0 und 100 Punkten analog zu der Ergebnisspanne des Constant-Score. Die Interpretation ist invers zum Constant und Neer-Score, das heißt 100 Punkte ist ein schlechtes Ergebnis und 0 Punkte ein sehr gutes.

Teil 2 (Abbildung 9) und 3 werden nahezu identisch berechnet. Nach Erhalt des Rohwerts wird mit 4 subtrahiert und im Anschluss mit 0,16 dividiert. Auch hier liegen die Ergebnisse auf einer Spanne von 0 bis 100 Punkten.

TEIL 1 A: Tätigkeiten des alltäglichen Lebens

	Keine Schwierigkeiten	Wenig Schwierigkeiten	Merkl. Schwierigk., aber machbar	Erhebliche Schwierigkeiten	War nicht Möglich
<u>Folgende Tätigkeit bereiteten mir in der letzten Woche</u>					
1 Ein Marmeladenglas öffnen	í	í	í	í	í
2 Schreiben	í	í	í	í	í
3 Schlüssel umdrehen	í	í	í	í	í
4 Mahlzeit zubereiten	í	í	í	í	í
5 Eine schwere Tür aufstoßen	í	í	í	í	í
6 Etwas auf ein Regal über Kopfhöhe stellen	í	í	í	í	í
7 Schwere Hausarbeit (Boden putzen,...)	í	í	í	í	í
8 Garten oder Hofarbeit	í	í	í	í	í
9 Betten machen	í	í	í	í	í
10 Eine Einkaufstüte oder Aktenkoffer tragen	í	í	í	í	í
11 Schwere Gegenstände (> 10 kg) tragen	í	í	í	í	í
12 Eine Glühbirne über Kopf auswechseln	í	í	í	í	í
13 Haare waschen oder föhnen	í	í	í	í	í
14 Den Rücken waschen	í	í	í	í	í
15 Einen Pullover anziehen	í	í	í	í	í
16 Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	í	í	í	í	í
17 Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (Karten spielen, Stricken, etc)	í	í	í	í	í
18 Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm mit mehr oder weniger Anstrengung benutzen (Tennis, Golf, etc)	í	í	í	í	í
19 Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (Badminton, Squash, )	í	í	í	í	í
20 Am Straßenverkehr teilnehmen oder öffentl. Verkehrsm. benutzen	í	í	í	í	í
21 Sexuelle Aktivität	í	í	í	í	í

	Überhaupt nicht	Kaum	Merklich	Deutlich	Extrem
22 In welchem Ausmaß haben Ihre Schulterprobleme Ihren normalen sozialen Kontakt zu Familie, Freunden , Nachbarn während der letzten Woche beeinflusst?	í	í	í	í	í
23 Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulterprobleme in Ihrer Arbeit eingeschränkt?	í	í	í	í	í

TEIL 1 B: Subjektive Beschwerden

<u>Einschätzung der letzten Woche</u>	Keine	Wenig	Mittel	Erheblich	Extrem
24 Schmerzen in Schulter, Arm, Hand	í	í	í	í	í
25 Schmerzen in Schulter, Arm, Hand, nachdem Sie eine bestimmte Tätigkeit ausgeführt haben	í	í	í	í	í
26 Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm, Hand	í	í	í	í	í
27 Schwächegefühl in Schulter, Arm, Hand	í	í	í	í	í
28 Steifigkeitsgefühl in Schulter, Arm, Hand	í	í	í	í	í
29 Hatten Sie in der letzten Woche Schlafstörungen wegen der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand?	Keine	Wenig	Merkliche	Erhebliche	Oft nicht Geschlafen
30 Bitte beurteilen sie folgende Aussage: "Durch meine Probleme in Schulter, Arm oder Hand fühle ich mich allgemein zu weniger fähig. Mein Selbstvertrauen ist eingeschränkt und ich kann mich weniger nützlich machen."	stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder noch	Stimme zu	Stimme sehr zu
	í	í	í	í	í

Abbildung 8. Fragebogen zum „DASH“-Score Teil 1

TEIL 2: Sportart/Musikinstrument: .

	Keine Schwierigkeiten	Wenig Schwierigkeiten	Merkl. Schwierigk. aber machbar	Erhebliche Schwierigkeiten	War nicht Möglich
31 ... In der üblichen Weise Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	í	í	í	í	í
32 ... wegen der Schmerzen in Schulter/Arm/Hand Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	í	í	í	í	í
33 ... so gut wie Sie es gewohnt waren, Ihr Musikinstrument Zu spielen oder Sport zu treiben?	í	í	í	í	í
34 ... Ihre gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstrumentes oder mit Sporttreiben zu verbringen?	í	í	í	í	í

Abbildung 9. Fragebogen zum "DASH"-Score Teil 2

### 2.2.5 „Short Form 36 Health Survey“ (SF-36®) Fragebogen zum Gesundheitszustand

Der SF-36® wurde 1998 von M. Bullinger und I. Kirchberger entworfen. Er dient als ein krankheitsübergreifendes Messinstrument zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Es werden die Bereiche „körperliche Gesundheit“ und „psychische Gesundheit“ bearbeitet. Hierunter fallen 8 Dimensionen: körperliche Funktionsfähigkeit, körperliche Rollenfunktion, Schmerzen, Gesundheitswahrnehmung, Vitalität, soziale Funktionsfähigkeit, emotionale Rollenfunktion und psychisches Wohlbefinden (Bullinger 1995).

Der Fragebogen dient als Selbstfragebogen und wird von den meisten Patienten selbstständig erarbeitet. Bei körperlichen Behinderungen können die Fragen den Patienten vorgelesen werden. Die Bearbeitung des Fragebogens dauert ca. 7-15 Minuten. Hier wird bewusst auf eine Abbildung des Fragebogens verzichtet um eine Verletzung des Urheberrechts vorzubeugen. Der Fragebogen und die Auswertungssoftware kann über den Hogrefe Verlag, Göttingen käuflich erworben werden (Bullinger 1998).

## 2.2.6 Bewertung der Scores

### **Neer-Score**

Für die Bewertung der Ergebnisse definierte Neer ein Notensystem mit den Noten „sehr gut“, „gut“, „befriedigend“ und „schlecht“ (Neer I, 1970). Die Notenstufen liegen jeweils in Schritten von 10 Punkten. Ein „sehr gut“ gibt es bis 90 Punkte, ein „gut“ bis 80 Punkte, ein „befriedigend“ bis 70 Punkte und ein „schlecht“ bei weniger als 70 Punkten (Neer 1970, Tabelle 3).

In dieser Studie wurden die Patienten nicht zu jeder Nachuntersuchung geröntgt. Deshalb fand der modifizierte Neer-Score nach Kristiansen Anwendung. Die Schritte der Ergebnisbewertung wurden beim modifizierten Neer-Score nach Kristiansen, bei dem Patienten maximal 90 Punkte erreichen können, angepasst. Hier gibt es ein „sehr gut“ bis 80 Punkte, ein „gut“ bis 70 Punkte, ein „befriedigend“ bis 60 Punkte und ein „schlecht“ für jede Punktzahl unterhalb von 60 Punkten (Kristiansen 1989, Tabelle 3).

*Tabelle 3. Bewertungssystem Neer-Score*

Neer-Score	Bewertung	Modifizierter Neer-Score (Kristiansen 1989)
≥90 Punkte	sehr gut	≥80 Punkte
80-89 Punkte	gut	70-79 Punkte
70-79 Punkte	befriedigend	60-69 Punkte
≤69 Punkte	schlecht	≤59 Punkte

### **Constant-Score**

Ein dem Neer-Score ähnliches Bewertungssystem gibt es auch für den Constant-Score. Allerdings wurden die Bewertungsgrenzen nicht von Constant und Murley festgelegt, sondern entwickelten sich mit der Zeit durch seine Anwender, um die Vergleichbarkeit von Ergebnissen unterschiedlicher Scoresysteme zu erleichtern.

Für die relativen Testergebnisse schlägt Böhm 1997 vor, ein „ausgezeichnet“ bis 91 %, ein „gut“ bis 81 %, ein „befriedigend“ bis 71 %, ein „ausreichend“ bis 61 % und ein „schlecht“ für alle Werte darunter (Boehm 1997).

Nach einem Vergleich von Ergebnissen von Neer- und Constant-Score, fand man eine gute Anwendbarkeit der Ergebniseinteilung des Neer-Scores auch für den Constant-

Score. Daher sprach Tingart die Empfehlung aus, die Bewertungsregeln des Neer-Score auf den Constant-Score anzuwenden (Tingart 2001).

In jüngerer Vergangenheit hat sich eine Punkteinteilung nach Lill zunehmend etabliert. Analog zu Neer gibt es 4 Bewertungsstufen. Hier erhalten Ergebnisse bis 86 ein „sehr gut“, bis 71 ein „gut“, bis 56 Punkte ein „befriedigend“ und weniger als 56 Punkte ein „schlecht“ (Lill 2004). In dieser Arbeit wird die Punkteinteilung nach Lill verwandt. Sie ist in Tabelle 4 abgebildet.

*Tabelle 4. Bewertungssystem Constant-Score (Lill 2004)*

<b>Constant-Score</b>	≥86 Punkte	≥71 Punkte	≥56 Punkte	<56 Punkte
<b>Bewertung</b>	sehr gut	gut	befriedigend	Schlecht

#### **„DASH“-Score**

Analog zum Neer- und Constant-Score wird bei dem „DASH“-Score ebenfalls ein Bewertungssystem mit 4 Stufen angewendet. In Tabelle 5 sind die Bewertungsstufen dargestellt.

*Tabelle 5. Bewertungssystem „DASH“-Score*

<b>„DASH“-Score</b>	≤10 Punkte	≤20 Punkte	≤30 Punkte	>30 Punkte
<b>Bewertung</b>	sehr gut	gut	befriedigend	Schlecht

#### **SF-36®-Score**

Die Daten des SF-36® wurden unter Zuhilfenahme einer spezifischen Auswertungssoftware, die auf der Basis des Statistikprogramms SPSS aufbaut, ausgewertet. Für die jeweiligen Untersuchungszeitpunkte und Gruppen wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet und mit den entsprechenden Werten einer altersreferenzierten Normpopulation verglichen.

### 2.2.7 Bewertung durch ein Schulnotensystem

Zum Abschluss jeder Untersuchung wurden die Patienten gebeten, unter Verwendung einer Schulnotenskala von „1“ (sehr gut) bis „6“ (ungenügend), die Funktion und das Aussehen mit einer Gesamtnote zu bewerten (Tabelle 6).

*Tabelle 6. Bewertung durch das Schulnotensystem*

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

### 2.2.8 Statistische Analyse

Die Ergebnisse werden als Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung angegeben. Bei normalverteilten Ergebnissen wurde der Standard-t-Test angewandt. Waren Werte nicht normalverteilt wurde der Mann-Whitney-Test verwendet. Das Signifikanzniveau lag bei  $p < 0,05$ . Für die Berechnungen wurde SPSS 15.0 verwendet.

### 2.2.9 Graphische Darstellung

Als Mittel der graphischen Darstellung finden im Ergebnisteil dieser Arbeit gruppierte Balkendiagramme und Box-Plot-Diagramme Anwendung.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 „Proximal Humerus Internal Locking System“ (PHILOS®)- Platte und kurzer Targon® Proximaler Humerus (PH, 150mm)

#### 3.1.1 Patientenkollektiv

Aus dem Patientenkollektiv wurden drei Gruppen generiert. Eine PHILOS®, eine Targon®-kurz-, und eine Targon®-lang-Gruppe. Im folgenden Teil werden zunächst die Ergebnisse der PHILOS®- und der Targon®-kurz-Gruppe vorgestellt und miteinander verglichen. Die Ergebnisse der Targon®-lang-Gruppe werden zu einem späteren Zeitpunkt dieser Arbeit vorgestellt. Die Targon®-lang-Gruppe wurde isoliert analysiert, da dieser Gruppe ein im Vergleich zu den isolierten Kopffrakturen differenter Frakturcharakter (Kopfschaftfraktur) zugrunde liegt. Eine Vergleichbarkeit zu den beiden ersten Gruppen war nicht gegeben.

In der PHILOS®-Gruppe befanden sich 11 Männer (32,4 %) und 23 Frauen (67,6 %), in der Targon®-kurz-Gruppe 8 Männer (34,8 %) und 15 Frauen (65,2 %). Dies entsprach einem Geschlechterverhältnis von ca. 1:2 in beiden Gruppen.

Im gesamten Patientenkollektiv lag das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation bei  $61,6 \pm 13,3$  Jahren. Bei den Männern fand sich ein Durchschnittsalter von  $56,4 \pm 13,9$  Jahren und bei den Frauen ein Durchschnittsalter von  $64,2 \pm 12,4$  Jahren. Der jüngste Mann war 30 und der älteste 83 Jahre alt. Bei den Frauen war die jüngste 22 und die älteste 85 Jahre alt. Das Durchschnittsalter der Patienten der PHILOS®-Gruppe lag bei  $60,4 \pm 14,8$  Jahren zum Operationszeitpunkt, das der Targon®-kurz-Gruppe bei  $62,4 \pm 13,7$  Jahren. Die gruppenabhängige Altersverteilung ist in Abbildung 10 dargestellt.

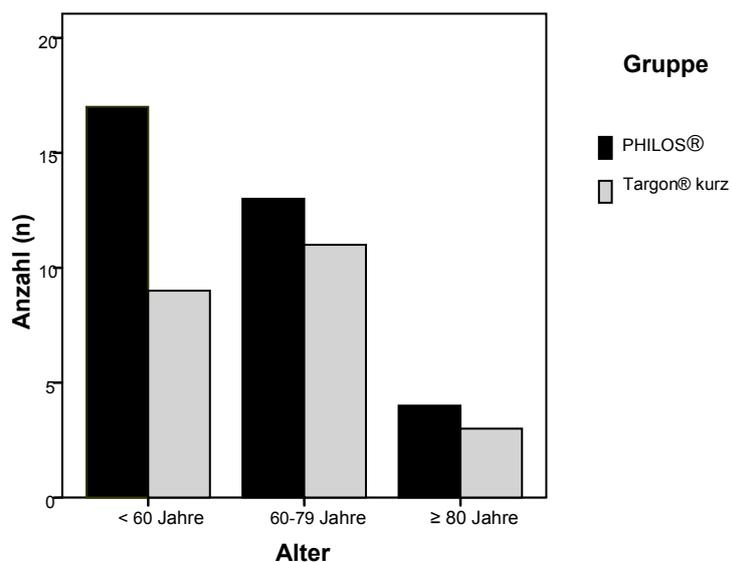


Abbildung 10. Altersverteilung in den Patientengruppen

Die dominante Seite war in der PHILOS®-Gruppe bei 18 Patienten (52,9 %) und in der Targon®-kurz-Gruppe bei 14 Patienten (60,9 %) betroffen. Dabei handelte es sich in der PHILOS®-Gruppe 20-mal (58,8 %) und in der Targon®-kurz-Gruppe 13-mal (56,5 %) um den rechten Arm.

### 3.1.2 Frakturklassifikation nach Neer

In beiden Gruppen waren am häufigsten Dreifragmentfrakturen vorhanden (Abbildung 11). 24 Patienten der PHILOS®-Gruppe (70,6 %) erlitten eine Dreifragmentfraktur, davon war in 23 Fällen das Tuberculum majus (Neer IV3) und in einem Fall das Tuberculum minus (Neer V3) betroffen. In der Targon®-kurz-Gruppe lag der Anteil der Dreifragmentfrakturen bei 78,3 % (n = 18). Hierbei handelte es sich 16-mal um eine Tuberculum-majus-Beteiligung (Neer IV3) und 2-mal um eine Tuberculum-minus-Beteiligung (Neer V3). Zwei Frakturen der Targon®-kurz-Gruppe (8,7 %) waren dislozierte Zweifragmentfrakturen (Neer III2) und betrafen das Collum chirurgicum. In der PHILOS®-Gruppe gab es keine Zweifragmentfrakturen (Neer III2).

Die übrigen Frakturen der PHILOS®-Gruppe waren acht (23,5 %) Vierfragmentfrakturen (Neer IV4) und zwei (5,9 %) vordere Luxationsfrakturen. In der Targon®-kurz-Gruppe fanden sich vier (17,4 %) Vierfragmentfrakturen (Neer IV4). Die gruppenabhängige Verteilung ist in Abbildung 11 dargestellt.

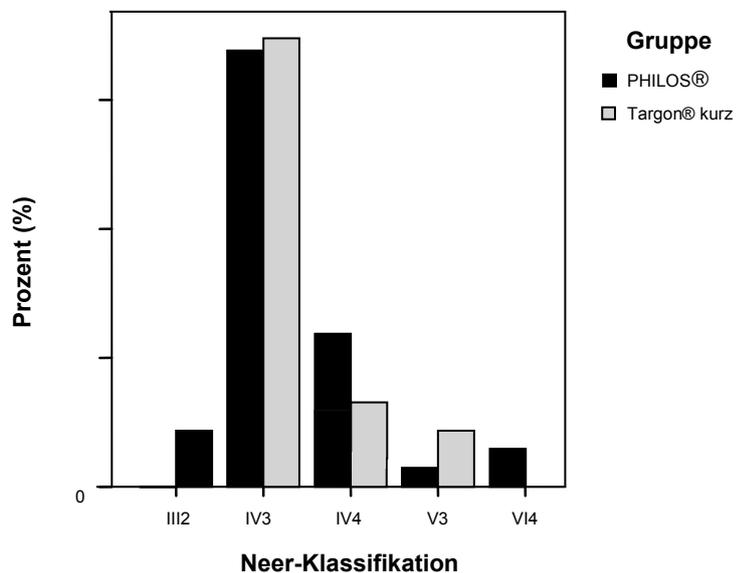


Abbildung 11. Verteilung der Frakturklassifikation nach Neer in den Gruppen

### 3.1.3 Frakturklassifikation nach der AO

In der PHILOS®-Gruppe gehörten 24 der 34 (70,6 %) Frakturen in die Gruppe der bifokalen und extraartikulären Gruppe (Gruppe B), davon wiesen 16 (47,1 %) eine metaphysäre Impaktierung (B1) und 8 (23,5 %) eine Dislokation (B2) auf. Weitere 10 Frakturen gehörten der Gruppe der artikulären Frakturen (Gruppe C) an. Hierbei waren 3 (8,8 %) Frakturen gering disloziert (C1), 5 (14,7 %) disloziert und impaktiert (C2) und 2 (5,9 %) luxiert (C3).

Die Targon®-kurz-Gruppe beinhaltete keine artikulären Frakturen. Auch hier bestand der größte Anteil mit 21 Frakturen (91,3 %) aus extraartikulären Frakturen, die in Gruppe B klassifiziert wurden, davon 12 (52,2 %) mit metaphysärer Impaktierung (B1) und 9 (39,1%) mit Dislokation (B2). Ein kleiner Anteil (8,7 %) wurde durch zwei Frakturen, die nur unifokal und nicht metaphysär impaktiert waren (A3) belegt. Die gruppenabhängige Verteilung ist in Abbildung 12 dargestellt.

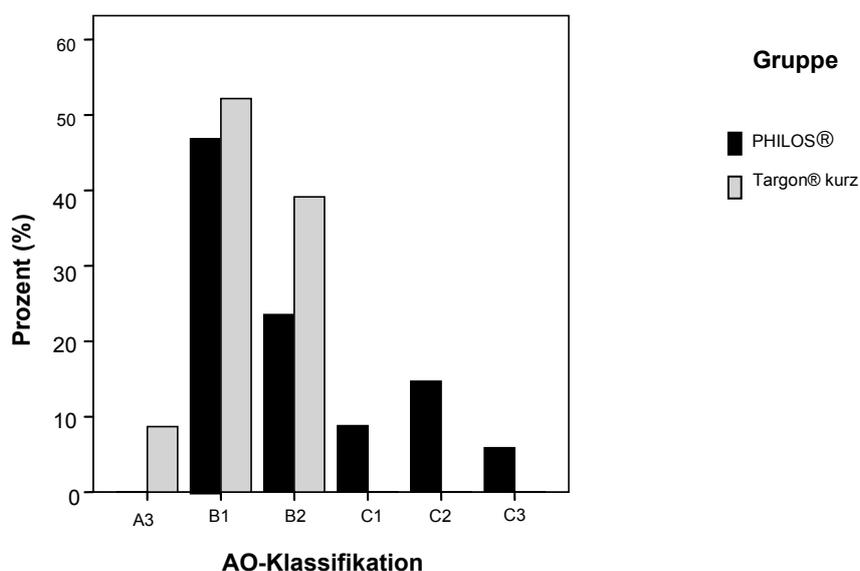


Abbildung 12. Verteilung der AO-Klassifikation in den Gruppen

### 3.1.4 Verlauf

#### 3.1.4.1 Präoperative Wartezeiten

Im Mittel betrug die Zeit zwischen dem Unfall und der Operation in der PHILOS®-Gruppe  $2,4 \pm 1,4$  Tage und in der Targon®-kurz-Gruppe  $3,3 \pm 2,0$  Tage. Im frühesten Fall wurden die Patienten am Unfalltag operiert. Die längste Zeitspanne bis zur OP bei den Patienten mit Plattenosteosynthese betrug 11 Tage und bei den Patienten mit Nagelimplantation 9 Tage. Die langen Intervalle ergaben sich durch Zuweisung der Patienten aus dem niedergelassenen Bereich oder Verlegungen aus anderen Krankenhäusern. Eine Patientin verunfallte im Urlaub und musste erst nach Deutschland zurückkehren.

#### 3.1.4.2 Schnitt-Naht-Zeiten

Die Zeit vom ersten Schnitt bis zur Fertigstellung der Naht, Schnitt-Naht-Zeit, lag bei der PHILOS®-Gruppe im Durchschnitt bei  $106,8 \pm 40,2$  Minuten und bei der Targon®-kurz-Gruppe bei  $83,5 \pm 38,8$  Minuten. Die kürzeste Schnitt-Naht-Zeit betrug 65 Minuten für die Plattenosteosynthese und 38 Minuten für die Nagelimplantation. Die längste Schnitt-Naht-Zeit lag in der Plattengruppe bei 239 Minuten und in der Nagelgruppe bei 175 Minuten. In dem folgenden Box-Plot-Diagramm sind die Schnitt-Naht-Zeiten beider Gruppen wiedergegeben (Abbildung 13). Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gab es nicht.

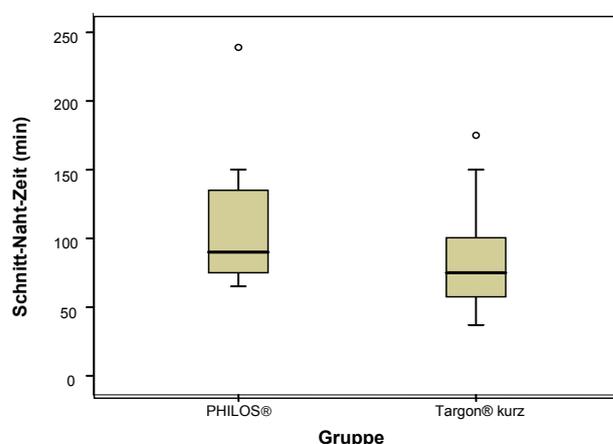


Abbildung 13. Schnitt-Naht-Zeiten für beide Gruppen

### 3.1.4.3 Physiotherapeutische Anwendungen

In der Zeit des Nachuntersuchungszeitraums nahmen viele Patienten die Möglichkeit zur Teilnahme an physiotherapeutischen Behandlungen wahr. Während des stationären Aufenthaltes wurden bereits an den ersten postoperativen Tagen mit den Patienten regelmäßig physiotherapeutische Übungen durchgeführt. Im Anschluss an den Krankenhausaufenthalt erhielten die Patienten der PHILOS®-Gruppe weitere  $36,9 \pm 27,3$  Behandlungen und die Patienten der Targon®-kurz-Gruppe weitere  $34,1 \pm 24,2$  Behandlungen (Abbildung 14).

Eine Patientin der Targon®-kurz-Gruppe nahm das poststationäre krankengymnastische Angebot nicht wahr. In der PHILOS®-Gruppe nahmen die Patienten mindestens an sechs physiotherapeutischen Sitzungen teil. In dieser Gruppe wurde bei einem Patienten 112 physiotherapeutische Behandlungen durchgeführt. Bei den Patienten mit einer Nagelimplantation lag der Höchstwert bei 84 Anwendungen. Signifikante Unterschiede lagen nicht vor ( $p < 0,05$ ).

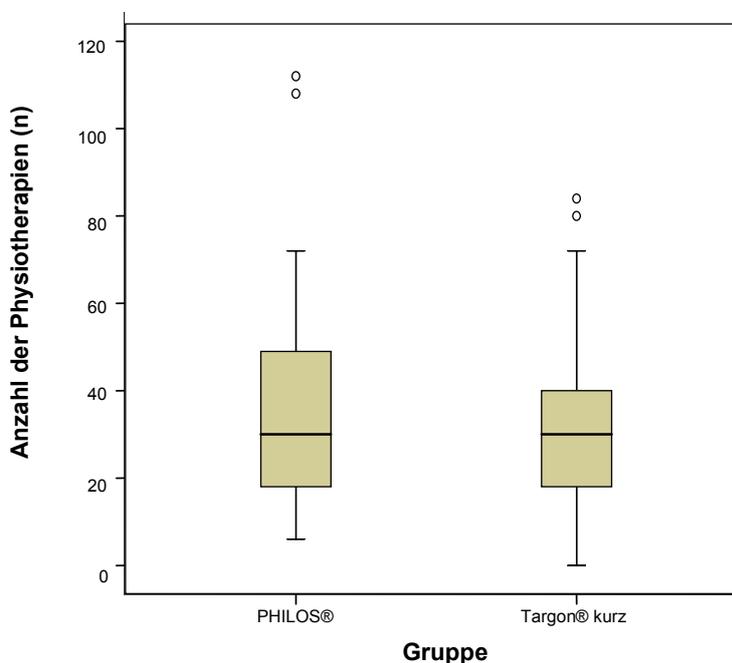


Abbildung 14. Anzahl physiotherapeutischer Anwendungen in Abhängigkeit von der Gruppenzugehörigkeit

### 3.1.5 Funktionelle Ergebnisse

Im Folgenden werden die klinisch-funktionellen Ergebnisse von Patienten der PHILOS®- und der Targon®-kurz-Gruppe dargestellt.

#### 3.1.5.1 Absoluter Constant-Score

Bei der ersten Nachuntersuchung nach drei Monaten betrug der mittlere absolute Constant-Score in der PHILOS®-Gruppe  $58,5 \pm 13,3$  Punkte und in der Targon®-kurz-Gruppe  $61,5 \pm 13,5$  Punkte. Ein halbes Jahr nach der Operation stieg der Score in der PHILOS®- Gruppe auf  $71,4 \pm 17,6$  Punkte und in der Targon®-kurz-Gruppe auf  $64,2 \pm 17,6$  Punkte. Im weiteren Verlauf wurde nach einem Jahr ein mittlerer absoluter Constant-Score von  $73,1 \pm 13,2$  Punkten in der PHILOS®- und von  $75,7 \pm 13,3$  Punkten in der Targon®-kurz-Gruppe ermittelt. Nach zwei Jahren zeigte sich ein Ergebnis von  $74,8 \pm 15,8$  Punkten in der PHILOS®- und von  $83,0 \pm 15,5$  Punkten in der Targon®-kurz-Gruppe (Tabelle 7).

*Tabelle 7. Absoluter Constant-Score der beiden Gruppen*

	<b>3 Monate</b> Mittelwert $\pm$ Standardabweichung	<b>6 Monate</b> Mittelwert $\pm$ Standardabweichung	<b>12 Monate</b> Mittelwert $\pm$ Standardabweichung	<b>24 Monate</b> Mittelwert $\pm$ Standardabweichung
<b>PHILOS®</b>	$58,5 \pm 13,3$	$71,4 \pm 17,3$	$73,1 \pm 13,2$	$74,8 \pm 15,8$
<b>Targon® kurz</b>	$61,5 \pm 13,5$	$64,2 \pm 17,6$	$75,7 \pm 13,3$	$83,0 \pm 15,5$

#### *Vergleich der absoluten Constant-Scores der beiden Gruppen*

Die erhobenen Daten waren normalverteilt. Es wurde der Standard-t-Test angewandt. Ein signifikanter Unterschied zwischen der PHILOS®- und der Targon®-kurz-Gruppe zeigte sich nicht. Die Werte für p betragen drei Monate nach der Operation  $p = 0,526$ , sechs Monate danach  $p = 0,237$ , nach einem Jahr  $p = 0,566$  und nach zwei Jahren  $p = 0,410$ .

### 3.1.5.2 Relativer Constant-Score

Setzt man den Score der betroffenen Seite in Beziehung zur nicht-betroffenen Seite so ergeben sich relative Werte. Der relative Constant-Score betrug zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung 65,4 %  $\pm$  14,0 % in der PHILOS®- und 69,4 %  $\pm$  12,6 % in der Targon®-kurz-Gruppe. Sechs Monate nach der Operation erreichte der Score Werte von 79,7 %  $\pm$  14,9 % in der PHILOS®- und 77,4 %  $\pm$  16,2 % in der Targon®-kurz-Gruppe. Nach einem Jahr war die Funktion der verletzten Schulter zu 80,7 %  $\pm$  12,7 % in der PHILOS®- und zu 84,6 %  $\pm$  11,2 % in der Targon®-kurz-Gruppe in Bezug zur nicht-betroffenen Seite wieder hergestellt. Zwei Jahre nach der Operation zeigte sich in der PHILOS®-Gruppe ein Wert von 78,7 %  $\pm$  14,2 % und in der Targon®-kurz-Gruppe einen Wert von 93,1 %  $\pm$  12,1 % (Tabelle 8).

Tabelle 8. Relativer Constant-Score der beiden Gruppen (in %)

	<b>3 Monate</b> Mittelwert $\pm$ Standardabweichung	<b>6 Monate</b> Mittelwert $\pm$ Standardabweichung	<b>12 Monate</b> Mittelwert $\pm$ Standardabweichung	<b>24 Monate</b> Mittelwert $\pm$ Standardabweichung
<b>PHILOS®</b>	65,4 $\pm$ 14,0	79,7 $\pm$ 14,9	80,7 $\pm$ 12,7	78,7 $\pm$ 14,2
<b>Targon® kurz</b>	69,4 $\pm$ 12,6	77,4 $\pm$ 16,2	84,6 $\pm$ 11,2	93,1 $\pm$ 12,1

#### **Vergleich des relativen Constant-Scores der beiden Gruppen**

Für die Werte der relativen Constant-Score lag eine Normalverteilung vor, so dass zur Datenanalyse der Standard-t-Test angewendet wurde. Es waren zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede zwischen der PHILOS®- und der Targon®-kurz-Gruppe nachweisbar (drei Monate  $p = 0,406$ , sechs Monate  $p = 0,659$ , ein Jahr  $p = 0,337$  und zwei Jahre  $p = 0,114$ ).

### 3.1.5.3 Absoluter Neer-Score

Im Neer-Score zeigten sich nach drei Monaten in der PHILOS®-Gruppe ein Mittelwert von  $58,6 \pm 17,8$  Punkten und in der Targon®-kurz-Gruppe von  $62,6 \pm 14,9$  Punkten (Tabelle 9). Nach einem halben Jahr stieg die Punktzahl im Mittel in der PHILOS®-Gruppe auf  $71,3 \pm 16,4$  und in der Targon®-kurz-Gruppe auf  $65,9 \pm 15,9$  Punkte. Nach weiteren sechs Monaten wurden für die operierte Schulter im Durchschnitt  $70,9 \pm 14,7$  Punkte nach der Plattenosteosynthese und  $74,3 \pm 12,2$  Punkte nach der Nagelimplantation gemessen. Bei der Abschlussuntersuchung, nach zwei Jahren, zeigte sich in der ersten Gruppe ein Score von  $72,0 \pm 11,1$  Punkten und in der Targon®-kurz-Gruppe von  $82,0 \pm 6,6$  Punkten.

*Tabelle 9. Absoluter Neer-Score der beiden Gruppen*

	<b><u>3 Monate</u></b> Mittelwert ± Standardabweichung	<b><u>6 Monate</u></b> Mittelwert ± Standardabweichung	<b><u>12 Monate</u></b> Mittelwert ± Standardabweichung	<b><u>24 Monate</u></b> Mittelwert ± Standardabweichung
<b>PHILOS®</b>	58,6 ± 17,8	71,3 ± 16,4	70,9 ± 14,7	72,0 ± 11,1
<b>Targon® kurz</b>	62,6 ± 14,9	65,9 ± 15,9	74,3 ± 12,2	82,0 ± 6,6

#### ***Vergleich des absoluten Neer-Scores beider Gruppen***

Aufgrund einer Normalverteilung der Werte wurde der Standard-t-Test verwendet. Folgende Signifikanzwerte wurden ermittelt: nach drei Monaten  $p = 0,493$ , nach sechs Monaten  $p = 0,332$ , nach ein Jahr  $p = 0,472$  und nach zwei Jahren  $p = 0,133$ . Dies ergab für den absoluten Neer-Score keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

### 3.1.5.4 Relativer Neer-Score

Der relative Neer-Score lag nach drei Monaten bei 66,7 % ± 20,1 % in der PHILOS®- und 73,1 % ± 17,1 % in der Targon®-kurz-Gruppe. Weitere drei Monate später lag der Anteil der PHILOS®-Gruppe bei 81,0 % ± 17,0 % und in der Targon®-kurz-Gruppe bei 78,6 % ± 18,1 %. Nach zwölf Monaten errechnete sich ein durchschnittlicher relativer Neer-Score von 82,6 % ± 15,4 % in der PHILOS®-Gruppe und 86,7 % ± 13,0 % in der Targon®-kurz-Gruppe. In der abschließenden Untersuchung nach zwei Jahren war die Funktion gemessen am relativen Neer-Score der operierten Seite bei Patienten mit Plattenosteosynthese im Mittel bei 81,5 % ± 11,4 % und bei Patienten mit Nagelimplantation bei 94,5 % ± 6,7 % im Vergleich zur nichtoperierten Seite (Tabelle 10).

*Tabelle 10. Relativer Neer-Score der beiden Gruppen (in %)*

	<b>3 Monate</b> Mittelwert ± Standardabweichung	<b>6 Monate</b> Mittelwert ± Standardabweichung	<b>12 Monate</b> Mittelwert ± Standardabweichung	<b>24 Monate</b> Mittelwert ± Standardabweichung
<b>PHILOS®</b>	66,7 ± 20,1	81,0 ± 17,0	82,6 ± 15,4	81,5 ± 11,4
<b>Targon® kurz</b>	73,1 ± 17,1	78,6 ± 18,1	86,7 ± 13,0	94,5 ± 6,7

#### *Vergleich des relativen Neer-Scores in beiden Gruppen*

Zwischen den Gruppen gab es keine signifikanten Unterschiede (nach drei Monaten  $p = 0,349$ , nach sechs Monaten  $p = 0,693$ , nach einem Jahr  $p = 0,408$  und nach zwei Jahren  $p = 0,063$ ).

### 3.1.5.5 Schulnotensystem

Die Patienten waren aufgefordert ihre Zufriedenheit über ihre verletzte Schulter mit Hilfe eines Schulnotensystems zu bewerten. In der PHILOS®-Gruppe wurde nach drei Monaten eine durchschnittliche Note von  $2,2 \pm 0,8$  bei einer Spanne von 1,0 bis 4,0 und in der Targon®-kurz-Gruppe eine mittlere Note von  $2,2 \pm 0,6$  bei einer Spanne von 1,0 bis 3,0 vergeben (Abbildung 15).

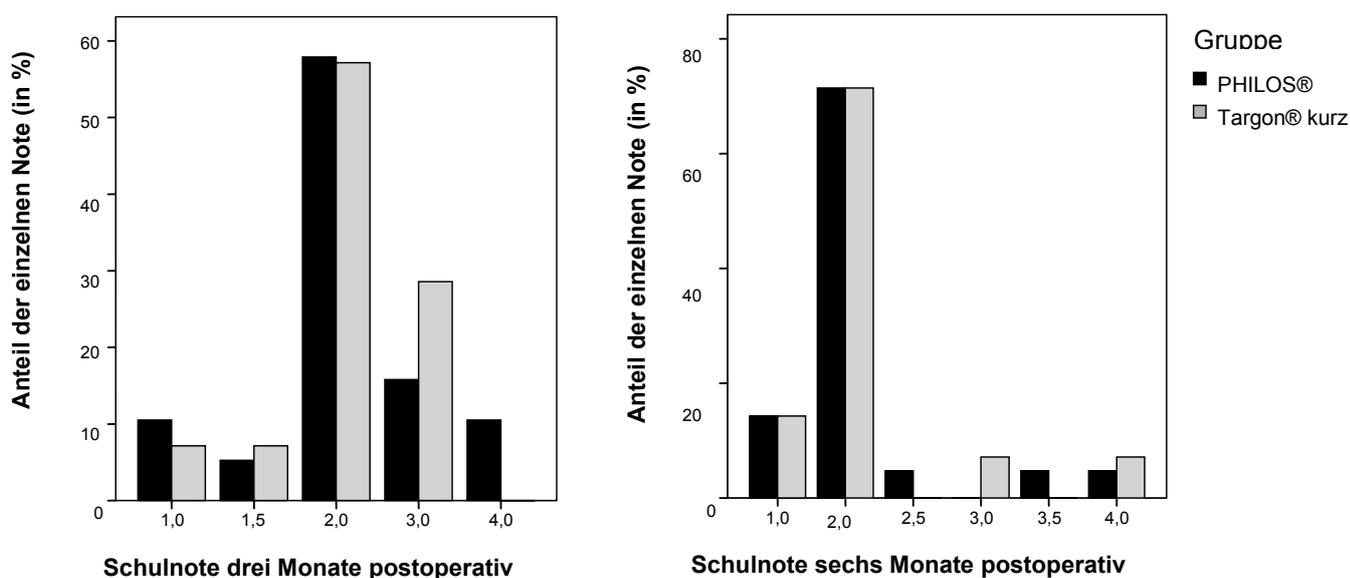


Abbildung 15. Prozentuale Schulnotenverteilung nach drei und sechs Monaten

Nach sechs Monaten erreichten die Gruppe der Platten- und der Nagelosteosynthese eine Durchschnittsnote von  $2,1 \pm 0,7$  bei einer Spanne von 1,0 bis 4,0. Bei der Einjahresuntersuchung zeigte sich eine mittlere Bewertung von  $2,1 \pm 0,8$  bei einer Spanne von 1,0 bis 4,0 in der PHILOS®-Gruppe und von  $2,2 \pm 1,1$  bei einer Spanne von 1,0 bis 5,0 in der Targon® kurz Gruppe.

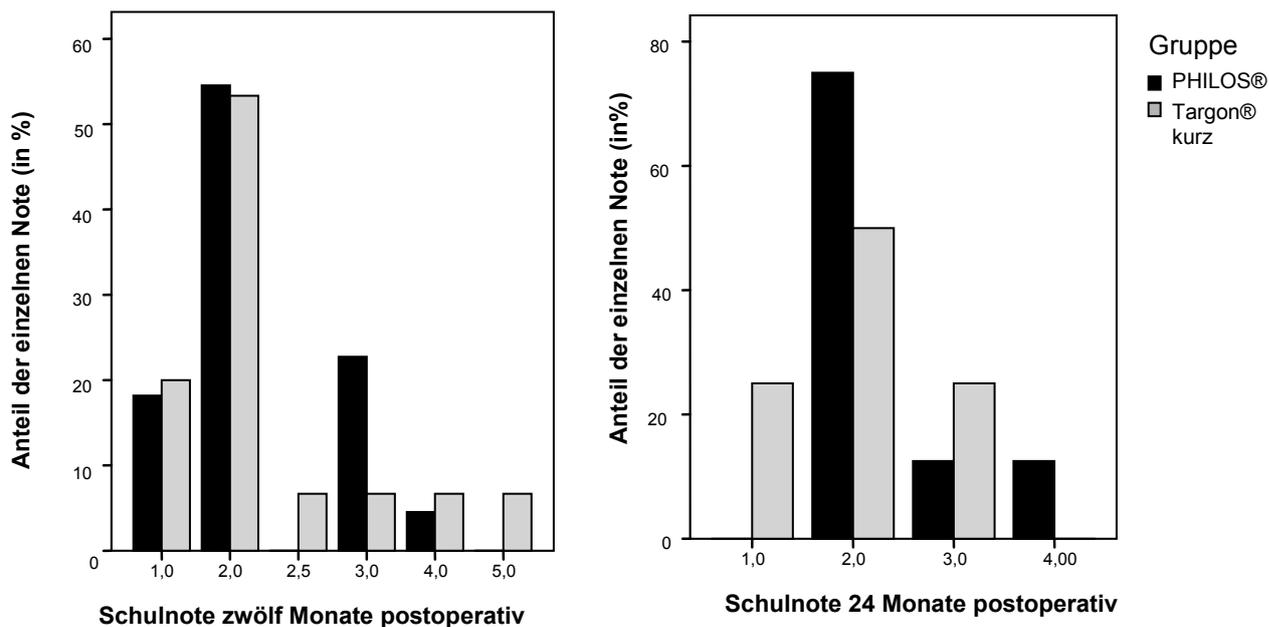


Abbildung 16. Prozentuale Schulnotenverteilung nach zwölf und 24 Monaten

Zur Enduntersuchung nach zwei Jahren zeigte sich in der PHILOS®-Gruppe eine Durchschnittsnote von  $2,4 \pm 0,7$  bei einer Spanne von 2,0 bis 4,0 und in der Targon®-kurz-Gruppe eine mittlere Note von  $2,0 \pm 0,8$  bei einer Spanne von 1,0 bis 3,0 (Abbildung 16).

### 3.1.5.6 Visuelle Analogskala (VAS)

Bei der Auswertung der visuellen Analogskala, die eine Spanne von 0 (keine Schmerzen) bis 10 (extreme Schmerzen) umfasst, war nach drei Monaten in der PHILOS®-Gruppe ein Mittelwert von  $2,7 \pm 2,2$  Punkten nachweisbar. Die Schmerzangaben lagen zwischen Skalawerten von 0 bis 7 Punkten. In der Targon®-kurz-Gruppe lag der Skalenwert im Durchschnitt bei  $2,8 \pm 2,2$  Punkten. Hier lag das Minimum bei 1 Punkt und das Maximum bei 8 Punkten (Abbildung 17).

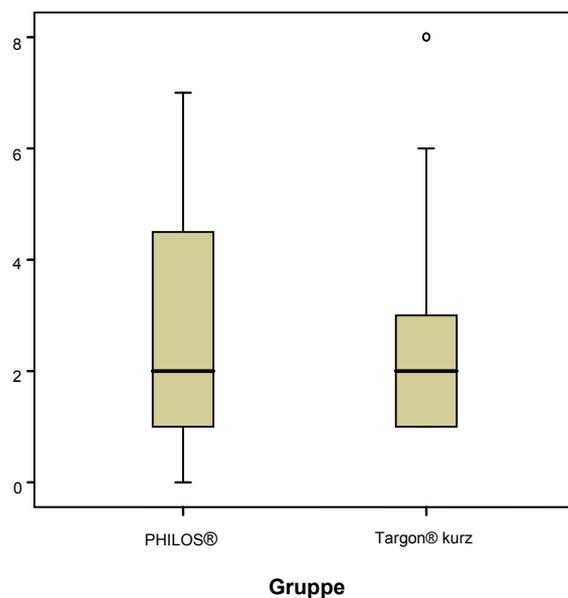


Abbildung 17. Ergebnisse der VAS nach drei Monaten

Nach sechs Monaten erreichte die PHILOS®-Gruppe einen Mittelwert von  $2,2 \pm 2,2$  Punkten. In der Targon®-kurz-Gruppe lag der Wert im Mittel bei  $2,0 \pm 2,0$  Punkten (Abbildung 18).

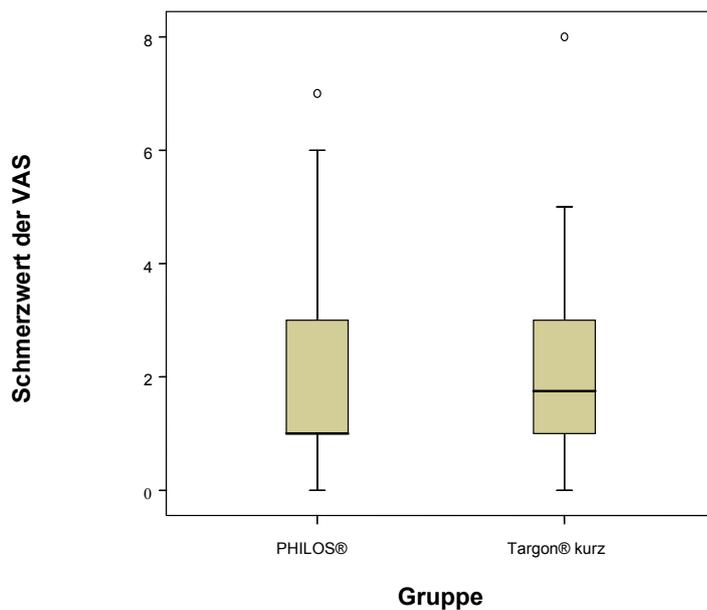


Abbildung 18. Ergebnisse der VAS nach sechs Monaten

Zum Untersuchungszeitpunkt nach einem Jahr wurde in der PHILoS®-Gruppe ein durchschnittlicher Wert von  $2,0 \pm 1,9$  Punkten und in der Targon®-kurz-Gruppe ein durchschnittlicher Wert von  $0,9 \pm 1,3$  Punkten erreicht. In der Gruppe der Patienten mit Plattenosteosynthese lag die Ergebnisspanne zwischen 0 und 7 Punkten. In der Targon®-kurz-Gruppe lag das Minimum bei 0 Punkten und das Maximum bei 5 Punkten (Abbildung 19).

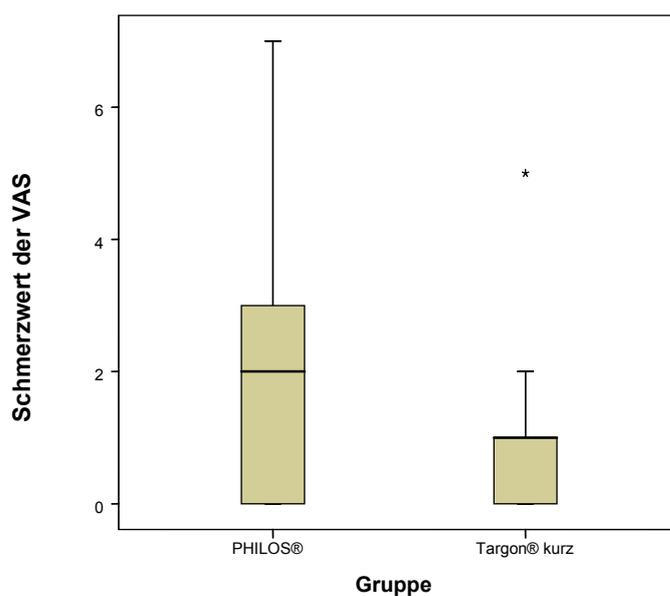


Abbildung 19. Ergebnisse der VAS nach einem Jahr

Zur abschließenden Untersuchung nach zwei Jahren wurde in der PHILOS®-Gruppe ein Mittelwert von  $2,6 \pm 2,9$  erzielt. Die maximale Punktzahl lag bei 8 Punkten. In der Targon®-kurz-Gruppe erreichte der Wert  $0,5 \pm 0,6$  Punkte. In dieser Gruppe wurden zu diesem Zeitpunkt nur Werte von 0 oder 1 gemessen.

### 3.1.5.7 « Disabilities of Arm, Shoulder and Hand »- (« DASH »-) Score

Der erste Teil des „Disabilities of Arm, Shoulder and Hand“- („DASH“-) Score wurde von allen Patienten vollständig ausgefüllt. Der zweite Teil zur Thematik Sport/ Musikinstrument wurde 30-mal bearbeitet.

Für den ersten Teil waren nach drei Monaten im Mittel Werte von  $28,7 \pm 19,5$  Punkten in der PHILOS®- und von  $25,5 \pm 23,6$  Punkten in der Targon®-kurz-Gruppe nachweisbar. Drei Monate später erreichte die Gruppe mit der Plattenosteosynthese  $17,2 \pm 14,3$  und die mit der Nagelimplantation  $21,3 \pm 21,3$  Punkte. Als mittelfristige Ergebnisse zeigten sich in der PHILOS®-Gruppe Ergebnisse von  $13,7 \pm 13,2$  Punkten nach einem Jahr und  $12,9 \pm 10,0$  Punkten nach zwei Jahren. Die Targon®-kurz-Gruppe erreichte Mittelwerte von  $13,1 \pm 12,9$  Punkten nach einem und  $1,3 \pm 1,3$  Punkten nach zwei Jahren.

In Tabelle 11 finden sich neben den Mittelwerten aus Teil 1 auch die Mittelwerte aus Teil 2.

Tabelle 11. Ergebnisse des „DASH“-Score

	<u>3 Monate</u>		<u>6 Monate</u>		<u>12 Monate</u>		<u>24 Monate</u>		
	*	*	*	*	*	*	*	*	
	<b>Teil 1</b>	<b>Teil 2</b>	<b>Teil 1</b>	<b>Teil 2</b>	<b>Teil 1</b>	<b>Teil 2</b>	<b>Teil 1</b>	<b>Teil 2</b>	
<b>PHILOS®</b>	$28,7 \pm 19,5$	wurde nicht ausgefüllt	$17,2 \pm 14,3$	$5,0 \pm 4,1$	$13,7 \pm 13,2$	$10,7 \pm 13,1$	$12,9 \pm 10,0$		nur einmalig ausgefüllt
<b>Targon® kurz</b>	$25,5 \pm 23,6$	$31,8 \pm 32,0$	$21,3 \pm 21,3$	$10,0 \pm 9,6$	$13,1 \pm 12,9$	$10,0 \pm 24,5$	$1,3 \pm 1,3$		wurde nicht ausgefüllt

\* alle Werte sind Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen

### Vergleich des „Disabilities of Arm, Shoulder and Hand“- („DASH“-) Scores in beiden Gruppen

Die Daten des „DASH“-Scores waren nicht normalverteilt. Zur Berechnung der Unterschiede wurde der Mann-Whitney-Test verwendet. Keine Werte gab es für den zweiten Teil des „DASH“-Scores nach drei Monaten und nach zwei Jahren, da dieser Teil

von keinem, bzw. nur einem Patienten ausreichend ausgefüllt wurde. Insgesamt ergaben sich für Teil 1 und 2 keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Im ersten Teil ergaben sich folgende Werte nach drei Monaten  $p = 0,623$ , nach sechs Monaten  $p = 0,661$ , nach einem Jahr  $p = 0,768$  und nach zwei Jahren  $p = 0,053$ . Für den zweiten Teil ließen sich nur ein Wert für den Untersuchungszeitpunkt nach sechs Monaten,  $p = 0,188$ , und nach einem Jahr,  $p = 0,440$  ermitteln.

### 3.1.5.8 « Short Form 36 Health Survey » (SF-36®)

In der Tabelle 12 werden die Ergebnisse des SF-36®, Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand, der beiden Gruppen zu den unterschiedlichen Zeitpunkten als Mittelwerte mit Ihren Standardabweichungen dargestellt.

Im Vergleich zu den Mittelwerten einer altersreferenzierten Normpopulation wichen in der Kategorie der körperlichen Rollenfunktion (KÖRO) drei Monate nach der Operation die Werte der PHILOS®-Gruppe mit  $38,3 \pm 43,2$  Punkten und die Werte der Targon®-kurz-Gruppe mit  $44,2 \pm 44,7$  Punkten von der Normpopulation mit im Mittel  $72,54 \pm 35,23$  Punkten ab. Zum Zeitpunkt der Sechsmontatsuntersuchung lag der Mittelwert der PHILOS®-Gruppe bei  $60,7 \pm 44,4$  Punkten und der Mittelwert der Targon®-kurz-Gruppe bei  $60,4 \pm 43,3$  Punkten. Zum Untersuchungszeitpunkt nach einem Jahr war der Score der PHILOS®-Gruppe bei  $62,5 \pm 34,4$  Punkten und der Score der Targon®-kurz-Gruppe bei  $80,0 \pm 44,7$  Punkten.

In der Kategorie der Vitalität (VITA) liegen die Zweijahresuntersuchungsergebnisse bei  $50,8 \pm 21,6$  Punkten in der PHILOS®-Gruppe und bei  $55,0 \pm 30,0$  Punkten in der Targon®-kurz-Gruppe. In der altersreferenzierten Normpopulation liegt der Wert bei  $61,12 \pm 18,45$  Punkten.

Alle Ergebnisse sind in der Tabelle 12 aufgeführt. Die Tabelle 13 stellt die Werte der altersreferenzierten Normpopulation dar.

Tabelle 12. Ergebnisse des SF-36®

<b>3 Monate</b>								
	<b>KÖFU</b>	<b>KÖRO</b>	<b>SCHM</b>	<b>AGES</b>	<b>VITA</b>	<b>SOFU</b>	<b>EMRO</b>	<b>PSYC</b>
<b>PHILOS®</b>	70,3 ±	38,3 ±	52,0 ±	66,5 ±	57,3 ±	70,0 ±	64,5 ±	68,0 ±
	22,4	43,2	28,8	21,0	17,0	28,7	47,9	16,1
<b>Targon®</b>	61,9 ±	44,2 ±	61,5 ±	53,2 ±	51,5 ±	86,5 ±	64,1 ±	64,9 ±
<b>kurz</b>	27,3	44,7	26,7	20,8	21,5	27,2	48,0	25,4
<b>6 Monate</b>								
	<b>KÖFU</b>	<b>KÖRO</b>	<b>SCHM</b>	<b>AGES</b>	<b>VITA</b>	<b>SOFU</b>	<b>EMRO</b>	<b>PSYC</b>
<b>PHILOS®</b>	76,4 ±	60,7 ±	62,1 ±	68,6 ±	57,4 ±	86,9 ±	85,7 ±	76,4 ±
	19,9	44,4	25,6	17,9	14,4	16,5	27,0	11,9
<b>Targon®</b>	72,1 ±	60,4 ±	67,1 ±	57,6 ±	60,0 ±	85,4 ±	66,7 ±	73,7 ±
<b>kurz</b>	26,7	43,3	26,7	19,1	20,6	22,5	44,9	16,8
<b>12 Monate</b>								
	<b>KÖFU</b>	<b>KÖRO</b>	<b>SCHM</b>	<b>AGES</b>	<b>VITA</b>	<b>SOFU</b>	<b>EMRO</b>	<b>PSYC</b>
<b>PHILOS®</b>	74,8 ±	61,3 ±	62,0 ±	67,0 ±	62,5 ±	88,8 ±	83,3 ±	73,2 ±
	24,4	41,7	28,8	13,5	20,6	17,6	35,0	17,2
<b>Targon®</b>	80,0 ±	75,0 ±	83,5 ±	59,2 ±	65,0 ±	89,4 ±	64,0 ±	75,7 ±
<b>kurz</b>	19,4	43,3	19,5	25,5	21,8	16,0	48,0	20,2
<b>24 Monate</b>								
	<b>KÖFU</b>	<b>KÖRO</b>	<b>SCHM</b>	<b>AGES</b>	<b>VITA</b>	<b>SOFU</b>	<b>EMRO</b>	<b>PSYC</b>
<b>PHILOS®</b>	66,7 ±	62,5 ±	56,0 ±	55,2 ±	50,8 ±	95,8 ±		75,3 ±
	19,9	34,4	37,7	18,6	21,6	6,5		8,9
<b>Targon®</b>	77,0 ±	80,0 ±	70,8 ±	51,2 ±	55,0 ±	80,0 ±	60,0 ±	64,8 ±
<b>kurz</b>	26,1	44,7	40,1	32,3	30,0	27,4	54,8	31,8

\* alle Werte sind Mittelwerte ± Standardabweichungen

(KÖFU = körperliche Funktion, KÖRO = körperliche Rollenfunktion, SCHM = Schmerz, AGES = Allgemeine Gesundheitswahrnehmung, VITA = Vitalität, SOFU = Soziale Funktion, EMRO = emotionale Rollenfunktion, PSYC = psychisches Wohlbefinden)

Tabelle 13. SF-36® Werte der altersreferenzierten Normpopulation

	<b>KÖFU</b>	<b>KÖRO</b>	<b>SCHM</b>	<b>AGES</b>	<b>VITA</b>	<b>SOFU</b>	<b>EMRO</b>	<b>PSYC</b>
<b>Normpopulation</b>								
<b>Altersgruppe</b>								
61. - 70.	75,95 ±	72,54 ±	71,20 ±	58,69 ±	61,12 ±	87,07 ±	88,89 ±	75,73 ±
<b>Lebensjahr</b>	22,59	35,23	27,00	18,13	18,45	18,43	25,77	16,64

\* alle Werte sind Mittelwerte ± Standardabweichungen

(KÖFU = körperliche Funktion, KÖRO = körperliche Rollenfunktion, SCHM = Schmerz, AGES = Allgemeine Gesundheitswahrnehmung, VITA = Vitalität, SOFU = Soziale Funktion, EMRO = emotionale Rollenfunktion, PSYC = psychisches Wohlbefinden)

### Vergleich des „Short Form 36 Health Survey“ (SF-36®)-Scores in beiden Gruppen

Die SF-36®-Scordaten der beiden Gruppen waren nicht normalverteilt. Es wurde der Mann-Whitney-Test angewendet. Zu keinem Zeitpunkt waren signifikante Unterschiede zwischen den jeweiligen Gruppen nachweisbar ( $p > 0,05$ ).

### 3.1.6 Komplikationen

Am Ende des stationären Aufenthalts und zu jedem Nachuntersuchungszeitpunkt wurde geprüft, ob Komplikationen bei den Patienten auftraten.

#### 3.1.6.1 « Proximal Humerus Internal Locking System » (PHILOS®)-Gruppe

In der PHILOS®-Gruppe traten bei 34 nachuntersuchten Patienten insgesamt zwölf (35,5 %) Komplikationen auf. Eine Übersicht gibt die folgende Tabelle.

*Tabelle 14. Komplikationen der PHILOS®-Gruppe*

	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
<b>Keine</b>	22	64,7
<b>Totale Kopfnekrose</b>	3	8,8
<b>Partielle Kopfnekrose</b>	2	5,9
<b>Schraubendislokation</b>	5	14,7
<b>Impingement</b>	2	5,9
<b>Gesamt</b>	34	100

Am häufigsten trat mit einem Anteil von 14,7 % eine radiologisch erfasste Schraubendislokation auf. Diese bereitete jedoch nur bei einer Patientin Beschwerden, so dass eine Teilmetallentfernung nötig wurde. Bei den restlichen vier Patienten waren keine operativen Maßnahmen notwendig.

Weitere fünf Patienten erlitten eine Humeruskopfnekrose, davon hatten drei (8,8 %) Patienten eine komplette und zwei (5,9 %) Patienten eine partielle Nekrose. Bei den Patienten mit kompletter Humeruskopfnekrose war in zwei Fällen (66,6 %) und bei den Patienten mit partieller Humeruskopfnekrose in einem Fall (50 %) eine vollständige Metallentfernung notwendig.

Als weitere Komplikation bei zwei Patienten zeigte sich ein Impingement-Syndrom, welches in beiden Fällen eine vollständige Implantatentfernung notwendig machte. Insgesamt wurden in der PHILOS®-Gruppe acht (23,5 %) Metallentfernungen durchgeführt, davon waren sechs (17,6 %) notwendig und zwei (5,9 %) durch die Patienten gewünscht. Bei den restlichen 26 (76,5 %) Patienten verblieb das Implantat in situ.

### 3.1.6.2 Targon®-kurz-Gruppe

In der Targon®-kurz-Gruppe kam es im Zeitraum der Nachuntersuchungen bei insgesamt vier (17,4 %) von 23 Patienten zu Komplikationen.

*Tabelle 15. Komplikationen der Targon®-kurz-Gruppe*

	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Keine	19	82,6
Partielle Kopfnekrose	2	8,7
Schraubendislokation	2	8,7
<b>Gesamt</b>	23	100

Bei zwei (8,7 %) Patienten trat eine partielle Humeruskopfnekrose auf, die eine vollständige Metallentfernung notwendig machte. Eine Dislokation einer, bzw. mehrerer Schrauben ließ sich bei zwei anderen Patienten (8,7 %) beobachten, eine Metallentfernung erfolgte.

Eine komplette Humeruskopfnekrose oder ein Impingement-Syndrom war in dieser Gruppe nicht zu beobachten. In der Targon®-kurz-Gruppe wurden insgesamt sechs (26,1 %) Metallentfernungen durchgeführt, davon waren wegen der oben beschriebenen Komplikationen vier (17,4 %) nötig und zwei (8,7 %) auf Wunsch der Patienten durchgeführt worden. Bei den restlichen 17 (73,9 %) Patienten verblieb das Implantat in situ.

## 3.2 Langer Targon® PH (220-250mm)

### 3.2.1 Patientenkollektiv

Von den 17 Patienten der Targon®-lang-Gruppe waren 6 (35,3 %) Männer und 11 (64,7 %) Frauen. Das Geschlechterverhältnis, Männer zu Frauen, lag bei 1:2.

Der Altersdurchschnitt zum Zeitpunkt der Operation dieser Gruppe lag bei  $62,4 \pm 13,7$  Jahren. Die Frauen waren im Mittel  $65,6 \pm 12,9$  Jahre alt. Die jüngste Patientin war 46 und die älteste 82 Jahre alt. Bei den Männern lag das Durchschnittsalter bei  $56,5 \pm 14,2$  Jahren. Hier war der jüngste Mann 40 und der älteste Mann 80 Jahre alt (Abbildung 20).

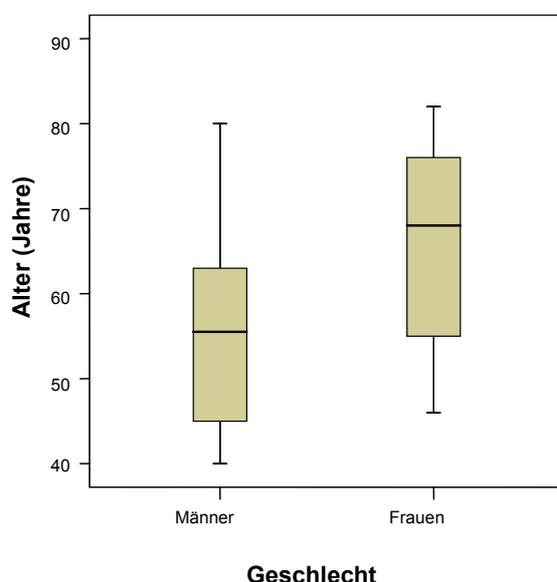


Abbildung 20. Geschlechtsbezogene Altersverteilung in der Targon®-lang-Gruppe

In diesem Patientenkollektiv war bei 10 (58,8 %) Patienten der rechte Oberarm und bei 7 (41,2 %) Patienten der linke Oberarm betroffen. Hierbei war ebenfalls bei 10 (58,8 %) Patienten die dominante Seite betroffen.

## 3.2.2 Verlauf

### 3.2.2.1 Präoperative Wartezeiten

Der Zeitraum zwischen dem Unfallereignis und der Operation betrug in dieser Gruppe im Mittel  $1,2 \pm 1,1$  Tage. Hierbei fand der früheste Eingriff nach zwei Stunden statt, das längste Unfall-Operationsintervall lag bei 5 Tagen. Dieses lange Intervall war nötig, um das Operationsrisiko durch internistische Therapie einer schweren chronisch obstruktiven Lungenerkrankung zu verringern.

### 3.2.2.2 Schnitt-Naht-Zeiten

Die durchschnittliche Dauer der Zeitspanne zwischen dem ersten Schnitt und der fertigen Naht betrug  $129,9 \pm 39,1$  Minuten. Die kürzeste Schnitt-Naht-Zeit lag bei 80 Minuten und die längste bei 213 Minuten (Abbildung 21).

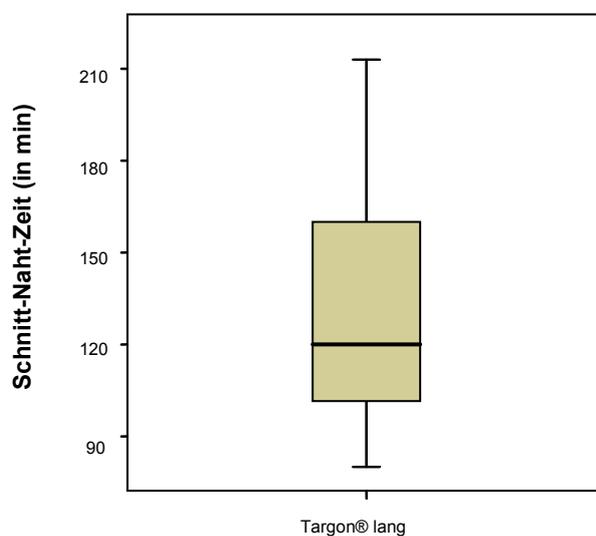


Abbildung 21. Verteilung der Schnitt-Naht-Zeiten in der Targon®-lang-Gruppe

### 3.2.2.3 Physiotherapeutische Anwendungen

Von dieser Gruppe nahmen alle Patienten das Angebot der physiotherapeutischen Behandlung wahr. Durchschnittlich erhielt jeder Patient  $35,9 \pm 25,0$  Anwendungen. Einige Patienten beanspruchten nur zwölfmal physiotherapeutische Anwendungen, während die Patientin mit den meisten Anwendungen 100-mal Physiotherapie erhielt (Abbildung 22).

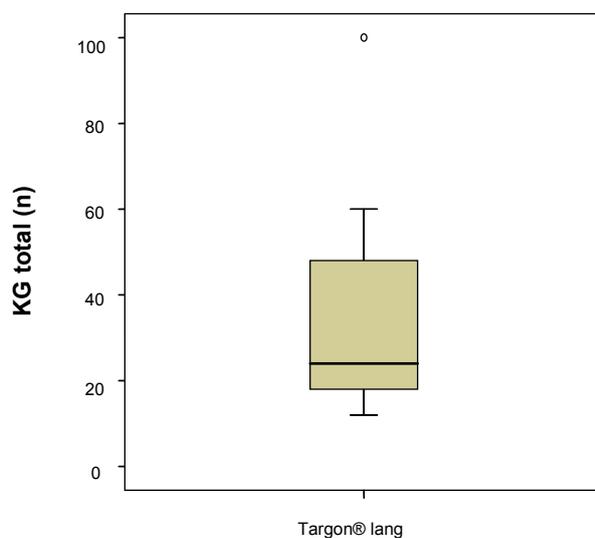


Abbildung 22. Verteilung der Anzahl der physiotherapeutischen Anwendungen in der Targon®-lang-Gruppe

### 3.2.3 Funktionelle Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Patientenkollektivs vorgestellt, in welchem die Patienten mit einem langen Targon® PH-Nagel (220-250mm) versorgt wurde. Aufgrund einer geringen Untersuchungsanzahl nach drei, sechs und 24 Monaten wurde auf eine Darstellung dieser Werte verzichtet. Es erfolgt eine Präsentation der Werte nach 12 Monaten.

#### 3.2.3.1 Constant-Score

Der durchschnittliche absolute Constant-Score der betroffenen Seite betrug ein Jahr nach der Operation  $63,7 \pm 17,9$  Punkte (Tabelle 16). Der relative Constant-Score lag bei  $75,5 \% \pm 20,5 \%$  (Tabelle 16).

#### 3.2.3.2 Neer-Score

Der absolute Neer-Score erbrachte für die operierte Seite zwölf Monate postoperativ  $67,7 \pm 16,9$  Punkte (Tabelle 16). Beim relativen Neer-Scores wurde nach einem Jahr ein Score von  $77,7 \% \pm 20,3 \%$  gemessen (Tabelle 16).

#### 3.2.3.3 Visuelle Analogskala (VAS)

Ein Jahr postoperativ lag der VAS-Wert zur Ermittlung der subjektiven Schmerzwahrnehmung bei  $2,0 \pm 1,7$  Punkten. Das Minimum befand sich bei 0 Punkten und das Maximum bei 5 Punkten.

#### 3.2.3.4 « Disabilities of Arm, Shoulder and Hand » - (« DASH »-) Score «

Bei allen Patienten der Targon®-lang-Gruppe wurde der erste Teil des „DASH“-Scores erhoben. Der zweite Teil des „DASH“-Scores wurde nur zweimalig zur Einjahresuntersuchung ausgefüllt. Aufgrund der geringen Anzahl wurde der zweite Teil bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Für den ersten Teil des DASH-Scores ließ sich nach einem Jahr ein durchschnittlicher Wert von  $27,5 \pm 21,8$  Punkten beobachten (Tabelle 16).

Tabelle 16. Ergebnisse der Targon®-lang-Gruppe nach 12 Monaten

	<b><u>Absoluter Constant-Score (Pkt.)</u></b> Mittelwert $\pm$ Standardabweichung	<b><u>Relativer Constant-Score (%)</u></b> Mittelwert $\pm$ Standardabweichung	<b><u>Absoluter Neer- Score (Pkt.)</u></b> Mittelwert $\pm$ Standardabweichung	<b><u>Relativer Neer- Score (%)</u></b> Mittelwert $\pm$ Standardabweichung	<b><u>DASH-Score Teil 1 (Pkt.)</u></b> Mittelwert $\pm$ Standardabweichung
<b>Targon® lang</b>	63,7 $\pm$ 17,9	75,5 $\pm$ 20,5	67,7 $\pm$ 16,9	77,7 $\pm$ 20,3	27,5 $\pm$ 21,8

### 3.2.3.5 Schulnotenbewertung

Der lange Targon® PH wurde von den Patienten nach zwölf Monaten mit einer Durchschnittsnote von  $2,2 \pm 1,0$  bei einem Bereich von 1,0 bis 4,0 bewertet.

### 3.2.3.6 « Short Form 36 Health Survey » (SF-36®)

Die Ergebnisse der jeweiligen Kategorien des SF-36® sind in Tabelle 17 dargestellt. Tabelle 18 zeigt die Ergebnisse der altersreferenzierten Normpopulation.

Tabelle 17. Ergebnisse des SF-36®

	<b>KÖFU</b>	<b>KÖRO</b>	<b>SCHM</b>	<b>AGES</b>	<b>VITA</b>	<b>SOFU</b>	<b>EMRO</b>	<b>PSYC</b>
<b>12 Monate</b>	55,5 $\pm$ 26,5	47,5 $\pm$ 39,9	60,7 $\pm$ 19,8	53,7 $\pm$ 12,9	47,5 $\pm$ 18,9	75,0 $\pm$ 21,3	66,7 $\pm$ 44,4	64,8 $\pm$ 15,4

\* alle Werte sind Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen

(KÖFU = körperliche Funktion, KÖRO = körperliche Rollenfunktion, SCHM = Schmerz, AGES = Allgemeine Gesundheitswahrnehmung, VITA = Vitalität, SOFU = Soziale Funktion, EMRO = emotionale Rollenfunktion, PSYC = psychisches Wohlbefinden)

Tabelle 18. SF-36® Werte der altersreferenzierten Normpopulation

	<b>KÖFU</b>	<b>KÖRO</b>	<b>SCHM</b>	<b>AGES</b>	<b>VITA</b>	<b>SOFU</b>	<b>EMRO</b>	<b>PSYC</b>
<b>Normpopulation Altersgruppe 61. – 70. Lebensjahr</b>	75,95 $\pm$ 22,59	72,54 $\pm$ 35,23	71,20 $\pm$ 27,00	58,69 $\pm$ 18,13	61,12 $\pm$ 18,45	87,07 $\pm$ 18,43	88,89 $\pm$ 25,77	75,73 $\pm$ 16,64

\* alle Werte sind Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen

(KÖFU = körperliche Funktion, KÖRO = körperliche Rollenfunktion, SCHM = Schmerz, AGES = Allgemeine Gesundheitswahrnehmung, VITA = Vitalität, SOFU = Soziale Funktion, EMRO = emotionale Rollenfunktion, PSYC = psychisches Wohlbefinden)

### 3.2.4 Komplikationen

In der Targon®-lang-Gruppe ließen sich bei insgesamt 4 (23,6 %) Patienten Komplikationen beobachten. Die Komplikationen im Einzelnen zeigt Tabelle 19.

*Tabelle 19. Komplikationen der Targon®-lang-Gruppe*

	<b>Häufigkeit (n)</b>	<b>Prozent (%)</b>
<b>Keine</b>	13	76,5
<b>Schraubendislokation</b>	2	11,8
<b>Radialisparese</b>	2	11,8
<b>Gesamt</b>	17	100

Bei zwei (11,8 %) Patienten zeigte sich eine temporäre Radialisparese. Weitere zwei (11,8 %) Patientinnen erlitten eine Schraubendislokation. In einem Fall hatten sich drei proximale Fixierschrauben gelockert, im anderen Fall kam es zu einer sekundären Dislokation des distalen Verriegelungsbolzens und einer proximalen Fixierschraube. Eine Humeruskopfnekrose konnte in diesem Kollektiv nicht beobachtet werden. Bei den 2 (11,8 %) Patientinnen mit der sekundären Schraubendislokation erfolgte eine therapeutische Teilimplantatentfernung. Eine komplette Metallentfernung war hier nicht notwendig. Es wurde in dieser Gruppe keine weitere Metallentfernung durchgeführt.

## 4 Diskussion

Die Therapie der proximalen Humerusfraktur stellt eine besondere Herausforderung an die behandelnden Chirurgen dar. Weitgehende Einigkeit besteht darüber, dass dislozierte Mehrfragmentfrakturen operativ stabilisiert werden sollen. Insbesondere bei dislozierten oder Mehrfragmentfrakturen besteht jedoch noch große Uneinigkeit über das optimale Therapieverfahren. Darüber, welches Implantat zur Versorgung komplexer Frakturen genutzt werden soll, wird kontrovers diskutiert (Tingart 2001, Ruchholtz 2003).

### 4.1 Targon® PH und PHILOS® – Diskussion der Ergebnisse im Literaturvergleich

Im Folgenden werden die Ergebnisse zwischen den Patienten der PHILOS®-Gruppe und denen der Targon®-kurz-Gruppe mit den verschiedenen Therapiemöglichkeiten der konservativen und anderen operativen Verfahren verglichen.

Der Vergleich der Targon®-lang-Gruppe mit entsprechender Literatur wird unter dem Abschnitt 4.2 geführt.

### 4.1.1 Patientenkollektive

Die Fraktur- und Patientencharakteristiken zeigten eine homogene Verteilung in den beiden Gruppen. Die Geschlechterverteilung betrug in beiden Gruppen Mann:Frau = 1:2. In anderen Untersuchungen lag die Geschlechterverteilung häufig bei einem Mann auf drei Frauen (Court-Brown 2001). Hirschmann ermittelte eine Geschlechterverteilung Mann:Frau=1:5 und Sosef von 1:4 (Hirschmann 2009, Sosef 2009). Das durchschnittliche Alter in der PHILOS®-Gruppe betrug 60,4 Jahre, während das Durchschnittsalter der Targon®-kurz-Gruppe bei 62,4 Jahren lag. Bei Hirschmann und auch bei Sosef zeigte sich ein Durchschnittsalter von 78 Jahren, in einer Untersuchung von Bächis 2001 lag das durchschnittliche Alter bei 51,5 Jahren (Bächis 2001, Hirschmann 2009, Sosef 2009). Weitere Angaben der o.g. Studien und Altersangaben anderer Studien finden sich in der Tabelle 20.

Bei der Frakturklassifikation ist erkennbar, dass die Targon®-kurz-Gruppe zwar einen nahezu gleichen Anteil an Dreifragmentfrakturen wie die PHILOS®-Gruppe hat; allerdings 8 % weniger Vierfragmentfrakturen und 8 % mehr Zweifragmentfrakturen umfasst.

### 4.1.2 Funktionelle Ergebnisse

#### ***Constant-Score***

Die funktionellen Ergebnisse der Targon®-kurz-Gruppe und der PHILOS®-Gruppe für den mittleren absoluten Constant-Score nach drei, sechs und zwölf Monaten sind in der Tabelle 20 aufgeführt und zeigen keine signifikanten Unterschiede.

Dies steht im Einklang mit anderen Studien zu winkelstabilen Plattenosteosynthesen. So fanden Björkenheim, Hirschmann und Lill nach einem Jahr einen absoluten Constant-Score zwischen 65,8 und 77 Punkten (Björkenheim 2004, Hirschmann 2009, Lill 2004). Auf Lills Patientenkollektiv aufbauend präsentierte Voigt zwei Jahre später die Jahresergebnisse von 50 Patienten und einem absoluten Constant-Score im Median von 86,5 Punkten (Voigt 2006).

Bei Gegenüberstellung der Ergebnisse der winkelstabilen PHILOS®-Platte im Vergleich zu Ergebnissen der konventionellen Plattenosteosynthesen untersuchte Bächis nach durchschnittlich 50 Monaten 32 Patienten und erhob in dieser Gruppe einen mittleren absoluten Constant-Score von 70,3 Punkten (Bächis 2001). Dies entsprach in etwa dem

durchschnittlichen absoluten Constant-Score der PHILOS®-Gruppe, der hier nach 24 Monaten erreicht wurde.

In der Gruppe der winkelstabilen intramedullären Nägel zeigte sich ebenfalls ein homogenes Bild. Mittlmeier erreichte einen mittleren absoluten Constant-Score von 59,9 Punkten nach drei Monaten, 72 Punkten nach sechs Monaten und 78,8 Punkten nach zwölf Monaten (Mittlmeier 2003). Blum untersuchte 108 Patienten nach zwölf Monaten und erhielt einen mittleren absoluten Constant-Score von 75,3 Punkten nach winkelstabiler Nagelosteosynthese (Blum 2009). Die o. g. Ergebnisse stehen im Einklang mit den Ergebnissen der Targon®-kurz-Gruppe, die Werte des Constant-Scores lagen in den definierten Zeitpunkten auf gleichem Niveau.

Nach der Anwendung verschiedener Bohrdrähte, u. a. auch Prévot-Nägeln zeigte sich bei 53 Patienten, von denen 49 % Zwei-, 23 % Drei- und 28 % Vierfragmentfrakturen erlitten hatten, jeweils ein mittlerer absoluter Constant-Score von  $72 \pm 22$ ,  $55 \pm 26$  und  $53 \pm 22$  Punkten nach 17 Monaten (Wachtl 2000). Es ist ein deutlich schlechteres Outcome mit steigender Frakturzahl zu beobachten. Dies zeigen auch andere Studien zur minimalosteosynthetischen Versorgung.

Die konservative Therapie zeigte bei dislozierten Frakturen ein schlechtes Ergebnis. 1998 veröffentlichte Zyto 10-Jahresergebnisse nach konservativer Therapie von dislozierten Drei- und Vierfragmentfrakturen älterer Menschen. Hier zeigte sich ein Constant-Score von durchschnittlichen  $59 \pm 13$  Punkten in der Gruppe der Dreifragmentfrakturen und von durchschnittlichen  $47 \pm 8$  Punkten in der Vierfragmentgruppe (Zyto 1998). Gute Ergebnisse konnten nur bei wenig dislozierten Frakturen erreicht werden.

Bezüglich des relativen Constant-Scores ergaben sich gleiche Verhältnisse. Der mittlere relative Constant-Score der beiden Implantatgruppen der eigenen Studie erbrachte keine signifikanten Unterschiede. Die Ergebnisse finden sich in der Tabelle 20.

Die eigenen Ergebnisse sind im Vergleich zu anderen Studienergebnissen winkelstabiler Implantate auf gleichem Niveau einzuordnen. Koukakis und Hente erreichten mit eigenen PHILOS®-Studien nach durchschnittlichen 16,5 bzw. 12 Monaten einen mittleren relativen Constant-Score von 76 % (Koukakis 2006, Hente 2004). In zwei Studien, die mit der Königssee-Platte durchgeführt wurden, zeigte sich ein mittlerer relativer Constant-Score zum Untersuchungszeitpunkt nach durchschnittlich 11 bis 14,3 Monaten zwischen 80,5 % und 88 % (Hessler 2006, Bartsch 2003). Dies liegt im Bereich der eigenen Nachuntersuchungsergebnisse.

Ein Vergleich mit Studien zu konventionellen Plattensystemen ist nur eingeschränkt möglich, da eine andere Ergebnisform verwandt wurde. In einer Studie von Lill erreichte

ein konventionelles Plattesystem im mittleren relativen Constant-Score bei 45,5 % ein „schlecht“ (Lill 1997). Hessmann, der einen größeren Anteil an Zweifragmentfrakturen einschloss, erzielte bei 13 % ein „schlecht“ (Hessmann 1999, Lill 1997). Trotz eingeschränkter Vergleichbarkeit mit weiteren Studien ist jedoch innerhalb dieser Studien eine deutliche Abhängigkeit des Outcomes von der Frakturschwere zu erkennen. Bei den winkelstabilen Nagelsystemen erzielte Blum mit dem PHN und Trapp mit dem T2-PHN nach zwölf Monaten einen durchschnittlichen relativen Constant-Score von 83,8 % bis 85,8 % (Blum 2009, Trapp 2008). Die Targon®-kurz-Gruppe erreichte in der eigenen Studie einen mittleren relativen Constant-Score von 84,6 % nach einem Jahr und liegt somit genau im Bereich der Ergebnisse von Blum und Trapp.

Die Ergebnisse des absoluten und relativen Constant-Score der eigenen Gruppen sind in die Ergebnisse anderer winkelstabiler Implantate gut einzuordnen. Vergleicht man die Ergebnisse der konventionellen Implantate, minimalosteosynthetischen Verfahren oder der konventionellen Therapie bei Drei- und Vierfragmentfrakturen mit denen der winkelstabilen Systeme, ist eine deutliche Überlegenheit der winkelstabilen Implantate zu erkennen.

Eine Übersicht der Ergebnisse der o.g. Studien, auch der eigenen zeigt Tabelle 20.

### **Neer-Score**

Zwischen der PHILOS®-Gruppe und der Targon®-kurz-Gruppe zeigten sich weder im Bereich der Untersuchungsergebnisse des mittleren absoluten Neer-Scores noch im Bereich der Untersuchungsergebnisse des mittleren relativen Neer-Scores signifikante Unterschiede.

In der Literatur fand der Neer-Score im Vergleich zum Constant-Score weniger Anwendung. Auch in der eigenen Studie wurde lediglich mit einem modifizierten Neer-Score gearbeitet, um die im Neer-Score geforderte Röntgenkontrolle bei jeder Untersuchung zu vermeiden. In der Tabelle 20 finden sich die u. g. Ergebnisse Ihren Studien zugeordnet.

Die Ergebnisse der PHILOS®-Gruppe nach zwölf und 24 Monaten entsprechen den Untersuchungsergebnissen des absoluten Neer-Scores anderer winkelstabiler Plattensysteme. Lungershausen, Brunner und Hessler erreichten mit winkelstabilen Plattenosteosynthesen nach ca. einem Jahr einen mittleren absoluten Neer-Score zwischen 71,8 und 76 Punkten (Lungershausen 2003, Hessler 2006, Brunner 2009). Das eigene Ergebnis der PHILOS®-Gruppe lag bei 70,9 Punkten nach zwölf Monaten.

In einer Studie von Linhart zu winkelstabilen Nagelosteosynthesen wurden nach 6 Monaten 91 Patienten, nach 12 Monaten 51 Patienten und nach 24 Monaten 31 Patienten nach Implantation eines kurzen Targon® PH nachuntersucht. Der mittlere relative Neer-Score lag nach sechs Monaten bei 78,1 % und nach 12 Monaten bei 84,7 %. Das Ergebnis nach 24 Monaten lag bei 83,5 % (Linhart 2007). Die eigene Targon®-kurz-Gruppe erreichte nach sechs Monaten 78,6 % und nach 12 Monaten 86,7 %. Nach 24 Monaten konnte eine weitere Besserung des Ergebnisses auf 94,5 % erreicht werden.

Vergleicht man nun die Ergebnisse des Neer-Scores der winkelstabilen Implantate mit denen der Alternativverfahren, so erreichte Wachtl, in einer Studie nach durchschnittlich 17 Monaten nach Frakturversorgung durch verschiedene Bohrdrähte einen absoluten Neer-Score von 74 Punkten (Wachtl 2000). Lungershausen untersuchte neben dem Kollektiv mit der winkelstabilen Königssee-Platte ein etwas kleineres Kollektiv von 32 Patienten, die mit einer konventionellen Platte oder K-Drähten versorgt wurden, hier lag der absolute Neer-Score bei 67,6 Punkten und der relative Neer-Score bei 69,3 % nach 12 Monaten (Lungershausen 2003). Der relative Neer-Score der eigenen Studiengruppen lag nach 12 Monaten zwischen 82,6 % und 86,7 % und somit höher als das Ergebnis von Lungershausen.

### 4.1.3 Subjektive Ergebnisse

#### ***Schmerzbeurteilung – Visuelle Analogskala (VAS)***

Betrachtet man die subjektiven Ergebnisse der visuellen Analogskala (VAS) zur Ermittlung der individuellen Schmerzwahrnehmung der beiden Gruppen, so zeigten sie sich nach drei Monaten mit durchschnittlich 2,7 Punkten in der PHILOS®-Gruppe und 2,8 Punkten in der Targon®-kurz-Gruppe nahezu identisch. Nach sechs Monaten lag der Mittelwert in der PHILOS®-Gruppe bei 2,2 Punkten und der der Targon®-kurz-Gruppe bei 2,0 Punkten. Die Ergebnisse nach einem und nach zwei Jahren zeigen ein Auseinanderweichen der Ergebnisse, jedoch ohne Signifikanz. So lag nach einem Jahr der mittlere Wert bei 2,0 Punkten in der PHILOS®-Gruppe und bei 0,9 Punkten in der Targon®-kurz-Gruppe. Nach zwei Jahren hatte die Targon®-kurz-Gruppe einen Wert von 0,5 Punkten erreicht und die PHILOS®-Gruppe einen Wert von 2,6 Punkten.

Ein Vergleich mit anderen Studien bereitete einige Schwierigkeiten, da zum einen verschiedene Skalen unter dem Sammelbegriff der visuellen Analogskala geführt werden.

Zum anderen werden sie in der meisten Literatur, wenn erwähnt, nur als ergänzendes Scoresystem aufgezählt.

Hirschmann und Hente erfassten in ihren Studien zur PHILOS®-Platte das Schmerzempfinden mit Hilfe der visuellen Analogskala. Die Werte von Hirschmann lagen bei 2,6 Punkten nach sechs und 2,2 Punkten nach zwölf Monaten bei einem Skalabereich von 0 bis 10. Hente verwendete den Skalenbereich von 0 bis 100 und erreichte 30 Punkte, was verglichen auf der eigens verwendeten Skala einem Wert von 3 entsprechen würde (Hente 2004, Hirschmann 2009).

Wachtl verwandte in der Studie zur minimalosteosynthetischen Versorgung auch eine Skala von 0 bis 100, wobei 100 den Minimalschmerz beschreibt und 0 den Maximalschmerz. Nach einem Jahr wurde ein Wert von 73 Punkten ermittelt (Wachtl 2000). Die Vergleichbarkeit mit der von uns verwendeten Analogskala von 0 bis 10 ist deutlich eingeschränkt und erfordert erst eine Umwandlung der Werte, auch ist zu berücksichtigen, dass in der von uns verwandten Skala die 0 „keinen Schmerz“ beschreibt.

Die Targon®-kurz-Gruppe zeigt in ihrem postoperativen Verlauf eine stetige Schmerzbesserung bis zum letzten Untersuchungszeitpunkt nach zwei Jahren. In der PHILOS®-Gruppe ist dieser Trend nicht deutlich erkennbar. Eine Signifikanz zwischen den Gruppen besteht jedoch nicht. Die Ergebnisse der PHILOS®-Gruppe zeigen unter Berücksichtigung der verschiedenen Wertebereiche ein etwa gleiches Niveau mit den Ergebnissen der Literatur.

#### ***„Disabilities of Arm, Shoulder and Hand“ – („DASH“-) Score***

Die Ergebnisse des „DASH“-Score lagen nach einem Jahr in der PHILOS®-Gruppe bei durchschnittlich 13,7 Punkten und in der Targon®-kurz-Gruppe bei 13,1 Punkten. Hier sind keine signifikanten Differenzen feststellbar.

Es finden sich leider nur vereinzelt vergleichbare Studien, die den „DASH“- Score im Bezug auf die Versorgung der proximalen Humerusfraktur angewendet haben.

In einem Review über 12 Studien, die insgesamt 514 Patienten einschlossen, fand sich für winkelstabile Plattenosteosynthesen ein durchschnittlicher „DASH“-Score von 27 Punkten (Sproul 2011). In einer anderen Studie lag der „DASH“ nach zwei Jahren bei 26,5 Punkten für winkelstabile Plattenosteosynthesen (Jones 2011).

Aus einer prospektiven internationalen Multicenterstudie mit dem PHN veröffentlichte Blum u. a. die Ergebnisse des „DASH“-Scores von 108 Patienten mit einer AO-Typ A-, B-

oder C-Fraktur. Ein Jahr nach der Operation lag der „DASH“-Score bei 9,3 im Mittel (Blum 2009).

Die durch die Fremdstudien aufgezeigte Differenz zwischen winkelstabilen Plattensystemen und winkelstabilen Nagelimplantaten konnte in dieser Studie nicht bestätigt werden.

#### **„Short Form 36 Health Survey“ (SF-36®)**

Die Ergebnisse des SF-36® der beiden Gruppen sind in Tabelle 12 dargestellt, die Ergebnisse der altersreferenzierten Normpopulation in Tabelle 13. Insgesamt ließen sich zwischen den Studiengruppen keine signifikanten Unterschiede feststellen. Im Bezug auf die Normpopulation waren besonders zum Zeitpunkt der ersten Untersuchungen in den Bereichen der „Körperlichen“ und „Emotionalen Rollenfunktion“ und in der Kategorie „Schmerz“ in der PHILOS®-Gruppe Negativabweichungen feststellbar. Diese lassen eine Einschränkung der Lebensqualität erkennen.

Eine vergleichbare Studie zur Anwendung des SF-36® in Bezug auf die Versorgung der proximalen Humerusfraktur findet sich nicht in der Literatur, so dass Ergebnisse im Bezug auf die Fraktur nicht verglichen werden können.

In einer Studie, in der die Lebensqualität nach operativer Versorgung von Wirbelkörperfrakturen des thorakolumbalen Übergangs untersucht wurde, ergab die Auswertung der Daten ebenfalls eine deutliche Beeinträchtigung der Dimensionen „Körperliche Rollenfunktion“, „Schmerz“ und „Emotionale Rollenfunktion“ (Briem 2003). Diese Ergebniskonstellation zeigt deutliche Parallelen zu den in dieser Studie erhobenen Ergebnissen des SF-36®.

#### **4.1.4 Komplikationen**

Die nach allen Verfahren, ob konservativ oder operativ, gefürchtete Komplikation ist die Humeruskopfnekrose. Daher sei sie hier nun exemplarisch im Vergleich der Gruppen dargestellt.

In der eigenen Studie sind in der Targon®-kurz-Gruppe mit einem Anteil von 8,7 % partielle Humeruskopfnekrosen zu beobachten, komplette Humeruskopfnekrosen traten nicht auf. In der PHILOS®-Gruppe zeigen sich in 8,8 % der Fälle eine totale und in 5,9 % eine partielle Humeruskopfnekrose.

Die einzelnen Vergleichsstudien präsentieren sehr unterschiedliche Humeruskopfnekroseraten. So lassen sich bei den winkelstabilen Plattensystemen zwischen 6 % und 10,7 % partielle Humeruskopfnekrosen beobachten (Voigt 2006,

Hirschmann 2009). Einige Autoren führten nur eine allgemeine Humeruskopfnekroserate an, die sich in einem Wertebereich von 2,2 % bis 16 % befand (Hessler 2006, Hente 2004).

Bei den konventionellen Platten zeigte sich eine partielle Nekrose in bis zu 18,2 % der Fälle und eine totale Nekrose in 3,1 % bis 6,1 % der Fälle (Hessmann 1999, Lill 1997).

Zu den winkelstabilen Nagelosteosynthesen leitete Mittlmeier eine Studie mit 221 Patienten, von denen 50 Patienten zu allen drei Nachuntersuchungsterminen nach drei, sechs und zwölf Monaten erschienen. Die Humeruskopfnekroserate lag bei 15,3 %, davon 8,5 % total und 6,8 % partiell (Mittlmeier 2003). 2007 veröffentlichten zwei weitere Autoren ihre Studienergebnisse. Die Humeruskopfnekroserate lag bei Gradl und Linhart um die 8 % (Gradl 2007, Linhart 2007). Verglichen mit unseren Ergebnissen für die Targon®-kurz-Gruppe zeigen sich nahezu identische Werte mit einer Nekroserate von 8,7 %.

Bei den minimalosteosynthetischen Verfahren waren teilweise enorm hohe Nekroseraten mit bis zu 35,3 % auffällig (Gerber 2004). Der Anteil an Drei- und Vierfragmentfrakturen war in dieser Studie sehr hoch.

Unter konservativer Therapie ermittelte Lill einen hohen Anteil an Humeruskopfnekrosen mit 21,6 %. Dabei waren 83,3 % der Vierfragment-, 16,6 % der Dreifragment- und 5,3 % der Zweifragmentfrakturen von Kopfnekrosen betroffen (Lill 2001).

Weitere Ergebnisse finden sich in der Tabelle 20.

Die Gefahr einer Humeruskopfnekrose ist zum einen abhängig von der Frakturschwere, zum anderen zeigen sich aber je nach Verfahren deutliche Unterschiede bezüglich der Versorgungsart. So erscheint die Nekroserate bei konservativer Therapie und minimalosteosynthetischer Versorgung deutlich höher als bei den konventionellen Plattensystemen und winkelstabilen Implantaten. Wird jedoch die geringere Frakturschwere in den Studien der konventionellen Implantate beachtet, so ist eine verminderte Kopfnekroserate nach Versorgung durch winkelstabile Implantate denkbar.

#### **4.1.5 Zusammenfassung der Ergebnisse**

Das winkelstabile Nagelsystem und das winkelstabile Plattensystem ergaben in den erhobenen Scores zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede. Vergleicht man die Ergebnisse unserer Studie zu winkelstabilen Systemen mit Studien aus der Literatur zu konventionellen Plattensystemen, minimalosteosynthetischen Verfahren und der

konservativen Therapie, so zeigt sich für den Constant- und den Neer-Score deutlich höhere Werte für die winkelstabilen Implantate.

Diese Beobachtung konnte auch für das Auftreten von Humeruskopfnekrosen gewonnen werden, so zeigt sich gerade in der Gruppe der Minimalosteosynthesen ein sehr hoher Anteil an Humeruskopfnekrosen. Hinsichtlich der Komplikationsraten konnten zwischen winkelstabilen Nagel- und Plattensystemen keine Unterschiede festgestellt werden. Insbesondere sind in Zusammenschau mit den Ergebnissen der Literatur keine erhöhten Kopfnekroseraten mit dem einen oder anderen System assoziiert.

In der nachfolgenden Tabelle (Tabelle 20) werden Studien aus der Literatur aufgeführt, die in der vorangegangenen Diskussion teilweise für einen Vergleich herangezogen wurden.

Tabelle 20. Eigene Ergebnisse im Literaturvergleich

Autor	Implantat	N	Alter	Monate Ø	Neer u. a.	Constant	Fragmente	Anteil HKH
Lill, 2001	konservativ	37	MW: 75	20		sehr gut 10% gut 13% befriedigend 7% schlecht 7%	19 x 2 Frag. 12 x 3 Frag. 6 x 4 Frag.	13,5% total 8,1% partiell
Zyto, 1998	konservativ	14	MW:66	120		59 ± 13 47 ± 8	9 x 3 Frag. 5 x 4 Frag.	14,3%
Zyto, 1997	konservativ	15	MW:74	50		65 ± 15	18 x 3 Frag. 2 x 4 Frag.	0%
Keser, 1994	konservativ	27	MW:51	25		abs 81	gering disloziert	k. A.
Gerber, 2004	verschiedene Minimalosteosynthesen	34	MW:45	63		abs 77 rel 81%	2 x 2 Frag. 16 x 3 Frag. 16 x 4 Frag.	35,3%
Wachtl,2000	verschiedene Bohrdrähte	53	MW:52	17	abs 74 VAS 73 (0-100)	abs 72 abs 55 abs 53	26 x 2 Frag. 12 x 3 Frag. 15 x 4 Frag.	
Resch, 1997	Bohrdraht, Schrauben	27	MW:54	24		abs 85,4 abs 82,5	9 x 3 Frag. 18 x 4 Frag.	3,7% 11%
Lungerhausen, 2003	K-Drähte, konventionelle Platten	32		12	abs 67,6 rel 69,3			
Bäthis, 2001	T-Platte	32	MW:51,5	50		abs 70,3 rel 78%	10 x 2 Frag. 17 x 3 Frag. 5 x 4 Frag.	15,6%
Hessmann, 1999	T-Platte	98	keine Angabe	34	sehr gut/gut 59% schlecht 17%	sehr gut/gut 69% unbefriedigend 18% schlecht 13%	50 x 2 Frag. 37 x 3 Frag. 6 x 4 Frag.	3,1% total 1% partiell
Lill, 1997	T-Platte	33	k. A.	22		sehr gut 18,2% gut 24,2% befriedigend 12,1% schecht 45,5%	6 x 2 Frag. 15 x 3 Frag. 7 x 4 Frag. 5 x luxiert	6,1% total 18,2% partiell
Hessler, 2006	Königsee-Platte	46	MW: 68,8	11	abs 73 23 abs 76	abs 54 rel 88% abs 57 rel 89%	12 x 2 Frag. 25 x 3 Frag. 9 x 4 Frag.	2,2%
Lungershausen, 2003	Königsee-Platte	51	MW:66,3	12	abs 71,8 rel 73,6		8 x 2 Frag. 8 x 3 Frag. 3 x 4 Frag.	
Bartsch, 2003	Königsee- Platte	45	MW: 69,7	14,3		abs 71,1 rel 80,5%	12 x 2 Frag. 26 x 3 Frag. 7 x 4 Frag.	6,6% partiell
Brunner, 2009	PHILOS®	158		12	abs 76 DASH 16	abs 72 rel 87%		8%
Hirschmann, 2009	PHILOS®	28	MW: 78 ± 5	6	VAS 2,6 (0-10) 12 VAS 2,2 (0-10) DASH 18,8	abs 61,2 ± 18,0 rel 77,7 ± 19,5 abs 65,8 ± 18,4 rel 81,8 ± 20,0	3 x 2 Frag. 13 x 3 Frag. 12 x 4 Fr.	10,7% partiell
Koukakis,2006	PHILOS®	20	MW: 61,5	16,5		rel 76,1%	5 x 2 Frag. 11 x 3 Frag. 4 x 4 Frag.	5%
Björkenheim, 2004	PHILOS®	72	MW: 67	3		abs 57 abs 72 abs 77	38 x 2 Frag. 22 x 3 Frag. 12 x 4 Frag.	4,2%
Hente, 2004	PHILOS®	35	MW: 60,7	18,5	VAS 30 (0-100)	abs 72 ± 20 rel 76 ± 20%	23 x 3 Frag. 12 x 4 Frag.	16%
Voigt, 2006	LPHP	50	median: 65	12		median 86,5	7 x 2 Frag. 36 x 3 Frag. 7 x 4 Frag.	4% total 6% partiell
Lill, 2004	LPHP	29	median: 63	3		abs 74 ± 13	13 x 2 Frag. 17 x 3 Frag. 4 x 4 Frag.	
Gradi, 2009	LPHP	76	matched pairs MW:63	3 6 12		rel 55 ± 19% rel 69 ± 19% rel 77 ± 19%	26 x 2 Frag. 30 x 3 Frag. 20 x 4 Frag.	3%
	Targon® PH	76		3 6 12		rel 62 ± 22% rel 73 ± 21% rel 80 ± 19%	26 x 2 Frag. 30 x 3 Frag. 20 x 4 Frag.	5%

Autor	Implantat	N	Alter	Monate Ø	Neer u. a.	Constant	Fragmente	Anteil HKN
Mathews, 2007	Targon® PH	99	MW:74,9	mind.7		abs 60 ± 16,8 rel 84 ± 15,5%	33 x 2 Frag. 49 x 3 Frag. 17 x 4 Frag.	k. A.
Gradl, 2007	Targon® PH	74	MW: 67,2	3 6 12		abs 42,1 ± 15,1 abs 56,1 ± 20,1 abs 70,9 ± 19,3 rel 76,7 ± 20,4%	17 x 2 Frag. 35 x 3 Frag. 14 x 4 Frag.	8%
Linhart, 2007	Targon® PH	97		6 12 24		abs 59,5 ± 18,2 rel 78,1 ± 22,8% abs 71,2 ± 16,1 rel 84,7 ± 14,1% abs 68,2 ± 19,7 rel 83,5 ± 16,3%	26 x 2 Frag. 64 x 3 Frag. 7 x 4 Frag.	1,9% total 5,8%partiell
Mittlmeier, 2003	Targon® PH	50	MW: 68,8	3 6 12		abs 59,9 ± 18,2 rel 67,7 ± 19,2% abs 72,0 ± 17,2 rel 78,7 ± 16,7% abs 78,8 ± 16,6 rel 85,7 ± 15,9%	16 x 2-Frag 26 x 3 Frag. 8 x 4 Frag.	8,5% total 6,8% partiell
Blum, 2009	PHN	108	MW: 66	12	DASH 9,3	abs 75,3 rel 83,8%	72 x A-Typ 67 x B-Typ 12 x C-Typ	3%
Iacobellis, 2009	PHN	80	MW:73	30		abs 79	75 x 2 Frag. 5 x 3 Frag.	0%
Sosef, 2009	T2-PHN	20	MW:78	19		abs 62	7 x 2 Frag. 10 x 3 Frag. 3 x 4 Frag.	0%
Trapp, 2008	T2-PHN	34	MW:65	12		abs 73,7 ± 15,6 rel 85,8 ± 15%	20 x 3 Frag. 14 x 4 Frag.	14,7%
Eigene Studie, 2010	Targon® PH	23	MW:62,4	3 6 12 24		abs 62,6 ± 14,9 rel 73,1 ± 17,1% abs 65,9 ± 15,9 rel 78,6 ± 18,1% abs 74,3 ± 12,2 rel 86,7 ± 13% abs 82 ± 6,6 rel 94,5 ± 6,7%	2 x 2 Frag. 18 x 3 Frag. 4 x 4 Frag.	8,7% partiell
	PHILOS®	34	MW:60,4	3 6 12 24		abs 58,6 ± 17,8 rel 66,7 ± 20,1% abs 71,3 ± 16,4 rel 81 ± 17% abs 70,9 ± 14,7 rel 82,6 ± 15,4% abs 72 ± 11,1 rel 81,5 ± 11,4%	24 x 3 Frag. 10 x 4 Frag.	5,9% total 8,8% partiell

## 4.2 Langer Targon® PH – Diskussion der Ergebnisse im Literaturvergleich

Der Targon® PH mit einer Länge von 220 mm oder 250 mm wurde in dieser Studie bei Patienten mit kombinierten Humeruskopf-/ Schaftfrakturen angewendet. Dies waren zum einen proximale Humerusfrakturen, deren Bruchspalte bis in den Schaft einstrahlten, und zum anderen Kombinationen von Humeruskopf- und Schaftfrakturen. Durch die Frakturkombination zeigt sich eine deutlich erhöhte Frakturinstabilität (Blum 2009). Liegt der Anteil der proximalen Humerusfraktur bei 4-5 %, so ist das Auftreten einer kombinierten Fraktur um ein Vielfaches geringer. Dies zeigte sich auch bei der Literatursuche. Es fanden sich nur zwei Autoren, die über die kombinierte Fraktur des Humerus und die Anwendung winkelstabiler Implantate berichteten.

Betrachtet man den durchschnittlichen absoluten Constant-Score des langen Targon® PH von  $63,7 \pm 17,9$  Punkten und den relativen Constant-Score von  $75,5 \pm 20,5$  % nach einem Jahr, so sind die funktionellen Ergebnisse besser als bei den Vergleichsstudien zur proximalen Humerusfraktur in der Literatur.

Blum präsentierte 2009 eine Studie mit 72 Patienten, denen ein unaufgebohrter Humerusnagel (UHN, Synthes®) bei kombinierter Humerusfraktur implantiert wurde. Im Gegensatz zu dem Patientenkollektiv der eigenen Studie umfasste seines auch pathologische und vorbehandelte Frakturen. Der Constant-Score aus der Studie von Blum belief sich im Mittel als absoluter Wert auf 71,2 Punkte und als relativer Wert auf 80,5 %. Als Komplikationen berichtete er unter anderem über eine Humeruskopfnekrose, dreimaliger Perforation der Gelenkfläche durch die Klinge und viermal über einen Überstand der Nagelbasis, die bei den Patienten Schmerzen verursachte. Die beiden letztgenannten Komplikationen führten zu einer Metallentfernung (Blum 2009).

Eine Humeruskopfnekrose fand sich nicht in unserem Kollektiv. In 2 Fällen (11,8 %) zeigte sich eine Schraubendislokation, die zu einer Teilmetallentfernung führte. In weiteren zwei Fällen bestand eine primäre Radialisparese, die mit unterdurchschnittlichen Untersuchungsergebnissen assoziiert werden konnte.

Suckel stellte 2007 zwei Fälle vor, zum einen eine Humerusschaftfraktur, die in den Oberarmkopf zog und konservativ anbehandelt wurde, und zum anderen eine drei Monate alte Humerusschaftfraktur, die durch einen retrograden Marknagel versorgt wurde, bei der aber eine bis ins Tuberculum majus ziehende Frakturlinie übersehen

wurde. Daraufhin wurde das ursprüngliche Implantat nach sekundärer Lockerung entfernt und der Arm wurde ruhig gestellt (Suckel 2007).

Beide Patienten wurden anschließend mit einer langen PHILOS®-Platte über den Deltoid-Split-Zugang versorgt. Nach einem Jahr bestanden keine Schmerzen und die Patienten waren mit dem Behandlungsergebnis zufrieden. Eine Metallentfernung war nicht notwendig. Der Einsatz winkelstabiler PHILOS®-Platten bei komplexen meta- und diaphysären Frakturen in den proximalen Zweidritteln des Humerus wurde empfohlen (Suckel 2007).

### 4.3 Methodenkritik

Bei dieser Studie gibt es einige Kritikpunkte, die im Weiteren dargestellt werden.

So ließen sich im vorgegebenen Zeitraum aufgrund der strengen Einschlusskriterien nur kleine Kollektive rekrutieren. In der PHILOS®- und Targon®-kurz-Gruppe kamen nur 57,9 % - 63,2 % der teilnehmenden Patienten zu den ersten drei Nachuntersuchungen. In der Targon®-lang-Gruppe lag die Nachuntersuchungsrate nach drei und sechs Monaten nur um die 30 %. Zur Einjahresuntersuchung wurde eine Rate von ca. 60 % erreicht. Trotz des Versuchs der schriftlichen und telefonischen Kontaktaufnahme konnte ein Kontakt nicht immer erfolgreich hergestellt werden. Dies ist wohl zum einen auf eine persönliche, bzw. berufliche Veränderung der Patienten zurückzuführen, zum anderen im Wesentlichen auf das Alter der untersuchten Kollektive. Um die Untersuchungsraten zu erhöhen wurden einige Patienten, die aus unterschiedlichen Gründen nicht den Weg zur Nachuntersuchung leisten konnten, in deren häuslicher Umgebung nachuntersucht.

Ein weiterer Kritikpunkt am Vergleich zwischen der PHILOS®-Platte und dem kurzen Targon® PH ist die Wahl des Randomisierungsverfahrens der Patienten. Die Randomisierung erfolgte über die Präferenz des Operateurs. Auf der anderen Seite wurden dadurch Einflüsse auf das Operationsergebnis durch mangelnde Erfahrung des Operateurs im Umgang mit dem nicht präferierten Implantat reduziert.

Der Vergleich unserer Ergebnisse mit denen anderer Studien war nur in eingeschränktem Maße möglich. Die Studienkollektive beruhen auf unterschiedliche Ein- und Ausschlusskriterien und Studiendesigns. Insbesondere die häufig heterogene Verteilung der Frakturcharaktere war ein limitierender Faktor. In jüngeren Studien versuchten einige Autoren durch eine Aufteilung nach Fragmentanzahl eine bessere Vergleichbarkeit zu erlangen (Mathews 2007, Mittlmeier 2003, Lill 2004). Dies war aufgrund der kleinen Patientenkollektive in dieser Studie leider nicht möglich.

Bei einer unterschiedlichen Präsentation der Scoreergebnisse war nicht jeder Score zu jedem Zeitpunkt miteinander vergleichbar. Sehr gut vergleichbar war der Constant-Score. Bis auf einige wenige Autoren wurde dieser Score als relativer oder absoluter Mittelwert angegeben. In älteren Studien finden sich oft noch Bewertungskategorien in Form von Schulnoten, deren verwendeter Punktebereich jedoch nicht angegeben wurde.

Der Neer-Score, der in dieser Studie verwendet wurde, ist nur eingeschränkt vergleichbar. Ein Grund ist unter anderem auch die Modifizierung des Neer-Scores. Dabei wurde der

anatomische Teil nicht erhoben, um den Patienten nicht bei jeder Nachuntersuchung einer erneuten Strahlenbelastung auszusetzen.

Die visuelle Analogskala zur Ermittlung der Schmerzempfindung lag bei einigen Autoren in einem anderen Wertebereich, der sich aber gut umrechnen ließ.

Blickt man in die verschiedene Literatur, so findet man nur selten neben dem Constant-Murley-Score weitere Tests. Vereinzelt fanden sich Ergebnisse des Neer-Scores, des DASH-Fragebogen und der visuellen Analogskala. Trotz intensiver Literatursuche gelang es nicht für den SF-36® einen Literaturvergleich zu finden.

#### **4.4 Schlussfolgerung**

Die extramedulläre winkelstabile Platte und der intramedulläre winkelstabile Nagel sind zwei gleichwertige Implantate in der Versorgung von proximalen Humerusfrakturen insbesondere mit drei und vier Fragmenten. Durch die winkelstabile Fixierung im Humeruskopf zeigen die Implantate eine gute Stabilität im osteoporotischen Knochen. Beide Implantate führen kurz- und mittelfristig zu guten bis befriedigenden funktionellen Ergebnissen. Zudem ist mittelfristig mit beiden Implantaten eine subjektive Lebensqualität zu erreichen, die der altersreferenzierten Normpopulation entspricht.

Der lange winkelstabile intramedulläre Nagel zeigt auch bei Kombinationsfrakturen langfristig ein gutes bis befriedigendes Ergebnis. Bei den kombinierten Humerusfrakturen, die mit dem langen Targon® PH behandelt wurden, bestätigte sich die Eignung dieses Implantats für diese Frakturtypen.

## 5 Zusammenfassung

74 Patienten, die von März 2005 bis Februar 2009 aufgrund einer proximalen Humerusfraktur mit einem Targon® PH oder einer PHILOS®-Platte operativ versorgt wurden, wurden in eine prospektive Studie an der Klinik für Unfall- und Handchirurgie des Universitätsklinikums Düsseldorf eingeschlossen. Dieses Studienkollektiv wurde in 3 Gruppen unterteilt: eine PHILOS®-Gruppe mit 34 Patienten, eine Targon®-kurz-Gruppe mit 23 Patienten und eine Targon®-lang-Gruppe mit 17 Patienten. Nach drei, sechs, zwölf und 24 Monaten fanden Nachuntersuchungen statt. Zu jedem Untersuchungszeitpunkt wurden als objektive Werte ein modifizierter Neer-Score und Constant-Murley-Score und als subjektive Werte der DASH-Fragebogen, das Schmerzempfinden mit Hilfe der VAS, individuelle Schulnote und der SF-36®-Score erhoben.

Die Geschlechterverteilung lag in allen drei Gruppen bei Frauen : Männern von ca. 2:1. Das durchschnittliche Alter betrug in der PHILOS®-Gruppe  $60,4 \pm 14,8$  Jahre, in der Targon®-kurz-Gruppe  $62,4 \pm 13,7$  und in der Targon®-lang-Gruppe  $65,6 \pm 12,9$  Jahre. In den beiden Vergleichsgruppen lag der Anteil der Dreifragmentfrakturen in der PHILOS®-Gruppe bei 70,6 % und der kurzen Targon®-kurz-Gruppe bei 78,3 %, Vierfragmentfrakturen hatten einen Anteil von 29,4 % in der Plattengruppe und 17,4 % in der Nagelgruppe. Nur in der Targon®-kurz-Gruppe waren 8,7 % Zweifragmentfrakturen. Die Frakturen der Targon®-lang-Gruppe waren komplexe Humeruskopf- und Schaftfrakturen.

Beide Gruppen zeigten nach einem Jahr gute Ergebnisse ohne signifikante Unterschiede in allen klinisch funktionellen und subjektiven Scores. In der Targon®-lang-Gruppe waren nach einem Jahr ebenfalls gute bis befriedigende Ergebnisse für die verwendeten Scores nachweisbar.

Das Auftreten von Komplikationen in der PHILOS®- und der Targon®-kurz-Gruppe erbrachte keine benennenswerten Unterschiede. In der Plattengruppe lag die Nekroserate bei 14,7 % und in der Nagelgruppe bei 8,7 %. Bei der Platte trat in fünf Fällen (14,7 %) eine Schraubendislokation auf, in der kurzen und der langen Nagelgruppe trat diese Komplikation zweimal (8,7 % und 11,8 %) auf. Zusätzlich wurde in der PHILOS®-Gruppe ein subacromiales Impingement in 5,9 % der Fälle und ein der Targon®-lang-Gruppe eine Radialisparese in 11,8 % der Fälle beobachtet.

Der Targon® PH mit der Länge von 150 mm und die PHILOS®-Platte erwiesen sich als gute Therapieoptionen bei der Versorgung von Zwei- bis Vierfragmentfrakturen. Beide Implantate können für die Versorgung von Humeruskopffrakturen empfohlen werden.

Targon® PH zeigte bei der Versorgung der Kombinationsfrakturen des Humeruskopfs und -schafts befriedigende klinisch-funktionelle und gute subjektive Ergebnisse. Der lange Targon® PH kann somit für die Versorgung der kombinierten Humerusfraktur empfohlen werden.

## 6 Literaturverzeichnis

Bahrs C, Oehm J, Rolauffs B, Eingartner C, Weise K, Dietz K, Helwig P (2007) Die T-Plattenosteosynthese - ein überholtes Osteosyntheseverfahren für proximale Humerusfrakturen? Mittelfristige klinisch-radiologische Ergebnisse. Z Orthop Unfallchir 145(2): 186-194

Bartsch S, Echemeyer V (2003) Osteosyntheseverfahren bei dislozierten proximalen Humerusfrakturen. Trauma Berufskrankh 5 (Suppl.1): 1-10

Bäthis H, Tingart M, Bouillon B, Tilling Th (2001) Die operative Therapie der proximalen Humerusfraktur. Ist die T-Platte noch ein zeitgemäßes Osteosyntheseverfahren? Zentralbl Chir 126/3: 211-216

Bengnér U, Johnell O, Redlund-Johnell I (1988) Changes in the incidence of fracture of the upper end of the humerus during a 30-year period: a study of 2125 fractures. Clin Orthop Rel Res 231: 179-182

Bernstein J, Adler LM, Blank J, Dalsey R, Williams G, Ianotti J (1996) Evaluation of the Neer System of Classification of proximal humeral fractures with computerized tomographic scans and plain radiographs.

J Bone Joint Surg Am 78: 1371-1375

Björkenheim J, Pajarinen J, Savolainen V (2004) Internal fixation of proximal humeral fractures with a locking compression plate. Acta Orthop Scand 75: 741-745

Blum J, Hansen M, Rommens P (2009) Die winkelstabile Marknagelung bei Frakturen am proximalen Humerus mit dem PHN. Oper Orthop Traumatol 21: 296-311

Blum J, Hansen M, Hessmann H, Rommens PM (2009) Die kombinierte Humerusschaft- und proximale Gelenkfraktur. Welche Möglichkeiten bietet die intramedulläre Nagelung? Obere Extremität 4:7-15

Boehm TD, Müller T, Rehwald C, Gohlke F, Barthel T, Eulert J (et al. (1997) Age and sex related Constant-Murley-Score. J Shoulder Elbow Surg 6/2: 194

Brooks C, Revell W, Heatley F (1993) Vascularity of the humeral head after proximal humeral fractures – an anatomical cadaver study. *J Bone Joint Surg (Br)* 75-B: 132-136

Brorson S, Bagger J, Sylvest A, Hróbjartsson A (2002) Low agreement among 24 doctors using the Neer-classification; only moderate agreement on displacement, even between specialists. *International Orthopaedics* 26: 271-273

Broos P, Sermon A (2004) From unstable internal fixation to biological osteosynthesis. A historical overview of operative fracture treatment. *Acta Chir Belg* 104: 396-400

Brunner F, Sommer C, Bahrs C, Heuwinkel, R, Hafner C, Rillmann P, Kohut G, Ekelund A, Muller M, Audigé L, Babst R (2009) Open Reduction and Internal Fixation of Proximal Humerus Fractures Using a Proximal Humeral Locked Plate: A Prospective Multicenter Analysis. *J of Orthop Trauma* 23/3: 163-172

Bullinger, M., Kirchberger, I., Ware, J. (1995). Der deutsche SF-36 Health Survey, Übersetzung und psychometrische Testung eines krankheitsübergreifenden Instrumentes zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. *Zeitschrift für Gesundheitswissenschaften*, 1, 21-36

Bullinger, M, Kirchberger I (1998) SF-36 – Fragebogen zum Gesundheitszustand. Göttingen: Hogrefe Verlag

Chu S, Kelsey J, Keegan T, Sternfeld B, Prill M, Quesenberry C, Sidney S (2004) Risk factors for proximal humerus fracture. *Am J Epidemiol* 160: 360-367

Codman E, *The shoulder*.1934, Boston

Constant C, Murley A (1987) A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Rel Res* 214: 160-164

Court-Brown C, Garg A, Mc Queen M (2001) The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand* 72 (4): 365-371

Damanakis K, Schaal O, Mann J, Müller K (1996) Ein modifiziertes Behandlungskonzept bei Humerusfrakturen des älteren Menschen. *Unfallchirurg* 99/8:561-568

Fjalestad T, Stromsoe K, Blücher J, Tennoe B (2005) Fractures in the proximal humerus: functional outcome and evaluation of 70 patients treated in hospital. *Arch Orthop Trauma Surg* 125: 310-316

Gerber C, Schneeberger A, Vinh T (1990) The arterial vascularization of the humeral head. *J Bone Joint Surg Am* 72/10: 1486-1494

Gerber C, Werner C, Vienne P (2004) Internal fixation of complex fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 86/6: 848-855

Gratl G, Dietze A, Kääh M, Hopfenmüller W, Mittlmeier T (2009) Is locking nailing of humeral head fractures superior to locking plate fixation? *Clin Orthop Relat Res* 467: 2986-2993

Gratl G, Dietze A, Arndt D, Beck M, Gierer P, Börsch T, Mittlmeier T (2007) Angular and sliding stable antegrade nailing (Targon® PH) for the treatment of proximal humeral fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 127: 937-944

Gray J (1918) *The anatomy of the human body*. Philadelphia: Lea & Febiger

Habermeyer P (1997) Die Humeruskopffraktur. *Der Unfallchirurg* 100: 820-837

Hente R, Kampshoff J, Kinner B, Fürchtmeier B, Nerlich M (2004) Die Versorgung dislozierter 3- und 4-Fragmentfrakturen des proximalen Humerus mit einem winkelstabilen Plattenfixateur. *Unfallchirurg* 107:769-782

Hessler C, Schmucker U, Matthes G, Ekkernkamp A, Gütschow R, Eggers C (2006) Ergebnisse nach Versorgung instabiler proximaler Humerusfrakturen mittels winkelstabiler Platte. *Unfallchirurg* 109: 867-874

Hessmann M, Baumgaertel F, Gehling H, Klingelhoefter I, Gotzen L (1999) Plate fixation of proximal humeral fractures with indirect reduction: surgical technique and results utilizing three shoulder scores. *Injury, Int J Care Injured* 30: 453-462

Hirschmann M, Amsler F, Gross T (2009) Die Versorgung proximaler Humerusfrakturen mit winkelstabiler Plattenosteosynthese (PHILOS®) beim älteren Menschen. *Ober Extremität* 4: 229-239

Horak J, Nilsson B (1975) Epidemiology of the upper end of the humerus. *Clin Orthop Rel Res* 112: 250-253

Hudak P.L., Amadio P.C., Bombardier C. (1996) Development of an upper extremity outcome measure: The DASH (disabilities of arm, shoulder and hand). The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med* 29: 602

Iacobellis C, Serafini D, Aldegheri R (2009) PHN for treatment of proximal humeral fractures: evaluation of 80 cases. *Musculoskelet Surg* 93: 47-56

Itamura J, Dietrick T, Roidis N, Shean C, Chen F, Tibone J (2002) Analysis of the bicipital groove as a landmark for humeral head replacement. *J Shoulder Elbow Surg* 11: 322-326

Jaberg H, Warner J, Jakob R (1992) Percutaneous stabilization of unstable fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg (Am)* 74:508-515

Jones C, Sietsema D, Williams DK (2011) Locked plating of proximal fractures: Is function affected by age, time and fracture patterns? *Clin Orthop Rel Res Epub* 21. Juni 2011

Kannus P, Palvanen M, Niemi S, Parkkari J, Järvinen M, Vuori I (1996) Increasing number and incidence of osteoporotic fractures of the proximal humerus in elderly people. *Bmj* 313/7064: 1051-1052

Kannus P, Palvanen M, Niemi S, Parkkari J, Järvinen M, Vuori I (2000) Osteoporotic fractures of the proximal humerus in elderly Finnish persons: Sharp increase in 1970-1998 and alarming projections for the new millennium. *Acta Orthop Scand* 71:5 465-470

Keser S, Bölükbasi S, Bayar A, Kanath U, Meray J, Özdemir H (2004) Proximal humeral fractures with minimal displacement treated conservatively. *Int Orthop* 28/4: 231-234

Koukakis A, Apostolou C, Taneja T, Korres D, Amini A (2006) Fixation of proximal humerus fractures using the PHILOS® plate. *Clin Orthop Rel Res* 442: 115-120

Koval K, Sanders R, Zuckerman J, Helfet D, Kummer F, DiPasquale T (1993) Modified-tension band wiring of the humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 2: 85-92

Kristiansen B, Andersen U, Olsen C, Varmarken J (1988) The Neer Classification of fractures of the proximal humerus. *Skeletal Radiol* 17: 420-422

Kristiansen B, Barfod G, Bredesen J, Erin-madsen J, Grum B, Horsnaes M, Aalberg J (1987) Epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand* 58: 75-77

Kristiansen B, Angermann P, Larsen TK (1989) Functional results following fractures of the proximal humerus. A controlled clinical study comparing two periods of immobilization. *Arch Orthop Traum Surg* 108/6:339-341

Laing PG (1956) The arterial supply of the adult humerus. *J Bone Joint Surg Am* 38:1105-1116

Leyshon RL (1984) Closed treatment of fractures of the proximal Humerus. *Acta Orthop Scand* 55/1: 48-51

Lill H, Hepp P, Rose C, König K, Josten C (2004) Die winkelstabile Plattenosteosynthese (LPHP) proximaler Humerusfrakturen über den kleinen anterolateralen Delta-Splitting-Zugang - Technik und erste Ergebnisse. *Zentralbl Chir* 129: 43-48

Lill H, Hepp P, Gowin W, Oestmann W, Korner J, Haas N, Josten C, Duda GN (2002) Alters- und geschlechtsabhängige Knochenmineraldichteverteilung und mechanische Eigenschaften des proximalen Humerus. *Fortschr Röntgenstr* 174: 1544-1550

Lill H, Josten C (2000) Proximale und distale Humerusfrakturen im hohen Alter. *Orthopäde* 29: 327-341

Lill H, Josten C (2001) Konservative oder operative Versorgung der Humeruskopffraktur beim alten Menschen? *Chirurg* 72: 1224-1234

Lind T, Kroner K, Jensen J (1989) The epidemiology of fractures of the proximal humerus. *Arch Orthop Trauma Surg* 108: 285-287

Linhart W, Ueblacker P, Groterlinden L, Kschowak P, Briem D, Janssen A, Hassunizadeh B, Schinke M, Windolf J, Rueger JM (2007) Antegrade nailing of humeral head fractures with captured interlocking screws. *J Orthop Trauma* 21: 285-294

Lungershausen W, Bach O, Lorenz C (2003) Humeruskopffrakturen - winkelstabile Plattenosteosynthese. *Zentralbl Chir* 128/1: 28-33

Marquass B, Hepp P, Voigt C (2006) Grundlagen In: Lill H, Herausgeber *Die proximale Humerusfraktur*. Thieme, Stuttgart: 1-13

Mathews J, Lobenhoffer P (2007) Osteosynthese instabiler proximaler Humerusfrakturen mit dem Targon®-PH-Nagel. *Oper Orthop Traumatol* 19: 255-275

Mills HJ, Horne G (1985) Fractures of the proximal humerus in adults. *J Trauma* 25: 801-805

Minne HW, Pfeifer M, Begerow B, Pollähne W (2002) Osteoporose. *Der Internist* 43: 1430-1452

Mittlmeier T, Stedtfeld H, Ewert A, Beck M, Frosch B, Gradl G (2003) Stabilization of proximal humeral fractures with an angular and sliding stable antegrade locking nail (Targon® PH). *J Bone Joint Surg Am.* 85: 136-146

Neer CS (1970) Displaced proximal humeral fractures: I Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg* 52-A: 1077-1089

Neer CS (1970) Displaced proximal humeral fractures: II Treatment of three- and four part displacement. *J Bone Joint Surg* 52-A: 1090-1103

Rasmussen S, Hvass I, Dalsgaard J, Christensen B, Holstad E (1992) Displaced proximal humeral fractures: results of conservative treatment. *Injury* 23: 41-43

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* 79/2: 295-300

Resch H (2003) Die Humeruskopffraktur. *Unfallchirurg* 106: 602-617

Schiebler T, Schmidt W et al. (1999) Leitungsbahnen im Schulter-Armbereich. In Schiebeler T, Schmidt W, Herausgeber. *Anatomie* 8. Auflage. Springer, Heidelberg: 302-305

Sidor ML, Zuckerman J, Lyon T, Koval K, Cuomo F, Schoenberg N (1993) The Neer-classification system for proximal humeral fractures. An assessment of interobserver reliability and intraobserver reproducibility. *J Bone Joint Surg Am* 75/12: 1745-1750

Sosef N, van Leerdam R, Ott P, Meylaerts S, Rhemrev S (2010) Minimal invasive fixation of the proximal humeral fractures with an intramedullary nail: good results in elderly patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 130: 605-611

Sproul RC, Iyengar JJ, Devcic Z, Feeley BT (2011) A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures. *Injury* 42: 408-413

Stahlenbrecher A, Eggers C (2001) Instabile subkapitale Oberarmfrakturen. *Trauma Berufskrankh* 3 (Suppl.4): 540-543

Strohm P, Köstler W, Südkamp NP (2008) Proximale Humerusfrakturen – Was sollen wir tun? *Z Orthop Unfall* 146: 312-317

Strohm P, Südkamp NP (2006) Grundprinzipien und Ansprüche an winkelstabile Plattenosteosynthesen am Beispiel der LPHP und der PHILOS®-Platte. Lill H, Herausgeber *Die proximale Humerusfraktur*. Thieme, Stuttgart: 96

Suckel A (2007) Minimal-invasive winkelstabile Plattenosteosynthese bei komplexer Humerusfraktur. *Unfallchirurg* 110: 707-710

Szyskowitz R, Schippinger G (1999) Die Frakturen des proximalen Humerus. Unfallchirurg 102: 422-428

Tingart M, Bächli H, Lefering R, Bouillon B, Tiling T (2001) Constant-Score und Neer-Score: Ein Vergleich von Scoreergebnis und subjektiver Patientenzufriedenheit. Unfallchirurg 104: 1048-1054

Tingart M, Bächli H, Bouillon B, Tiling T (2001) Die dislozierte proximale Humerusfraktur: Gibt es Therapiekonzepte? Chirurg 72: 1284-1291

Trapp O, Bühren V. (2008) Winkelstabile Marknagelosteosynthese für proximale Humerusfrakturen. Trauma Berufskrankh 10 (Suppl.1): 32-38

Voigt C, Lill H (2007) Primäre Endoprothetik bei proximalen Humerusfrakturen. Orthopäde 36: 1002-1012

Voigt C, Lill H (2007) Versorgung proximaler Humerusfrakturen. Trauma Berufskrankh 9 (Suppl.1): S43-S47

Voigt C, Woltmann A, Partenheimer A, Lill H (2006) Komplikationsmanagement nach winkelstabiler Plattenosteosynthese am proximalen Humerus. Chirurg 78: 40-46

Wachtl SW, Marti CB, Hoogewoud HM, Jakob RP, Gautier E (2000) Treatment of proximal humerus fracture using multiple intramedullary flexible nails. Arch Orthop Trauma Surg 120:171-175

Zyto K (1998) Non-operative treatment of comminuted fractures of the proximal Humerus in elderly patients. Injury 29/5: 349-352

Zyto K, Ahrengart L, Sperber A, Törnkvist H (1997) Treatment of displaced proximal humeral fractures in elderly patients. J Bone Joint Surg Br 79/3: 412-417

## 7 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1 Muskelzüge nach Codman [Habermeier P (1997) Die Humeruskopffraktur. Der Unfallchirurg 100: 820-837]
- Abbildung 2 Blutversorgung des Oberarms [Gray J (1918) *The anatomy of the human body*. Philadelphia: Lea & Febiger]
- Abbildung 3 Klassifikation nach Neer [Habermeier P (1997) Die Humeruskopffraktur. Der Unfallchirurg 100: 820-837]
- Abbildung 4 links: kurzer Targon® PH (150 mm), 1 Jahr postoperativ;  
rechts: langer Targon® PH (250 mm), 6 Monate postoperativ (Fotographien von Röntgenaufnahmen des Studienpatientenkollektivs)
- Abbildung 5 PHILOS®-Platte nach proximaler Humerusfraktur rechtsseitig, 1 Jahr postoperativ (Fotographien von Röntgenaufnahmen des Studienpatientenkollektivs)
- Abbildung 6 Fragebogen zum Constant-Score [Constant C, Murley A (1987) A clinical method of functional assessment of the shoulder. Clin Orthop Rel Res 214: 160-164]
- Abbildung 7 Fragebogen zum modifizierten Neer-Score [Kristiansen B, Andersen U, Olsen C, Varmarken J (1988) The Neer Classification of fractures of the proximal humerus. Skeletal Radiol 17: 420-422]
- Abbildung 8 Fragebogen zum DASH-Score Teil 1
- Abbildung 9 Fragebogen zum DASH-Score Teil 2
- Abbildung 10 Altersverteilung in den Patientengruppen
- Abbildung 11 Verteilung der Frakturklassifikation nach Neer in den Gruppen
- Abbildung 12 Verteilung der AO-Klassifikation in den Gruppen
- Abbildung 13 Schnitt-Naht-Zeiten für beide Gruppen
- Abbildung 14 Anzahl der physiotherapeutischen Anwendungen in Abhängigkeit von der Gruppenzugehörigkeit
- Abbildung 15 Prozentuale Schulnoten nach drei und sechs Monaten
- Abbildung 16 Prozentuale Schulnoten nach zwölf und 24 Monaten
- Abbildung 17 Ergebnisse der VAS nach drei Monaten
- Abbildung 18 Ergebnisse der VAS nach sechs Monaten
- Abbildung 19 Ergebnisse der VAS nach einem Jahr
- Abbildung 20 Geschlechtsbezogene Altersverteilung in der Targon®-lang-Gruppe
- Abbildung 21 Verteilung der Schnitt-Naht-Zeit in der Targon®-lang-Gruppe
- Abbildung 22 Verteilung der Anzahl der physiotherapeutischen Anwendungen in der Targon®-lang-Gruppe

## 8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Anzahl der Untersuchungen zu den unterschiedlichen Zeitpunkten
Tabelle 2	Vergleich der unterschiedlichen Gewichtungen zwischen Neer-Score und modifiziertem Neer-Score
Tabelle 3	Bewertungssystem Neer-Score
Tabelle 4	Bewertungssystem Constant-Score
Tabelle 5	Bewertungssystem DASH-Score
Tabelle 6	Bewertung durch das Schulnotensystem
Tabelle 7	Absoluter Constant-Score der beiden Gruppen
Tabelle 8	Relativer Constant-Score der beiden Gruppen
Tabelle 9	Absoluter Neer-Score der beiden Gruppen
Tabelle 10	Relativer Neer-Score der beiden Gruppen
Tabelle 11	Ergebnisse des DASH-Score
Tabelle 12	Ergebnisse des SF-36®
Tabelle 13	SF-36®- Werte der altersreferenzierten Normpopulation
Tabelle 14	Komplikationen der PHILOS®-Gruppe
Tabelle 15	Komplikationen der Targon®-kurz-Gruppe
Tabelle 16	Ergebnisse der Targon®-lang Gruppe nach 12 Monaten
Tabelle 17	Ergebnisse des SF-36®
Tabelle 18	SF-36® Werte der altersreferenzierten Normpopulation
Tabelle 19	Komplikationen der Targon®-lang-Gruppe
Tabelle 20	Eigene Ergebnisse im Literaturvergleich

## 9 Akürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Aa.	Arteriae
abs.	absoluter
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
DASH	Disabilities of Arm, Shoulder and Hand
Frag.	Fragmente
HKN	Humeruskopfnekrose
k. A.	keine Angabe
LPHP	Locking Proximal Humerus Plate
M.	Musculus
max.	maximal
ME	Metallentfernung
mind.	Mindestens
mm	Millimeter
MW	Mittelwert
N.	Nervus
PH	Proximaler Humerus
PHILOS®	Proximal Humerus Interlocking System
PHN	Proximaler Humerus Nagel
Pkt.	Punkte
o. g.	oben genannt
präop.	Präoperativ
postop.	Postoperativ
rel.	Relativer
SF 36®	Short Form 36 Health Survey
u. a.	unter anderem
VAS	Visuelle Analogskala
z.B.	zum Beispiel

## Danksagung

Ich danke Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Joachim Windolf, Direktor der Klinik für Unfall- und Handchirurgie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, für die Gewährung meiner Promotionsarbeit.

Besonderen Dank an Herrn PD Dr. med. Tim Loegters für die gute Zusammenarbeit und Unterstützung von der ersten Patientenerfassung bis zur Fertigstellung.

Bei meiner Familie möchte ich mich für die große Geduld und Unterstützung ganz herzlich bedanken.

Vielen Dank

Bianca Sylvia Braun

## Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere an Eides statt, dass die Dissertation selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erstellt worden ist und die hier vorgelegte Dissertation nicht von einer anderen Medizinischen Fakultät abgelehnt worden ist.

28.06.2012, Bianca Sylvia Braun

## Lebenslauf

Name	Sylvia Braun
Geburtsdatum	15. Februar 1980
Geburtsort	Haan
Nationalität	deutsch
Familienstand	verheiratet mit Marc Braun, 2 Söhne
08/1997 – 06/1998	Auslandsschuljahr in Lorain, Ohio und Erhalt eines Honors Diploma (High-School-Abschluss mit Auszeichnung)
06/2000	Abitur am Städtischen Gymnasium Haan
07/2000 – 09/2003	Wartezeit (ZVS) und Erziehungspause
10/2003	Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
03/2006	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
02/2009 – 01/2010	Praktisches Jahr mit dem Wahlfach Dermatologie
06/2010	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung Erteilung der Approbation
10/2010	Ärztin in Weiterbildung Basischirurgie, Zentrum für Chirurgie, HELIOS- Klinikum Wuppertal

Sylvia Braun  
Juni 2012