

Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie  
Klinikum rechts der Isar  
der Technischen Universität München  
Abteilung für Unfallchirurgie  
(Vorstand: Univ.-Prof. Dr. U. Stöckle)

Klinischer Vergleich eines  
extra- und eines intramedullären  
Fixateur interne-Systems  
für die proximale Humerusfraktur

Maximilian Koppers

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität  
München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:	Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier
Prüfer der Dissertation:	1. apl. Prof. Dr. G. Metak
	2. Univ.-Prof. Dr. U. Stöckle

Die Dissertation wurde am 07.11.2007 bei der Technischen Universität München eingereicht  
und durch die Fakultät für Medizin am 11.06.2008 angenommen.



*Meinen Eltern gewidmet*



# Inhaltsverzeichnis

Gliederung	Seite
<i>Abkürzungsverzeichnis</i>	7
<b>1. Einleitung</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Inzidenz</b>	<b>9</b>
<b>1.2. Ursachen</b>	<b>10</b>
1.2.1. Trauma	10
1.2.2. pathologische Fraktur	11
<b>1.3. Anatomische Grundlagen des Schultergelenkes im Bezug auf die Humeruskopffraktur</b>	<b>11</b>
1.3.1. Stabilisatoren des Schultergelenkes	11
1.3.2. Bedeutung der Muskulatur für die Fragmentfehlstellung	12
1.3.3. Blutversorgung des Humeruskopfes	15
1.3.4. Durch eine Humeruskopffraktur beeinträchtigte nervale Strukturen	17
<b>1.4. Diagnostik</b>	<b>17</b>
1.4.1. klinische Untersuchung	17
1.4.2. Bildgebung	18
<b>1.5. Klassifikationen der Humeruskopffraktur</b>	<b>20</b>
1.5.1. Klassifikation nach Neer	20
1.5.2. Modifikation der Neer-Klassifikation nach Habermeyer	22
1.5.3. Klassifikation nach der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO)	22
<b>1.6. Behandlungsmöglichkeiten</b>	<b>24</b>
1.6.1. Konservative Therapie	25
1.6.2. operative Therapie	26
<b>2. Problemstellung</b>	<b>32</b>
<b>3. Material und Methoden</b>	<b>33</b>
<b>3.1. Patientengut</b>	<b>33</b>
<b>3.2. Behandlung</b>	<b>33</b>
3.2.1. Aufnahme, Diagnostik, Operationsvorbereitung	33
3.2.2. Klassifikation nach AO	34
3.2.3. Indikationsstellung und Behandlungswahl	34
3.2.4. Extramedullärer Fixateur interne (PHILOS®-Platte)	34
3.2.5. Intramedullärer Fixateur interne (Targon PH®-Nagel)	37
3.2.6. OP-Technik	39
3.2.7. Nachbehandlung	43
<b>3.3. Methodik</b>	<b>44</b>
3.3.1. Beurteilung des stationären Verlaufs	44
3.3.2. Beurteilung des Behandlungsergebnisses	44
3.3.3. Statistische Bearbeitung	49

<b>4. Ergebnisse</b>	<b>50</b>
<b>4.1. Ergebnisse der während des stationären Aufenthalts erhobenen Parameter</b>	<b>50</b>
4.1.1. Zeiträume Trauma-Aufnahme-OP	50
4.1.2. Patientengut (Alter, Geschlecht)	51
4.1.3. Klassifikation nach AO	51
4.1.4. Gruppenvergleich PHILOS® / Targon PH®	53
<b>4.2. Ergebnisse der Nachuntersuchungen</b>	<b>56</b>
4.2.1. Übersicht über die Nachuntersuchungs-Zeiträume und Anzahl der untersuchten Patienten	56
4.2.2. Constant-Murley-Score nach 3 Monaten (statistische Auswertung)	57
4.2.3. Constant-Murley-Score nach 6 Monaten (statistische Auswertung)	59
4.2.4. Constant-Murley-Score nach 12 Monaten	61
4.2.5. Verlauf der Scoreergebnisse nach 3, 6 und 12 Monaten	73
<b>4.3. Komplikationen</b>	<b>74</b>
4.3.1. Folgeeingriff, Revision, Materialentfernung	76
<b>4.4. Statistische Zusammenhänge zwischen Constant-Murley-Score, Frakturgrad, Alter, Geschlecht und Komplikationen</b>	<b>77</b>
<b>4.5. Scoreergebnisse des Patientenfragebogens</b>	<b>84</b>
<b>4.6. Statistischer Vergleich 12-Monats-Nachuntersuchung / Patientenfragebogen</b>	<b>85</b>
<b>5. Diskussion</b>	<b>92</b>
<b>5.1. Methodenkritik</b>	<b>92</b>
<b>5.2. Probleme beim Literaturvergleich</b>	<b>95</b>
<b>5.3. Besprechung der Ergebnisse</b>	<b>97</b>
5.3.1. Patientengut	97
5.3.2. Operationszeitpunkt	97
5.3.3. Indikationen	98
5.3.4. Operationsdauer	99
5.3.5. Durchleuchtungszeit	101
5.3.6. Nachuntersuchung - Scorewerte	101
5.3.7. Komplikationen	109
<b>5.4. Schlußfolgerung</b>	<b>120</b>
<b>6. Zusammenfassung</b>	<b>122</b>
<i>Literaturverzeichnis</i>	125
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	137
<i>Tabellenverzeichnis</i>	139
<i>Anhang - Fallbeispiele</i>	141
<i>Danksagung</i>	145



# Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Abb.	Abbildung
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
CMS	Constant-Murley-Score
et al.	et alii / et alteri
i.v.	intravenös
KD	Kirschnerdraht
LCP	Locking compression plate
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
Max	Maximum
MD	Median
Min	Minimum
MW	Mittelwert
n	Anzahl
N.	Nervus
o.g.	oben genannt
p	Signifikanzwert (P-Wert)
s.	siehe
S.	Seite
SD	Standardabweichung
sog.	sogenannte(r)
Tab.	Tabelle
V.	Vena
vs.	versus



# 1. Einleitung

## 1.1. Inzidenz

Neben den Frakturen des proximalen Femur und des distalen Radius ist die proximale Humerusfraktur quantitativ die dritthäufigste knöcherne Verletzung alter Patienten <sup>(81,135)</sup>.

4-5% aller Frakturen bei Erwachsenen <sup>(58,106)</sup> und 45% aller Humerusfrakturen <sup>(128)</sup> sind Oberarmkopffrühe. Epidemiologische Langzeitstudien aus Schweden, Dänemark und Finnland zeigen einen stetigen signifikanten Anstieg der Inzidenz im Lauf der letzten Jahrzehnte <sup>(5,63,87,118)</sup>. Insgesamt wird die Häufigkeit der Oberarmkopffrakturen für die erwachsene Gesamtbevölkerung mit 105/100.000 Personenjahre (Inzidenzdichte) <sup>(54,118,128)</sup> angegeben.

Mit steigendem Alter kommt es zu einer Zunahme der Inzidenz mit einem Gipfel im 6. und 7. Lebensjahrzehnt. Mehr als 70% der proximalen Humerusfrakturen finden sich bei über 60-jährigen Patienten und ab dem 40. Lebensjahr beginnt die Inzidenz exponentiell zu steigen <sup>(81,87,74)</sup>. So betreffen bei über 40-jährigen Patienten 75% aller Humerusfrakturen den proximalen Anteil.

Nach dem 50. Lebensjahr haben Frauen eine viel höhere Inzidenz als Männer. In einer aktuellen finnischen Studie wird die Inzidenz bei Männern mit 48/100.000 und bei Frauen mit 129/100.000 für die finnische Bevölkerung im Jahr 2002 angegeben <sup>(118)</sup>; die demnach bei Frauen zwei- bis dreimal höhere Frakturhäufigkeit wurde bereits in verschiedenen epidemiologischen Studien festgestellt <sup>(54,74,113,128)</sup>. Dabei führt man die genannten alters- und geschlechtsspezifischen Unterschiede hauptsächlich auf die stärkere Neigung älterer Frauen zu Osteoporose zurück. Eine 60-jährige Frau mit einer Lebenserwartung von 81 Jahren besitzt ein geschätztes Risiko von 8% für eine proximale Humerusfraktur <sup>(81)</sup>.

## 1.2. Ursachen

### 1.2.1. Trauma

Die häufigste Verletzungsursache für proximale Humerusfrakturen ist der Sturz auf die nach vorne ausgestreckte Hand aus Standhöhe oder niedriger <sup>(87,119)</sup>. Nach Lind und Mitarbeitern ist bei über 18-jährigen Patienten ein Sturz für fast 80% der proximalen Humerusfrakturen verantwortlich <sup>(87)</sup>. Im Alter besteht ein erhöhtes Sturzrisiko durch oftmals auftretenden Einschränkungen bei Hören, Sehen und Gleichgewicht und die dadurch herabgesetzte Reaktions- und Koordinationsfähigkeit <sup>(111,154)</sup>, die auch durch die Einnahme von Sedativa hervorgerufen werden können <sup>(99)</sup>. Darüber hinaus können Synkopen durch kardiale und zerebrale Erkrankungen die Sturzgefahr steigern <sup>(154)</sup>. Die Widerstandsfähigkeit der betroffenen Strukturen beim Sturz wird oft zusätzlich durch degenerative Erkrankungen des Bewegungsapparates gemindert <sup>(111)</sup>. Beim älteren Menschen reicht zudem wegen der häufig vorliegenden Osteoporose oft schon ein Bagateltrauma als Ursache für eine proximale Humerusfraktur aus <sup>(112,63,64,119)</sup>.

Bei jungen Menschen mit Oberarmkopffrakturen stehen Unfälle mit massivem Trauma und hoher Krafteinwirkung im Vordergrund. Hier handelt es sich häufig um Mehrfachverletzungen im Rahmen eines Polytraumas oder Luxationsverletzungen mit beträchtlichem Weichteilschaden, weil der Kapsel-Band-Apparat im Verhältnis zur Knochenstruktur schwächer ausgeprägt ist <sup>(152)</sup>.

Ein anderer Frakturmechanismus neben dem Sturz ist die direkte, von lateral auf die Schulter einwirkende Gewalt. Sie führt zur Kompression des Oberarmkopfes gegen das Glenoid <sup>(34)</sup>. Weiterhin kann die proximale Humerusfraktur auch Folge einer exzessiven Rotation bei abduziertem Arm sein. Dies führt zur Kompression gegen das Acromion, speziell bei älteren Patienten mit Osteoporose <sup>(22)</sup>. Abduktion und Aussenrotation führen oft zu einer Luxationsfraktur mit Abspaltung des Tuberculum majus. Luxationsfrakturen können auch Folge von Krampfanfällen (Epilepsie) oder Stromunfällen sein. Meist handelt es sich hierbei um hintere Luxationen (ca. 60%) <sup>(132,136)</sup>.

## 1.2.2. pathologische Fraktur

Häufig ereignet sich eine Fraktur im Bereich des proximalen Humerus im Rahmen einer Knochenkrankung bei vorgeschädigtem Knochen spontan oder durch geringfügiges inadäquates Trauma. Man spricht dann von einer pathologischen Fraktur. Hier steht die bereits erwähnte Osteoporose im Vordergrund. An zweiter Stelle sind Knochenmetastasen zu nennen, die meist das Achsenskelett sowie die proximalen Extremitätenanteile befallen. Am Skelettsystem sind in absteigender Rangfolge die Wirbelkörper, das proximale Femur, das Becken und der proximale Humerus betroffen<sup>(103)</sup>. Seltener sind primäre Neoplasien des Knochens und des blutbildenden Systems Ursache derartiger Frakturen<sup>(156)</sup>.

## 1.3. Anatomische Grundlagen des Schultergelenkes im Bezug auf die Humeruskopffraktur

Die erfolgreiche Therapie der Humeruskopffraktur setzt Kenntnisse der funktionellen Anatomie des Schultergelenks, der Blutversorgung des Humeruskopfes und des Pathomechanismus dieser Fraktur voraus. Dabei ist die optimale Funktion von einer achsgerechten, anatomischen Reposition abhängig. Die Achse des Humerusschafts bildet mit der Kopfachse einen Winkel von 130 – 150°, die Retroversion der Kopfachse im Vergleich zur Querachse des distalen Humerusendes beträgt 20 - 30°<sup>(114)</sup>.

### 1.3.1. Stabilisatoren des Schultergelenkes

Stabilität und Bewegungsumfang der Schulter hängen stark von Kapsel, Bändern und Muskeln ab, da das Glenoid nur ein Drittel bis ein Viertel der Größe des Humeruskopfes ausmacht. Die Gelenkkapsel des Schultergelenks setzt proximal am Collum scapulae sowie dem Glenoid knapp ausserhalb des Labrum glenoidale an und zieht distal bis zum Collum anatomicum humeri. Sie ist ungefähr doppelt so groß, wie der Humeruskopf und umschließt ihn relativ locker mitsamt der Epiphysenfuge und den beiden oberen Anteilen der Tubercula majus und minus<sup>(120)</sup>. Diese Größenunterschiede zwischen Kopf und Kapsel ermöglichen erst den weit ausladenden Bewegungsumfang im Schultergelenk. Anders als bei den übrigen großen Gelenken finden sich im Schultergelenk nur relativ schwache ligamentäre Verstärkungszüge

der Gelenkkapsel. Ausnahmen bilden das Ligamentum coracohumerale und die Ligamenta glenohumeralia, die erst bei maximaler Abduktion oder Außenrotation als bewegungsbegrenzende Zügel zur Gelenkstabilisierung beitragen. Aus funktionellen Gründen wichtig ist das Lig. coracoacromiale, das sich als Zuggurtung zwischen den beiden lateralen Fortsätzen der Scapula - Proc. coracoideus und Acromion - aufspannt. Zusammen mit diesen bildet es als Fornix humeri ein sicherndes Dach über der Gelenkkapsel, steht mit ihr aber nicht in unmittelbarer Verbindung <sup>(121)</sup>.

Die eigentliche Stabilisierung des Glenohumeralgelenks wird durch die Muskulatur gewährleistet. Besonders wichtig sind in diesem Zusammenhang die Sehnen der die Kapsel umhüllenden Muskeln der Rotatorenmanschette: M. subscapularis, M. supraspinatus, M. infraspinatus und M. teres minor. Die sehnigen Ansätze dieser Muskeln strahlen in die Gelenkkapsel ein, verstärken sie und bewirken bei Anspannung der Muskulatur eine Straffung der schlaffen Kapsel, die so bei Bewegungen nicht eingeklemmt werden kann. Außerdem bilden sie ein Widerlager für den Humeruskopf und dienen ihm dadurch als eine dynamische Haltevorrichtung <sup>(120)</sup>.

Zusätzlich zur Rotatorenmanschette sind auch die übrigen Muskeln des Schultergürtels an der Stabilisierung im Schultergelenk beteiligt. Besonders der Muskelmantel des M. deltoideus und die Sehne des langen Bizepskopfes. Das Schultergelenk ist somit ein Gelenk mit Muskelführung. Die Sehne des langen Bizepskopfes spielt bei der proximalen Humerusfraktur eine besondere Rolle. Sie verläuft proximal im Sulcus intertubercularis zwischen den beiden Tubercula, dann über den Humeruskopf intraartikulär und inseriert am Tuberculum glenoidale superius und am Labrum glenoidale. Dadurch bewirkt sie eine ventrale Stabilisierung des Schultergelenks <sup>(117,126)</sup>. Sie kann bei Humeruskopfrüchen zwischen die Fragmente rutschen und dabei eine geschlossene Reposition verhindern.

### 1.3.2. Bedeutung der Muskulatur für die Fragment- fehlstellung

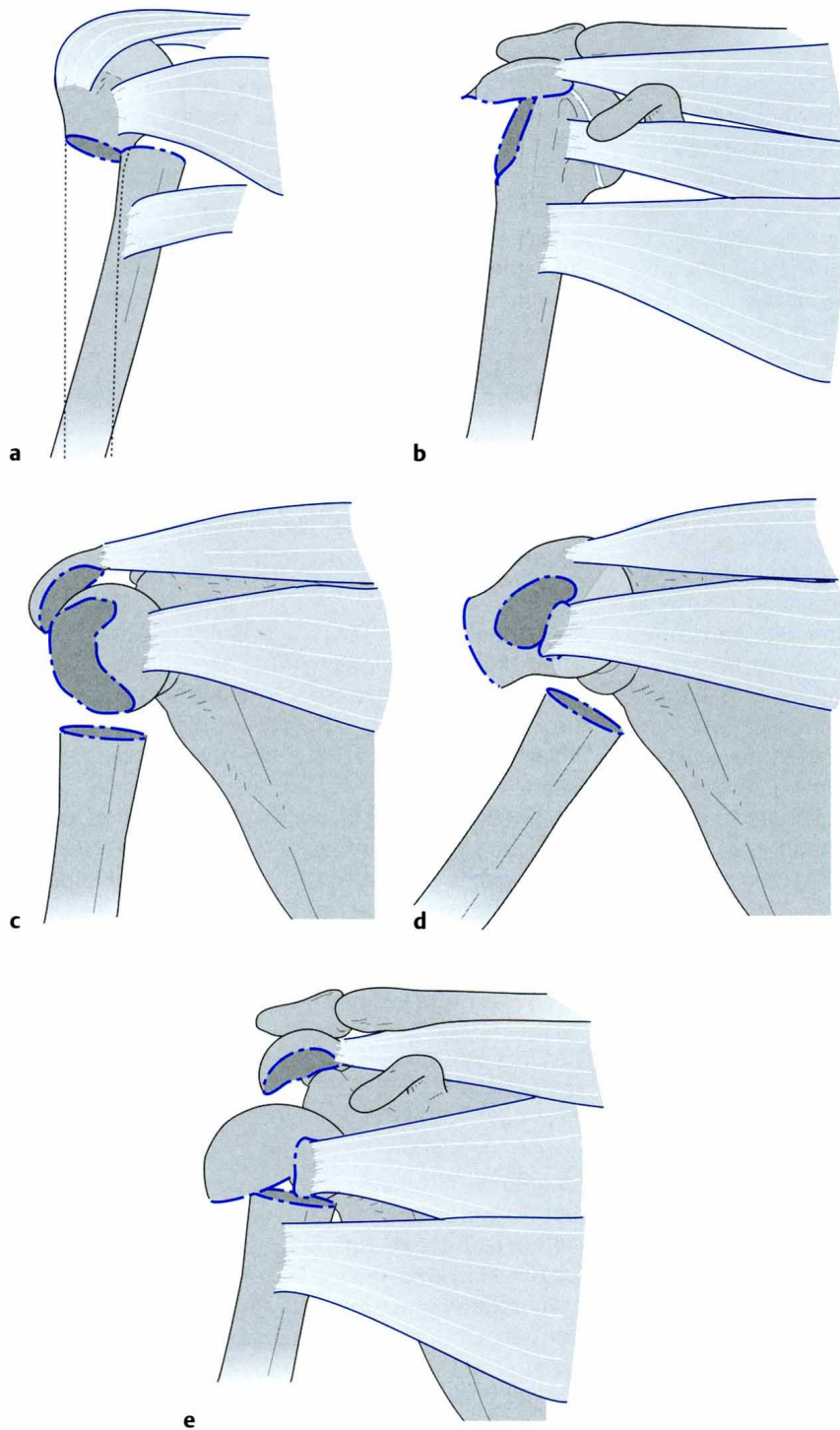
Die Insertion der Rotatorenmanschette am Humerus erklärt die Dislokation der Tuberculumfragmente bzw. bei Mehrfragmentfrakturen die Dislokation des am jeweiligen Ansatz hängenden Bruchstückes (**Abb. 1.1**). Am Tuberculum majus setzen der M. teres minor und die Mm. infra- und supraspinatus an. Der M. teres minor und der M. infraspinatus ziehen nach dorso-caudal zur Margo lateralis bzw. zur Fossa infraspinata der Scapula und sind hauptsächlich für

Außenrotation und Adduktion im Schultergelenk verantwortlich. Der *M. supraspinatus* zieht nach cranial zur Fossa supraspinata der Scapula und bewirkt eine Abduktion und Außenrotation. Wird das Tuberculum majus abgesprengt disloziert es also meist nach hinten und nach oben. Es entsteht ein Längsriß in der Rotatorenmanschette und nicht selten kommt es zu einer Verkeilung des Tuberculum majus im Subacromialraum, was zu einer Behinderung bei Abduktion führt <sup>(11)</sup>.

Am Tuberculum minus setzt nur der *M. subscapularis* an und zieht nach medial zur Fossa subscapularis. Als stärkster Innenrotator der Schulter ab- oder adduziert er den Arm je nach Gelenkstellung und hilft bei Ante- und Retroversion. Bei Abrißfrakturen des Tuberculum minus kommt es folglich zu einer Dislokation des Tuberculum-Fragments nach medial <sup>(11)</sup>.

Für Dislokationen bei Humeruskopffrakturen ist weiterhin der *M. pectoralis major* von großer Bedeutung, der an der Lippe des Sulcus bicipitalis inseriert. Kommt es zu einer Fraktur am Collum chirurgicum, so zieht er das Schaftfragment nach antero-medial. Da bei dieser Frakturart die Tubercula unversehrt bleiben, kann die Rotatorenmanschette das Kopffragment in neutraler Stellung halten <sup>(11)</sup>.

Bei Mehrfragmentfrakturen mit einer subkapitalen Frakturlinie kann es durch Verlust eines Muskelzuges zur Dislokation des gesamten Kopffragmentes kommen. Dislozierte 3-Fragmentfrakturen mit Bruch am Collum chirurgicum bedeuten in jedem Fall eine Rotationsfehlstellung des Kopfes. Wenn zusätzlich das Tuberculum majus frakturiert, dreht die Sehne des *M. subscapularis* den Kopf am Tuberculum minus nach hinten. Kommt es zur Fraktur des Tuberculum minus, dann ziehen die *Mm. infraspinatus et teres minor* das Tuberculum majus nach hinten-außen und die Gelenkfläche rotiert nach ventral. Bei dislozierten 4-Fragmentfrakturen besteht oft kein Gelenkflächenkontakt mehr, da durch die Frakturen im chirurgischen und anatomischen Hals die Gelenkfläche nach lateral, ventral, dorsal oder sogar nach kaudal kippt. Die abgerissenen Tubercula werden durch den divergierenden Zug der einzelnen Muskeln der Rotatorenmanschette nach vorne bzw. nach hinten und nach oben gezogen. Der proximale Schaft wird durch den *M. pectoralis major* adduziert.



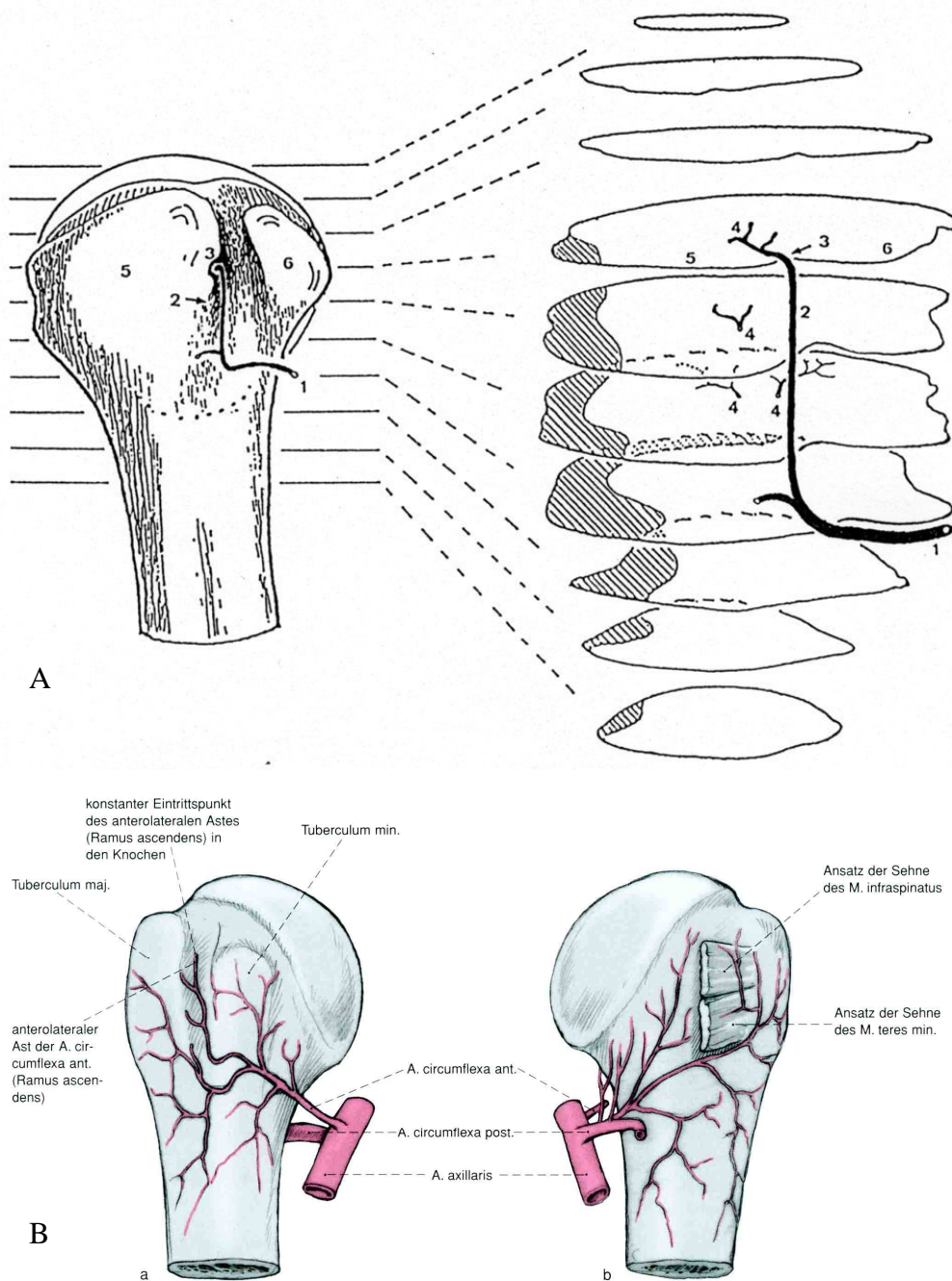
**Abb. 1.1:** Darstellung der einwirkenden Muskelzüge bei 2- bis 4-Fragmentfrakturen (aus Lill<sup>(92)</sup>). - Die Frakturfragmente dislozieren entsprechend der Zugrichtung der inserierenden Muskeln - das Schaftfragment nach medial (a), das Tuberculum-majus-Fragment nach dorsokranial (b), das Kalottenfragment durch kompensatorische Rotation über ggf. erhaltene Tubercula (Varusfehlstellung und Aussenrotation des Kopffragmentes) (c) und das Tuberculum-minus-Fragment nach mediokaudal (d). Dislozierte 4-Fragmentfraktur mit Fehlstellung entsprechend der Muskelzugrichtung (e).

### 1.3.3. Blutversorgung des Humeruskopfes

Die Gefäßversorgung des Humeruskopfes entspringt aus der A. axillaris und wird hauptsächlich durch die A. circumflexa humeri anterior und posterior sichergestellt.

Anatomische Untersuchungen von Laing<sup>(80)</sup>, Gerber<sup>(32)</sup> und Brooks<sup>(18)</sup> zeigen, dass dabei der A. circumflexa anterior die größte Bedeutung zukommt (**Abb. 1.2**). Von ihr zweigt der Ramus ascendens ab, welcher die lange Bizepssehne unterkreuzt und einige Äste zum Tuberculum minus abgibt. Dann zieht dieses Gefäß lateral des Sulcus bicipitalis nach proximal. Die auf Höhe des Tuberculum majus anschließende A. arcuata versorgt über Kanäle im Knochen etwa zwei Drittel der proximalen Humerusepiphyse. Sie bildet intraossäre Anastomosen mit der A. circumflexa humeri posterior, die selbst nur einen kleinen Teil des Oberarmkopfes im posteroinferioren Kopfanteil versorgt. Laing und Mitarbeiter<sup>(80)</sup> können keine Humeruskopfdurchblutung über die Rotatorenmanschette ausmachen und bestätigen, dass die beiden Aa. circumflexae als einzige Gefäße in den Humeruskopf eintreten.

Aufgrund dieser anatomischen Gegebenheiten ist die Frakturhöhe entscheidend für die Blutversorgung zu den frakturierten Knochenelementen. Wichtig ist es hier zwischen Frakturen durch den chirurgischen und den anatomischen Hals zu unterscheiden. Bei einem Frakturverlauf durch den chirurgischen Hals bleiben die Aa. circumflexae weitgehend unbeeinträchtigt. Kommt es zur subcapitalen Humerusfraktur mit Verletzung einer A. circumflexa kann die andere bei intaktem Periost über das Anastomosennetz einen Ausfall der Versorgung kompensieren und eine Restdurchblutung des Humeruskopfes gewährleistet werden<sup>(18,98)</sup>. Bei Frakturen am anatomischen Hals ist, wenn auch noch Kapselverbindung und Periost durch eine Dislokation abgerissen sind, die Gefäßversorgung zum Kopf oft völlig unterbrochen und mit der Gefahr der avaskulären Humeruskopfnekrose die Heilungsprognose deutlich schlechter. Neben dem Trauma kann die Durchblutungssituation des Humeruskopfes auch wesentlich durch das therapeutische Vorgehen und die Implantatwahl beeinträchtigt werden.



**Abb. 1.2:** Blutversorgung des Humeruskopfes.

**A:** Vorderansicht des rechten Humeruskopfes mit Aufgliederung in 10 Schichten unterschiedlicher Höhe (aus Gerber, Schneeberger und Vinh<sup>(32)</sup>). - Bis auf die schraffierten Areale wird der gesamte Humeruskopf von der A. circumflexa anterior (1) versorgt. 2 = anterolateraler Ast der A. circumflexa anterior, 3 = Eintritt des anterolateralen Astes in den Humeruskopf, 4 = Hauptast der A. arcuata, 5 = Tuberculum majus, 6 = Tuberculum minus.

**B:** Versorgungsgebiete der A. circumflexa humeri anterior (a Ansicht von ventral) und der A. circumflexa humeri posterior (b Ansicht von dorsal) (aus Habermeyer<sup>(19)</sup>).



### 1.3.4. Durch eine Humeruskopffraktur beeinträchtigte nervale Strukturen

Wichtig bei proximalen Humerusfrakturen ist außerdem die Beziehung zu nervalen Strukturen. Bei Mehrfragmentfrakturen wird die Häufigkeit einer Nervenschädigung mit 30% <sup>(62,78)</sup> angegeben. Besonders gefährdet sind aufgrund der anatomischen Gegebenheiten der Plexus brachialis und der bei Humeruskopffrakturen am häufigsten verletzte N. axillaris.

Der Plexus brachialis, der Schulter und Arm innerviert, verläuft vor der Scapula unterhalb des Korakoids und zieht dann zum Oberarm. Er wird vor allem bei subkapitalen Frakturen beschädigt.

Der N. axillaris ist Teil des posterioren Plexusbündels und innerviert den M. deltoideus und den M. teres minor sowie sensibel die oberen seitlichen und dorsalen Hautgebiete des Oberarmes. Er verläuft nahe der vorderen Begrenzung des M. subscapularis, schlingt sich um den anterioren Rand des Glenoids durch die laterale Achsellücke und dann unter den M. deltoideus und um das Collum chirurgicum des Humerus begleitet von der A. circumflexa humeri posterior. Er steht somit auch in engem Kontakt zu den unteren Kapselanteilen <sup>(62,78)</sup>.

## 1.4. Diagnostik

### 1.4.1. klinische Untersuchung

Die Anamnese und die klinische Untersuchung sind Grundlage für weitere diagnostische und therapeutische Entscheidungen. Anamnestisch sind vor allem Fragen nach Unfallmechanismus und vorbestehender Schulterbeschwerden von Interesse. Die klinische Symptomatik einer proximalen Humerusfraktur weist typische Merkmale einer Fraktur eines langen Röhrenknochens auf. Die häufigsten Symptome sind unsichere Frakturzeichen, wie Schmerzen oder schmerzhaft eingeschränkte Bewegungen im Schulterbereich, Schwellung und Druckschmerz bei Palpation. Auffällig ist meist eine typische Schonhaltung, durch die der Arm eng am Brustkorb gehalten wird. Hämatome finden sich häufig erst nach 1-2 Tagen und können auch den Ellenbogen oder die Brustwand erreichen <sup>(11)</sup>. Sichere Frakturzeichen sind eine deutliche Fehlstellung sowie ein fühlbares Knochenreiben beim Versuch der Bewegung der gebrochenen Extremität. Eine Beweglichkeitsprüfung ist oft durch den starken Schmerz nicht

möglich. Von großer Bedeutung ist eine genaue neurovaskuläre Untersuchung. Begleitende Schäden am Plexus brachialis bzw. an den Gefäßen sind nicht ungewöhnlich und auch bei nicht dislozierten Frakturen beschrieben<sup>(43,62,78,146)</sup>. Der Pulsstatus, mögliche Parästhesien und die Untersuchung des N. axillaris-Autonomiegebietes über dem M. deltoideus sind zu dokumentieren. Bei Luxationsfrakturen kann die Schulterkontur unterbrochen sein. Eine ventrale oder dorsale Vorwölbung kann bei schlanken Patienten auf eine ventrale oder dorsale Kopfdisklokation hinweisen. Häufig findet sich nach Humeruskopffrakturen ein Humeruskopftiefstand, in erster Linie bedingt durch eine Atonie des M. deltoideus. Thorakale Begleitverletzungen müssen berücksichtigt werden. Wenn auch selten, wird von verschiedenen Autoren sogar die intrathorakale Penetration des Humeruskopfes beschrieben<sup>(40,41,142)</sup>.

## 1.4.2. Bildgebung

Die definitive Diagnose einer proximalen Humerusfraktur wird nach der klinischen Untersuchung mittels entsprechender Nativröntgenaufnahmen gestellt. Dabei ist eine Darstellung der Fraktur in mindestens zwei senkrecht zueinander stehenden Ebenen Voraussetzung für die Beurteilung der Frakturstellung. Standard ist die sogenannte Röntgen-Traumaserie, die eine anteroposteriore (echt a.p.-Aufnahme), eine axiale Aufnahme und alternativ oder zusätzlich zur axialen eine skapulotangential (Y-Aufnahme) beinhaltet<sup>(8,61,108)</sup>. Dabei besitzt jede dieser drei Aufnahmen eine unterschiedliche Aussagekraft. Bei Anfertigung der echt a.p.-Aufnahme (**Abb. 1.3 a**) wird im Unterschied zur normalen a.p.-Aufnahme durch Rotation der gesunden Seite um ca. 40° zur Skapulaebene der betroffenen Seite die anatomische Schrägstellung der Scapula und des Glenoids zur Koronarebene ausgeglichen. Die Gelenkkörper des Schultergelenks sind in dieser Ebene durch den Gelenkspalt voneinander getrennt. Der Humeruskopf ist dadurch überlagerungsfrei dargestellt und der Gelenkspalt frei einsehbar. Ist dieser nicht zu sehen liegt eine Luxation vor. Vorteilhaft ist bei dieser Aufnahme eine Aussenrotation im Schultergelenk, da das Tuberculum majus dann randständig wird und gut zu beurteilen ist. Außerdem können Frakturlinien durch das Collum chirurgicum und Collum anatomicum überlagerungsfrei zur Darstellung kommen<sup>(6,166)</sup>.

Kombiniert wird diese Aufnahme mit der Y-Aufnahme (**Abb. 1.3 b**), bei der die Scapula tangential lateral durch eine Drehung auf die kranke Seite um ca. 30-40° in p.a.-Strahlengang dargestellt wird. Dabei bilden Skapulakörper, Processus coracoideus und Spina scapulae die

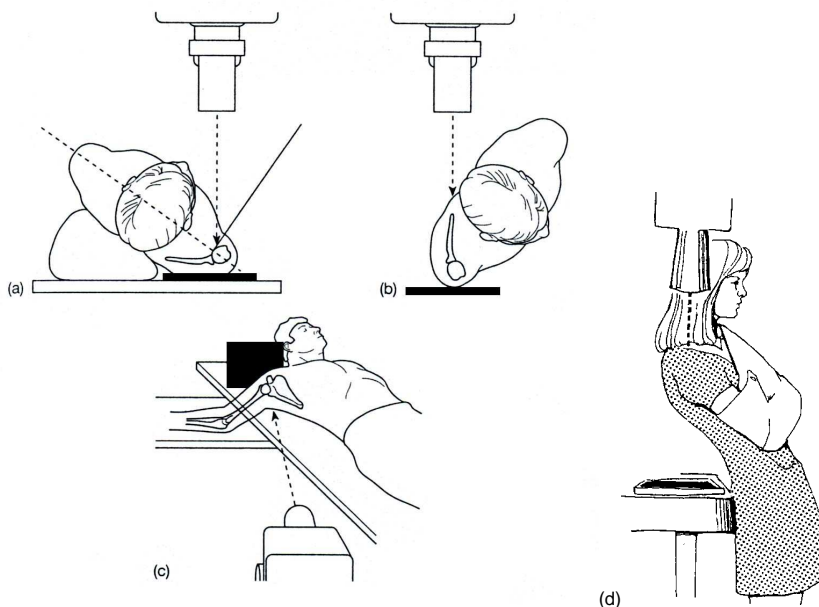
Schenkel eines Y. Neben der Art der Frakturdislokation gibt diese Aufnahme Einblick in die Richtung einer evtl. vorhandenen Luxation im Schultergelenk <sup>(11)</sup>.

Außerdem ist die axiale Schultergelenksaufnahme von großer Bedeutung (**Abb. 1.3 c**). Der betroffene Arm wird dabei idealerweise in 70°-90° Abduktion gehalten. Sie lässt das Ausmaß der Dislokation erkennen und bietet als einzige Aufnahme eine ausreichende Darstellung des Tuberculum minus. Da die Durchführung dieser Aufnahme meist sehr schmerzhaft für den Patienten ist, wird im Routinebetrieb oft auf sie verzichtet <sup>(11)</sup>.

Als Alternative zur beschriebenen axialen Aufnahme gilt die Velpeau-Technik <sup>(12)</sup> (**Abb. 1.3 d**). Vorteil ist, dass die verletzte Schulter dafür nicht bewegt werden muß. Allerdings ist sie auch nur durchführbar, wenn der Patient mitarbeiten kann. Für die Aufnahme muss er sich stehend oder sitzend an den Röntgentisch gelehnt um 20°-30° nach dorsal neigen. Der Strahlengang verläuft vertikal von oben durch die Schultermitte. Nachteile dieser Darstellung sind eine Vergrößerung des Schultergelenks durch den großen Abstand zur Platte, eine Verkürzung des Humerusschafts und eine stärkere knöcherne Überlagerung <sup>(166)</sup>.

Neuerdings wird eine „Traumaserie“ bestehend aus a.p.- und axialer Aufnahme in einem Haltegerät empfohlen, das eine bessere Normierung der Aufnahme erlaubt <sup>(134)</sup>.

Bei im Röntgenbefund unklaren Ergebnissen kann die Computertomographie weiteren Aufschluß über die Fraktur insbesondere über ihre Gelenksbeteiligung, die Fragmentdislokation und die Weichteilbeteiligung geben <sup>(20)</sup>.



**Abb. 1.3:** Traumaserie mit den Standard-Röntgenaufnahmen bei proximalen Humerusfrakturen (modifiziert nach Rockwood et al. <sup>(8)</sup>). - Echt a.p.-Aufnahme (a); skapulotangential Y-Aufnahme (b); axiale Aufnahme (c); axiale Velpeau-Aufnahme (d) (alternativ zur normalen axialen Aufnahme).

## 1.5. Klassifikationen der Humeruskopffraktur

Eine Frakturklassifikation ist sinnvoll, wenn sie neben der morphologischen Beschreibung Aussagen über Prognose und Therapie möglich macht. Am Humeruskopf hat dies eine besondere Bedeutung, da eine von der Fraktursituation abhängige Beeinträchtigung der Blutversorgung verantwortlich ist für die häufigste Komplikation, die avaskuläre Kopfnekrose<sup>(38,44)</sup>.

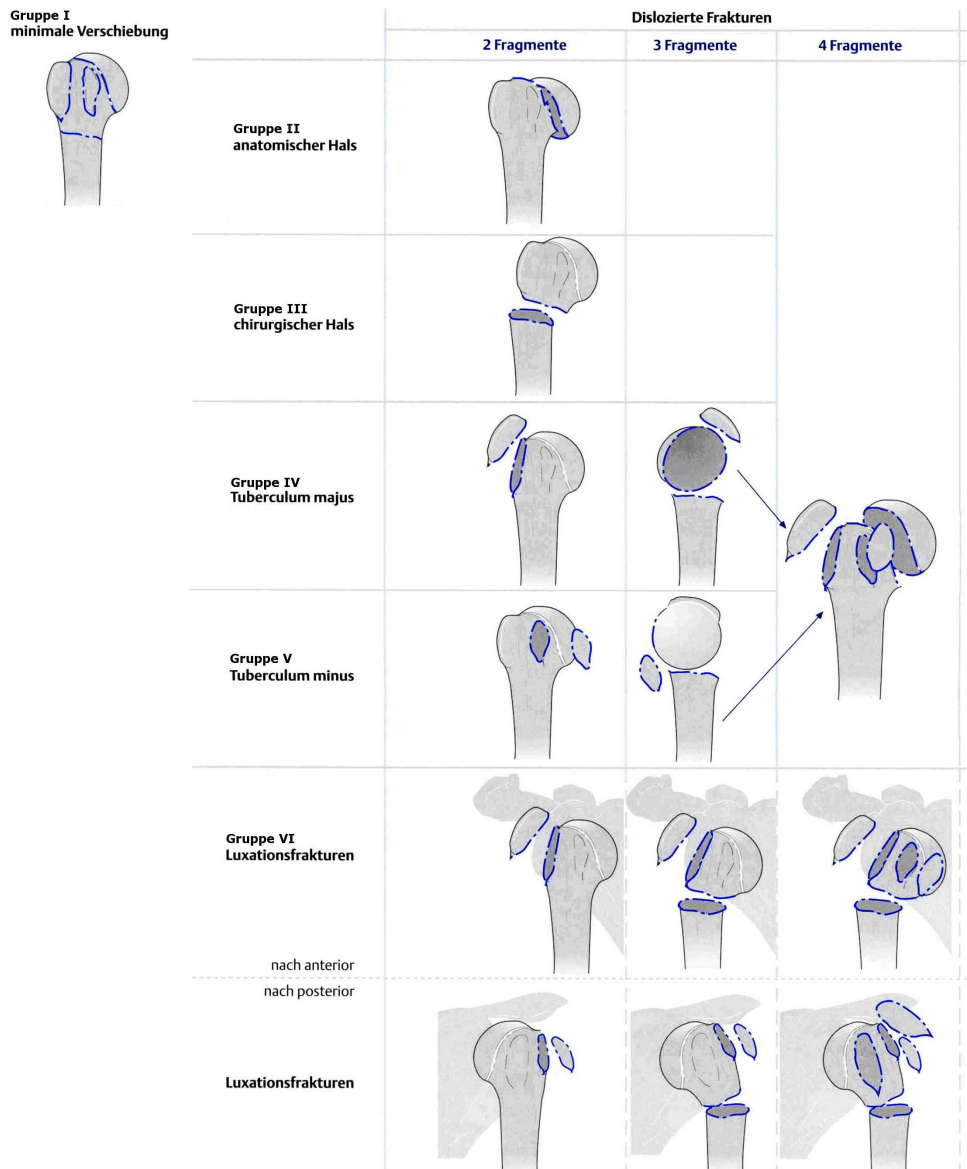
Frühe Einteilungen der Humeruskopffrakturen gehen in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts zurück und wurden noch ohne die Hilfe der Röntgendiagnostik erstellt. Malgaigne<sup>(91)</sup> unterschied 1855 zwischen intra- und extraartikulären Frakturen des proximalen Humerus; Hamilton<sup>(39)</sup> berücksichtigte 1863 zusätzlich den Grad der Einkeilung der Fragmente. 1896 beschrieb Kocher<sup>(65)</sup> – analog den anatomischen Verhältnissen am proximalen Femur – supra- (entsprechend dem Collum anatomicum), per- und infratuberkuläre (entsprechend dem Collum chirurgicum) Frakturen und unterschied Ab-, Adduktions- und Kompressionsbrüche, wobei er neben den anatomischen Gesichtspunkten der Frakturlage auch die Lage der Fragmente zueinander berücksichtigte.

Böhler<sup>(15)</sup> erweiterte 1929 Kochers Einteilung mit Hilfe der Röntgendiagnostik um Abrißfrakturen des Tuberculum majus und minus. Codman<sup>(22)</sup> definierte dann 1934 für die proximalen Humerusbrüche analog den entwicklungsgeschichtlichen Knochenkernen der Epiphysefuge vier Hauptfragmente: Kalottenfragment, Tuberculum majus, Tuberculum minus und Schafffragment. Böhler und Codman legten damit die Grundlage für alle heute gängigen Klassifikationen.

### 1.5.1. Klassifikation nach Neer

Charles S. Neer<sup>(107)</sup> veröffentlichte 1970 seine auf Basis der 4-Fragment-Einteilung von Codman für den klinischen Gebrauch weiterentwickelte Klassifikation unter Berücksichtigung des Dislokationsgrades der vier Hauptfragmente (**Abb. 1.4**). Bei Kenntnis der Blutversorgung am proximalen Humerus ergaben sich daraus Rückschlüsse auf Kopfvitalität und Nekroserisiko. Im Unterschied zu allen früheren Einteilungen konnte diese Klassifikation mit einer Therapieempfehlung und Prognose in Verbindung gebracht werden<sup>(8)</sup>.

Sie ist trotz ihres Alters von inzwischen über 35 Jahren zumindest im englischsprachigen Raum heute immer noch die am häufigsten verwendete Klassifikation für die proximale Humerusfraktur. Neer definierte eine Dislokation als die Verschiebung von einem der Haupt-



**Abb. 1.4:** Die Neer-Klassifikation der proximalen Humerusfraktur (modifiziert nach Lill <sup>(92)</sup>).

fragmente um mehr als einem Zentimeter bzw. die Abkipfung der Kalotte um mehr als 45°. Die Frakturen werden in sechs Gruppen unterteilt. Gruppe I fasst gering oder gar nicht dislozierte stabile Frakturen, auch bei mehreren Fragmenten, als 1-Fragmentfrakturen zusammen, da sie noch im Weichteilverbund stehen. Diese Frakturen können konservativ behandelt werden.

Die übrigen fünf Gruppen beinhalten die dislozierten und damit repositionbedürftigen Brüche, die nach Frakturlokalisierung gestaffelt sind. Gruppe II-V entspricht den vier Fragmenten von Codman in der Reihenfolge: Collum anatomicum, Collum chirurgicum, Tuberculum majus und Tuberculum minus. Gruppe VI beinhaltet die Luxationsfrakturen, die nach vorderer oder hinterer Luxation gegliedert werden. Neer unterscheidet bezüglich der Prognose nur nach

Anzahl dislozierter Fragmente zwischen 2-, 3- und 4-Fragmentfrakturen, wobei mit zunehmender Anzahl dislozierter Fragmente das Humeruskopfnekroserisiko steigt und sich damit die Prognose verschlechtert unabhängig davon welches Fragment betroffen ist.

Trümmerfrakturen der Kopfkalotte werden separat aufgeführt.

## 1.5.2. Modifikation der Neer-Klassifikation nach Habermeyer

Habermeyer <sup>(37)</sup> empfahl 1989 eine etwas modifizierte Version der Neer-Klassifikation, die einen intra- und extraartikulären Frakturverlauf berücksichtigt (**Abb. 1.5**).

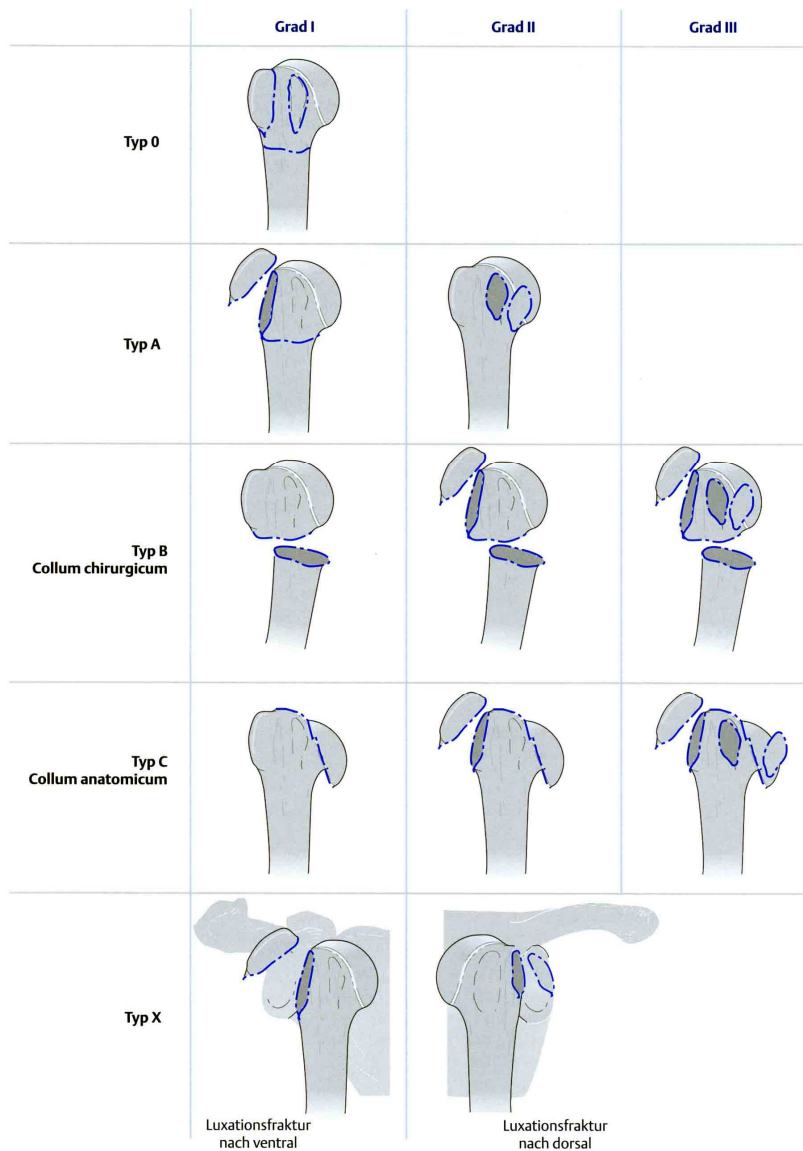
Nicht oder gering dislozierte Frakturen werden unter Typ-O-Frakturen zusammengefasst.

Die dislozierten Frakturen werden zuerst nach Frakturhöhe in Typ-A-, Typ-B- und Typ-C-Frakturen unterteilt und dann nach der Fragmentanzahl. Typ-A beinhaltet Brüche auf Höhe der Tubercula mit zwei Fragmenten, also 2-Fragmentfrakturen mit Abriß des Tuberculum majus (A1) oder des Tuberculum minus (A2). Typ-B umfasst Brüche durch das Collum chirurgicum, Typ-C-Frakturen verlaufen durch das Collum anatomicum und beide können jeweils 2-4 Fragmente aufweisen (B1-3, C1-3). Die Typ-C-Frakturen haben auf Grund ihres Verlaufes durch den anatomischen Hals ein höheres Kopfnekroserisiko.

Luxationsfrakturen werden in einer gesonderten Gruppe (Typ-X) aufgeführt, dabei steht X1 für die vordere und X2 für die hintere Luxation. Im Gegensatz zur Neer-Klassifikation wird dieser Frakturtyp auf Grund der zweifelhaft schlechteren Prognose gegenüber den dislozierten Frakturen erst nach einer Reposition klassifiziert und nur die Luxationsrichtung festgehalten.

## 1.5.3. Klassifikation nach der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO)

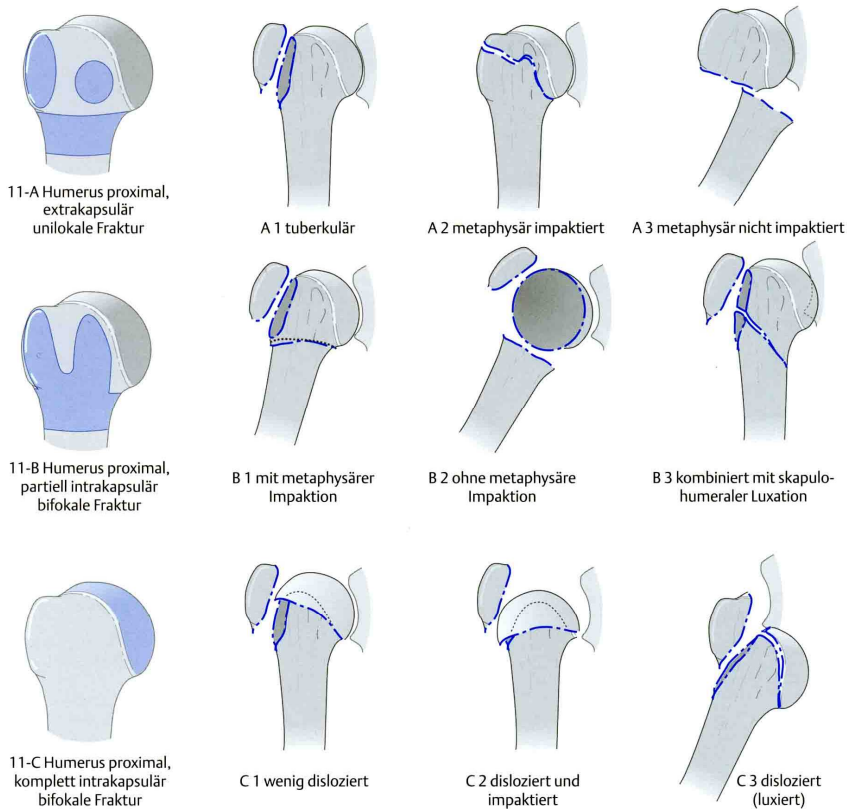
Die AO-Klassifikation (1984) versucht auf Grundlage des Neer-Modells die Blutversorgung des Gelenkfragments bzw. das Nekroserisiko des Humeruskopfes differenzierter zu berücksichtigen <sup>(59)</sup>. Müller und Mitarbeiter <sup>(105)</sup> fassten 1990 die AO-Klassifikation als Frakturklassifikation der Röhrenknochenbrüche zusammen und aktualisierten 1996 <sup>(104)</sup> die Version für proximale Humerusfrakturen (**Abb. 1.6**). Diese Einteilung wird durch einen 5-stelligen alphanumerischen Code repräsentiert. Die ersten beiden Ziffern geben den betroffenen Knochen



**Abb. 1.5:** Die Habermeyer-Klassifikation der proximalen Humerusfraktur (aus Lill <sup>(92)</sup>).

und die Lokalisation innerhalb dieses Knochens an. Der Humerus trägt dabei die Nummer 1 und wird mit 1, 2 und 3 in proximal, diaphysär und distal untergliedert. Die proximalen Humerusfrakturen tragen demnach die Nummer 11. Die Humeruskopffrakturen selbst werden zunächst nach aufsteigendem Schweregrad bzw. zunehmendem Nekroserisiko und damit schlechterer Prognose in drei Typen unterteilt (A, B, C) <sup>(116,151)</sup>; die rein extraartikulären 2-Fragmentbrüche (Typ A), bei denen eine Gefäßverletzung und damit eine avaskuläre Nekrose des Gelenkfragments unwahrscheinlich ist, die partiell intraartikulären 3-Fragmentbrüche (Typ B) mit höherer Nekroserate und die rein intraartikulären Brüche (Typ C) mit dem höchsten Nekroserisiko durch Abtrennen des Gelenkfragments von der Gefäßversorgung.

Jeder dieser Typen wird nicht wie bei Neer nach der Fragmentanzahl sondern nach aufsteigendem Schweregrad bzw. Dislokationsgrad in drei Gruppen unterteilt, die sich wiederum in drei Untergruppen gliedern; so ergeben sich insgesamt 27 Zuordnungsmöglichkeiten. Im Gegensatz zur Neer-Klassifikation lässt sich hier fast für jeden Frakturverlauf eine exakte Dislokations- und gegebenenfalls Luxationsform zuordnen.



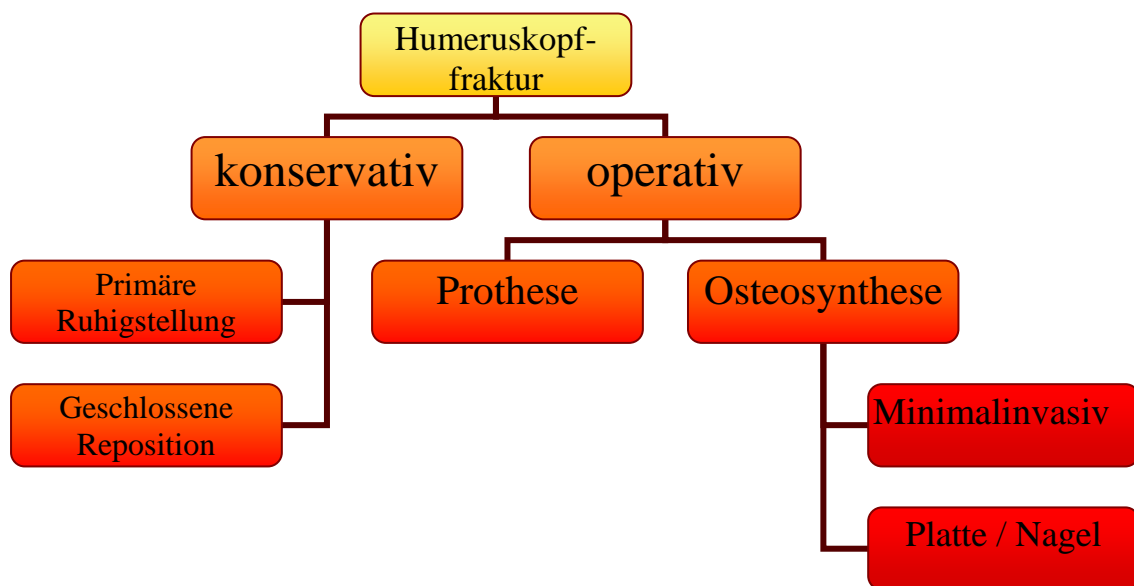
**Abb. 1.6:** Die AO-Klassifikation der proximalen Humerusfraktur (Typen und Gruppen, ohne Untergruppen) (aus Lill<sup>(92)</sup>).

## 1.6. Behandlungsmöglichkeiten

Für die Therapie der proximalen Humerusfraktur stehen verschiedene Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung (**Abb. 1.7**): Die konservative Therapie durch Ruhigstellung und regelmäßige Kontrolle der Fragmentstellung und die operative Therapie. Diese bietet wiederum verschiedene Wiederherstellungsmöglichkeiten: Einerseits die endoprothetische, andererseits die humeruskopferhaltende osteosynthetische Frakturversorgung.

Die Minimalinvasive Osteosynthese beinhaltet Einzugschrauben, Kirschnerdrähte und Drahtcerclagen. Andererseits sind Platten und Nägel für die Osteosynthese verfügbar.





*Abb. 1.7: Übersicht über die Behandlungsmöglichkeiten proximaler Humerusfrakturen.*

## 1.6.1. Konservative Therapie

### 1.6.1.1. primäre Ruhigstellung und frühfunktionelle Behandlung

Etwa 65-85% aller Humerusfrakturen sind nicht oder nur minimal disloziert und werden durch das Periost, die Gelenkscapsel sowie durch die Rotatorenmanschette zusammengehalten <sup>(106,152)</sup>. Diese Frakturen (1-Fragmentfraktur, Neer Gruppe I, AO-11 A1-A2) gelten als stabil und können erfolgreich konservativ behandelt werden <sup>(70)</sup>. Sie werden im Gilchristverband ruhig gestellt, wodurch sich die Zugwirkung des M. pectoralis major entspannt. Nach Anlegen des Gilchristverbands erfolgt obligat die Röntgenkontrolle (echt a.p.-Aufnahme, schräg laterale Y-Aufnahme) zur Überprüfung der Frakturstellung. Nach ca. einer Woche bei Nachlassen des Frakturschmerzes beginnt die frühfunktionelle Übungsbehandlung. Wird mit der frühfunktionellen Therapie erst nach 14 Tagen oder später begonnen, fällt das Rehabilitationsergebnis, insbesondere die Aussenrotation schlechter aus <sup>(34)</sup>. Die durch einen Krankengymnasten assistierte Frühtherapie besteht in Pendel-, Säge- und Kreiselbewegungen sowie unterstützender Bewegungstherapie im Bewegungsbad und isometrischer Stärkung der Mm. biceps und triceps. Nach 3-4 Wochen kann der Patient mit passiven Flexions- und Aussenrotationsübungen beginnen, mit Überkopfübungen nach 4-5 Wochen.

Nach Abnahme des Gilchristverbandes überprüft der Arzt die Stabilität der Fraktur. Er steht hinter dem Patienten, palpiert mit einer Hand den Oberarmkopf und rotiert mit der anderen Hand vorsichtig den gebeugten Ellbogen. Eine falsche Bewegung des Oberarmkopfes ist Beleg für eine fehlende fibröse Stabilisierung. Die nicht oder nur gering dislozierte Humeruskopffraktur ist nach sechs bis acht Wochen durchbaut. Röntgenkontrollen erfolgen anfangs in einwöchigem, dann in zweiwöchigem Intervall <sup>(34)</sup>.

Die konservative Therapie ist aber limitiert durch infolge einer Gefäßverletzung devitalisierte Kopffragmente, den reduzierten Allgemeinzustand, das Alter sowie einen chronischen Alkoholabusus und eine fehlende Compliance der Patienten <sup>(84)</sup>.

### 1.6.1.2. geschlossene Reposition

Nach Neer <sup>(106)</sup> ist die Indikation zur geschlossenen Reposition gegeben, wenn der distale Frakturteil um 1 cm Schaftbreite verschoben oder der Kopf um mehr als 45° abgekippt ist. Habermeyer <sup>(34)</sup> sieht bereits bei einer Winkelfehlstellung des Schaftes von mehr als 30° bei Frakturen im chirurgischen Hals eine zwingende Indikation zur Reposition. Szyszkowitz et al. <sup>(152)</sup> sehen bei einer Dislokation des Hauptfragments von 5 mm bei unter 50-jährigen und von 10 mm bei über 50-jährigen eine Indikation zur Reposition. Bei einfach verschobenen Brüchen erfolgt die Reposition unter i.v. Analgesie und Sedation. Luxationsbrüche werden unter Narkose bzw. Leitungs-Anästhesieverfahren (Skalenus-, Winnie-Block) reponiert <sup>(34)</sup>. Falls eine geschlossene Reposition erforderlich ist, soll diese in OP-Bereitschaft durchgeführt werden, da evtl. die Notwendigkeit zur Osteosynthese bei erfolgloser Reposition besteht.

## 1.6.2. operative Therapie

Primäres Ziel der operativen Versorgung der Humeruskopffraktur ist die anatomische Reposition und stabile Fragmentretention <sup>(66)</sup> zur Ermöglichung einer konsequenten frühfunktionellen Nachbehandlung, die das Endresultat ganz entscheidend beeinflusst <sup>(73,96)</sup>.

### 1.6.2.1. Prothese

Indikation für einen primären Humeruskopfersatz können head-split Frakturen, Impressionsdefekte des Humeruskopfes mit mehr als 40% Gelenkflächenbeteiligung, dislozierte 4-Fragmentfrakturen und Fälle dislozierter 3-Fragmentfrakturen sein<sup>(108,122)</sup>. Generell ist die primäre Hemiarthroplastik bei Frakturen mit hohem avaskulären Nekroserisiko indiziert, also bei Frakturen im Collum anatomicum, hoher Fragmentzahl, Lateralisation des Kalottenfragments oder Abriß des Periostschlauchs<sup>(36,131)</sup>. Vor allem bei alten Menschen mit schlechter Knochenqualität<sup>(109)</sup>, bei dem die Osteosyntheseverfahren durch die begrenzten Fixierungsmöglichkeiten schaliger und osteoporotischer Fragmente ein hohes sekundäres Dislokationsrisiko beinhalten, stellt die Humeruskopfprothese im Rahmen der o.g. Fraktursituationen nach Hessmann und Rommens<sup>(50)</sup> die Therapie der Wahl dar. Dagegen ist die Indikation beim jungen Menschen unter Berücksichtigung der besseren Knochenqualität und des höheren Revaskularisierungspotentials eher zurückhaltend zu stellen<sup>(28,33,82,133)</sup>.

Grundlage für ein gutes Endresultat und Basis für eine frühfunktionelle Behandlung ist die korrekte anatomische Ausrichtung des Retroversionswinkels der Prothese zur Humerusachse, die Rekonstruktion des Rotationszentrums, die genaue Wiederherstellung der Humeruslänge und vor allem die übungsstabile, lückenlose und anatomisch korrekte Fixierung der Tubercula sowohl an der Prothese als auch am Humerusschaft. Dabei sind verbliebene Periostbrücken zwischen Tuberculum und Schaft zu schonen, um die wichtige direkte Gefäßversorgung der Fragmente zu erhalten. Gefürchtete Komplikationen sind die frühe Dislokation der Tubercula und die osteolytische Resorption des Tub. majus mit sekundärer Rotatorenmanschetteninsuffizienz durch ungenügend Ruhe und Stabilität bzw. mangelhafte Blutversorgung. Daraus ergibt sich der hauptsächliche Nachteil der Hemiarthroplastik, nämlich der verzögerte Beginn der frühfunktionellen Nachbehandlung zugunsten der Frakturkonsolidierung<sup>(36)</sup>.

Mit der primären Humeruskopfprothese lässt sich zwar meist eine gute Stabilität bei weitgehender Schmerzreduktion im Schultergelenk erreichen, wodurch sich oft ein für den Patienten subjektiv zufrieden stellendes Resultat einstellt<sup>(97,131)</sup>, das beim älteren Patienten einen hohen Stellenwert hat<sup>(145)</sup>. Andererseits resultiert häufig eine nur mäßige funktionelle Beweglichkeit<sup>(71,110,140,162)</sup>.

### 1.6.2.2. Minimalinvasive Osteosynthese

Unter den derzeit gebräuchlichen Osteosyntheseverfahren haben die sogenannten minimalinvasiven große Bedeutung. Das Prinzip der minimalinvasiven Osteosynthese basiert auf einer äußerst sparsamen operativen Frakturherdfreilegung mit Minimierung der iatrogenen Weichteilschädigung zum maximalen Schutz der Fragmentdurchblutung, um die biologische Grundlage für eine Knochenheilung bestmöglich zu erhalten und das Risiko einer avaskulären Nekrose zu minimieren<sup>(57,60,76,124,160)</sup>. Deswegen wird meist mit geschlossener Reposition und perkutaner Retention gearbeitet. Die Anzahl der beschriebenen Operationstechniken ist beträchtlich<sup>(11,16,21,42,57,66,79,115,124,141,157,165)</sup>. Als Osteosyntheseprinzipien kommen Kirschnerdrähte (KD)<sup>(57,66)</sup>, Zuggurtung (Drahtcerclagen<sup>(79)</sup>, Drahtnähte, resorbierbare Nähte<sup>(115)</sup>), Stell- oder Zugschrauben<sup>(124)</sup> und intramedulläre Drahtstiftung<sup>(16,53,157,165)</sup> zum Einsatz. Im Gegensatz zu den anderen minimalinvasiven Verfahren benötigt die Drahtcerclage häufig einen offenen Zugang, wodurch der biologische Vorteil der geschlossenen Reposition gegenüber anderen Verfahren zumindest teilweise verloren geht<sup>(163)</sup>.

Zur Stabilitätsverbesserung müssen die einzelnen Implantate oft miteinander kombiniert werden. Dabei kann die perkutane KD-Osteosynthese in Kombination mit Drahtcerclagen eingesetzt werden<sup>(124,123)</sup>. In diversen Studien hat sich allerdings gezeigt, dass sowohl die perkutane Schraubenosteosynthese<sup>(21,68,124)</sup> als auch die Platten- oder Nagelosteosynthese<sup>(69,129,161)</sup> der KD-Fixierung bezüglich der Stabilität deutlich überlegen sind. Im Vordergrund stehen Herstellung eines guten Fragmentkontaktes, Ausrichtung der Achsen (eine Impaktierung nur so weit, wie unbedingt erforderlich, lösen) und die Rekonstruktion der Rotatorenansätze mit einem Minimum an Implantaten zur adaptierenden Fixation, wodurch eine anatomische Reposition nicht immer ermöglicht wird<sup>(76)</sup>. Bei korrekter Implantierung und guter Knochenqualität ist die minimalinvasive Osteosynthese in der Regel stabil genug um die frühfunktionelle Physiotherapie zu ermöglichen. Bei osteoporotischen Frakturen mit geringer Primärstabilität benötigt sie aber eine längere postoperative Ruhigstellung<sup>(141,152)</sup>, die den Vorteil des weichteilschonenden Zugangs für ein besseres funktionelles Ergebnis gefährdet<sup>(73)</sup>. Hauptkomplikationen sind Implantatwanderung und Drahtbruch mit sekundärem Repositionsverlust<sup>(53,66,90,157)</sup>, gerade bei osteoporotischen Frakturen, da mit zunehmendem Osteoporosegrad die minimalinvasiven Implantate nur noch geringen Halt im Knochen finden und herausgleiten oder die Kopfoberfläche perforieren.

### 1.6.2.3. Platten

Die Plattenosteosynthese ist bei einer großen Zahl gelenknaher Frakturen langer Röhrenknochen die Therapie der ersten Wahl. Bei der Behandlung proximaler Humerusfrakturen ist sie umstritten. Die konventionelle Plattenosteosynthese mit T- oder 1/3-Rohrplatten bei proximalen Humerusfrakturen galt lange als Methode der Wahl für eine Humeruskopf erhaltende Therapie. Sie bietet einerseits Vorteile bezüglich Reposition und Stabilität<sup>(47,75)</sup>, andererseits wird sie für ein erhöhtes Humeruskopfnekroserisiko verantwortlich gemacht, vor allem bei 4-Fragment- und Luxationsfrakturen<sup>(77,85)</sup>. Eine AO-Sammelstudie ergab bei der Nachuntersuchung von 167 Luxationsfrakturen des proximalen Humerus nach Plattenosteosynthese eine Humeruskopfnekroserate von 44,6%, während die Behandlung mit der Minimalosteosynthese 33,3% Kopfnekrosen aufwies<sup>(77)</sup>. In der Literatur finden sich verschiedene Nekroseraten von 4 bis 45% für die konventionelle Plattenosteosynthese<sup>(75,77,85,155)</sup>. Für die offene, direkte anatomische Reposition und eine sichere Fixierung muss bei diesen Platten ein großer Teil des Knochens vom Weichteilgewebe befreit werden. Das Stabilisierungsprinzip beruht auf der Reibung zwischen Platte und Knochen, die bei Kompression der Platte an den Knochen durch Zugschrauben entsteht. Durch den Druck am Knochen wird allerdings auch die Periostdurchblutung beeinträchtigt und damit die Frakturheilung gestört<sup>(158)</sup>. Nach Hessmann M. et al.<sup>(46)</sup> ist für das Humeruskopfnekroserisiko nicht so sehr die Größe des Implantats sondern vielmehr die durch chirurgische Manipulation herbeigeführte Fragmentdenudierung und die Repositionstechnik entscheidend. Der Einsatz der früher verwendeten T- und Kleeblatt-Platte wird besonders bei osteoporotischem Knochen als problematisch angesehen<sup>(147)</sup>. Neben der Nekrose ist gerade bei diesen Frakturen der Repositionsverlust durch Schraubenlockerung ein wesentlicher Nachteil konventioneller Platten<sup>(56)</sup>. Die Stabilität der Osteosynthese kann hier kann durch Einbringen von Knochenersatzmaterialien oder Zement gesteigert werden<sup>(26,47,52,94)</sup>. Bei neueren, winkelstabilen Implantaten sind die Schrauben durch ein eigenes Gewinde am Kopf fest mit der Platte verschraubt und es kommt zur Lastverteilung zwischen diesen beiden Komponenten. Dadurch muss dieses Plattenmodell nicht mehr wie die konventionellen Platten an den Knochen gepresst werden um eine ausreichende Stabilität zu gewährleisten. Als Fixateur interne-System muss sie den Knochen überhaupt nicht berühren und beeinträchtigt so auch nicht die Periostdurchblutung<sup>(29,158)</sup>. Außerdem ist ein Abkippen der Schrauben nicht mehr möglich und dadurch auch ein deutlich besserer Halt im osteoporotischen Knochen gewährleistet<sup>(48)</sup>. Sie können sogar minimalinvasiv perkutan eingebracht werden und ermöglichen eine frühfunktionelle Physiotherapie ohne die Gefahr eines sekundä-

ren Repositionsverlustes bzw. einer Schraubenlockerung <sup>(29)</sup>. Verschiedene klinische Studien berichten über gute Ergebnisse winkelstabiler Platten bei der proximalen Humerusfraktur (4,10,45,67,95,164).

#### 1.6.2.4. Nägel

Die Marknagelosteosynthese ist bei diaphysären Humerusfrakturen ein bewährtes Therapieverfahren <sup>(127,167)</sup>. Im proximalen metaphysären Humerusbereich kann die stabile Fixierung des kurzen gelenknahen Fragments mit dem retrograden Marknagel problematisch sein. Frakturierte Tuberkulumfragmente werden in der Regel durch diesen Nagel nicht ausreichend fixiert und müssen durch zusätzlich eingebrachte Schrauben, Nähte oder Klammern verankert werden <sup>(51)</sup>. Nach Lin J. et al. <sup>(86)</sup> bietet jedoch die retrograde Marknagelung proximaler Humerusfrakturen – insbesondere der subkapitalen 2-Segmentfraktur – den Vorteil, dass die Fraktur nicht freigelegt wird so, dass die Durchblutung der einzelnen Frakturalelemente weitgehend geschont wird und erhalten bleibt. Biomechanische Studien zeigen, dass intramedulläre Nägel eine stabilere Fixierung als perkutane Drähte <sup>(161)</sup> und als Zuggurtungen mit zusätzlichen Endernägeln <sup>(130)</sup> bieten. Eine antegrade Nagelung proximaler Humerusfrakturen mit winkelstabilen Schrauben wurde von Stedtfeld H.-W. et al. <sup>(148)</sup> vorgestellt. Der Einführung dieses Nagels liegen die Beobachtungen zugrunde, dass mit zunehmender Osteoporose die tragfähige Knochensubstanz vom Zentrum des Humeruskopfes her abnimmt, die Hauptfragmente die Gestalt von knöchernen Schalen annehmen und randständige Trümmerfragmente aufweisen, die keinen Erhalt der anatomischen Kontur des Humeruskopfes mittels interfragmentärer Kompression erlauben. Bei dem unter diesen Gesichtspunkten entwickelten Targon PH<sup>®</sup>-Nagel, dient der zentrale Nagel als tragende Säule, in dem die in verschiedene Richtungen ausstrahlenden Schrauben winkelstabil verankert werden. Durch die verminderte Bewegung der Fragmente soll die endostale Frakturheilung beschleunigt, die Revaskularisierung erleichtert und eine Frührehabilitation ermöglicht werden.

Nachteile des Verfahrens sind die notwendige Penetration der Bursa subacromialis und der – falls noch intakten – Rotatorenmanschette <sup>(55)</sup>. Unter Verwendung dieses winkelstabilen Nagelsystems für proximale Humerusfrakturen zeigten sich bei verschiedenen Autoren gute bis sehr gute Ergebnisse <sup>(88,93,101,148)</sup>. Auch hier ist eine minimalinvasive OP-Technik beschrieben <sup>(27)</sup>.

### 1.6.2.5. Prinzip der Winkelstabilität

Für die Versorgung proximaler Humerusfrakturen stehen extramedulläre und intramedulläre winkelstabile Systeme zur Verfügung<sup>(49)</sup>. Winkelstabilität bedeutet, dass der Längskraftträger (Platte oder Nagel) mit den Verankerungsvorrichtungen im Knochen (in der Regel Schrauben) eine starre Verbindung eingeht. Dies entspricht dem Prinzip des Fixateur externe, sodass derartige Implantate, da unter der Hautoberfläche gelegen, auch als Fixateur interne bezeichnet werden. Die starre Verbindung zwischen Längsträger und Schraube wird meistens durch Gewinde in den Löchern des Implantats und beispielsweise an den Schraubenköpfen hergestellt. Es gibt Implantate, bei denen die Schrauben nur in einer vorgegebenen Richtung (unidirektional-winkelstabil) oder aber frei wählbar in verschiedenen Winkeln (multidirektional-winkelstabil) eingebracht werden können. Bei der Plattenosteosynthese bringt die Winkelstabilität einen wichtigen Vorteil gegenüber den konventionellen Plattensystemen, bei denen die Stabilität nur dadurch erreicht wird, dass die Platte mit Hilfe der Schrauben an den Knochen gepresst wird, wodurch die Reibungskräfte eine Redislokation verhindern. Das winkelstabile Fixateur-interne-Prinzip erfordert dagegen keinen Knochenkontakt der Platte, was die periostale Durchblutung schont<sup>(29,125)</sup>.

## 2. Problemstellung

Bei gegebener Indikation zur Osteosynthese der Humeruskopffraktur liefern die Fixateur interne-Systeme – winkelstabile Platten und Nägel – gute Ergebnisse <sup>(4,10,45,67,88,93,95,101,148,164)</sup>.

Bisher gibt es jedoch unseres Wissens nach keinen direkten klinischen Vergleich zwischen den beiden winkelstabilen Therapiemöglichkeiten (intra- und extramedullär). Ziel dieser Studie war es, zu analysieren, ob es bei Anwendung und Resultaten signifikante Unterschiede zwischen beiden Systemen gibt. In diesem Zusammenhang sollte das funktionelle Ergebnis zu drei verschiedenen Nachuntersuchungszeitpunkten anhand des Constant-Murley-Scores überprüft werden. Diesbezüglich und anhand des Umfangs der im Beobachtungszeitraum eingetretenen Komplikationen sollte getestet werden, ob einem der beiden Verfahren in Abhängigkeit vom Frakturtyp der Vorzug zu geben ist.



## 3. Material und Methoden

### 3.1. Patientengut

Diese prospektive Studie basiert auf der Beobachtung von 105 Patienten, die im Zeitraum von August 2001 bis Ende April 2004 wegen einer proximalen Humerusfraktur konsekutiv in der unfallchirurgischen Abteilung des Klinikums Rechts der Isar der technischen Universität München mit einer PHILOS<sup>®</sup>-Platte oder einem Targon PH<sup>®</sup>-Nagel osteosynthetisch versorgt wurden. Von diesen 105 Patienten erhielten 53 eine PHILOS<sup>®</sup>-Platte und 52 einen Targon PH<sup>®</sup>-Nagel. Patienten mit Polytrauma oder Humerusschaftfraktur und Patienten, die eines der beiden genannten Verfahren in Rahmen eines Revisionseingriffes erhielten, wurden dabei nicht in diese Studie aufgenommen.

### 3.2. Behandlung

#### 3.2.1. Aufnahme, Diagnostik, Operationsvorbereitung

Über die Poliklinik der Chirurgischen Klinik des Klinikums Rechts der Isar der Technischen Universität München wurden die Patienten aufgenommen. Routinemäßig wurden Anamnese, Inspektion und klinisch-neurologische Untersuchung durchgeführt, danach Röntgenaufnahmen des Humerus und der angrenzenden Gelenke in mindestens zwei Ebenen, sowie eine Thorax-Übersichtsaufnahme zur Operationsvorbereitung. Dabei wurden vom Humerus mindestens zwei Aufnahmen aus der Trauma-Serie angefertigt, vorzugsweise die true a.p.- und, sofern es der Zustand des Patienten zuließ, die axiale Aufnahme, ansonsten statt der axialen eine skapuläre Y- Aufnahme. Anschließend wurde, basierend auf den Röntgenbildern und der klinischen Untersuchung, die Klassifikation der Fraktur nach AO vorgenommen. Nach der Beratung des Patienten wurde routinemäßig zur Operationsvorbereitung ein EKG mit den Standardableitungen geschrieben und die Blutwerte samt Gerinnungsparametern bestimmt. Zur Ruhigstellung des Armes wurde ein Gilchristverband angelegt. Auf Station erfolgten Operationsaufklärung und Prämedikation im Rahmen der Operationsvorbereitung.

Die Operation wurde prinzipiell schnellstmöglich angestrebt, bei Patienten mit Begleiterkrankungen erst nach gründlicher Klärung der Operationseignung durch einen Anästhesisten.

### 3.2.2. Klassifikation nach AO

Die Klassifikation nach AO wurde vom diensthabenden Unfallchirurgen anhand der Röntgenaufnahmen und der klinischen Untersuchung erstellt. Die präoperative Klassifikation wurde intraoperativ bestätigt oder korrigiert.

### 3.2.3. Indikationsstellung und Behandlungswahl

Sofern die Osteosynthese mittels Platte oder Nagel indiziert war, lag die Entscheidung für eines der beiden Verfahren beim Operateur.

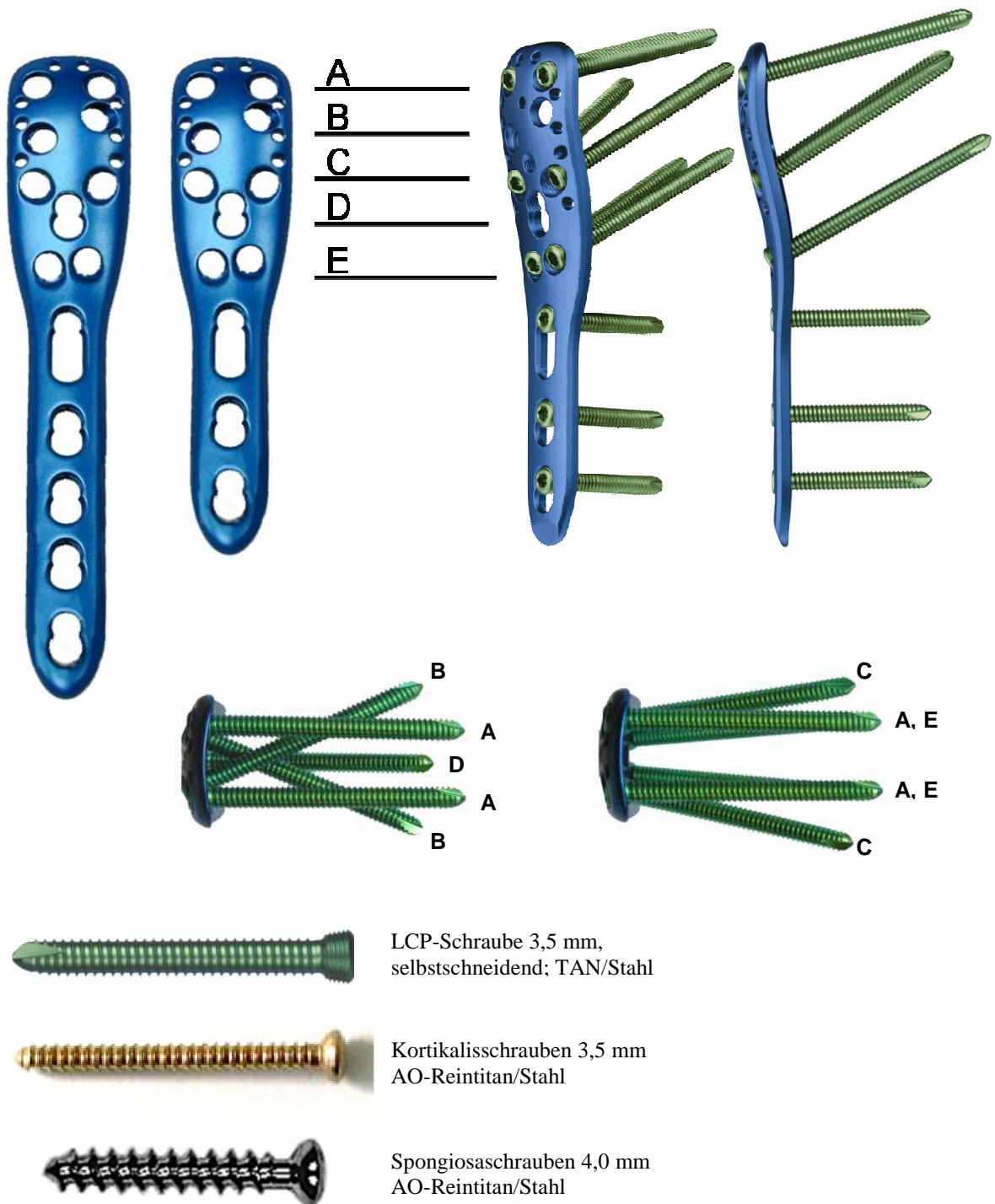
### 3.2.4. Extramedullärer Fixateur interne (PHILOS<sup>®</sup>-Platte)

Die PHILOS<sup>®</sup>-Platte wird von der Firma Synthes-Stratec (Hauptsitz Oberdorf, Schweiz – Deutschlandvertrieb Umkirch) hergestellt. PHILOS ist eine Abkürzung und steht für „Proximal Humeral Internal Locking System“, was die wesentlichen Merkmale der Platte beschreibt. Das Implantat ist in AO-Reintitan (CPTI) oder Implantatstahl (SSt) erhältlich.

In dieser Studie wurde nur die Variante aus Titan eingesetzt.

Die Platte ist in ihrer Form der anatomischen Kontur der lateralen Kortikalis des proximalen Humerus angepasst (**Abb. 3.1**). Ein wesentlicher Unterschied zu konventionellen Plattensystemen, wie z.B. der T-Platte ist die Winkelstabilität des Implantats. Diese wird durch ein Gewinde am Schraubenkopf und ein passendes Gegengewinde am entsprechenden Plattenloch gewährleistet. Durch die feste Schrauben-Plattenverbindung entspricht die winkelstabile Platte einem (extramedullären) Fixateur interne-System. Die für die winkelstabile Verbindung verwendeten Verriegelungsschrauben (LCP-Schrauben) haben einen Durchmesser von 3,5 mm, sind rigide, selbstschneidend und besitzen ein durchgehendes Gewinde.

Die Platte wird in zwei unterschiedlich langen Varianten angeboten. Die kurze Platte ist 90 mm lang und hat drei distale Löcher zur Befestigung am Schaft. Die lange Platte ist 114 mm lang und hat fünf Schaftlöcher.



**Abb. 3.1:** PHILOS®-Systembeschreibung (mit freundlicher Genehmigung von Synthes®). - **Oben links:** die beiden unterschiedlich langen Plattenvarianten mit 5 bzw. 3 distalen Kombi-Löchern zur Fixierung am Humerusschaft; **Oben rechts:** 2 unterschiedliche Ansichten der kurzen Plattenvariante mit Belegung von 3 (A, C, E) der 4 (A,B,C,E) proximalen Schraubenlochpaare, das 2. Lochpaar von proximal (B) und das proximale Kombi-Loch (D) sind in diesen beiden Ansichten nicht belegt; **Bildmitte:** Ansicht von oben mit unterschiedlicher Belegung der proximalen Verriegelungslöcher, verdeutlicht die konvergierende Stellung des 2. (B) bzw. divergierende Stellung des 3. (C) proximalen Lochpaares (Beschriftung analog zur Abbildung oben rechts); **Unten:** die mit dem PHILOS-System verwendbaren Schrauben: LCP-Schrauben mit Gewinde am Schraubenkopf zur winkelstabilen Befestigung und konventionelle Kortikalis- oder Spongiaschrauben.

In beide Platten können proximal maximal neun Schrauben eingebracht werden. Dies beinhaltet vier weitgehend parallel angeordnete, untereinander liegende Lochpaare, die eingebrachte Schrauben mit dem bereits erwähnten Gewinde am Schraubenkopf winkelstabil fixieren und ein Einzellloch, das wie die drei bzw. fünf distalen Löcher als „Kombi-Loch“ wahlweise mit Verriegelungs- oder mit Standardschrauben (Kortikalisschrauben) belegbar ist.

Die Platte bildet in der Frontalebene (a.p.-Ebene) mit den proximalen Schrauben einen ansteigenden Winkel von  $95^\circ$  bis maximal  $123^\circ$ , wobei die Schraubenpaare zueinander kon- bzw. divergieren. Dadurch wird vor allem der zentrale Kopfkalottenanteil fixiert. In der Transversalebene dagegen steht das erste Schraubenpaar von proximal senkrecht zur Platte, beide Schrauben verlaufen parallel zueinander; das dritte und vierte Schraubenpaar ist jeweils divergierend angebracht, so dass eine breitbasige Abstützung der Kopfkalotte gewährleistet ist. Alternativ kann das zweite Schraubenpaar konvergierend eingebracht werden. Diese Schraubenausrichtung veranlasst eine sehr kraniale Plattenlage. Das Implantat kommt laut Hersteller <sup>(150)</sup> idealerweise 8 mm unter dem oberen Tuberculum majus-Ende zu liegen. Dadurch wird zwar das Tuberculum lateral gut fixiert, das Risiko eines Plattenimpingements steigt aber an. Dem versucht der Hersteller mit einem sehr flachen Plattenprofil (Dicke 2,5 mm) und abgerundeten Kanten zu begegnen. Die distalen drei bzw. fünf Schrauben stehen in der Frontal- und Transversalebene senkrecht zur Platte.

Die Schraubenköpfe werden vollständig in der Platte versenkt und schließen dadurch mit der Plattenoberfläche ab.

Außerdem besitzt die Platte 10 proximale Nahtlöcher zur Stabilisierung der Konstruktion. Dabei werden die Tubercula mit Nähten im Ansatzbereich der Rotatorenmanschette, also am Ansatz der Supraspinatus-, Infraspinatus- und Subscapularis-Sehne armiert. Dies dient nicht nur der Reposition und Positionierung der Platte, sondern vor allem der sicheren Retention der Tubercula.

### 3.2.5. Intramedullärer Fixateur interne (Targon PH<sup>®</sup>-Nagel)

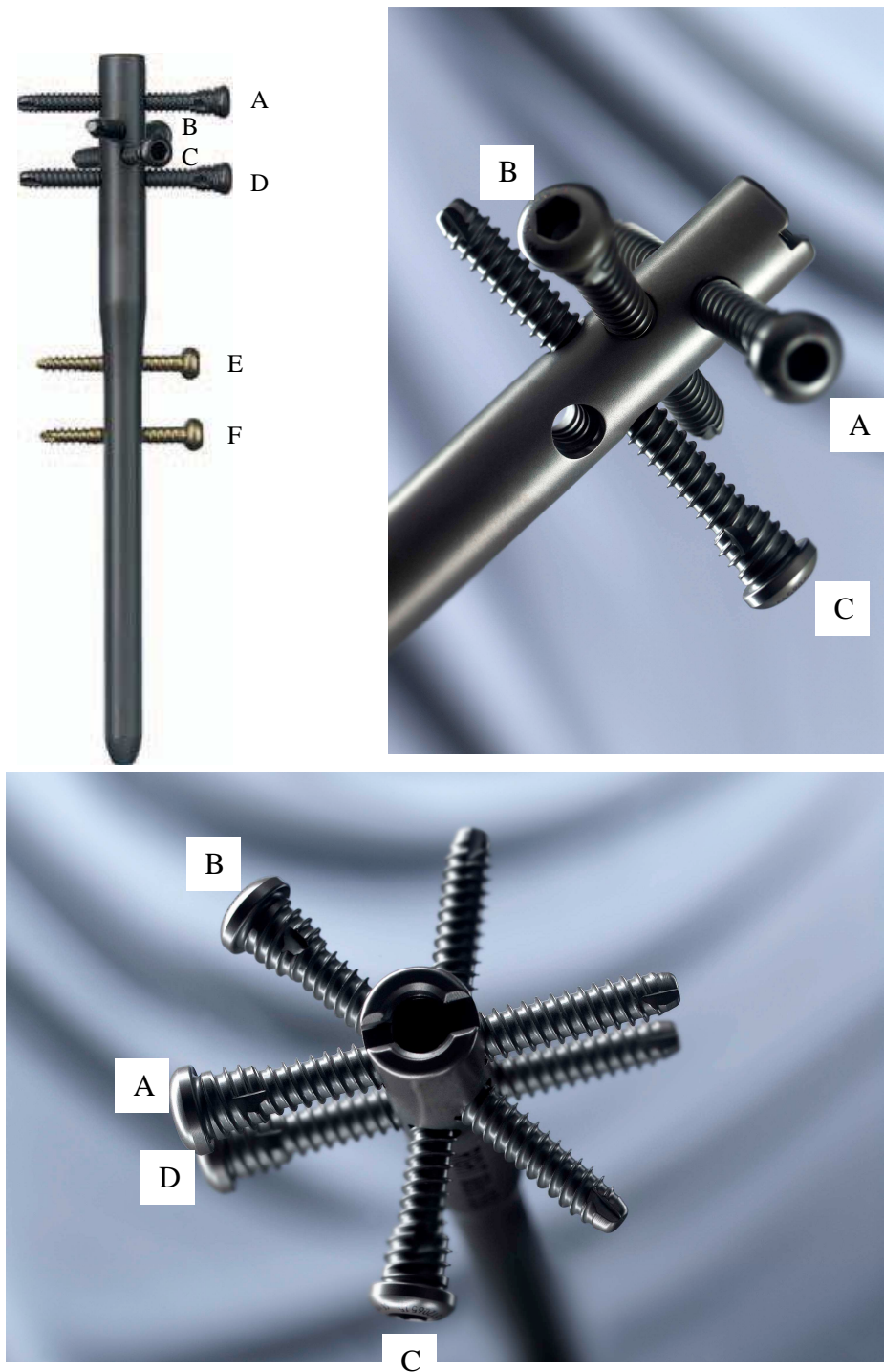
Der gerade, proximale Humerusnagel Targon PH<sup>®</sup> wird von der Firma Aesculap in Tuttlingen hergestellt. Es handelt sich dabei um ein von antegrad eingeführtes intramedulläres Nagelsystem.

Der Nagel besteht aus einer Titanlegierung (TiAl 6V4) und ist in mehreren Längen erhältlich; die kurze Variante ist 150 mm lang und besitzt einen distalen Durchmesser von 8 mm, die längeren Varianten sind 220, 250 oder 280 mm lang mit 7 mm distalem Durchmesser. Der proximale Durchmesser beträgt bei allen Modellen 10 mm.

Im oberen Nagelanteil befinden sich vier gewindetragende Löcher, die Fixierschrauben winkel- und gleitstabil verankern (*Abb. 3.2*). Es handelt sich damit hier um ein intramedulläres Fixateur interne-System. Die Bohrungen besitzen eine anatomisch abgestimmte Winkelanordnung um die Kopfkalotte und die beiden Tuberkula zu erfassen. Die Löcher 1 und 4 liegen parallel zueinander. Loch 2 ist zu diesen um 55° nach dorsal und Loch 3 um 70° nach ventral geneigt. Aufgrund dieser Anordnung sind sowohl eine Rechts- als auch eine Links-Version erhältlich, die sich jeweils den Tubercula und dem Sulcus bicipitalis anpassen und wichtige anatomische Strukturen schonen. Um das Risiko für ein Materialimpingement möglichst gering zu halten, trägt der Kopf der Fixierschrauben ein Gewinde mit größerem Durchmesser, wodurch die Fragmente sicher gefasst werden und der Schraubenkopf in der Kortikalis versenkt wird. Durch ein in der Nagelachse verlaufendes Loch im proximalen Nagelende wird die Befestigung an ein Zielgerät mittels Adapterschaube möglich.

Nach der Verjüngung des Nagels auf 7 bzw. 8 mm, beim kurzen Nagel etwa in der Nagelmitte, beim längeren Nagel im zweiten Viertel von oben, befinden sich zur distalen Stabilisierung unterhalb der Frakturlinie 2 weitere querverlaufende Bohrlöcher ohne Innengewinde, die 3,5 mm dicke Transfixationsschrauben aufnehmen.

Nur bei der langen Nagelvariante finden sich weiter distal zwei zusätzliche ebenfalls gewindefreie Löcher, die wie die dritte kraniale Schraube 70° ventral zur ersten und vierten kranialen Schraube geneigt sind.



**Abb. 3.2:** Targon PH<sup>®</sup>-Nagelsystem (mit freundlicher Genehmigung von B/Braun, Aesculap<sup>®</sup>). -  
**Oben links:** kurze Nagelversion, alle proximalen und distalen Löcher mit den jeweiligen Schrauben belegt;  
**Oben rechts:** Seitansicht des proximalen Nagelendes; **Unten:** Blick von oben auf das proximale Nagelende.  
A, B, C, D = proximale winkelstabile Verriegelungsschrauben;  
E, F = distale Kortikalisschrauben zur Fixierung am Humerusschaft.

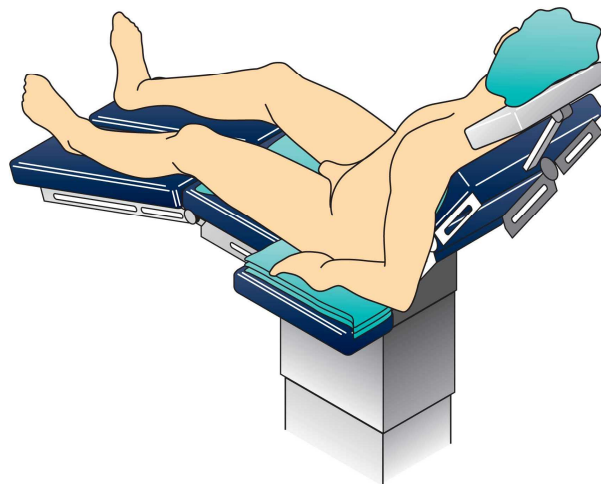
### 3.2.6. OP-Technik

Bei der präoperativen Planung wurden die erforderliche Implantatgröße, die Positionierung der Fixierschrauben und eine sinnvolle Belegung der distalen Schraubenlöcher festgelegt.

Der Patient wird halbsitzend in Rückenlage in der sog. beach chair-Position (=Astronautenposition oder Chaiselonglagerung) gelagert (**Abb. 3.3**), wobei der Rumpfteil des Tisches um 30-40° angehoben und der Knieenteil abgewinkelt wird, um ein Rutschen des Patienten nach distal zu verhindern. Die betroffene Schulter ist mit einem Tuch oder flachen Kissen unterlegt, steht seitlich über und wird wenn nötig durch eine Haltevorrichtung für die Hand leicht angehoben. Der Arm ist dadurch im Schultergelenk frei beweglich, die Schulter ist während der OP im kompletten Umfang zugänglich und eine leichte anatomische Orientierung wird ermöglicht.

Routinemäßig wurde eine Intubationsnarkose und eine systemische Antibiotikaprophylaxe mit 1,5 g Cefuroxim i.v. durchgeführt.

Eine gegebenenfalls durchgeführte geschlossene Reposition wurde unter Bildwandlerkontrolle durch Längszug erreicht.



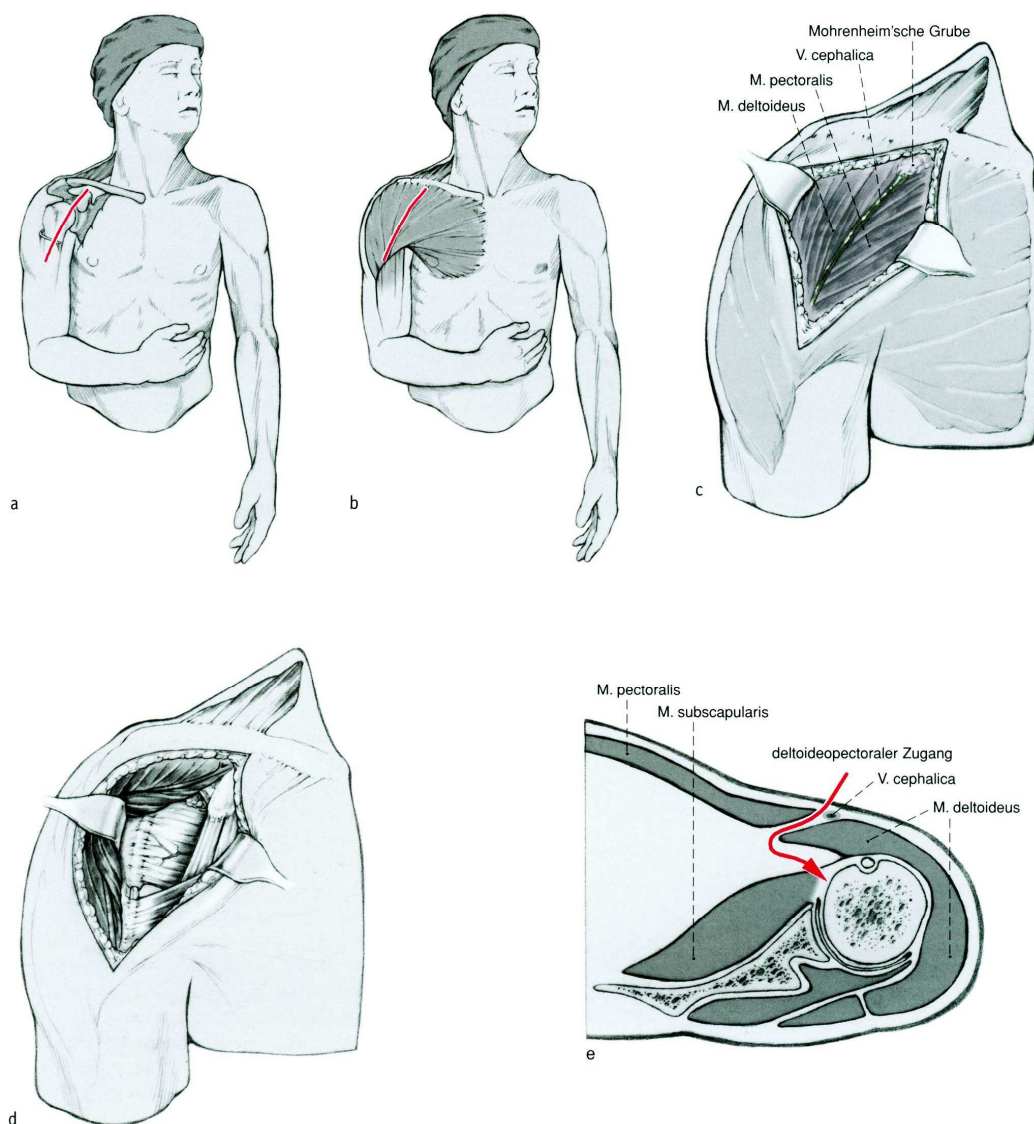
**Abb. 3.3:** Beach-Chair-Lagerung mit 30-40° erhöhtem Oberkörper, abgewinkeltem Knieenteil und frei beweglich gelagertem Arm auf dem Armtisch (aus Hersteller-Prospekt<sup>(2)</sup> mit freundlicher Genehmigung von B/Braun, Aesculap®).

### 3.2.6.1. PHILOS<sup>®</sup>-Platte

Bei der PHILOS<sup>®</sup>-Platte erfolgte die Darstellung des Humeruskopfbereichs über einen deltoideopectoralen Zugang (*Abb. 3.4*). Dabei beginnt der Hautschnitt unterhalb der Klavikula auf Höhe des Processus coracoideus und folgt leicht bogenförmig dem Verlauf des Sulcus deltoideopectoralis bis zum Ansatz des M. deltoideus am proximalen Humerusschaft. Danach wurden unter Schonung der V. cephalica M. deltoideus und M. pectoralis stumpf getrennt und mobilisiert. Der Zugang kann durch leichtes Ablösen des M. deltoideus-Ansatzes oder durch Einkerbung bzw. Ablösen des M. pectoralis-Ansatzes am Humerus erweitert werden. Die Vene wurde dann zusammen mit dem M. deltoideus zur Erhaltung der deltoidalen venösen Zuflüsse nach lateral abgeschoben, der M. pectoralis nach medial. Spaltung der claviculopectoralen Faszie medial der langen Bizepssehne in Längsrichtung unter Schonung des Lig. coracoacromiale und des N. musculocutaneus und Eröffnen der Bursa subdeltoidea. Am Unterrand des nun dargestellten M. subscapularis verlaufen die A. und V. circumflexa humeri anterior und der N. axillaris, die unbedingt geschont wurden.

Falls keine geschlossene Reposition möglich war, fasste man zur halboffenen möglichst indirekten Reposition die abgerissenen Tubercula bzw. das Kopffragment an den Sehnenansätzen der Rotatorenmanschette mit nicht-resorbierbaren Haltefäden unter Schonung der arteriellen Blutversorgung. Nach gegebenenfalls temporärer Stabilisierung des Humeruskopfes mit Kirschnerdrähten wurde die Platte, um eine Beeinträchtigung der langen Bizepssehne zu vermeiden, möglichst lateral des Sulcus bicipitalis angelegt und temporär mit einem Kirschnerdraht oder gleich endgültig mit Schraube über ein distales Schraubenloch am Schaft fixiert. Die Plattenhöhe stellte man dabei mit Hilfe des Zielgerätes durch einen Kirschnerdraht fest. Danach wurden die Fragmente provisorisch durch die proximalen Schraubenlöcher mit Kirschnerdrähten fixiert. Nach radiologischer Kontrolle der Plattenlage und der Fragmentreposition wurde der distale Kirschnerdraht mit Zug- oder Verriegelungsschraube ersetzt. Die Platte wurde dann gegebenenfalls durch Belegen des proximalen Kombilochs mit einer Zugschraube am Knochen fixiert und die proximalen Kirschnerdrähte durch winkelstabile Schrauben ersetzt. Abschließend wurden die eingangs über die Rotatorenmanschettensehnen angeschlungenen Tubercula mit den Haltefäden unter Schonung der Bizepssehne in den dafür vorgesehen Löchern an der Platte fixiert und die Osteosynthese durch Platzieren weiterer Schrauben im Schaftbereich vervollständigt.

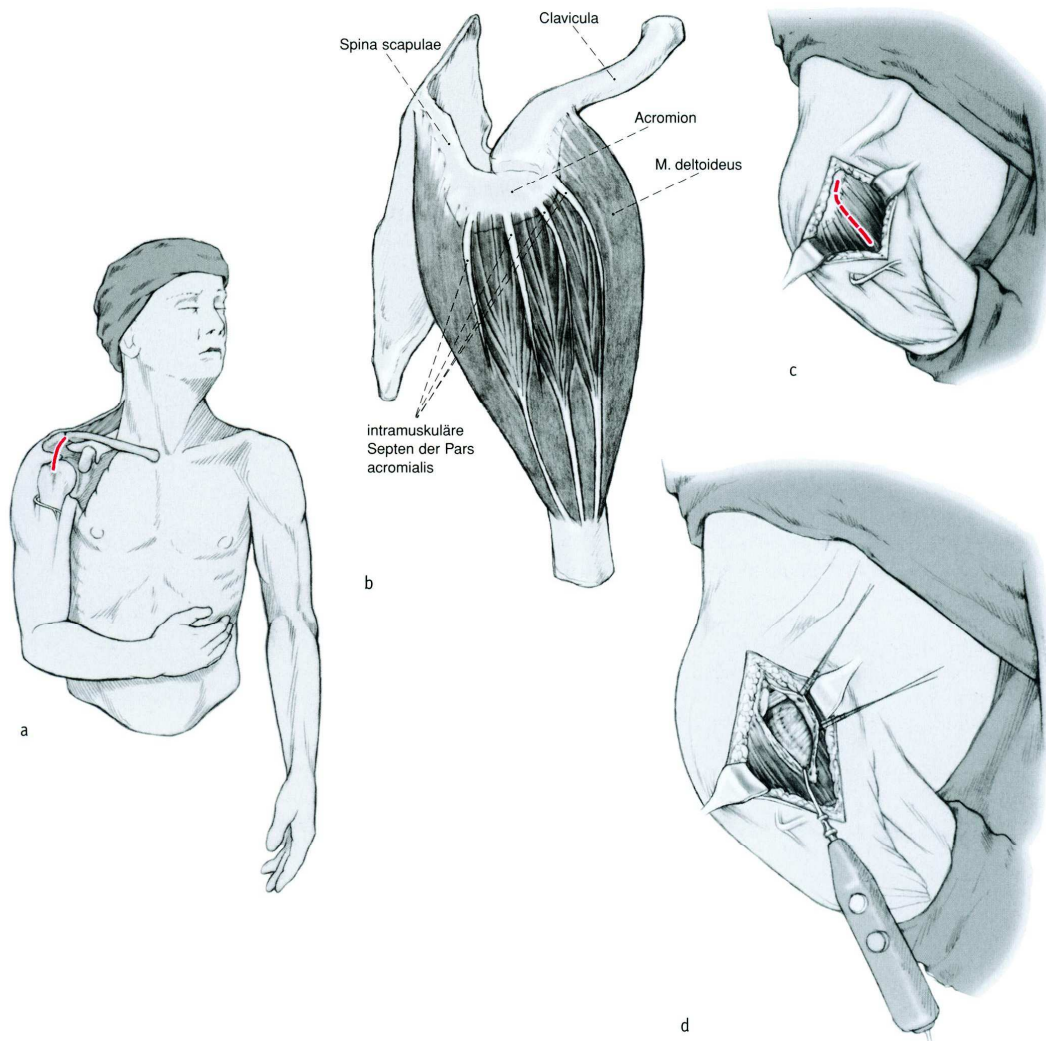




**Abb. 3.4:** Deltoideopectoraler Zugang zum Schultergelenk (modifiziert nach Habermeyer<sup>(35)</sup>). – **a + b** Verlauf des Hautschnittes mit der topografischen Anatomie (**a** knöchern, **b** Weichteile); **c** Operationssitus nach dem Hautschnitt; **d** Abschieben des *M. deltoideus* mit der *V. cephalica* nach lateral und des *M. pectoralis* nach medial; **e** Schematische Ansicht des Zugangs in der Transversalebene.

### 3.2.6.2. Targon PH<sup>®</sup>-Nagel

Beim Targon PH<sup>®</sup>-Nagel erfolgte die Darstellung des Humeruskopfes nach einem anterolateralen Delta-Split-Zugang (**Abb. 3.5**). Dabei zieht der Hautschnitt vom Acromionvorderrand aus bogenförmig nach distal lateral, zuerst parallel zur vorderen Acromionkante, dann parallel zum Faserverlauf des *M. deltoideus* und endet 5 cm unterhalb der lateralen Akromionkante um eine Verletzung des *N. axillaris* zu vermeiden. Der *M. deltoideus* wird an der Akromionvorderkante subperiostal abgelöst und im ventralen Septum intramusculare ge-



**Abb. 3.5:** Anterolateraler Delta-Split Zugang zum Schultergelenk (aus Habermeyer<sup>(35)</sup>). -  
**a** Verlauf des Hautschnittes mit der topografischen Anatomie (knöchern), Verlauf des N. axillaris;  
**b** Übersicht der operationsrelevanten knöchernen und muskulären Strukturen;  
**c** Operationssitus nach dem Hautschnitt, Schnittführung durch den M. deltoideus, Verlauf des N. axillaris;  
**d** Spaltung des M. deltoideus im ventralen Septum intramusculare.

spalten. Die Bursa subacromialis wird eröffnet und die Supraspinatussehne längs gespalten, um das spätere Einführen des Zieldrahtes zu ermöglichen. Falls keine geschlossene Reposition möglich war, wurde halboffen indirekt mit Hilfe von ins Kopffragment eingebrachten Kirschnerdrähten (Joy-Stick-Verfahren) reponiert. Nach Einführung eines Zieldrahtes im kranialsten Kalottenpunkt, radiologischer Kontrolle und überbohren dieses Drahtes mit einer Hohlfräse, wurde der Nagel manuell über den Zielbügel in den Markraum eingeführt. Nach der Feinreposition der Tubercula und der Positionskontrolle durch eine Tiefenmesslatte, wurde der Nagel unter Knorpelniveau im Kopf versenkt. Nun wurden unter Schonung der Bizepssehne, wobei wegen der Nähe zur Bizepssehne u.U. auf den ventralen Bolzen verzich-

tet wurde, die proximalen winkelstabilen Schrauben am Humeruskopf eingebracht. Nach Bildwandlerkontrolle der Schraubenlage und des anatomischen Repositionsergebnisses positionierte man auch die distalen Transfixationsschrauben mit Hilfe des Zielbügels.

Bei beiden Verfahren wurde nach radiologischer Abschlußkontrolle der achsgerechten Stellung und der Schraubenlage durch intraoperatives Durchbewegen die stabile Fixierung der Fragmente bei weiterhin anatomischer Stellung ohne Impingement getestet.

### 3.2.7. Nachbehandlung

Bei beiden Therapieverfahren war die Nachbehandlung prinzipiell identisch. Allerdings wurde beim Targon PH<sup>®</sup>-Nagel wegen des Zugangs durch die Rotatorenmanschette der Arm konsequent auf Abduktion und Elevation beübt, insbesondere in Rückenlage ohne Schwerkraft. Ab dem ersten postoperativen Tag wurden die Schultergelenke frühfunktionell unter physiotherapeutischer Anleitung remobilisiert. Dabei war die Schmerzgrenze in den ersten Wochen immer zu berücksichtigen. Begonnen wurde mit passiven Pendelbewegungen und aktiv assistierten Übungen aus dem Gilchristverband. Zur Sicherheit wurde gegebenenfalls der zulässige Bewegungsspielraum in den ersten Wochen eingeschränkt. Die Redondrainage sollte nach maximal 48 Stunden entfernt werden. In den ersten postoperativen Tagen wurde eine Kontrollröntgenaufnahme in zwei Ebenen, a.p.- und skapuläre Y-Aufnahme, angefertigt. Vier Tage bis maximal eine Woche war der Gilchristverband zu tragen. Die Wunde wurde konsequent kontrolliert und die Hautfäden 14 Tage postoperativ entfernt. Ab der zweiten postoperativen Woche sollte mit der aktiven Außen- und Innenrotation unter Beachtung der Schmerzgrenze begonnen werden. Ab der vierten Woche sollte der Bewegungsspielraum langsam schmerzabhängig gesteigert werden. Exzentrische Bewegungen, Belastungen mit mehr als fünf Kilogramm und Überkopfarbeiten waren für mindestens sechs Wochen untersagt. Ellenbogen, Handgelenk und Langfinger konnten uneingeschränkt beübt werden. Eine Materialentfernung war nur fakultativ vorgesehen, frühestens nach einem Jahr bei guter knöcherner Konsolidierung oder beim Auftreten einer Komplikation. Am Ende der stationären Behandlung wurden die Patienten mit der Maßgabe die Krankengymnastik fortzuführen und mit Anweisungen zum selbständigen Training in die ambulante Weiterbehandlung beim niedergelassenen Arzt entlassen und zur Wiedervorstellung nach 3, 6 und 12 Monaten aufgefordert. Behandlungsziel war die möglichst vollständige funktionelle Rehabilitation bei der Nachuntersuchung 12 Monate postoperativ.

## 3.3. Methodik

### 3.3.1. Beurteilung des stationären Verlaufs

Im Rahmen dieser prospektiv kontrollierten Studie wurde bei allen beobachteten Patienten der stationäre Verlauf bis zur Entlassung im Routinebetrieb der Unfallchirurgischen Abteilung des Klinikums Rechts der Isar München protokolliert. Zur Beurteilung wurden Daten aus Aufnahme-, Operationsberichten und stationären Patientenakten ausgewertet. Die in **Tab. 3.1** aufgeführten Parameter wurden bei jedem Patienten erfasst und statistisch analysiert.

*Tab. 3.1: Während des Krankenhausaufenthaltes registrierte Parameter*

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>
Alter	in Jahren
Geschlecht	männlich/weiblich
AO-Klassifikation	11-A 1.1-3.3 11-B 1.1-3.3 11-C 1.1-3.3
Seitenlokalisierung	rechts / links
Operationstechnik	PHILOS <sup>®</sup> / Targon PH <sup>®</sup>
Operateur	1-8
Latenz Trauma-Aufnahme	in Tagen
Verweildauer präoperativ	in Tagen
Verweildauer postoperativ	in Tagen
Verweildauer gesamt	in Tagen
Operationsdauer	in Minuten
Durchleuchtungsdauer	in Sekunden

### 3.3.2. Beurteilung des Behandlungsergebnisses

#### 3.3.2.1. Constant-Murley-Score (klinische Nachuntersuchung)

Nach der Entlassung wurden die Patienten jeweils 3, 6 und 12 Monate postoperativ zur Kontrolle des funktionellen Ergebnisses zu einer Nachuntersuchung einbestellt. Bei dieser Nachuntersuchung wurde neben einer klinischen Untersuchung der Constant-Murley-Score<sup>(24,23)</sup> für die operierte Schulter erhoben. Die Ergebnisse wurden in einem eigens gestalteten Evaluationsbogen eingetragen (**Abb. 3.6**).

Der Score erfasst zwei subjektive Parameter (Schmerz und Aktivitäten des täglichen Lebens) und zwei objektive vom Untersucher messbare Parameter (Kraft und Bewegungsumfang). Die Kraft wurde, wie in der Originalarbeit von Constant C.R. und Murley A.H.G.<sup>(24)</sup> vorgegeben, in der von Mosley H.F.<sup>(102)</sup> beschriebenen Weise erfasst. Dazu wurde mit einer Federwaage gemessen, wie viele Kilogramm ein Patient stehend mit gestrecktem Arm bei einer Abduktion von 90° (oder weniger bei einem Patienten, der 90° aktiv nicht erreichte) in der Skapulaebene (30° Anteversion) maximal schmerzfrei halten konnte. Beim Bewegungsumfang wurden reine Vorwärts- (Flexion) und Seitenelevation (Abduktion) mit Goniometer im Stehen gemessen.

Bei den Nachuntersuchungen 3 und 6 Monate postoperativ wurden alle Scoreparameter, bis auf die Kraft, nur auf der operierten Seite erhoben. Der Kraft-Parameter wurde in diesem Zeitraum für die operierte Seite in Relation zur nicht operierten Gegenseite erfasst. Bei der Nachuntersuchung 12 Monate postoperativ wurde auch für die nicht operierte Seite der gesamte Score erhoben, um bei der Abschlussuntersuchung in allen Scoreparametern einen individuellen Bezugswert für das Operations-Endergebnis zu erhalten. Dazu bewertete man bei jedem Scoreparameter die gesunde Seite mit der vollen erreichbaren Punktzahl (100%) und rechnete entsprechend dem Verhältnis der gemessenen Punktwerte (von operierter Seite zu gesunder Seite) den relativen Punktwert der operierten Seite als Anteil des maximalen Punktwertes aus.

Alle Komplikationen an der betroffenen Extremität, die sich im Beobachtungszeitraum ereigneten, wurden registriert. Patienten, bei denen im Rahmen einer Komplikation ein Wechsel auf ein anderes Therapieverfahren nötig war, wurden danach von der weiteren Beobachtung ausgeschlossen. Eine Entfernung der Titanimplantate war grundsätzlich nur fakultativ vorgesehen, elektiv frühestens nach einem Jahr bei guter knöcherner Konsolidierung oder obligat beim Auftreten einer entsprechenden Komplikation.

Alle im Beobachtungszeitraum durchgeführten Materialentfernungen wurden registriert.

Bei allen Patienten wurden zum Nachuntersuchungstermin Röntgenaufnahmen des Schultergelenks in zwei Ebenen, a.p- und skapuläre Y-Aufnahme, angefertigt, sofern keine aktuellen Aufnahmen aus dem Zeitraum von vier bis sechs Wochen davor existierten. Bei Patienten mit Voraufnahmen aus dem angegebenen Zeitraum wurde, wenn sie keine Beschwerden oder klinische Hinweise auf eine Komplikation hatten, wegen fehlender klinischer Konsequenz auf eine erneute Röntgenaufnahme verzichtet.

Patienten, denen es mangels Mobilität oder fehlender Begleitung nicht möglich war selbständig ins Klinikum zu kommen, wurden zu Hause bzw. im Pflegeheim untersucht.

## Ergebnisse der Schulternachuntersuchung

<b>Name:</b>		<b>Vorname:</b>		<b>Untersucher:</b>	<b>Gesamtergebnis:</b>
<b>Datum:</b>	<b>OP-Datum.:</b>	<b>Nachuntersuchung-Nr.:</b> <b>1 2 3 4</b>		<b>Verletzung:</b> <b>AO -</b>	<b>Bewertung:</b>

### Score nach Constant-Murley

Schmerzen	Keine	15	
	Leicht	10	
	Mäßig	5	
	Stark	0	
Kraft (0,5 kg=1P)	Maximal ___ kg	0 -25	

90 bis 100 Pkt.	sehr gut
80 bis 89 Pkt.	gut
70 bis 79 Pkt.	befriedigend
< 70 Pkt.	schlecht

### Aktivitäten des täglichen Lebens

Arbeitsfähigkeit	0 - 4		
Freizeit-/Sportfähigkeit	0 - 4		
Nächtliches Durchschlafen	0 - 2		
Hebung des Armes	Bis Taille	2	
	Bis unterer Brustbeinrand	4	
	Bis Hals	6	
	Auf den Kopf	8	
	Über den Kopf	10	

**Anmerkungen:**

### Bewegungsumfang

Vorwärtselevation (Flexion)	0-30°	0	
	31-60°	2	
	61-90°	4	
	91-120°	6	
	121-150°	8	
	151-180°	10	
Seitliche Elevation (Abduktion)	0-30°	0	
	31-60°	2	
	61-90°	4	
	91-120°	6	
	121-150°	8	
	151-180°	10	

Außenrotation	Hand hinterm Kopf mit nach vorne gerichtetem Ellenbogen	0 - 2	
	Hand hinterm Kopf mit nach hinten gerichtetem Ellenbogen	0 - 2	
	Hand auf dem Kopf mit nach vorne gerichtetem Ellenbogen	0 - 2	
	Hand auf dem Kopf mit nach hinten gerichtetem Ellenbogen	0 - 2	
	Volle Elevation bei Hand auf dem Kopf	0 - 2	
Innerrotation	Handrücken nur seitlich am Körper hängend	0	
	Handrücken bis Gesäß	2	
	Handrücken bis lumbosakralem Übergang	4	
	Handrücken bis Taille (3. Lendenwirbel)	6	
	Handrücken bis 12. Brustwirbel	8	
	Handrücken bis zwischen die Schulterblätter (7. Halswirbel)	10	

**Abb. 3.6:** Eigens entworfener Evaluationsbogen zur Erhebung des Constant-Murley-Scores während der Nachuntersuchung

### 3.3.2.2. Patientenfragebogen

Außerdem wurde allen Patienten, zusammen mit der Einbestellung zur 12 Monate postoperativ angesetzten Nachuntersuchung, die von Boehm D. et al.<sup>(14)</sup> entwickelte Fragebogenvariante des Constant-Murley-Scores zum selbständigen Ausfüllen zugesandt (**Abb. 3.7, Abb. 3.8**). Ziel dieses Fragebogens ist es eine Kontrolle des funktionellen Ergebnisses der Schulteroperation bezüglich der im Constant-Murley-Score erfassten Parameter (Schmerz, Aktivitäten des täglichen Lebens, Kraft, Bewegungsumfang) auch bei den Patienten zu ermöglichen, die durch eine zu hohe Entfernung des Krankenhauses zum Wohnort, Zeitmangel oder Krankheit bzw. Gebrechlichkeit keinen Nachuntersuchungstermin im Krankenhaus wahrnehmen können.

Die im Rahmen der Nachuntersuchung erhobenen Scoreergebnisse wurden mit den Werten des vom Patienten ausgefüllten Fragebogens verglichen.

<b>Schulternachuntersuchung</b>																				
<p><b>Liebe Patienten!</b></p> <p>Auf den folgenden Seiten finden Sie Fragen zu gesundheitlichen Einschränkungen. Wir möchten Sie bitten, für <b>beide Schultern</b> möglichst genaue Angaben zu machen.</p> <p>Bitte kreuzen sie die entsprechenden Antworten an!</p> <p>Wir danken Ihnen für Ihre Mitarbeit!</p>																				
<p><b>Patientendaten</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Name:</td> <td colspan="2">Vorname:</td> </tr> <tr> <td>Geb.-Datum:</td> <td>Datum:</td> <td>Tel.:</td> </tr> </table>			Name:	Vorname:		Geb.-Datum:	Datum:	Tel.:												
Name:	Vorname:																			
Geb.-Datum:	Datum:	Tel.:																		
<p><b>Bitte zutreffendes ankreuzen:</b></p> <p>Beeinträchtigte Schulter (bzw. aktuell behandelte Schulter): <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links</p> <p>Sind Sie Rechtshänder <input type="checkbox"/> oder Linkshänder <input type="checkbox"/> ?</p>																				
<p><b>I. Schmerz</b></p> <p>Bitte kreuzen Sie für <b>beide Schultern</b> die durchschnittliche Stärke Ihrer Schmerzen während der letzten Woche an:</p>																				
<p><b>rechte Schulter:</b></p> <p>kein Schmerz <span style="display: inline-block; width: 100px; border-bottom: 1px solid black; position: relative; top: -5px;"> <span style="position: absolute; left: 0; top: -5px;">0</span> <span style="position: absolute; right: 0; top: -5px;">15</span> </span> stärkster Schmerz</p>																				
<p><b>linke Schulter:</b></p> <p>kein Schmerz <span style="display: inline-block; width: 100px; border-bottom: 1px solid black; position: relative; top: -5px;"> <span style="position: absolute; left: 0; top: -5px;">0</span> <span style="position: absolute; right: 0; top: -5px;">15</span> </span> stärkster Schmerz</p>																				
<p><b>II. Beruf</b></p> <p>Bitte kreuzen Sie für <b>beide Schultern</b> an, ob Sie durch deren Einsetzbarkeit bzw. Schmerzen bei den Tätigkeiten in Ihrem <b>Beruf</b> eingeschränkt sind. (Sollten Sie nicht berufstätig sein, dann treffen Sie bitte die Angaben entsprechend der Haupttätigkeiten Ihres Alltags)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">rechte Schulter</th> <th style="text-align: center;">linke Schulter</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a. nicht eingeschränkt</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>b. weniger als zur Hälfte eingeschränkt</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>c. zur Hälfte eingeschränkt</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>d. mehr als zur Hälfte eingeschränkt</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>e. vollständig eingeschränkt</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>				rechte Schulter	linke Schulter	a. nicht eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	b. weniger als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	c. zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	d. mehr als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	e. vollständig eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	rechte Schulter	linke Schulter																		
a. nicht eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
b. weniger als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
c. zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
d. mehr als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
e. vollständig eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
<p><b>III. Freizeit</b></p> <p>Bitte kreuzen Sie für <b>beide Schultern</b> an, ob Sie durch deren Einsetzbarkeit bzw. Schmerzen bei den Aktivitäten in Ihrer <b>Freizeit</b> (Hobby, Sport, Garten etc.) eingeschränkt sind.</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">rechte Schulter</th> <th style="text-align: center;">linke Schulter</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a. nicht eingeschränkt</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>b. weniger als zur Hälfte eingeschränkt</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>c. zur Hälfte eingeschränkt</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>d. mehr als zur Hälfte eingeschränkt</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>e. vollständig eingeschränkt</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>				rechte Schulter	linke Schulter	a. nicht eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	b. weniger als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	c. zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	d. mehr als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	e. vollständig eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	rechte Schulter	linke Schulter																		
a. nicht eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
b. weniger als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
c. zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
d. mehr als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
e. vollständig eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
<p><b>IV. Arbeitshöhe</b></p> <p>Kreuzen Sie bitte an, bis zu welcher <b>Höhe</b> Sie Tätigkeiten verrichten können, ohne eingeschränkt zu sein oder Schmerzen zu empfinden. Tätigkeiten (wie z. B. Wäsche auf die Leine zu hängen) sind möglich bis einschließlich...</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">rechte Schulter</th> <th style="text-align: center;">linke Schulter</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a. Gürtelhöhe</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>b. Brusthöhe</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>c. Nackenhöhe</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>d. Scheitelhöhe</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>e. über den Kopf</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>				rechte Schulter	linke Schulter	a. Gürtelhöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	b. Brusthöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	c. Nackenhöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	d. Scheitelhöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	e. über den Kopf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	rechte Schulter	linke Schulter																		
a. Gürtelhöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
b. Brusthöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
c. Nackenhöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
d. Scheitelhöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
e. über den Kopf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
<p><b>V. Schlaf</b></p> <p>Kreuzen Sie bitte an, ob Sie in Ihrem <b>Schlaf</b> durch Schmerzen in der Schulter gestört sind.</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">rechte Schulter</th> <th style="text-align: center;">linke Schulter</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a. nicht gestört</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>b. gelegentliches Aufwachen</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>c. regelmäßiges Aufwachen</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>				rechte Schulter	linke Schulter	a. nicht gestört	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	b. gelegentliches Aufwachen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	c. regelmäßiges Aufwachen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	rechte Schulter	linke Schulter																		
a. nicht gestört	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
b. gelegentliches Aufwachen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
c. regelmäßiges Aufwachen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		

**Abb. 3.7:** Patientenfragebogen nach Boehm<sup>(14)</sup> (Seite 1 und 2)

Kreuzen Sie bitte bei jedem Bild und für beide Schultern an, ob Sie die Bewegung schmerzfrei ausführen können.

**VI. Schmerzfreies Heben des Armes nach vorne**

					>150°"/>
<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links

**VII. Schmerzfreies seitliches Anheben des Armes**

					>150°"/>
<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links

**VIII. Schmerzfreie Innendrehung hinter dem Körper**

<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links

**IX. Schmerzfreie Außenrotation**

 <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	 <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links
 <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	 <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links
 <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<p>Keine der Bewegungen ist schmerzfrei möglich!</p> <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links

**X. Kraftmessung**  
 Zur Kraftmessung füllen Sie bitte eine Tasche mit Gewichten z.B. 1 Liter Tetra-Pak-Tüten (Milch/Saft) 1 Liter Plastikflaschen, 1 kg Zucker oder Mehl und halten Sie diese in der unten abgebildeten Stellung für 5 Sekunden. Geben Sie dann an wie viel kg Sie halten können.

Arm im rechten Winkel vom Körper abstreifen und ihn leicht vor den Körper halten

rechts:  
Gewicht: \_\_\_\_\_ kg

links:  
Gewicht: \_\_\_\_\_ kg

Anmerkungen:

**Vielen Dank!**

Abb. 3.8: Patientenfragebogen nach Boehm<sup>(14)</sup> (Seite 3, 4 und 5)



### 3.3.3. Statistische Bearbeitung

Alle o.g. Parameter wurden mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel 2003 (Version 11) in eine Tabelle aufgenommen und anschließend mit dem Statistikprogramm SPSS (Version 12.0) von SPSS Inc. Chicago statistisch ausgewertet. Da keiner der Parameter normalverteilt war, wurden zur statistischen Analyse nur nicht-parametrische Tests verwendet. Dabei wurde beim Vergleich von Parametern mit variabler Ausprägung zwischen den Gruppen der Mann-Whitney-U Test eingesetzt. Bei binär ausgeprägten Parametern wurde zwischen beiden Gruppen nach Chi-Quadrat ( $\chi^2$ ) getestet. Beim Testen auf einen Zusammenhang zwischen variabel ausgeprägten Parametern innerhalb einer Gruppe kam der Test nach Kruskal-Wallis zum Einsatz. Für Vergleiche zwischen Scorewerten der operierten und der nicht operierten Seite, zwischen den 3, 6 und 12 Monate postoperativen Ergebnissen und beim Vergleich der Nachuntersuchungsergebnisse mit den Fragebogenergebnissen wurde der Wilcoxon Rangsummentest benutzt. Die Testergebnisse wurden bei allen Tests als signifikant eingestuft, wenn der p-Wert  $< 0,05$  war bzw. als hoch signifikant bei einem p-Wert  $< 0,01$ . Die grafische Darstellung erfolgte mittels Balken-, Tortendiagrammen und Boxplots.

**Abb. 3.9** erläutert die einzelnen Bildelemente der im Folgenden zur graphischen Darstellung der deskriptiven Statistik verwendeten Boxplots.

*	⇐ oberer Extremwert	Werte, die weiter als 3 Boxlängen oberhalb vom 75%-Quantil liegen
○	⇐ oberer Ausreißer	Werte, die weiter als 1,5 Boxlängen oberhalb vom 75%-Quantil liegen
—	⇐ größter normaler Wert	größter beobachteter Wert, der noch kein Ausreißer ist
—	⇐ 75% Quartil	Wert, der größer ist als 75% aller beobachteten Werte
—	⇐ Median	Wert, der größer ist als 50% aller beobachteten Werte
—	⇐ 25% Quartil	Wert, der größer ist als 25% aller beobachteten Werte
—	⇐ kleinster normaler Wert	kleinster beobachteter Wert, der noch kein Ausreißer ist
○	⇐ unterer Ausreißer	Werte, die weiter als 1,5 Boxlängen unterhalb vom 25%-Quantil liegen
*	⇐ unterer Extremwert	Werte, die weiter als 3 Boxlängen unterhalb vom 25%-Quantil liegen

**Abb. 3.9:** Boxplot Erklärung. - Im Folgenden in Tabellen angegebene Minima bzw. Maxima entsprechen im zugehörigen Boxplot jeweils dem höchsten bzw. niedrigsten vorkommenden Wert; sie werden im Normalfall durch die oberen bzw. unteren Antennen repräsentiert, falls vorhanden durch Ausreißer oder Extremwerte.

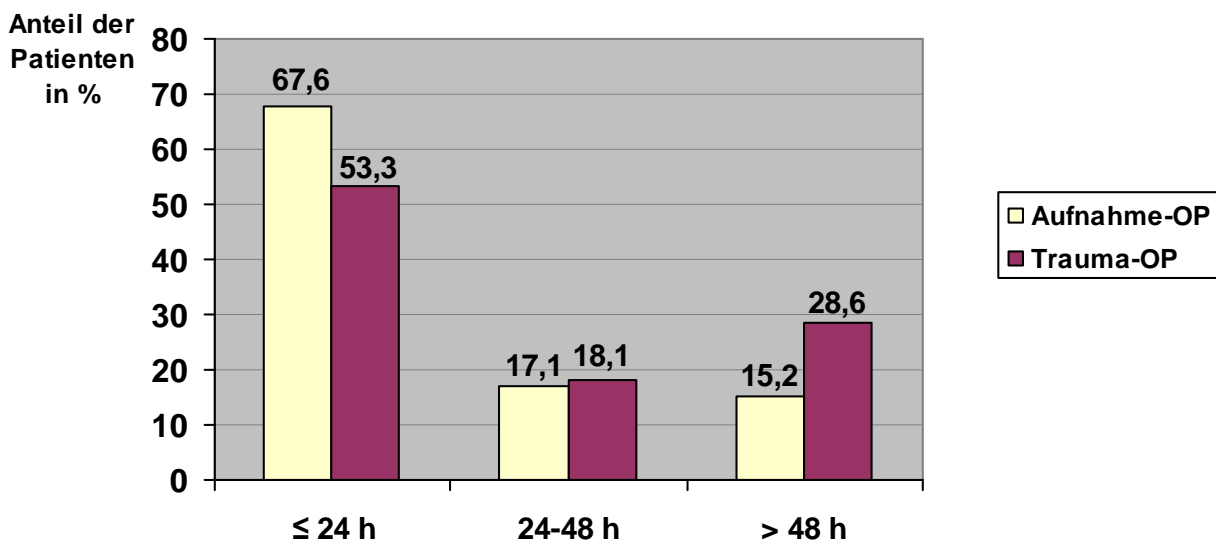
## 4. Ergebnisse

### 4.1. Ergebnisse der während des stationären Aufenthalts erhobenen Parameter

#### 4.1.1. Zeiträume Trauma-Aufnahme-OP

Über die Poliklinik der Chirurgischen Klinik des Klinikums Rechts der Isar der technischen Universität München wurden 91 der insgesamt 105 in diese Studie aufgenommenen Patienten (86,7%) innerhalb der ersten 24 Stunden und weitere 5 Patienten (4,8%) bis zu 2 Tage nach dem Trauma registriert. Die übrigen 9 Patienten (8,5%) erlitten ihr Trauma während eines Auslandsaufenthalts und meldeten sich deswegen erst verspätet.

71 Patienten (67,6%) wurden in den ersten 24 Stunden nach der Aufnahme operiert, weitere 18 Patienten (17,1%) im Zeitraum bis zu 48 Stunden nach der Aufnahme. Durch diese Vorgehensweise wurden 75 Patienten (71,4%) innerhalb der ersten 48 Stunden nach dem Trauma operiert. Von den restlichen 30 Patienten (28,6%) konnten 9 durch eine Verzögerung zwischen Trauma und Aufnahme, erst später operiert werden (*Abb. 4.1*).



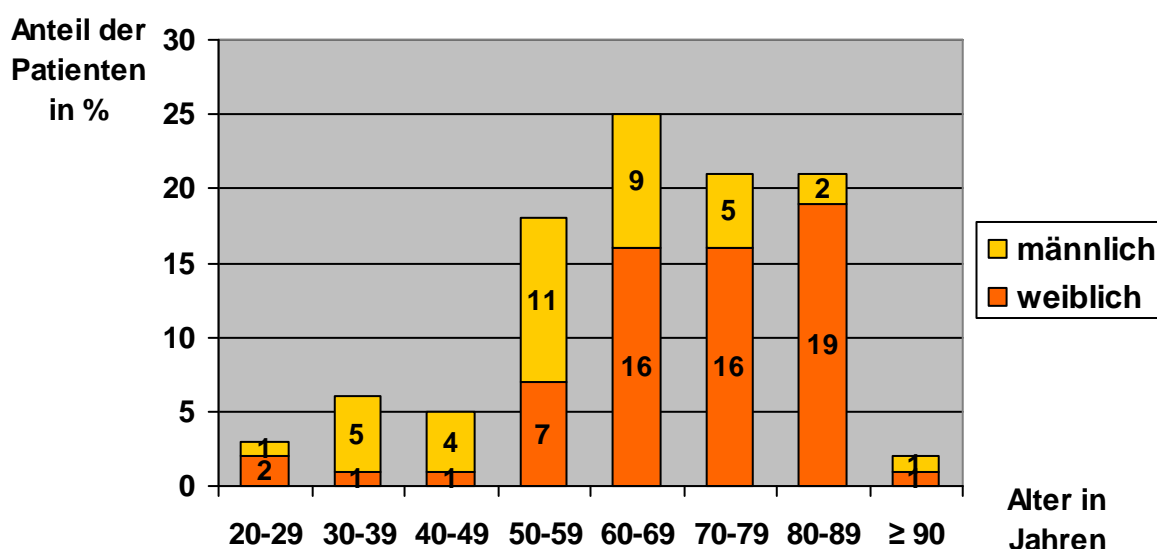
*Abb. 4.1:* Zeitspanne zwischen Trauma bzw. Aufnahme im Krankenhaus und Operation (n=105 Patienten)

### 4.1.2. Patientengut (Alter, Geschlecht)

Die Patienten dieser Studie waren zum Operationszeitpunkt zwischen 20 und 98 Jahre alt. Das mittlere Alter lag bei 65,6 Jahren (SD = 16,1, Median = 66). 72 Patienten (69%) waren dabei 60 Jahre alt oder älter.

Es waren 39 Männer (37%) mit einem Durchschnittsalter von 57,8 Jahren (SD = 15,4, Median = 58) und 66 Frauen (63%) mit einem Durchschnittsalter von 70,3 Jahren (SD = 14,7, Median = 75,5) beteiligt.

Eine Übersicht über die Alters- und Geschlechterverteilung unseres Patientenkollektives zum Operationszeitpunkt gibt **Abb. 4.2**.



**Abb. 4.2:** Alters- und Geschlechterverteilung der Patienten zum Operationszeitpunkt (n=105 Patienten)

### 4.1.3. Klassifikation nach AO

Von den insgesamt 105 Patienten wurden 24 Patienten (23%) als AO 11 Typ A, 37 (35%) als Typ B und 44 (42%) als Typ C klassifiziert. Eine Übersicht über die Geschlechterverteilung innerhalb der drei Frakturtypen, die Aufteilung der Kollektivs nach Frakturuntergruppen und die Häufigkeitsverteilung der Frakturhauptgruppen nach Altersdekaden geben **Abb. 4.3**, **Abb. 4.4** und **Abb. 4.5**.

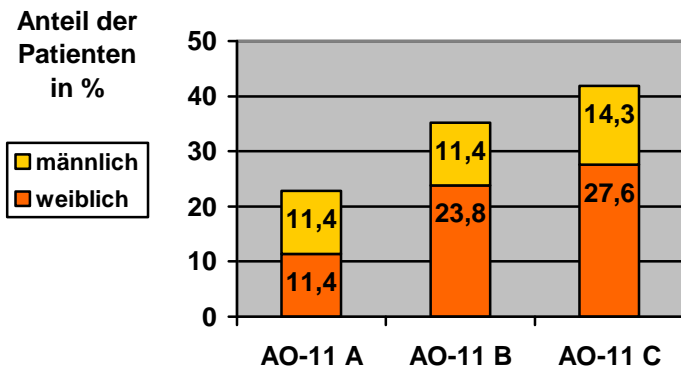


Abb. 4.3: Geschlechterverteilung innerhalb der AO-11 Frakturtypen (A,B,C) (n=105 Patienten)

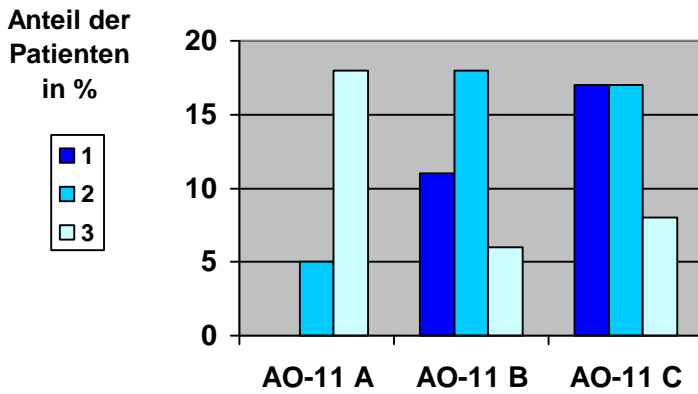


Abb. 4.4: Aufteilung des beobachteten Kollektivs nach AO-11 Frakturgruppen (A1-3, B1-3, C1-3) (n=105 Patienten)

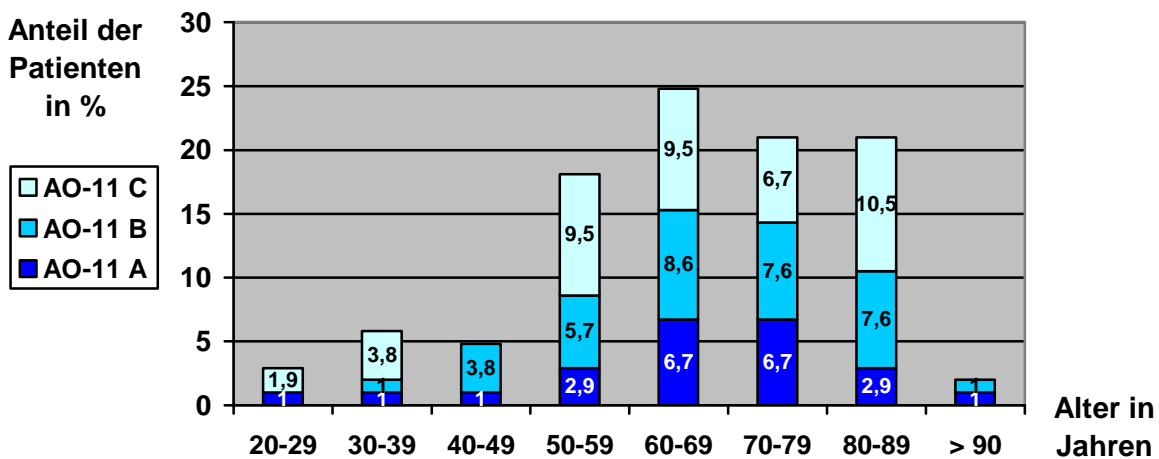


Abb. 4.5: Häufigkeitsverteilung der AO-11 Frakturtypen nach Altersdekaden (n=105 Patienten)

#### 4.1.4. Gruppenvergleich PHILOS<sup>®</sup> / Targon PH<sup>®</sup>

Das Verhältnis zwischen den mit beiden Verfahren behandelten Patienten ist sehr ausgeglichen. Von insgesamt 105 proximalen Humerusbrüchen wurden 53 (50%) mit einer PHILOS<sup>®</sup>-Platte und 52 (50%) mit einem Targon PH<sup>®</sup>-Nagel versorgt.

Die Analyse der präoperativ erfassten Daten zeigt bezüglich Geschlecht, Alter und den Latenzzeiten vom Trauma über die Aufnahme bis zur Operation zwischen beiden Verfahren keinen signifikanten Unterschied (**Tab. 4.1**). Anders bei den Frakturtypen nach der AO-Klassifikation. Die Typ A-Frakturen wurden signifikant häufiger mit einem Targon PH<sup>®</sup>-Nagel und die Typ C-Frakturen signifikant häufiger mit einer PHILOS<sup>®</sup>-Platte versorgt. Bei der Häufigkeit der behandelten Typ B-Frakturen hingegen besteht kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Therapiegruppen (**Abb. 4.6**).

Weiterhin stellen wir signifikante Unterschiede bei Operationsdauer und Durchleuchtungszeit fest. Die Operation dauerte bei der PHILOS<sup>®</sup>-Platte im Mittel 19 Minuten länger, wohingegen beim Targon PH<sup>®</sup>-Nagel durchschnittlich 1,5 Minuten länger durchleuchtet wurde.

Bezüglich der Dauer des stationären Aufenthalts im Krankenhaus gibt es dagegen keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Therapieverfahren (**Tab. 4.2**).

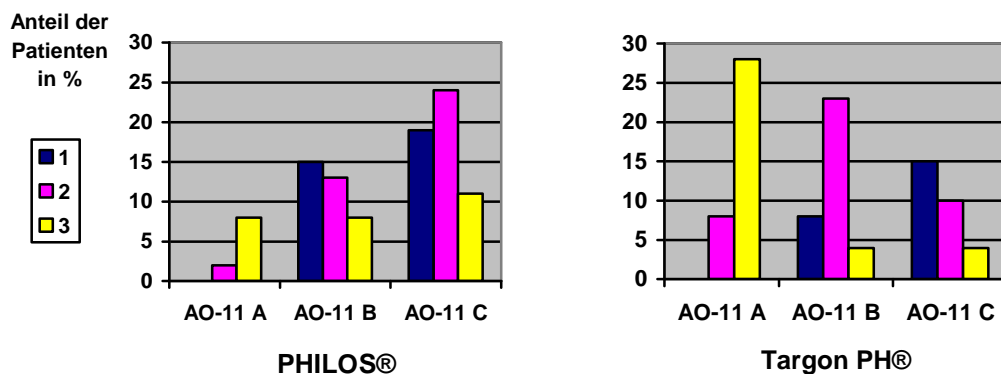
Die 105 Eingriffe wurden von 8 verschiedenen Operateuren durchgeführt, wobei 88 Operationen (84%) von 3 Operateuren vorgenommen wurden (**Abb. 4.7**). Vergleicht man beide Therapiegruppen anhand der Zahl der Operationen dieser 3 Hauptoperateure, so ergibt sich, dass keiner von ihnen eines der beiden Implantate signifikant häufiger angewendet hat (**Tab. 4.2**).

**Tab. 4.1:** Statistischer Vergleich beider Therapiegruppen bezüglich Geschlecht, Alter, AO-11 Frakturtyp und Latenzzeit bis zur Operation (n=105 Patienten)

Verfahren		PHILOS®	Signifikanz*	Targon PH®
Patienten (insgesamt)	N	53		52
Männer/Frauen	N	21/32	ns	18/34
Alter (Männer) (in Jahren)	MW	54,2	ns	61,9
	SD	13,2		17,1
	MD	55		61
	Min	32		20
	Max	81		98
Alter (Frauen) (in Jahren)	MW	67,8	ns	72,6
	SD	15,1		14,1
	MD	70		78,5
	Min	22		33
	Max	88		90
Alter (Männer und Frauen) (in Jahren)	MW	62,4	ns	68,9
	SD	15,8		15,9
	MD	65		72,5
	Min	22		20
	Max	88		98
AO-11 Frakturtypen	A	N 5 (9%)	signifikant p < 0,01	19 (36%)
	B	N 19 (36%)	ns	18 (35%)
	C	N 29 (55%)	signifikant p < 0,01	15 (29%)
Latenz Aufnahme-Operation (in Tagen)	MW	1,2	ns	2,3
	SD	1,1		3,9
	MD	1		1
	Min	0		0
	Max	6		21
Latenz Trauma-Operation (in Tagen)	MW	1,9	ns	3,0
	SD	2,2		4,2
	MD	1		1
	Min	0		0
	Max	12		21

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  (Mann-Whitney-U-Test bzw.  $\chi^2$ -Test)

N = Anzahl, MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, MD = Median, Min = Minimum, Max = Maximum  
% = Prozentangaben bezogen auf das jeweilige Therapieverfahren

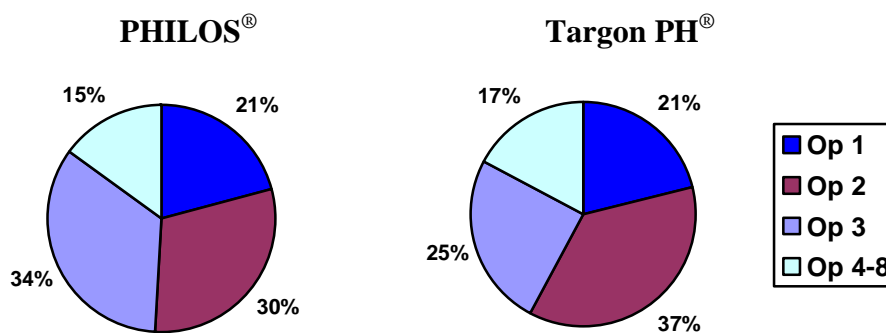
**Abb. 4.6:** Balkendiagramm: Häufigkeitsverteilung der AO-11 Frakturtypen (A,B,C) und -gruppen (1,2,3) innerhalb der jeweiligen Therapiegruppe (PHILOS®: n=53 Patienten; Targon PH®: n=52 Patienten)

**Tab. 4.2:** Statistischer Vergleich beider Therapiegruppen bezüglich der während des Krankenhausaufenthalts aufgenommenen Parameter (PHILOS®: n=53 Patienten; Targon PH®: n=52 Patienten)

Parameter			PHILOS®	Signifikanz *	Targon PH®
Verweildauer postoperativ (in Tagen)	MW		7,9	ns	8,2
	SD		5,2		4,9
	MD		7		7
	Min		2		2
	Max		38		32
Verweildauer insgesamt (in Tagen)	MW		9,1	ns	10,8
	SD		5,6		6,8
	MD		8		10
	Min		2		2
	Max		40		33
Operationsdauer (in Minuten)	MW		89,9	signifikant < 0,01	70,8
	SD		25,7		23,2
	MD		80		62
	Min		52		37
	Max		145		145
Durchleuchtungszeit während der Operation (in Minuten)	MW		1,1	signifikant < 0,01	2,6
	SD		1		3,3
	MD		1		1,4
	Min		0,1		0,07
	Max		4,4		17,32
Anzahl der Operationen	Operateur 1	N	11	ns	11
	Operateur 2	N	16	ns	19
	Operateur 3	N	18	ns	13
	Operateur 4-8	N	8	ns	9

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  (Mann-Whitney-U-Test bzw.  $\chi^2$ -Test)

N = Anzahl, MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, MD = Median, Min = Minimum, Max = Maximum

**Abb. 4.7:** Tortendiagramm: Operationshäufigkeit der verantwortlichen Operateure (Op) in der jeweiligen Therapiegruppe (PHILOS®: n=53 Patienten; Targon PH®: n=52 Patienten)

## 4.2. Ergebnisse der Nachuntersuchungen

### 4.2.1. Übersicht über die Nachuntersuchungs-Zeiträume und Anzahl der untersuchten Patienten

Es waren bei jedem Patienten drei Nachuntersuchungen geplant. Die 3 Monate postoperativ angesetzte Nachuntersuchung fand durchschnittlich nach 12,8 (9 -18) Wochen statt. Zu dieser Zeit konnten 52 Patienten nachuntersucht werden. Die für 6 Monate nach Operation vorgesehene Nachuntersuchung wurde im Mittel nach 26,7 (19-37) Wochen bei 53 Patienten durchgeführt. Die 12 Monate nach Operation angesetzte Nachuntersuchung fand im Mittel nach 68,5 (39-159) Wochen bei 70 Patienten statt. 88 Patienten konnten mindestens zu einem der drei Zeitpunkte nachuntersucht werden und 26 Patienten erschienen zu allen drei Nachuntersuchungsterminen (**Tab. 4.3**).

**Tab. 4.3:** Gruppenvergleichende Übersicht über die statistischen Standardwerte der Nachuntersuchungszeiträume und die Anzahl der jeweils nachuntersuchten Patienten (PHILOS<sup>®</sup>: n=53 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=52 Patienten)

		PHILOS <sup>®</sup>	Targon PH <sup>®</sup>	Gesamt
3-Monats-Nachuntersuchung Abstand zur Operation (in Wochen)	MW	12,6	13	12,8
	SD	2,3	2,6	2,4
	MD	12	13	13
	Min	9	9	9
	Max	17	18	18
6-Monats-Nachuntersuchung Abstand zur Operation (in Wochen)	MW	26,7	26,6	26,7
	SD	5,9	5,2	5,5
	MD	26	26	26
	Min	19	19	19
	Max	37	37	37
12-Monats-Nachuntersuchung Abstand zur Operation (in Wochen)	MW	67,1	70,2	68,5
	SD	17,3	29,4	23,3
	MD	63	60	62
	Min	45	39	39
	Max	111	159	159
Operierte Patienten	N	53	52	105
Nachuntersucht nach 3 Monaten	N	29	23	52
Nachuntersucht nach 6 Monaten	N	28	25	53
Nachuntersucht nach 12 Monaten	N	39	31	70
Mindestens einmal nachuntersucht	N	48	40	88
Nach 3, 6 und 12 Monaten nachuntersucht	N	15	11	26

N = Anzahl der Patienten, MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, MD = Median, Min = Minimum, Max = Maximum



## 4.2.2. Constant-Murley-Score nach 3 Monaten (statistische Auswertung)

Im Durchschnitt erreichten die PHILOS<sup>®</sup>-Patienten zu diesem Zeitpunkt 55 (maximal 100) Punkte im nicht geschlechts- oder alterskorrigierten Constant-Murley-Score (Kraftwert relativ zur nicht operierten Gegenseite). Die Targon PH<sup>®</sup>-Patienten erzielten in jedem Scoreparameter im Mittel etwas niedrigere Werte und damit einen geringeren Scorewert von 48 Punkten. Jedoch ergab die statistische Auswertung der 3-Monats-Nachuntersuchungsergebnisse weder bezüglich der Scoresumme noch der einzelnen Scoreparameter einen signifikanten Unterschied zwischen beiden Therapieverfahren (**Tab. 4.4**).

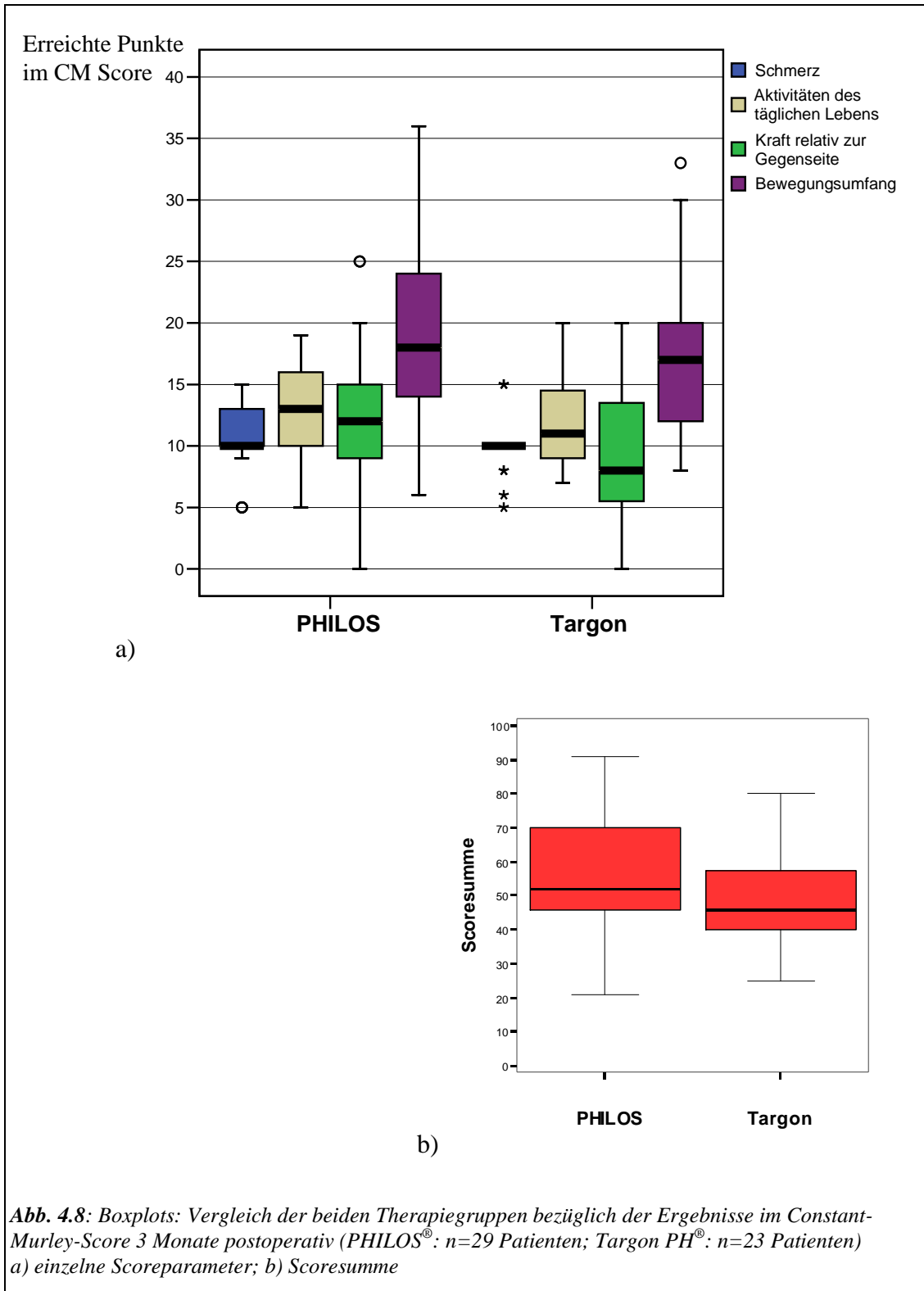
**Tab. 4.4** zeigt den statistischen Vergleich beider Therapiegruppen anhand der Scoreergebnisse inklusive der statistischen Standardwerte (Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum und Maximum). **Abb. 4.8** verdeutlicht den Gruppenvergleich anhand von Boxplots.

**Tab. 4.4:** Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Ergebnisse im Constant-Murley-Score 3 Monate postoperativ (in Punkten) (PHILOS<sup>®</sup>: n=29 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=23 Patienten)

		PHILOS <sup>®</sup>	Signifikanz *	Targon PH <sup>®</sup>
Schmerz	MW	10,7	ns	9,9
	SD	3,15		2,1
	MD	10		10
	Min	5		5
	Max	15		15
Aktivitäten des täglichen Lebens	MW	12,5	ns	11,9
	SD	4,1		4,2
	MD	13		11
	Min	5		7
	Max	19		20
Kraft relativ	MW	11,9	ns	9,3
	SD	6,4		6
	MD	12		8
	Min	0		0
	Max	25		20
Bewegungsumfang	MW	20	ns	17
	SD	8,6		7,5
	MD	18		17
	Min	6		8
	Max	36		33
Scoresumme (Kraft relativ)	MW	55,1	ns	48
	SD	17		15,2
	MD	52		46
	Min	21		25
	Max	91		80

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  (Mann-Whitney-U-Test)

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, MD = Median, Min = Minimum, Max = Maximum



### 4.2.3. Constant-Murley-Score nach 6 Monaten (statistische Auswertung)

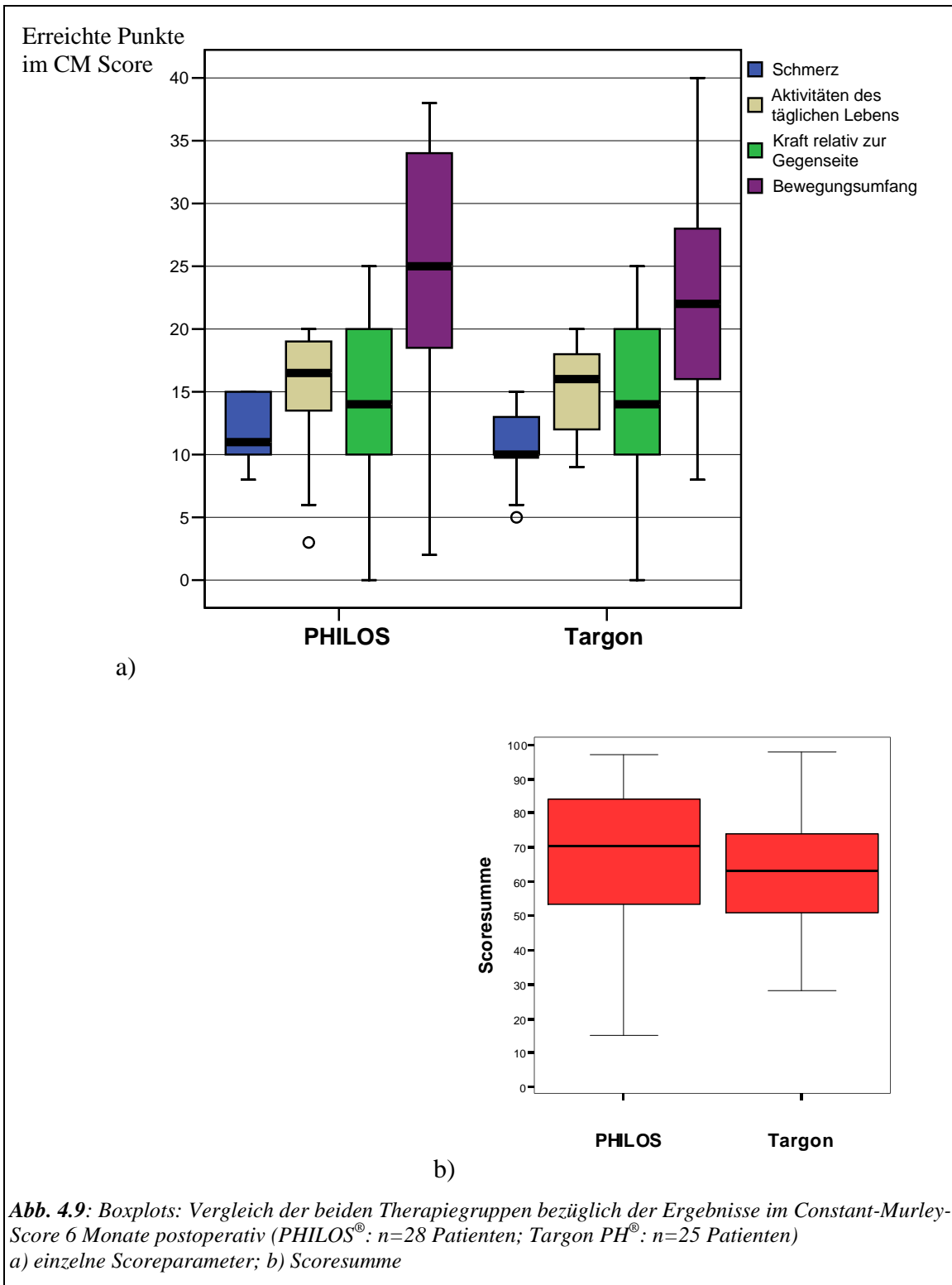
Die PHILOS<sup>®</sup>-Patienten erzielten zu diesem Zeitpunkt durchschnittlich 66 Punkte im nicht geschlechts- oder alterskorrigierten Constant-Murley-Score (Kraftwert relativ zur nicht operierten Gegenseite). Die Targon PH<sup>®</sup>-Patienten erreichten mit einem mittleren Scoreergebnis von 63 Punkten einen minimal niedrigeren Wert (**Tab. 4.5**). Auch in dieser Nachuntersuchung zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Therapieverfahren bezüglich der Scoresumme oder den einzelnen Scoreparametern. In **Tab. 4.5** sind neben dem statistischen Vergleich beider Therapiegruppen für die einzelnen Parameter und die Scoresumme jeweils Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum und Maximum der in beiden Gruppen erreichten Punktwerte angegeben. **Abb. 4.9** verdeutlicht diesen Gruppenvergleich mittels Boxplots.

**Tab. 4.5:** Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Ergebnisse im Constant-Murley-Score 6 Monate postoperativ (in Punkten) (PHILOS<sup>®</sup>: n=28 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=25 Patienten)

		PHILOS <sup>®</sup>	Signifikanz *	Targon PH <sup>®</sup>
Schmerz	MW	11,7	ns	10,8
	SD	2,6		2,8
	MD	11		10
	Min	8		5
	Max	15		15
Aktivitäten des täglichen Lebens	MW	15,7	ns	15
	SD	4,3		3,7
	MD	16,5		16
	Min	3		9
	Max	20		20
Kraft relativ	MW	14	ns	14,6
	SD	7,4		6,7
	MD	14		14
	Min	0		0
	Max	25		25
Bewegungsumfang	MW	24,9	ns	22,7
	SD	9,9		9,5
	MD	25		22
	Min	2		8
	Max	38		40
Scoresumme (Kraft relativ)	MW	66,3	ns	63,1
	SD	21		19
	MD	70,5		63
	Min	15		28
	Max	97		98

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  (Mann-Whitney-U-Test)

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, MD = Median, Min = Minimum, Max = Maximum



#### 4.2.4. Constant-Murley-Score nach 12 Monaten

Insgesamt konnte im Rahmen der abschließenden 12-Monats-Nachuntersuchung eine Kontrolle des funktionellen Ergebnisses bei 70 der 105 Patienten stattfinden. Eine Übersicht über die fehlenden 35 Patienten bietet **Tab. 4.6**. 11 Patienten waren im Nachuntersuchungszeitraum verstorben. Vier Patienten wurden aufgrund eines Implantatwechsels bzw. Umstiegs auf eine Humeruskopfprothese aus der weiteren Nachuntersuchung ausgeschlossen. Fünf Patienten verweigerten die Teilnahme an der Nachuntersuchung. Bei Acht Patienten war die Teilnahme auf Grund eines Schlaganfalls, eines Krankenhausaufenthaltes oder einer zu weiten Anreise nicht möglich. Acht Patienten waren zu diesem Zeitpunkt trotz intensiver Suche im Internet, über die Telefonauskunft und das Einwohnermeldeamt nicht mehr auffindbar. Daraus ergibt sich eine Nachuntersuchungsrate von 77% der 91 Patienten, die im Beobachtungszeitraum weder verstorben sind, noch einen Verfahrenswechsel benötigten.

**Tab. 4.6:** Gruppenvergleichende Übersicht über die Patienten bei denen eine Nachuntersuchung 12 Monate postoperativ nicht möglich war (PHILOS<sup>®</sup>: n=53 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=52 Patienten)

		PHILOS <sup>®</sup>	Targon PH <sup>®</sup>	Gesamt
Verstorben	N	4	7	11
Verfahrenswechsel	N	2 (davon 1 †)	2	4 (davon 1 †)
Verweigerung der Teilnahme	N	1	4	5
Unbekannt verzogen	N	4	4	8
Teilnahme nicht möglich (Schlaganfall, Krankenhausaufenthalt anderorts, zu hohe Entfernung)	N	4	4	8
Gesamt	N	14	21	35

*N = Anzahl der Patienten*

##### 4.2.4.1. Scoreergebnisse nach Constant-Murley

Bei den subjektiven Scoreparametern Schmerz und Aktivitäten des täglichen Lebens erreichten alle nachuntersuchten Patienten mit der gesunden Seite jeweils die volle Punktzahl. Eine seitenvergleichende Umrechnung der auf der operierten Seite erreichten absoluten Punktwerte liefert in diesen Parametern keine anderen Werte.

Anders verhält es sich bei den objektiven vom Untersucher gemessenen Parametern Kraft und Bewegungsumfang. Im Bewegungsumfang der gesunden Seite erreichten alle 70 zu diesem Zeitpunkt untersuchten Patienten in den Bereichen Flexion, Abduktion und Aussenrotation bis auf fünf Ausnahmen die Höchstzahl von jeweils 10 Punkten. Die Innenrotationswerte der nicht operierten Seite lagen bei 11 (28%) der 39 PHILOS<sup>®</sup>-Patienten und 10 (32%) der 31

Targon PH<sup>®</sup>-Patienten unterhalb der maximal erreichbaren 10 Punkte. Bei der Kraftmessung war keiner der Patienten in der Lage, mit der gesunden Seite den Maximalwert von 12,5 kg oder mehr (=25 Punkte) zu halten. In den folgenden Übersichtstabellen (*Tab. 4.7 - Tab. 4.10*) wird deshalb für die Kraftmessung und den Bewegungsumfang neben der Verteilung der absoluten Punktwerte auch der relative Punktwert im Verhältnis zur nicht operierten Seite angegeben.

**Tab. 4.7:** Gruppenvergleichende Ergebnisübersicht der Schmerzbeurteilung im Constant-Murley-Score 12 Monate postoperativ (PHILOS<sup>®</sup>: n=39 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=31 Patienten)

Schmerz	Erreichbare Punktwerte	Anzahl der Patienten die den entsprechenden Punktwert erreichten	
		PHILOS <sup>®</sup>	Targon PH <sup>®</sup>
Starke Schmerzen	0-4	-	-
Mäßige Schmerzen	5-9	6	3
Leichte Schmerzen	10-14	13	16
Keine Schmerzen	15	20	12

**Tab. 4.8:** Gruppenvergleichende Ergebnisübersicht: Aktivitäten des täglichen Lebens im Constant-Murley-Score 12 Monate postoperativ (PHILOS<sup>®</sup>: n=39 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=31 Patienten)

Aktivitäten des täglichen Lebens		Erreichbare Punktwerte	Anzahl der Patienten die den entsprechenden Punktwert erreichten	
			PHILOS <sup>®</sup>	Targon PH <sup>®</sup>
Arbeitsfähigkeit		0	2	2
		1	2	1
		2	5	5
		3	2	6
		4	28	17
Freizeit-/Sportfähigkeit		0	2	1
		1	2	1
		2	5	3
		3	5	7
		4	25	19
Nächtliches Durchschlafen	Schlafunfähigkeit	0	-	-
	Aufwachen, Wiedereinschlafen	1	6	6
	Ungestörter Schlaf	2	33	25
Heben des Armes	Bis Taille	2	1	-
	Bis unterer Brustbeinrand	4	4	2
	Bis Hals	6	5	3
	Auf den Kopf	8	4	7
	Über den Kopf	10	25	19

**Tab. 4.9:** Gruppenvergleichende Ergebnisübersicht der Kraftbeurteilung im Constant-Murley-Score 12 Monate postoperativ (PHILOS®: n=39 Patienten; Targon PH®: n=31 Patienten)

Kraft	Erreichbare Punktwerte	Anzahl der Patienten die den entsprechenden absoluten* Punktwert erreichten		Anzahl der Patienten die den entsprechenden relativen** Punktwert erreichten		
		PHILOS®	Targon PH®	PHILOS®	Targon pH®	
Kg	0	0	2	3	2	2
	0,5	1	1	1	-	-
	1	2	5	2	-	-
	1,5	3	1	2	-	-
	2	4	5	5	-	-
	2,5	5	2	1	-	-
	3	6	7	6	-	1
	3,5	7	1	-	1	-
	4	8	3	4	3	-
	4,5	9	2	-	1	-
	5	10	5	2	2	2
	5,5	11	-	1	-	-
	6	12	2	1	-	2
	6,5	13	2	1	3	2
	7	14	-	1	1	1
	7,5	15	-	-	1	1
	8	16	1	-	2	-
	8,5	17	-	-	3	1
	9	18	-	1	1	1
	9,5	19	-	-	2	2
10	20	-	-	7	2	
10,5	21	-	-	1	1	
11	22	-	-	-	-	
11,5	23	-	-	-	1	
12	24	-	-	-	-	
≥12,5	25	-	-	9	12	

\* absoluter Punktwert (0,5 kg = 1 Punkt)

\*\* relativ zur Gegenseite erreichter Punktwert

**Tab. 4.10:** Gruppenvergleichende Ergebnisübersicht der Bewegungsumfangsbeurteilung im Constant-Murley-Score 12 Monate postoperativ (PHILOS<sup>®</sup>: n=39 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=31 Patienten)

Bewegungsumfang		Erreichbare Punktwerte	Anzahl der Patienten die den entsprechenden absoluten Punktwert erreichten		Anzahl der Patienten die den entsprechenden relativen* Punktwert erreichten		
			PHILOS <sup>®</sup>	Targon PH <sup>®</sup>	PHILOS <sup>®</sup>	Targon PH <sup>®</sup>	
Vorwärts-elevation (Flexion)	0-30°	0	-	-	-	-	
	31-60°	2	3	-	3	-	
	61-90°	4	6	8	6	7	
	91-120°	6	10	6	9	7	
	121-150°	8	6	2	6	2	
	151-180°	10	14	15	15	15	
Seitliche Elevation (Abduktion)	0-30°	0	-	-	-	-	
	31-60°	2	2	3	2	3	
	61-90°	4	9	6	9	5	
	91-120°	6	9	7	8	8	
	121-150°	8	7	2	6	2	
	151-180°	10	12	13	14	13	
Außenrotation	Hand hinter Kopf, Ellenbogen vorne	0	6	4	6	4	
		1	6	4	6	4	
		2	27	23	27	23	
	Hand hinter Kopf, Ellenbogen hinten	0	8	5	8	5	
		1	2	4	2	4	
		2	29	22	29	22	
	Hand auf Kopf, Ellenbogen vorne	0	9	3	9	3	
		1	4	5	4	5	
		2	26	23	26	23	
	Hand auf Kopf, Ellenbogen hinten	0	9	7	9	7	
		1	4	3	4	3	
		2	26	21	26	21	
	Volle Elevation bei Hand auf dem Kopf	0	12	11	12	11	
		1	7	5	7	5	
		2	20	15	20	15	
	Innenrotation (Handrücken...)	seitlich am Körper	0	-	-	-	-
		bis Gesäß	2	5	2	4	1
		bis lumbosakraler Übergang	4	3	5	2	3
bis Taille (3. LWK)		6	7	11	6	8	
bis 12. BWK		8	16	8	13	8	
zw. die Schulterblätter (7. HWK)		10	8	5	14	11	

\* relativer Punktwert: Punktwert der operierten Seite im Verhältnis zur Gegenseite

LWK = Lendenwirbelkörper

BWK = Brustwirbelkörper

HWK = Halswirbelkörper



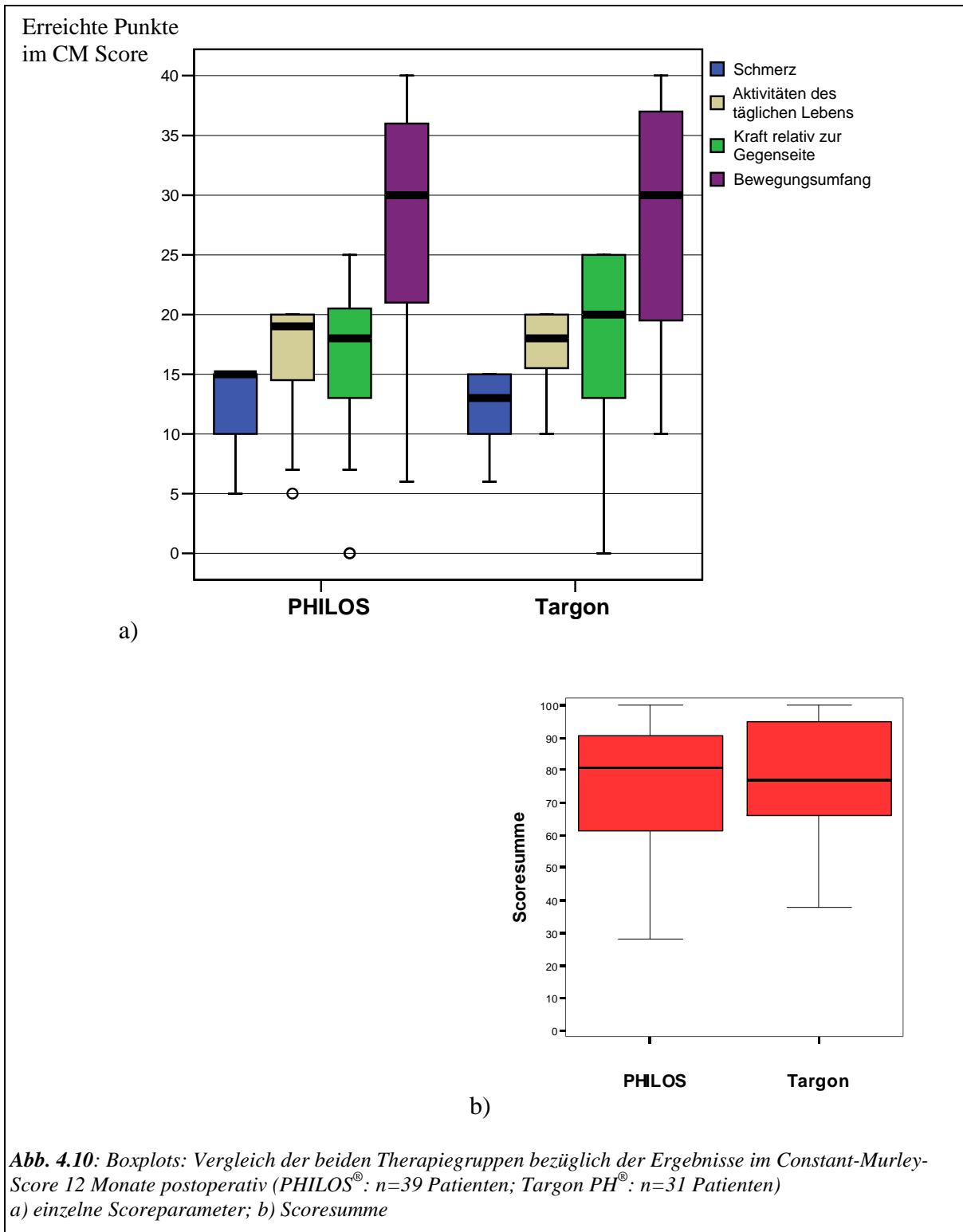
#### 4.2.4.2. Statistische Auswertung der Scoreergebnisse

Der mittlere absolute Punktwert im Constant-Murley-Score (CMS) zum Zeitpunkt der 12-Monats-Nachuntersuchung beträgt bei den PHILOS<sup>®</sup>-Patienten 64 Punkte und bei den Targon PH<sup>®</sup>-Patienten 65 Punkte.

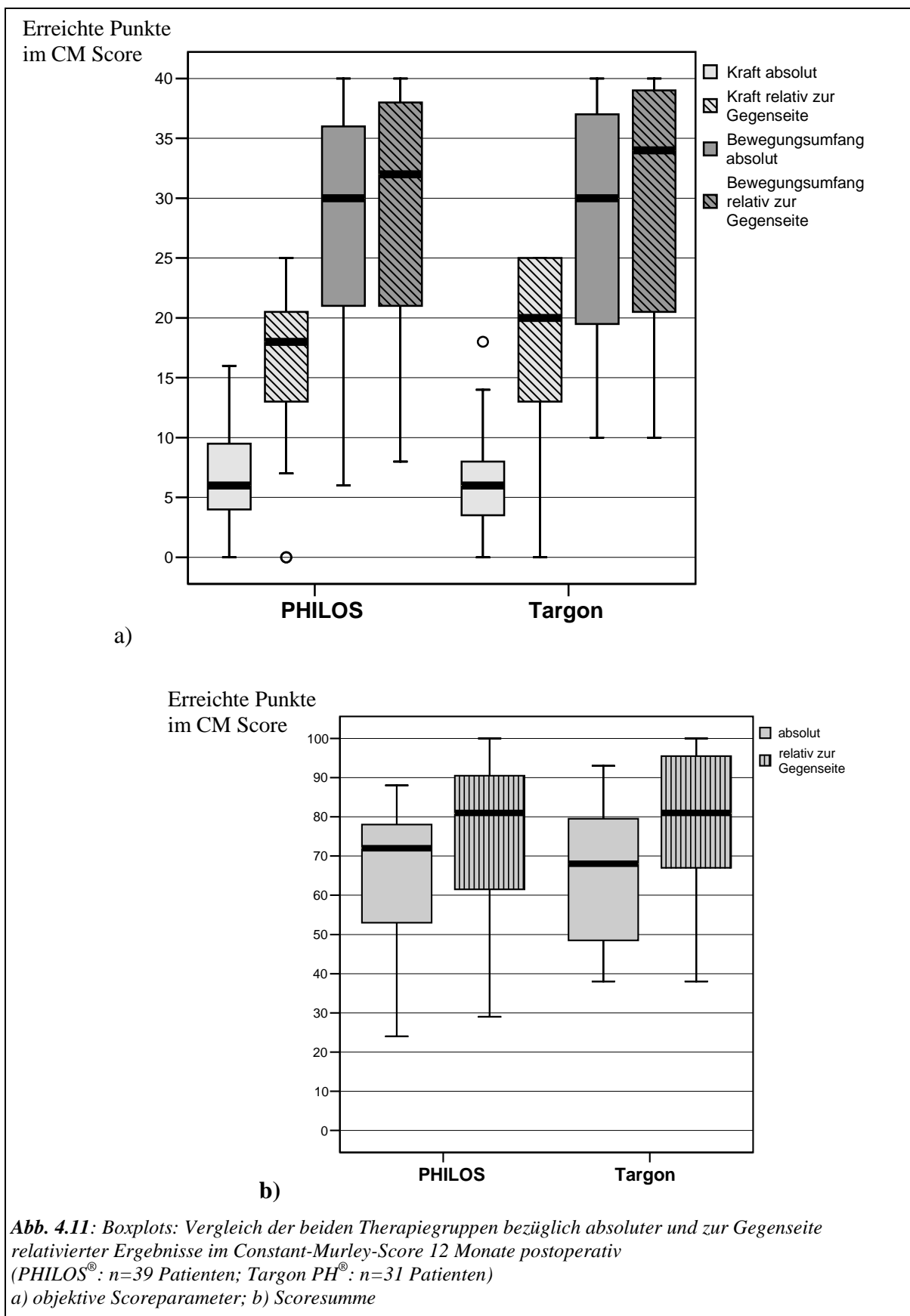
Nach Relativierung der absoluten Ergebnisse an der nichtoperierten Gegenseite verändern sich nur die beiden objektiven Parameter. Der seitenrelativierte Kraftwert liegt in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe durchschnittlich 10,3 Punkte, in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe im Mittel 11,9 Punkte über dem Absolutwert. Beim Bewegungsumfang übertraf der Relativwert den Absolutwert in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe um 0,9 Punkte, in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe um 1,2 Punkte. Als seitenrelativierte Scoresumme ergibt sich somit für die PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe ein durchschnittliches CMS-Ergebnis von 75 Punkten und für die Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe ein minimal höherer mittlerer Scorewert von 78 Punkten (*Tab. 4.11*).

Bezüglich der einzelnen Scoreparameter oder der Scoresumme ergeben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen beiden Therapieverfahren (*Tab. 4.11*). *Abb. 4.10* veranschaulicht den Gruppenvergleich der Ergebnisse im CMS anhand von Boxplots.

*Abb. 4.11* vergleicht jeweils die absoluten und die zur Gegenseite relativierten Werte der objektiv meßbaren Scoreparameter Kraft und Bewegungsumfang in beiden Gruppen.



**Abb. 4.10:** Boxplots: Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Ergebnisse im Constant-Murley-Score 12 Monate postoperativ (PHILOS<sup>®</sup>: n=39 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=31 Patienten)  
 a) einzelne Scoreparameter; b) Scoresumme



**Tab. 4.11:** Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Ergebnisse im Constant-Murley-Score 12 Monate postoperativ (in Punkten)  
(PHILOS<sup>®</sup>: n=39 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=31 Patienten)

		PHILOS <sup>®</sup>		Signifikanz*	Targon PH <sup>®</sup>	
Schmerz (absolut = relativ**)	MW	12,7		ns	12,5	
	SD	2,9			2,6	
	MD	15			13	
	Min	5			6	
	Max	15			15	
Aktivitäten des täglichen Lebens (absolut = relativ**)	MW	16,9		ns	17,3	
	SD	4,4			3	
	MD	19			18	
	Min	5			10	
	Max	20			20	
Kraft (absolut / relativ**)	MW	6,4	16,7	ns / ns	6,2	18,1
	SD	3,9	6,9		4,4	7,5
	MD	6	18		6	20
	Min	0	0		0	0
	Max	16	25		18	25
Bewegungsumfang (absolut / relativ**)	MW	28,2	29,1	ns / ns	28,5	29,7
	SD	10,5	10,5		10,2	10
	MD	30	32		30	34
	Min	6	8		10	10
	Max	40	40		40	40
Scoresumme (alle Parameter absolut / relativ**)	MW	64,2	75,4	ns / ns	64,5	77,6
	SD	19	21,2		16,9	18,8
	MD	72	81		68	81
	Min	24	29		38	38
	Max	88	100		93	100
Scoresumme (nur Kraft relativ**)	MW	74,5		ns	76,5	
	SD	21,2			19	
	MD	81			77	
	Min	28			38	
	Max	100			100	

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  (Mann-Whitney-U-Test)

\*\* relativ zur nicht operierten Gegenseite

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, MD = Median, Min = Minimum, Max = Maximum

#### 4.2.4.3. Scorewertung

Bezüglich der Scorewertung 12 Monate nach der Operation ergibt sich weder bei der absoluten noch bei der seitenvergleichenden Scoresumme ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Therapieerfahren (**Tab. 4.12**).

**Tab. 4.12:** Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Scorebewertungsgruppen 12 Monate postoperativ (PHILOS<sup>®</sup>: n=39 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=31 Patienten)

Beurteilung	Punktezahl	PHILOS <sup>®</sup> (N)		Signifikanz* absolut / relativ	Targon PH <sup>®</sup> (N)	
		absolut**	relativ***		absolut**	relativ***
sehr gut	<b>90-100</b>	-	<b>13</b>	<b>ns / ns</b>	<b>1</b>	<b>11</b>
gut	<b>80-89</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>ns / ns</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
befriedigend	<b>70-79</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>ns / ns</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
schlecht	<b>&lt;70</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>ns / ns</b>	<b>16</b>	<b>11</b>
	60-69	6	5		3	5
	50-59	3	3		5	1
	40-49	2	2		7	4
	30-39	4	3		1	1
	<30	3	1		-	-

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  ( $\chi^2$ -Test)

\*\* absolut: Scoresumme berücksichtigt alle absolut gemessenen Parameter

\*\*\* relativ: Scoresumme berücksichtigt alle Parameter relativ zur nicht operierten Gegenseite

N = Anzahl der Patienten die in die jeweilige Bewertungsgruppe fallen

#### 4.2.4.4. Statistischer Vergleich operierte / nicht operierte Seite

Sowohl die PHILOS<sup>®</sup>- als auch die Targon PH<sup>®</sup>-Patienten erreichten bei der abschließenden 12-Monats-Nachuntersuchung in keinem der Scoreparameter die Werte der nicht operierten Gegenseite. Im Durchschnitt konnten die PHILOS<sup>®</sup>-Patienten auf der operierten Seite beim Schmerz 2,3 Punkte, bei den Aktivitäten des täglichen Lebens 3,1 Punkte, bei der Kraftmessung 1,6 kg und beim Bewegungsumfang 2,6 Punkte weniger erzielen als auf der Gegenseite. Die Targon PH<sup>®</sup>-Patienten lagen im Mittel beim Schmerz 2,5 Punkte, bei den Aktivitäten des täglichen Lebens 2,7 Punkte, bei der Kraftmessung 1 kg und beim Bewegungsumfang 2,7 Punkte unter dem Wert der Gegenseite (**Tab. 4.13, Abb. 4.12, Abb. 4.13**).

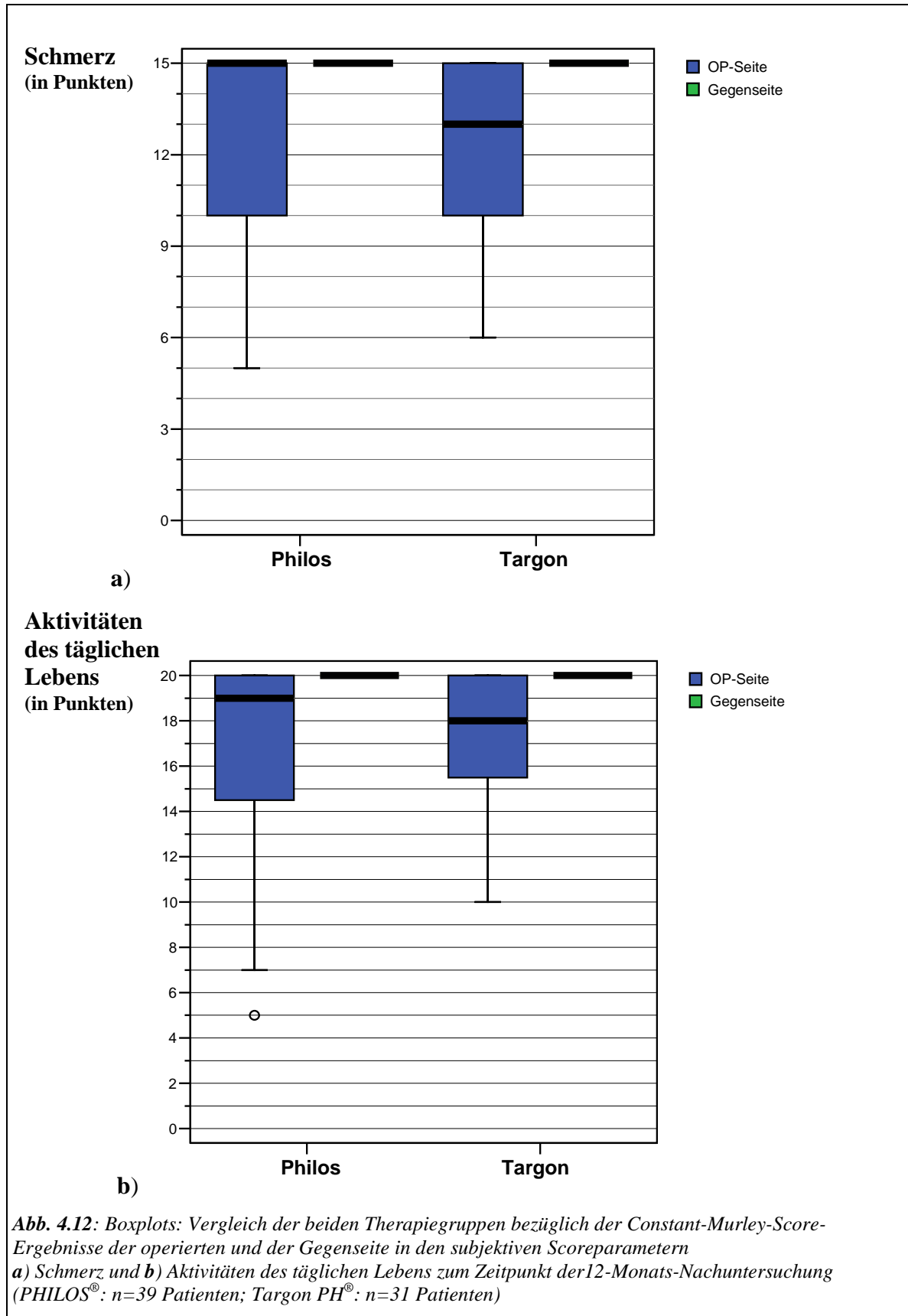
Statistisch gesehen waren die Werte aller Scoreparameter in beiden Therapiegruppen auf der operierten Seite signifikant niedriger als auf der nicht operierten Gegenseite.

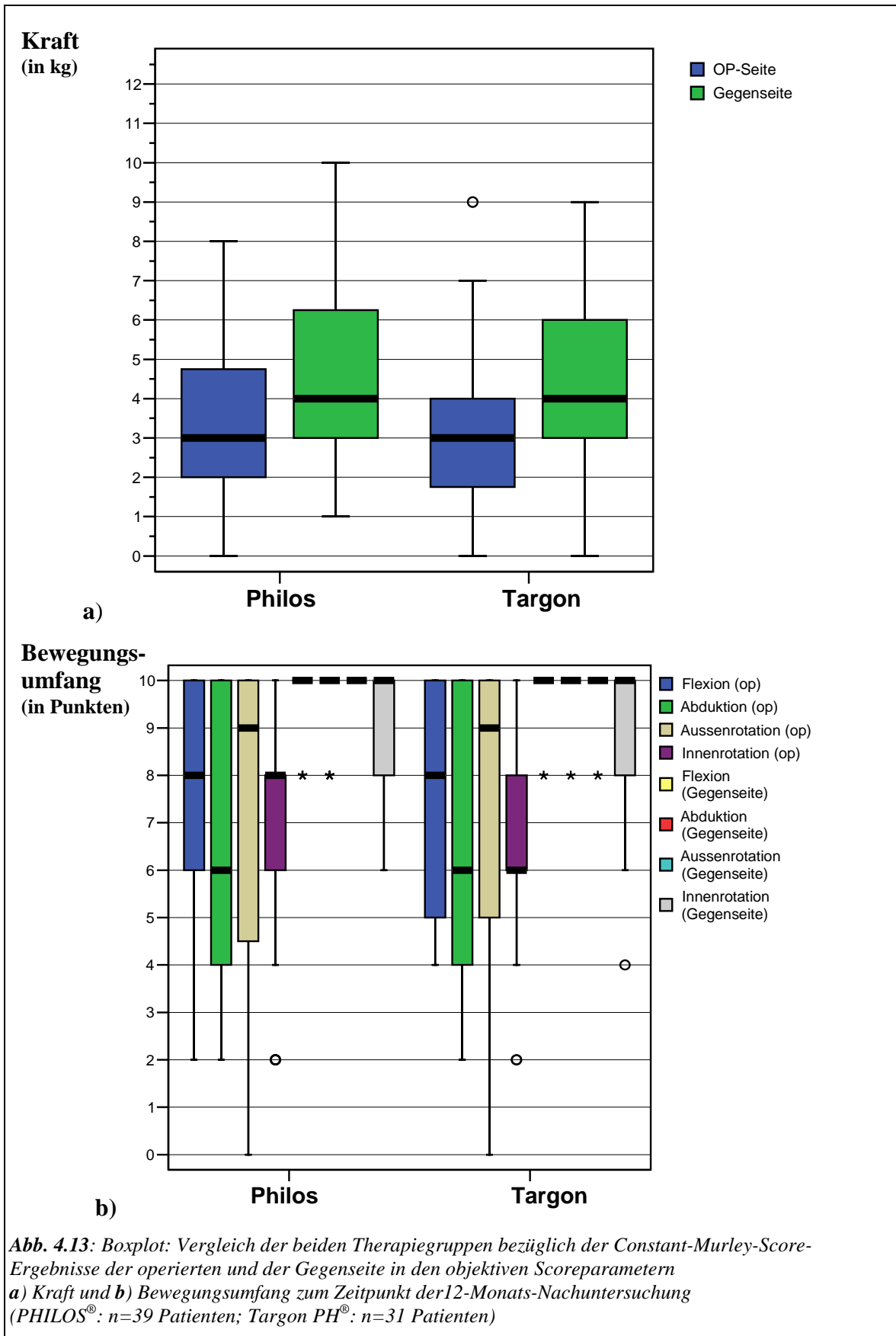
**Tab. 4.13:** Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich eines statistischen Unterschiedes zwischen den Werten der operierten und der nicht operierten Gegenseite in den vier Parametern des Constant-Murley-Scores bei der 12-Monats-Nachuntersuchung (PHILOS®: n=39 Patienten; Targon PH®: n=31 Patienten)

		PHILOS®	*	Gegen- seite	Targon PH®	*	Gegen- seite	
Schmerz (in Punkten)	MW	12,7	p<0,01	15	12,5	p<0,01	15	
	SD	2,9		0	26		0	
	MD	15		15	13		15	
	Min	5		15	6		15	
	Max	15		15	15		15	
Aktivitäten des täglichen Lebens (in Punkten)	MW	16,9	p<0,01	20	17,3	p<0,01	20	
	SD	4,4		0	3		0	
	MD	19		20	18		20	
	Min	5		20	10		20	
	Max	20		20	20		20	
Kraft (in kg)	MW	3,2	p<0,01	4,8	3,1	p<0,05	4,1	
	SD	2		2,2	2,2		2	
	MD	3		4	3		4	
	Min	0		1	0		0	
	Max	8		10	9		9	
Bewegungs- Umfang (in Punkten)	Flexion	MW	7,1	p<0,01	9,9	7,5	p<0,01	9,9
		SD	2,7		0,4	2,6		0,4
		MD	8		10	8		10
		Min	2		8	4		8
		Max	10		10	10		10
	Abduktion	MW	6,9	p<0,01	9,8	7	p<0,01	9,9
		SD	2,6		0,5	2,9		0,4
		MD	6		10	6		10
		Min	2		8	2		8
		Max	10		10	10		10
	Aussen- rotation	MW	7,2	p<0,01	10	7,4	p<0,01	9,9
		SD	3,9		0	3,4		0,4
		MD	9		10	9		10
		Min	0		10	0		8
		Max	10		10	10		10
	Innen- rotation	MW	7	p<0,01	9,4	6,6	p<0,01	9
		SD	2,6		1,1	2,3		1,7
		MD	8		10	6		10
		Min	2		6	2		4
		Max	10		10	10		10

\* Signifikanz: ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  (Wilcoxon-Test (Rangsumme))

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, MD = Median, Min = Minimum, Max = Maximum







## 4.2.5. Verlauf der Scoreergebnisse nach 3, 6 und 12 Monaten

32 Patienten (17 PHILOS<sup>®</sup>, 15 Targon PH<sup>®</sup>) konnten sowohl 3 als auch 6 Monaten postoperativ nachuntersucht werden. Vergleicht man die Scoreergebnisse beider Zeitpunkte miteinander so haben sich sowohl bei den PHILOS<sup>®</sup>- als auch bei den Targon PH<sup>®</sup>-Patienten die Punktwerte in allen Parametern des Constant-Murley-Scores verbessert. Bis auf die Veränderung beim Parameter Schmerz sind alle Verbesserungen in beiden Therapiegruppen statistisch signifikant (**Tab. 4.14**).

40 Patienten (22 PHILOS<sup>®</sup>, 18 Targon PH<sup>®</sup>) konnten sowohl 6 als auch 12 Monate nach der Operation nachuntersucht werden. Auch hier verbesserte sich die Scoresumme bei beiden Therapieverfahren, aber nur in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe signifikant. Die Verbesserung war geringer als die zwischen 3 und 6 Monaten. Bei den PHILOS<sup>®</sup>-Patienten ist von den Einzelscoreparametern bis auf die Verbesserung im Bewegungsumfang insbesondere bei der Innenrotation keiner statistisch signifikant gestiegen. Bei den Targon PH<sup>®</sup>-Patienten dagegen ergeben sich signifikante Verbesserungen beim Schmerz, bei den Aktivitäten des täglichen Lebens und beim Bewegungsumfang vor allem im Unterpunkt Aussenrotation (**Tab. 4.15**).

**Tab. 4.14:** Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich eines statistischen Unterschiedes zwischen dem Scorewert der 3- und der 6-Monatsnachuntersuchung (PHILOS<sup>®</sup>: n=17; Targon PH<sup>®</sup>: n=15)

		PHILOS <sup>®</sup> (Signifikanz*)	**	Targon PH <sup>®</sup> (Signifikanz*)	**
<b>Schmerz</b>		ns	<b>1,6</b>	ns	<b>1,1</b>
<b>Aktivitäten des täglichen Lebens</b>	<b>Gesamt</b>	<b>p &lt; 0,05</b>	<b>3</b>	<b>p &lt; 0,01</b>	<b>3,6</b>
	Arbeit	p < 0,05	1,5	p < 0,05	1,5
	Freizeit				
	Schlaf				
Armheben	p < 0,05	1,5	p < 0,01	2,1	
<b>Kraft</b>		<b>p &lt; 0,05</b>	<b>3,3</b>	<b>p &lt; 0,01</b>	<b>6,2</b>
<b>Bewegungsumfang</b>	<b>Gesamt</b>	<b>p &lt; 0,01</b>	<b>6,4</b>	<b>p &lt; 0,01</b>	<b>7,1</b>
	Flexion	p < 0,05	1,1	p < 0,05	1,2
	Abduktion	p < 0,05	1,2	p < 0,01	1,3
	Aussenrotation	p < 0,05	1,8	p < 0,01	2,7
	Innenrotation	p < 0,01	2,3	p < 0,01	1,9
<b>Scoresumme</b>		<b>p &lt; 0,01</b>	<b>11,2</b>	<b>p &lt; 0,01</b>	<b>15</b>

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab p < 0,05 (Wilcoxon-Test (Rangsumme))

\*\* durchschnittlicher Punktunterschied zwischen 3 und 6 Monaten postoperativ (6-3)

**Tab. 4.15:** Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich eines statistischen Unterschiedes zwischen dem Scorewert der 6- und der 12-Monats-Nachuntersuchung (PHILOS<sup>®</sup>: n=22; Targon PH<sup>®</sup>: n=18)

		PHILOS <sup>®</sup> (Signifikanz*)	**	Targon PH <sup>®</sup> (Signifikanz*)	**
<b>Schmerz</b>		<b>ns</b>	<b>-0,1</b>	<b>p &lt; 0,05</b>	<b>1,8</b>
<b>Aktivitäten des täglichen Lebens</b>	<b>Gesamt</b>	<b>ns</b>	<b>0,2</b>	<b>p &lt; 0,01</b>	<b>2,3</b>
	Arbeit	ns	-0,1	ns	1
	Freizeit				
	Schlaf				
Armheben	ns	0,3	p < 0,05	1,3	
<b>Kraft</b>		<b>ns</b>	<b>1,4</b>	<b>ns</b>	<b>1,5</b>
<b>Bewegungsumfang</b>	<b>Gesamt</b>	<b>p &lt; 0,05</b>	<b>2,9</b>	<b>p &lt; 0,05</b>	<b>2,8</b>
	Flexion	ns	0,2	ns	0,6
	Abduktion	ns	0,2	ns	0,6
	Aussenrotation	ns	0,8	p < 0,05	1,1
	Innenrotation	p < 0,01	1,7	ns	0,6
<b>Scoresumme</b>		<b>ns</b>	<b>4,3</b>	<b>p &lt; 0,01</b>	<b>8,4</b>

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab p < 0,05 (Wilcoxon-Test (Rangsumme))

\*\* durchschnittlicher Punktunterschied zwischen 6 und 12 Monaten postoperativ (12-6)

### 4.3. Komplikationen

Im Beobachtungszeitraum konnte bei 88 der 105 operierten Patienten mindestens eine der drei vorgesehenen Nachuntersuchungen durchgeführt werden. Davon hatten 43 (48,9%) Patienten im Durchschnitt 2,1 (maximal 4) der in **Tab. 4.17** aufgeführten Komplikationen. 45 (51,1%) Patienten blieben im postoperativen Verlauf komplikationslos. Dabei wird eine Targon PH<sup>®</sup>-Patientin, bei der vier Monate postoperativ ohne dokumentiertes Trauma eine sekundäre Humerusfraktur distal des Implantats an der Nagelspitze auftrat, nicht als Komplikationsfall im Sinne einer eingriffsbedingten Komplikation gewertet. Die primäre proximale Fraktur war zu diesem Zeitpunkt bereits weitgehend knöchern konsolidiert und somit eine Entfernung des Nagels vor der Osteosynthese der distalen Humerusschaftfraktur mit einer LC-DC-Platte und zwei freien Kortikalisschrauben möglich. Auch im weiteren Verlauf blieb der proximale Humerus komplikationslos (**Tab. 4.16**).

Die häufigste (implantatspezifische) Komplikation bei beiden Therapieverfahren ist eine intraartikuläre Perforation der subchondralen Grenzlamelle durch mindestens eine der proximalen Schrauben bei 13 PHILOS<sup>®</sup>- (27%) und bei sieben Targon PH<sup>®</sup>-Patienten (18%). In der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe folgen mit fallender Häufigkeit die Lockerung proximaler oder distaler Schrauben (10%), eine subacromiale Impingementsymptomatik durch Abstoßen der Schrauben oder der Platte (10%), eine Bewegungseinschränkung im Sinne einer frozen shoulder

(6%), eine Pseudarthrose (4%), ein tiefer Wundinfekt (4%) und ein Implantatversagen durch Plattenbruch (2%). Bei den Targon PH<sup>®</sup>-Patienten ist die zweithäufigste Komplikation die Schraubenlockerung (15%), es folgt zweimal eine Impingementsymptomatik (5%), danach je einmal frozen shoulder, Pseudarthrose und Bolzenbruch (2,5%). Ein tiefer Wundinfekt trat hier nicht auf (**Tab. 4.17**).

Radiologische Zeichen einer zumindest partiellen Humeruskopfnekrose zeigten sich bei 14 (29%) PHILOS<sup>®</sup>- und bei 11 (28%) Targon PH<sup>®</sup>-Patienten. Zu einer Humeruskopfsinterung kam es bei drei (6%) PHILOS<sup>®</sup>- und einem (2,5%) Targon PH<sup>®</sup>-Patienten (**Tab. 4.17**).

Statistisch betrachtet besteht bezüglich Anzahl der Patienten mit Komplikation, Anzahl der einzelnen Komplikationen, Menge zumindest partieller Humeruskopfnekrosen und eingetretener Humeruskopfsinterungen kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen.

**Tab. 4.16:** Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Komplikationshäufigkeit bei Patienten mit mindestens einer Nachuntersuchung (PHILOS<sup>®</sup>: n=48 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=40 Patienten)

Patienten	PHILOS <sup>®</sup>		Signifikanz*	Targon PH <sup>®</sup>	
	N	%		N	%
ohne Komplikation	24	50	ns	21	52,5
mit Komplikation (alle incl. Nekrose)	24	50	ns	19	47,5
mit revisionspflichtiger Komplikation	21	43,8	ns	11	27,5

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  ( $\chi^2$ -Test)

N = Anzahl der Patienten

% = Anteil der nachuntersuchten Patienten der jeweiligen Verfahrensgruppe

**Tab. 4.17:** Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Komplikationen bei Patienten mit mindestens einer Nachuntersuchung (Patienten mit mehreren Komplikationen werden bei jeder einzeln berücksichtigt) (PHILOS<sup>®</sup>: n=48 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=40 Patienten)

Komplikationen	PHILOS <sup>®</sup>		Signifikanz*	Targon PH <sup>®</sup>	
	N	%		N	%
Nekrose	14	29,2	ns	11	27,5
- davon vanished tubercule (laterale Tuberculums-Nekrose)	5			7	
Schraubenperforation	13	27,1	ns	7	17,5
Implantatlockerung	5	10,4	ns	6	15
Materialimpingement	5	10,4	ns	2	5
frozen shoulder	3	6,3	ns	1	2,5
Sinterung	3	6,3	ns	1	2,5
Pseudarthrose	2	4,2	ns	1	2,5
Implantatversagen	1	2,1	ns	1	2,5
Infekt	2	4,2	ns	0	0

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  ( $\chi^2$ -Test)

N = Anzahl der Patienten mit dieser Komplikation

% = Anteil der nachuntersuchten Patienten mit dieser Komplikation

### 4.3.1. Folgeeingriff, Revision, Materialentfernung

An 46 (52,3%) der 88 Patienten, die an mindestens einer Nachuntersuchung teilnahmen, wurde ein Folgeeingriff vorgenommen. Bei 28 (31,8%) Patienten handelte es sich um einen komplikationsbedingt notwendigen Revisionseingriff, bei einem Patienten um einen notwendigen Folgeeingriff nach sekundärem Sturz, aber ohne eingriffsbedingte Komplikation; bei den restlichen 17 (19,3%) Patienten wurde der Folgeeingriff elektiv auf Wunsch des Patienten durchgeführt. Revisionspflichtig waren 32 (36,4%) Patienten, von denen vier (4,5%) einen Revisionseingriff ablehnten. Bei drei revisionspflichtigen Patienten (2 PHILOS<sup>®</sup>, 1 Targon PH<sup>®</sup>) wurde jeweils nach einer teilweisen noch eine vollständige Materialentfernungen durchgeführt. Dabei zogen die beiden PHILOS<sup>®</sup>-Patienten bei der ersten Revision noch die Teilentfernung der von ärztlicher Seite bereits empfohlene kompletten Entfernung vor, die im weiteren Verlauf durch erneute Komplikationen unvermeidbar wurde. Bei dem Targon PH<sup>®</sup>-Patienten führten nach Teilentfernung anhaltende Bewegungseinschränkung und Schmerzen zur zweiten Revision. Beim Gruppenvergleich revisionspflichtiger Patienten bzw. der Patienten mit Folgeeingriff (**Tab. 4.18**) werden diese drei Patienten nur einfach gezählt. In den Angaben zum Komplikationsmanagement (**Tab. 4.19**) sind die Wiederholungsrevisionen jeweils extra berücksichtigt.

Statistisch betrachtet waren in keiner Gruppe signifikant mehr Patienten revisionspflichtig und Teil-Materialentfernung, Arthrolyse und Infektsanierung wurden in keiner der beiden Gruppen signifikant häufiger durchgeführt. In der PHILOS-Gruppe ließen jedoch signifikant mehr Patienten einen revisionspflichtigen Folgeeingriff und auch eine revisionspflichtige Materialentfernung zu. (**Tab. 4.18** und **Tab. 4.19**)

**Tab. 4.18:** Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Revisionspflichtigkeit und Folgeeingriffshäufigkeit bei Patienten mit mindestens einer Nachuntersuchung (PHILOS<sup>®</sup>: n=48 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=40 Patienten)

	PHILOS <sup>®</sup>		Signifikanz*	Targon PH <sup>®</sup>	
	N	%		N	%
komplikationsbedingt revisionspflichtige Patienten	21	43,8	ns	11	27,5
Patienten mit Folgeeingriff	31	64,6	p < 0,05	15	37,5
- elektiv	11	22,9	ns	6	15,0
- nach sekundärem Sturz, ohne eingriffsbedingte K.	0	0	ns	1	5,0
- komplikationsbedingt revisionspflichtig (Revision)	20	41,7	p < 0,05	8	20,0

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  ( $\chi^2$ -Test)

N = Anzahl der Patienten, K = Komplikation

% = Anteil der nachuntersuchten Patienten

**Tab. 4.19:** Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der einzelnen komplikationsbedingten Folgeeingriffe (Revisionsarten) bei Patienten mit mindestens einer Nachuntersuchung (Mehrfachnennung möglich bei Patienten mit mehreren Revisionseingriffen) (PHILOS<sup>®</sup>: n=48 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=40 Patienten)

	PHILOS <sup>®</sup>		Signifikanz*	Targon PH <sup>®</sup>	
	N	%		N	%
revisionspflichtige Materialentfernung (ME)	13	27,1	p < 0,05	3	7,5
- mit Arthrolyse	4			1	
- mit Verfahrenswechsel	2			0	
revisionspflichtige Teil-Materialentfernung (TME)	5	10,4	ns	5	12,5
- mit Arthrolyse	2			3	
- mit Schraubenwechsel	5			0	
Arthrolyse (obligat)	9	18,8	ns	4	10
- mit TME	2			3	
- mit ME	7			1	
Infektsanierung (Debridement + Jetlavage)	2	4,2	ns	0	0

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  ( $\chi^2$ -Test)

N = Anzahl der Patienten mit der jeweiligen Revisionsart

% = Anteil der nachuntersuchten Patienten

## 4.4. Statistische Zusammenhänge zwischen Constant-Murley-Score, Frakturgrad, Alter, Geschlecht und Komplikationen

Der AO-Frakturgrad, das Alter und das Geschlecht der Patienten, sowie die beobachteten Komplikationen und die Scoresumme bzw. die vier Einzelparameter des Constant-Murley-Scores, Schmerz, Aktivitäten des täglichen Lebens, Kraft und Bewegungsumfang, wurden auf eine signifikante Korrelation hin überprüft (**Tab. 4.20** und **Tab. 4.21**).

Zwischen den AO-11 Frakturtypen (A, B, C) zeigt sich in beiden Therapiegruppen sowohl für die absoluten als auch für die relativen, seitenvergleichenden Punktwerte der Scoresumme bzw. der einzelnen Scoreparameter kein signifikanter Unterschied. Für die Komplikationen Schraubenlockerung, Materialimpingement, frozen shoulder, Pseudarthrose und Bolzenbruch besteht ebenfalls keine signifikante Korrelation zu einzelnen Scoreparametern oder zur Scoresumme (**Tab. 4.20** und **Tab. 4.21**).

Das Alter weist eine hochsignifikante negative Korrelation zur absoluten und zur relativen Scoresumme in beiden Therapiegruppen auf ( $p < 0,01$ ). Mit zunehmendem Alter nimmt also sowohl die absolute, wie auch die relative Scoresumme bei PHILOS<sup>®</sup>- und bei Targon PH<sup>®</sup>-Patienten ab. Die einzelnen Scoreparameter korrelierten bei beiden Therapieverfahren alle sowohl absolut als auch relativ, bis auf den Schmerz und den relativen Kraftwert, hochsignifikant negativ mit dem Alter ( $p < 0,01$ ). Der Schmerz ist bei den PHILOS<sup>®</sup>-Patienten signifikant ( $p < 0,05$ ), bei den Targon PH<sup>®</sup>-Patienten zwar nicht signifikant aber tendenziell ( $p = 0,068$ ) auch negativ mit dem Alter korreliert. Der seitenvergleichende Kraftwert korreliert bei keinem der beiden Therapieverfahren signifikant mit dem Alter (**Tab. 4.20** und **Tab. 4.21**).

Die Frauen in beiden Therapiegruppen erreichten ein niedrigeres Scoreergebnis als die Männer. In der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe liegt das Scoreergebnis der Frauen im Mittel bei  $60 \pm 21$  bzw.  $72 \pm 24$  (absolut/relativ zur Gegenseite) Punkten, das der Männer lag bei  $73 \pm 11$  bzw.  $82 \pm 13$  (absolut/relativ zur Gegenseite) Punkten. In der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe erreichten die Frauen durchschnittlich  $59 \pm 17$  bzw.  $73 \pm 20$  (absolut/relativ zur Gegenseite) Punkte, die Männer dagegen  $76 \pm 11$  bzw.  $88 \pm 9$  (absolut/relativ zur Gegenseite) Punkte. Statistisch findet sich hier nur ein hochsignifikant niedrigeres Ergebnis bei der absoluten Scoresumme der Targon PH<sup>®</sup>-Patientinnen ( $p < 0,01$ ). Die absolute Scoresumme der PHILOS<sup>®</sup>-Patientinnen zeigte zwar eine Tendenz in dieselbe Richtung, ist aber nicht signifikant niedriger ( $p = 0,081$ ) als bei den Männern. Bei Analyse der einzelnen Scoreparameter zeigt sich in beiden Therapiegruppen ein hochsignifikanter Unterschied zwischen den absoluten Kraftwerten der Männern und Frauen ( $p < 0,01$ ). In der Gruppe der Targon PH<sup>®</sup>-Patienten findet sich auch beim Schmerz ein signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen ( $p < 0,05$ ). Die übrigen Scoreparameter weisen in beiden Therapiegruppen keinen signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen auf (**Tab. 4.20** und **Tab. 4.21**).

Unterschiede zwischen PHILOS<sup>®</sup>- und Targon PH<sup>®</sup>-Patienten treten bezüglich einer Korrelation von Schraubenperforation und partieller Humeruskopfnekrose zur Scoresumme auf. Es zeigt sich in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe eine hochsignifikant negative Korrelation zwischen Schraubenperforation und erreichtem Scoreergebnis ( $p < 0,05$ ). Im Mittel erreichten die PHILOS<sup>®</sup>-Patienten ohne Perforation  $68 \pm 17$  bzw.  $80 \pm 18$  (absolut/relativ zur Gegenseite) Punkte, die mit Perforation  $49 \pm 20$  bzw.  $58 \pm 22$  (absolut/relativ zur Gegenseite) Punkte. Bei der Betrachtung der einzelnen Scoreparameter werden von den PHILOS<sup>®</sup>-Patienten mit Schraubenperforation nur beim Schmerz ( $p < 0,01$ ) hochsignifikant niedrigere Werte erreicht.

In der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe dagegen besteht zwischen Schraubenperforation und Einzelscoreparametern bzw. der Scoresumme kein statistisch signifikanter Zusammenhang.

Eine statistisch signifikante negative Korrelation zwischen einer partiellen Humeruskopfnekrose und der Scoresumme zeigt sich in beiden Gruppen ( $p < 0,05$ ). Dabei ist dieser Zusammenhang bezüglich der absoluten Scoresumme in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe zwar nicht signifikant aber tendenziell vorhanden ( $p = 0,098$ ). Die Targon PH<sup>®</sup>-Patienten ohne Nekrose konnten im Schnitt  $69 \pm 15$  bzw.  $83 \pm 16$  (absolut/relativ zur Gegenseite) Punkte und die mit Nekrose  $53 \pm 17$  bzw.  $62 \pm 19$  (absolut/relativ zur Gegenseite) Punkte erreichen. Bei der Betrachtung der einzelnen Scoreparameter tritt in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe bezüglich des Bewegungsumfanges ( $p < 0,05$ ) ein signifikanter Unterschied zwischen den Patienten mit und ohne partieller Nekrose zum Vorschein. In der Gruppe der PHILOS<sup>®</sup>-Patienten erweist sich eine signifikant negative Korrelation zwischen der partiellen Humeruskopfnekrose und den Scoreparametern Schmerz ( $p < 0,05$ ), Aktivitäten des täglichen Lebens ( $p < 0,05$ ) und dem seitenrelativierten Kraftwert ( $p < 0,05$ ) (**Tab. 4.20** und **Tab. 4.21**).

**Tab. 4.20** gibt eine Übersicht über die signifikanten p-Werte der Korrelationen zwischen der absoluten bzw. relativen (seitenvergleichen) Scoresumme und Frakturgrad, Alter, Geschlecht, aufgetretenen Komplikationen und der partiellen Humeruskopfnekrose für beide Therapieverfahren.

**Tab. 4.21** zeigt eine detaillierte Übersicht über die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Scoreparametern und den Variablen Alter, Geschlecht, Kopfnekrose und Schraubenperforation, die einen statistisch signifikanten Einfluß auf die Scoresumme gezeigt haben.

**Tab. 4.20:** Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich einer statistischen Korrelation zwischen Scoresumme und AO-11 Frakturgrad, Alter, Geschlecht oder Komplikationen (PHILOS<sup>®</sup>: n=39 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=31 Patienten)

	PHILOS <sup>®</sup> (Signifikanz*)		Targon PH <sup>®</sup> (Signifikanz*)	
	Scoresumme absolut	relativ**	Scoresumme absolut	relativ**
AO-11 Frakturtypen (ABC)	ns	ns	ns	ns
Alter	p < 0,01	p < 0,01	p < 0,01	p < 0,01
Geschlecht	ns (p=0,081)	ns	p < 0,01	ns
partielle Humeruskopfnekrose	p < 0,05	p < 0,05	ns (p=0,098)	p < 0,05
Schraubenperforation	p < 0,05	p < 0,05	ns	ns
Schraubenlockerung	ns	ns	ns	ns
Materialimpingement	ns	ns	ns	ns
frozen shoulder	ns	ns	ns	ns
Pseudarthrose	ns	ns	ns	ns
Bolzenbruch	ns	ns	ns	ns

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab p<0,05 (Mann-Whitney-U-Test, Kruskal-Wallis-Test bzw. Spearman's Rho Korrelationskoeffizient)

\*\* relativ zur Gegenseite

**Tab. 4.21:** Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich einer statistischen Korrelation zwischen den einzelnen Scoreparametern und Alter, Geschlecht, Schraubenperforation oder partieller Kopfnekrose (PHILOS<sup>®</sup>: n=39 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=31 Patienten)

	Scoreparameter	PHILOS <sup>®</sup> (Signifikanz*)		Targon PH <sup>®</sup> (Signifikanz*)	
		absolut	relativ**	absolut	relativ**
Alter	Schmerz	p < 0,05		ns (p=0,068)	
	Aktivitäten des täglichen Lebens	p < 0,01		p < 0,01	
	Kraft	p < 0,01	ns	p < 0,01	ns
	Bewegungsumfang	p < 0,01	p < 0,01	p < 0,01	p < 0,01
Geschlecht	Schmerz	ns		p < 0,05	
	Aktivitäten des täglichen Lebens	ns		ns	
	Kraft	p < 0,01	ns	p < 0,01	ns
	Bewegungsumfang	ns	ns	ns	ns
partielle Humeruskopfnekrose	Schmerz	p < 0,05		ns	
	Aktivitäten des täglichen Lebens	p < 0,05		ns	
	Kraft	ns	p < 0,05	ns	ns
	Bewegungsumfang	ns	ns	p < 0,05	p < 0,05
Schraubenperforation	Schmerz	p = 0,01		ns	
	Aktivitäten des täglichen Lebens	ns		ns	
	Kraft	ns (p=0,092)	ns (p=0,079)	ns	ns
	Bewegungsumfang	ns	ns (p=0,092)	ns	ns

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab p<0,05 (Mann-Whitney-U-Test, Kruskal-Wallis-Test bzw. Spearman's Rho Korrelationskoeffizient)

\*\* relativ zur Gegenseite



Testet man jeweils innerhalb der beiden Therapiegruppen auf einen statistischen Zusammenhang zwischen den AO-11 Frakturtypen (A, B, C) und der Komplikationshäufigkeit, der Häufigkeit revisionspflichtiger Patienten bzw. obligater komplikationsbedingter Revisionen, sowie der Häufigkeit von Schraubenperforationen, Schrauben- bzw. Verfahrenswechseln, Humeruskopfnekrosen und -fehlstellungen und durchgeführter Arthrolysen, zeigt sich für die mindestens einmal nachuntersuchten Patienten in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe nur eine statistisch positive Korrelation zwischen AO-11 Frakturtyp A und der Häufigkeit einer Schraubenlockerung ( $p < 0,05$ ) (**Tab. 4.22 a**).

Innerhalb der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe musste dagegen bei den Patienten mit AO-11 Frakturtyp C hochsignifikant ( $p < 0,01$ ) häufiger eine komplikationsbedingte Teilmaterialentfernung (Schrauben) vorgenommen werden als bei den Patienten mit Typ A oder B. Außerdem zeigt sich, dass die Typ C-Patienten in dieser Gruppe signifikant häufiger und mehr Komplikationen haben, hochsignifikant häufiger revisionspflichtig sind bzw. eine obligate komplikationsbedingte Revision durchgeführt wurde, eine Schraubenperforation aufweisen oder eine Teilmaterialentfernung benötigen als die Patienten mit Frakturtyp A oder B (**Tab. 4.22 b**).

Tab. 4.23 und 4.24 stellen getrennt für Patienten, die mindestens an einer Nachuntersuchung und diejenigen die an der 12-Monatsnachuntersuchung teilnahmen nochmal einzeln den Zusammenhang zwischen AO-Frakturgrad und Auftreten einer Komplikation innerhalb der jeweiligen Therapiegruppe gegenüber.

Andererseits findet sich bei einem Vergleich zwischen beiden Therapiegruppen kein signifikanter Zusammenhang zwischen einem der AO-11 Frakturtypen (A, B, C) und der Komplikationshäufigkeit. Es haben also in keiner Gruppe signifikant mehr Patienten mit Frakturtyp A, B oder C eine Komplikation gehabt als in der anderen (**Tab. 4.25**).

**Tab. 4.22:** Gegenüberstellung der beiden Therapiegruppen bezüglich einer statistischen Korrelation zwischen einem der AO-11 Frakturtypen und der Komplikations- bzw. Revisionshäufigkeit oder dem Auftreten einzelner Komplikationen

a) PHILOS®-Gruppe (n=48/39 Patienten)

	PHILOS® (Patienten mit mindestens einer NU/ Patienten mit 12- Monats-NU)		
	AO-11 Frakturtyp		
	A	B	C
Patienten mit Komplikationen (incl. Nekrose als eigene Kompl.)	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Patienten mit Komplikationen (ohne Nekrose als eigene Kompl.)	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Revisionspflichtige Patienten	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Obligate Revisionen nach einer Komplikationen	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Obligate TME	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Obligate ME	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Arthrolyse	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Fehlstellung	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Schraubenperforation	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Schraubenlockerung	p<0,05 /ns	ns/ns	ns/ns
Schraubenwechsel	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Verfahrenswechsel	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Nekrose	ns/ns	ns/ns	ns/ns

ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  (Mann-Whitney-U-Test)

NU = Nachuntersuchung, incl. = inclusive, Kompl. = Komplikation

b) Targon PH®-Gruppe (n=40/31 Patienten)

	Targon PH® (Patienten mit mindestens einer NU/ Patienten mit 12- Monats-NU)		
	AO-11 Frakturtyp		
	A	B	C
Patienten mit Komplikationen (incl. Nekrose als eigene Komplikation)	ns/ns	ns/ns	p<0,05 / p<0,01
Patienten mit Komplikationen (ohne Nekrose als eigene Komplikation)	ns/ns	p < 0,05 /ns	p<0,01 / p<0,01
Revisionspflichtige Patienten	ns/ns	ns/ns	p<0,01 / p=0,01
Obligate Revisionen nach einer Komplikation	ns/ns	ns/ns	p<0,01 / p<0,01
Obligate TME	ns/ns	ns/ns	p<0,01 / p<0,01
Obligate ME	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Arthrolyse	ns/ns	ns/ns	p<0,05 / p<0,05
Fehlstellung	ns/ns	ns/ns	ns/ p<0,05
Schraubenperforation	ns/ns	ns/ns	p<0,01 / p<0,05
Schraubenlockerung	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Schraubenwechsel	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Verfahrenswechsel	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Impingement	ns/ns	ns/ns	ns/ns
Nekrose	ns/ p < 0,05	ns/ns	ns/ p<0,05

ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  (Mann-Whitney-U-Test)

NU = Nachuntersuchung, incl. = inclusive

**Tab. 4.23:** Gegenüberstellung der beiden Therapiegruppen bezüglich einer statistischen Korrelation zwischen den einzelnen AO-11 Frakturhauptgruppen und der Komplikationshäufigkeit innerhalb der jeweiligen Gruppe bei Patienten mit mindestens einer Nachuntersuchung (PHILOS<sup>®</sup>: n=48 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=40 Patienten) mind. 1 NU

AO-11 Frakturgrad	Patienten mit Komplikation (mit/ohne Nekrose als eigenständige Komplikation)	
	PHILOS <sup>®</sup>	Targon PH <sup>®</sup>
A	ns/ns	ns/ns
B	ns/ns	ns/ p<0,05
C	ns/ns	p<0,05 / p<0,01

ns = nicht signifikant; signifikant ab p<0,05 (Mann-Whitney-U-Test)

**Tab. 4.24:** Gegenüberstellung der beiden Therapiegruppen bezüglich ihrer statistischen Korrelation zwischen den einzelnen AO-11 Frakturhauptgruppen und der Komplikationshäufigkeit innerhalb der jeweiligen Gruppe bei Patienten mit Abschlussnachuntersuchung 12 Monate post-operativ (PHILOS<sup>®</sup>: n=39 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=31 Patienten) 12-Mo NU

AO-11 Frakturgrad	Patienten mit Komplikation (mit/ohne Nekrose als eigenständige Komplikation)	
	PHILOS <sup>®</sup>	Targon PH <sup>®</sup>
A	ns/ns	ns/ns
B	ns/ns	ns/ns
C	ns/ns	p<0,01 / p<0,01

ns = nicht signifikant; signifikant ab p<0,05 (Mann-Whitney-U-Test)

**Tab. 4.25:** Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich einer statistischen Korrelation zwischen der AO-11 Einteilung bzw. den einzelnen AO-11 Frakturhauptgruppen und der Komplikationshäufigkeit (mit/ohne Nekrose als eigenständige Komplikation) (PHILOS<sup>®</sup>: n=48 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=40 Patienten) mind. 1 NU

	Patienten mit Komplikation (mit/ohne Nekrose als eigenständige Komplikation)					
	PHILOS <sup>®</sup>		Signifikanz*	Targon PH <sup>®</sup>		
	N	%		N	%	
insgesamt	24 / 22	50 / 45,8		19 / 15	47,5 / 37,5	
bei Frakturgrad	A	2 / 2	4,2 / 4,2	ns/ns	4 / 3	10 / 7,5
	B	7 / 7	14,6 / 14,6	ns/ns	6 / 3	15 / 7,5
	C	15 / 13	31,3 / 27,1	ns/ns	9 / 9	22,5 / 22,5

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab p<0,05 (Mann-Whitney-U-Test)

N = Anzahl der Patienten mit Komplikation

% = Anteil der nachuntersuchten Patienten mit Komplikation

## 4.5. Scoreergebnisse des Patientenfragebogens

Von den 105 Patienten verstarben 11 Patienten vor der 12-Monats-Nachuntersuchung. Bei vier Patienten (davon einer verstorben) war ein Verfahrenswechsel nötig. Den übrigen 91 Patienten wurde mit der Einbestellung zur Nachuntersuchung ein Patientenfragebogen zugeschickt. Von diesen 91 Patienten konnten weitere 21 aus den in Abschnitt 4.2.4 (siehe **Tab. 4.6**, Seite 61) genannten Gründen nicht klinisch nachuntersucht werden und wurden deswegen bei dem folgenden statistischen Vergleich (Abschnitt 4.6) nicht berücksichtigt. Von den 70 nachuntersuchten Patienten schickten 40 Patienten den Fragebogen ausgefüllt und in einem Abstand von durchschnittlich  $10 \pm 27$  Tagen (Median=3, Minimum=-61, Maximum=65) zur Nachuntersuchung zurück. Von diesen 40 Patienten (24 PHILOS<sup>®</sup>, 16 Targon PH<sup>®</sup>) lag also sowohl ein Nachuntersuchungsbogen als auch ein selbständig ausgefüllter Fragebogen für das funktionelle Ergebnis 12 Monate nach der Operation vor.

10 Patienten haben den Kraftwert auf einer der beiden Seiten genauer als im Fragebogen vorgesehen auf halbe bzw. Zehntel Kilogramm bestimmt. Diese Kraftergebnisse wurden auf die Menge der vollständig erreichten Kilogramm abgerundet.

Fünf Patienten hatten den Kraftwert nur für die operierte Seite oder gar nicht angegeben. Ein Patient hatte keine Aussenrotationswerte festgehalten. Die fehlenden Werte wurden, wie in der Originalarbeit von Böhm D. et al.<sup>(14)</sup> vorgegeben durch Mittelwerte der Angaben der übrigen Patienten aus der jeweiligen Gruppe ersetzt.

Zwei Patienten hatten im Fragebogen bei der Kraftangabe die Seiten verwechselt (telefonisch geklärt).

Ein Patient gab bei der Kraftmessung der nicht operierten Seite 30 kg an, dieser Wert wurde entsprechend der Umrechnungstabelle des Fragebogens durch den Maximalwert von >12 kg (=25 Punkte) ersetzt. Der entsprechende Kraftwert der Nachuntersuchung dieses Patienten ergab 10 kg.

In **Tab. 4.26** ist neben dem statistischen Vergleich der Ergebnisse beider Therapiegruppen eine Übersicht über die statistischen Standardwerte (Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum, Maximum) der im (selbständig vom Patienten ausgefüllten) Fragebogen erreichten Scoreparameter und der Scoresumme nach PHILOS<sup>®</sup>- und Targon PH<sup>®</sup>-Patienten getrennt dargestellt.

**Tab. 4.26:** Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Ergebnisse im selbständig ausgefüllten Patientenfragebogen 12 Monate postoperativ (PHILOS®: n=24 Patienten; Targon PH®: n=16 Patienten)

		PHILOS®			Signifikanz* absolut/relativ**	Targon PH®		
		OP-Seite absolut	OP-Seite relativ**	Gegen- seite		OP-Seite absolut	OP-Seite relativ**	Gegen- seite
Schmerz (in Punkten)	MW	12,6	12,7	14,8	ns / ns	11,2	12,1	13,6
	SD	2,8	2,5	0,8		3,1	2,1	2,6
	MD	13	13	15		11,5	12,5	15
	Min	5	7	11		5	9	8
	Max	15	15	15		15	15	15
Aktivitäten des täglichen Lebens (in Punkten)	MW	15,4	15,5	19,8	ns / ns	14,3	14,4	19,6
	SD	5	4,9	1		4,9	4,7	1,5
	MD	18	18	20		15	15	20
	Min	5	5	15		4	6	14
	Max	20	20	20		20	20	20
Kraft (in Punkten)	MW	6	16,3	8,5	ns / ns	5,3	14,7	8,4
	SD	4,6	8,8	4,3		4,7	7,5	5,4
	MD	4	19	7		2	13	7
	Min	0	0	2		0	0	2
	Max	15	25	18		13	25	18
Bewegungs- umfang (in Punkten)	MW	26,2	26,6	39,3	ns / ns	27,1	27,8	39,1
	SD	12,2	12,1	1,5		11,5	11,7	1,5
	MD	30,5	30,5	40		27	28	40
	Min	2	2	34		6	6	36
	Max	40	40	40		40	40	40
Scoresumme (in Punkten)	MW	59,9	71	81,9	ns / ns	57,6	69,1	80,1
	SD	22	24	5,2		19	22	7,9
	MD	63,5	76	81,5		58,5	66,5	79
	Min	18	23	68		35	41	66
	Max	87	100	91		87	100	91

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  (Mann-Whitney-U-Test)

\*\* relativ zur nicht operierten Gegenseite

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, MD = Median, Min = Minimum, Max = Maximum

## 4.6. Statistischer Vergleich 12-Monats-Nachuntersuchung / Patientenfragebogen

Der Patientenfragebogen liefert für beide Therapieverfahren in allen Scoreparametern niedrigere Werte als die Nachuntersuchung. Signifikant ist dieser Unterschied auf der operierten Seite in der Gruppe der PHILOS®-Patienten bei den Aktivitäten des täglichen Lebens mit Ausnahme des Armhebens und beim Bewegungsumfang. Bei den Targon PH®-Patienten sind die Unterschiede für Schmerz, Aktivitäten des täglichen Lebens und Flexion (Vorwärts-elevation) signifikant. Einen vergleichenden Überblick über die signifikanten p-Werte in beiden Therapiegruppen gibt **Tab. 4.27**. Eine genauere Auflistung der signifikanten p-Werte

und der statistischen Standardwerte (Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum und Maximum) für die Ergebnisse der operierten Seite sind in **Tab. 4.28** und **Tab. 4.29** dargestellt. Für die nicht operierte Seite ergab sich in beiden Therapieverfahren mit Ausnahme des bei den Targon PH<sup>®</sup>-Patienten im Fragebogen knapp signifikant niedrigeren Schmerzwertes ( $p=0,042$ ) kein signifikanter Unterschied zwischen den Scorewerten der Nachuntersuchung und des Patientenfragebogens.

**Abb. 4.14**, **Abb. 4.15** und **Abb. 4.16** veranschaulichen sowohl den Vergleich zwischen den Scoreergebnissen der klinischen Nachuntersuchung und des Patientenfragebogens innerhalb der jeweiligen Therapiegruppe, als auch zwischen beiden Gruppen anhand von Boxplots.

**Tab. 4.27:** Gegenüberstellung der beiden Therapiegruppen bezüglich eines statistischen Unterschiedes (Signifikanzvergleich des Punkunterschiedes) zwischen Nachuntersuchungs- und Patientenfragebogen 12 Monate postoperativ jeweils für die operierte und für die gesunde Seite (PHILOS<sup>®</sup>:  $n=24$  Patienten; Targon PH<sup>®</sup>:  $n=16$  Patienten)

<b>Operierte Seite</b>		PHILOS <sup>®</sup> (Signifikanz*)	Targon PH <sup>®</sup> (Signifikanz*)
<b>Schmerz</b>		<b>ns</b>	<b>p &lt; 0,05 (0,025)</b>
<b>Aktivitäten des täglichen Lebens</b>	<b>Gesamt</b>	<b>p &lt; 0,01</b>	<b>p &lt; 0,01</b>
	Arbeit	p < 0,05	p < 0,05
	Freizeit	p < 0,01	p < 0,05
	Schlaf	p < 0,05	p < 0,05
	Armheben	ns (p=0,059)	p < 0,05
<b>Kraft</b>		<b>ns</b>	<b>ns</b>
<b>Bewegungsumfang</b>	<b>Gesamt</b>	<b>p &lt; 0,01</b>	<b>ns (0,083)</b>
	Flexion	p < 0,01	p < 0,05
	Abduktion	p < 0,05	ns (0,056)
	Aussenrotation	p < 0,05	ns (0,058)
	Innenrotation	p < 0,05	ns
<b>Scoresumme</b>		<b>p &lt; 0,01</b>	<b>p &lt; 0,01</b>

<b>Gesunde Seite</b>		PHILOS <sup>®</sup> (Signifikanz*)	Targon PH <sup>®</sup> (Signifikanz*)
<b>Schmerz</b>		<b>ns</b>	<b>p &lt; 0,05 (0,042)</b>
<b>Aktivitäten des täglichen Lebens</b>		<b>ns</b>	<b>ns</b>
<b>Kraft</b>		<b>ns</b>	<b>ns</b>
<b>Bewegungsumfang</b>	<b>gesamt</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>
	Flexion	ns	ns
	Abduktion	ns	ns
	Aussenrotation	ns	ns
	Innenrotation	ns	ns
<b>Scoresumme</b>		<b>ns</b>	<b>ns</b>

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  (Wilcoxon-test (Rangsummentest))

**Tab. 4.28:** Vergleich innerhalb der beiden Therapiegruppen bezüglich eines statistischen Unterschiedes zwischen den 12 Monate postoperativ in der Nachuntersuchung und im Patientenfragebogen erreichten Punktwerte der operierten Seite (PHILOS<sup>®</sup>: n=24 Patienten; Targon PH<sup>®</sup>: n=16 Patienten)

		PHILOS <sup>®</sup>			Targon PH <sup>®</sup>			
		U	Signifikanz*	FB	U	Signifikanz*	FB	
<b>Schmerz</b> (in Punkten)	MW	13,2	<b>ns</b>	12,6	12,9	<b>p &lt; 0,05</b>	11,2	
	SD	2,7		2,8	2,1		3,1	
	MD	15		13	13,5		11,5	
	Min	5		5	9		5	
	Max	15		15	15		15	
<b>Aktivitäten des täglichen Lebens</b> (in Punkten)	Gesamt	MW	17,25	<b>p &lt; 0,01</b>	15,4	17,9	<b>p &lt; 0,01</b>	14,3
		SD	4,7		5	2,6		4,9
		MD	20		18	18,5		15
		Min	5		5	12		4
		Max	20		20	20		20
	Arbeit	MW	3,5	p < 0,05	3	3,4	p < 0,05	2,75
		SD	1,1		1,2	0,8		1,2
		MD	4		3	4		3
		Min	0		1	2		0
		Max	4		4	4		4
	Freizeit	MW	3,5	p < 0,01	2,9	3,5	p < 0,05	2,8
		SD	1,1		1,3	0,7		0,9
		MD	4		3	4		3
		Min	0		0	2		1
		Max	4		4	4		4
	Schlaf	MW	1,8	p < 0,05	1,6	1,75	p < 0,05	1,4
		SD	0,4		0,6	0,4		0,7
		MD	2		2	2		1,5
		Min	1		0	1		0
		Max	2		2	2		2
Armheben	MW	8,5	ns	8	9,25	p < 0,05	7,4	
	SD	2,6		2,6	1,6		2,9	
	MD	10		8	10		8	
	Min	2		2	4		2	
	Max	10		10	10		10	
<b>Kraft absolut</b> (in Punkten)	MW	6,1	<b>ns</b>	6	6,7	<b>ns</b>	5,25	
	SD	4,1		4,6	4,8		4,7	
	MD	6		4	6		2	
	Min	0		0	0		0	
	Max	13		15	18		13	
<b>Scoresumme (alle Parameter absolut)</b> (in Punkten)	MW	66,7	<b>p &lt; 0,01</b>	59,9	68,7	<b>p &lt; 0,01</b>	57,6	
	SD	20,4		22	16,9		19	
	MD	73,5		63,5	75,5		58,5	
	Min	24		18	41		35	
	Max	88		87	93		87	

\* ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  (Wilcoxon-Test (Rangsummentest))

U = Untersuchungsergebnisse, FB = Ergebnisse des selbständig ausgefüllten Fragebogens

N = Anzahl, MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, MD = Median, Min = Minimum, Max = Maximum

**Tab. 4.29:** Vergleich innerhalb der beiden Therapiegruppen bezüglich eines statistischen Unterschiedes zwischen den 12 Monate postoperativ in der Nachuntersuchung und im Patientenfragebogen erreichten Punktwerte der operierten Seite (PHILOS®: n=24 Patienten; Targon PH®: n=16 Patienten)

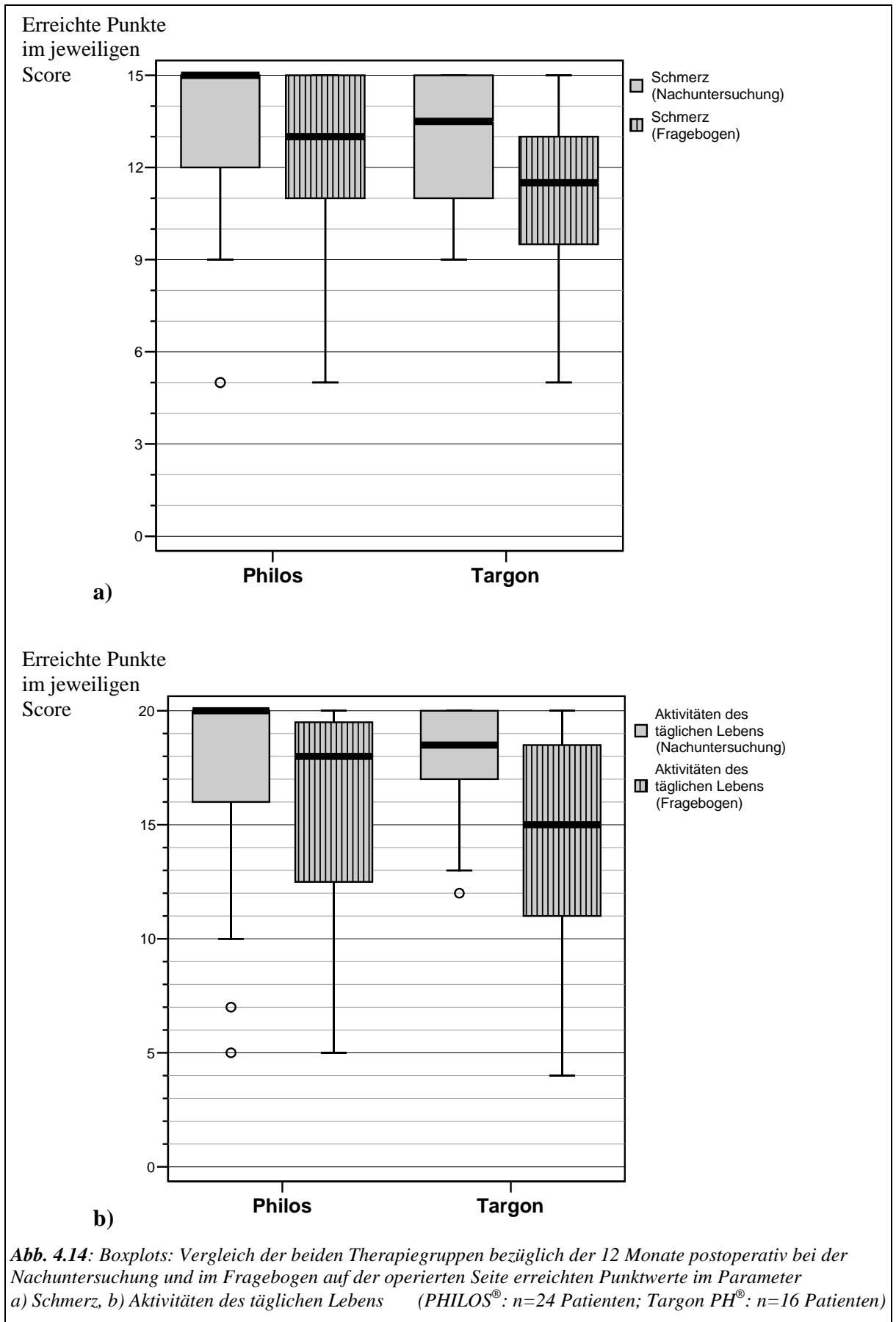
Bewegungsumfang		PHILOS®			Targon PH®				
		U	Signifikanz*	FB	U	Signifikanz*	FB		
Gesamt	MW	30,2	<b>p &lt; 0,01</b>	26,2	31,2	<b>ns</b>	27,1		
	SD	10,7		12,2			9,8	11,5	
	MD	35		30,5			36	27	
	Min	10		2			12	6	
	Max	40		40			40	40	
Flexion	MW	7,75	<b>p &lt; 0,01</b>	6,8	8,25	<b>p &lt; 0,05</b>	7		
	SD	2,8		3,2			2,4	3	
	MD	9		8			10	7	
	Min	2		0			4	2	
	Max	10		10			10	10	
Abduktion	MW	7,7	<b>p &lt; 0,05</b>	6,6	7,6	<b>ns</b>	6,5		
	SD	2,4		3			2,8	3	
	MD	8		6,5			9	6	
	Min	4		0			2	2	
	Max	10		10			10	10	
Aussenrotation	Gesamt	MW	7,4	<b>p &lt; 0,05</b>	6,3	8,1	<b>ns</b>	6,4	
		SD	4,1		4,4			3,1	4,1
		MD	10		9			10	8
		Min	0		0			2	0
		Max	10		10			10	10
	Hand hinter Kopf Ellenbogen vorne	MW	1,6	<b>ns</b>	1,4	1,7	<b>ns</b>	1,5	
		SD	0,8		0,9			0,7	0,9
Hand hinter Kopf Ellenbogen hinten	MW	1,5	<b>ns</b>	1,25	1,6	<b>ns</b>	1,1		
	SD	0,9		1			0,7	1	
Hand auf Kopf Ellenbogen vorne	MW	1,5	<b>ns</b>	1,3	1,75	<b>ns</b>	1,6		
	SD	0,8		1			0,6	0,8	
Hand auf Kopf Ellenbogen hinten	MW	1,5	<b>ns</b>	1,25	1,6	<b>p &lt; 0,05</b>	1,1		
	SD	0,9		1			0,8	1	
Volle Elevation vom Scheitel ausgehend	MW	1,3	<b>ns</b>	1,1	1,4	<b>ns</b>	1		
	SD	0,9		1			0,9	1	
Innenrotation	MW	7,3	<b>p &lt; 0,05</b>	6,4	7,25	<b>ns</b>	7,25		
	SD	2,5		2,9			2,3	2,7	
	MD	8		8			8	8	
	Min	2		0			2	2	
	Max	10		10			10	10	

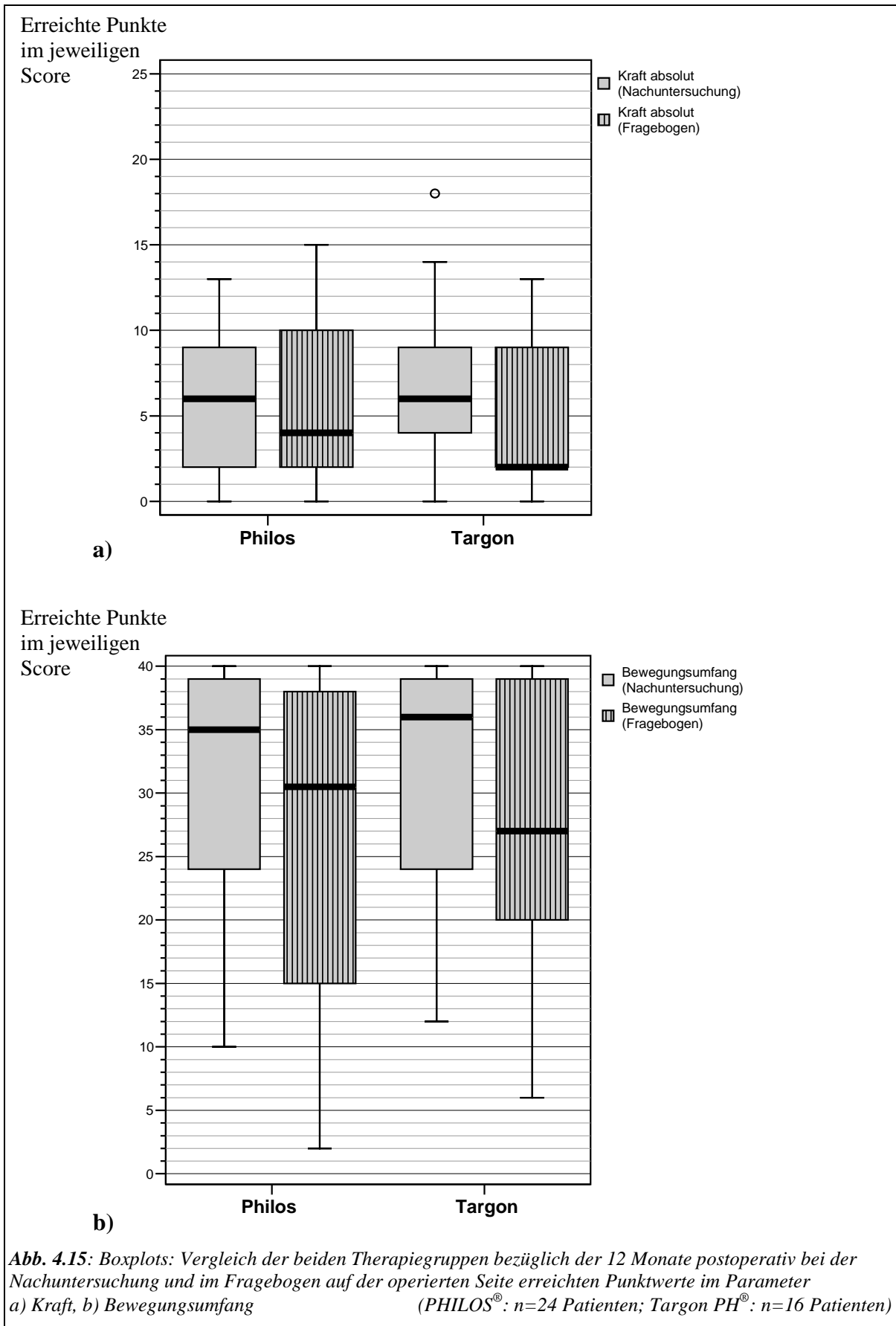
\* ns = nicht signifikant; signifikant ab  $p < 0,05$  (Wilcoxon-Test (Rangsummentest))

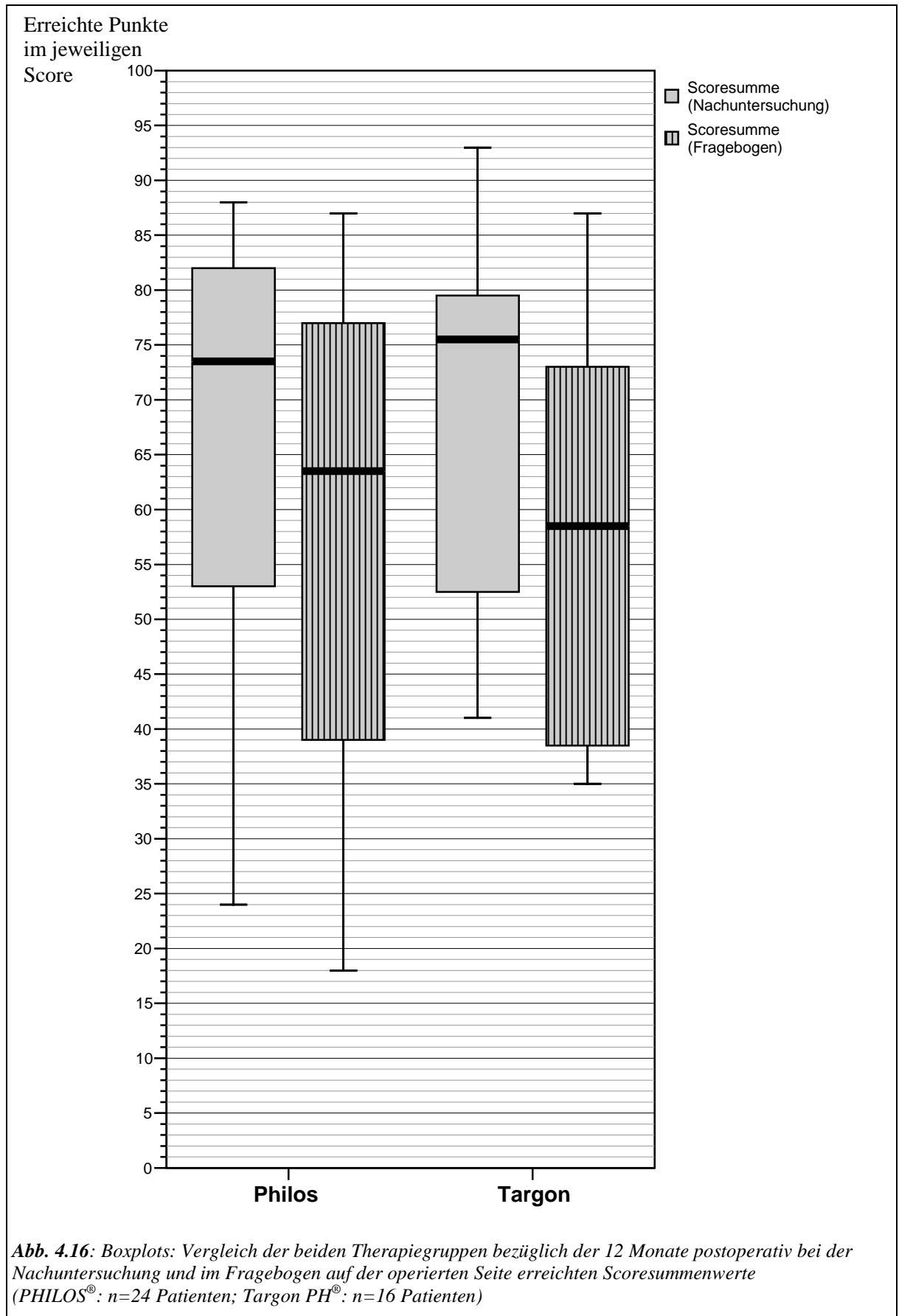
U = Untersuchungsergebnisse, FB = Ergebnisse des selbständig ausgefüllten Fragebogens

N = Anzahl, MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, MD = Median, Min = Minimum, Max = Maximum









# 5. Diskussion

## 5.1. Methodenkritik

Der eigentliche Wert einer Frakturklassifikation zeigt sich, wenn neben einer morphologischen Beschreibung therapeutische und prognostische Schlüsse möglich sind. Eine Klassifikation, die zu wenige Frakturgruppen unterscheidet, ist ungenau und, da zu viele Frakturformen in einer Gruppe zusammengefasst werden, sind differentialtherapeutische und prognostische Aussagen nur noch eingeschränkt möglich. Andererseits wird eine Klassifikation mit zu vielen unterschiedlichen Frakturgruppen kompliziert und unhandlich, mit der Konsequenz einer schlechten Trefferquote bei der präoperativen Gruppenzuordnung <sup>(83)</sup>.

Die Neer-Klassifikation <sup>(107)</sup>, die Anfang der Siebziger Jahre, basierend auf Codmans Gliederung der Humeruskopffrakturen in vier Hauptfragmente <sup>(22)</sup>, unter Berücksichtigung des Dislokationsgrades und der Fragmentzahl als erste eine Einteilung mit therapeutischen und prognostischen Konsequenzen ermöglichte, ist auch heute noch die am weitesten verbreitete Einteilung proximaler Humerusfrakturen. Ihre wesentliche Schwäche besteht jedoch darin, dass sie ausschließlich dislozierte Fragmente unabhängig von Anzahl und Verlauf der Frakturlinien betrachtet. So fällt die Hälfte aller proximalen Humerusfrakturen in die Gruppe der nicht oder nur gering dislozierten Brüche, ohne den jeweiligen Frakturverlauf zu berücksichtigen <sup>(25)</sup>. Auch bei prognostisch ungünstigen 3- und 4-Fragmentfrakturen wird nicht zwischen einem Frakturverlauf am anatomischen oder chirurgischen Hals unterschieden und dislozierte 2-Fragmentfrakturen am anatomischen Hals mit sehr ungünstiger Prognose werden nach Neer noch als prognostisch günstig eingestuft. Dieser Mangel ist ein Ansatzpunkt verschiedener Modifikationen der Neer-Klassifikation <sup>(37,59,159)</sup>. Habermeyer <sup>(37)</sup> beispielsweise berücksichtigt eine Unterscheidung zwischen Frakturen im anatomischen und chirurgischen Hals durch die Differenzierung von intra- und extraartikulärem Verlauf. In der Literatur konnten sich diese Modifikationen aber bisher nicht durchsetzen.

Wir haben, wie im Klinikum Rechts der Isar der Technischen Universität München üblich, zur Fraktуреinteilung die vor allem im deutschen Sprachraum verbreitete Klassifikation nach der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) <sup>(104)</sup> verwendet. Sie bietet zwar durch die komplexe Einteilung mit 27 Untergruppen den Vorteil, dass sich proximale Humerusfrakturen sehr detailliert aufschlüsseln lassen, erfordert allerdings auch eine erfahrene Interpretation der Bildgebung <sup>(144)</sup>.

Verschiedene Studien weisen auf eine inter- und intraindividuelle Einteilungsunzuverlässigkeit bzw. eine schlechte Reproduzierbarkeit der Einteilungsergebnisse sowohl in der Neer- als auch in der AO-Klassifikation hin (niedrige intra- bzw. interobserver reliability) <sup>(7,17,83,72,138)</sup>, wobei die Neer-Klassifikation im direkten Vergleich etwas besser abschneidet <sup>(1,139,144)</sup>. Bei Vereinfachung der AO-Klassifikation durch Weglassen der Untergruppeneinteilung verbessert sich die Übereinstimmung der Ergebnisse <sup>(139)</sup>. Hier zeigt sich eindeutig der Bedarf einer einfachen und nachvollziehbaren Klassifikation.

Eine aussagekräftige Bildgebung ermöglicht eine eindeutigere Frakturklassifikation. Sie ist damit für operative Planung, Implantatwahl und Prognoseabschätzung entscheidend. Die bei proximalen Humerusfrakturen empfohlene Röntgen-Traumaserie beinhaltet neben einer echt a.p.- eine skapuläre Y-Aufnahme bzw. idealerweise eine axiale Röntgenaufnahme <sup>(8,61,108)</sup>. Auf die axiale Aufnahme, die als einzige das Tuberculum minus ausreichend darstellt, wurde teilweise im Rahmen dieser Studie aufgrund der Schmerzhaftigkeit für den Patienten zugunsten der leichter durchführbaren skapulären Y-Aufnahme verzichtet. Die bei der Abduktion auftretenden Schmerzen könnten durch eine Anästhesie (Winnie-Block) vor der Röntgenaufnahme umgangen werden. Dies ist im klinischen Alltag jedoch unpraktikabel. Alternativ bietet sich zur Schmerzreduktion der Einsatz einer speziell für die Röntgendiagnostik proximaler Humerusfrakturen konstruierten Schiene an <sup>(134)</sup>. Hilfsweise käme ausserdem noch eine sog. Velpeau-Aufnahme in Frage. Wir sind der Meinung, dass durch den obligaten Einsatz axialer Röntgenaufnahmen des Schultergelenks im Rahmen der Traumaserie mithilfe der genannten Techniken proximale Humerusfrakturen sicherer zu klassifizieren sind. Allerdings zeigt die bereits oben angesprochene schlechte Reproduzierbarkeit der Einteilungsergebnisse auch bei vollständiger Traumaserie und erfahrener Beurteilung nicht nur die Grenzen der momentan gängigen Klassifikationen, sondern auch der konventionellen Bildgebung auf.

Neben der konventionellen Diagnostik kommt vor allem der Computertomographie bei unklaren Fraktursituationen bzw. komplexen Mehrfragmentfrakturen eine gesteigerte Bedeutung zu. Die plastische und detaillierte Darstellung der Fragmente ermöglicht eine genauere Klassifikation und Festlegung des späteren Prozedere. Allerdings bieten auch der vermehrte Einsatz computertomographischer Untersuchungen und die radiographische 3D-Rekonstruktion zusätzlich zu den konventionellen Röntgenbildern nach aktuellen Studienergebnissen <sup>(7,144,143)</sup> keine Möglichkeit, die Reproduzierbarkeit der Einteilungsergebnisse wesentlich zu steigern. So stellen Shrader M.W. et al. <sup>(137)</sup> als auch Bernstein J. et al. <sup>(7)</sup> fest, dass erst eine Verbesse-

rung der Bildgebung bzw. eine Entwicklung neuer Bildgebungsmodalitäten eine sichere Identifikation vor allem komplexer Fraktursituationen ermöglichen.

Da in dem von uns beobachteten Patientenkollektiv bei gegebener Osteosynthese-Indikation die Entscheidung für eines der beiden Therapieverfahren beim Operateur lag, besteht keine echte Randomisierung. Die PHILOS<sup>®</sup>-Platte bietet mit der hohen Anzahl proximaler Schrauben, der divergierenden Schraubenanordnung und der Zuggurtung der Rotatorenmanschette an das Implantat mehr Fixationsmöglichkeiten als der Targon PH<sup>®</sup>-Nagel. Als Folge dessen wurden auch mehr AO-11 C-Frakturen mit einer PHILOS<sup>®</sup>-Platte versorgt. Die sog. „rope over bit“-Technik mit der auch beim Targon PH<sup>®</sup>-Nagel eine Zuggurtung der Tubercula möglich ist <sup>(101)</sup>, fand in der Studie keine Anwendung.

Ein genereller Kritikpunkt betrifft den Constant-Murley-Score. Dieser als Standardmeßinstrument für das funktionelle Ergebnis nach einer Schulteroperation etablierte Score wird von der Europäischen Gesellschaft für Schulter- und Ellbogenchirurgie (SECEC/ ESSSE), als auch von der Deutschen Vereinigung für Schulter- und Ellbogenchirurgie (DVSE) als offizieller Score favorisiert <sup>(14)</sup>, lässt aber Spielraum für verschiedene Methoden zur Erhebung des Kraftparameters. In der Originalarbeit von Constant und Murley (1987) <sup>(24)</sup> wird die Kraft nach Mosley <sup>(102)</sup> mit Hilfe einer Federwaage an der Hand des Patienten mit gestrecktem Arm möglichst in 90° Abduktion und 30° Anteversion, sofern das Bewegungsausmaß dies nicht zulässt auch niedriger, im schmerzfreien Bereich gemessen. Constant und Murley stimmen mit Mosley überein, dass ein gesunder 25-jähriger Patient auf diese Weise mehr als 12 kg halten kann und definieren deshalb den Maximalwert als 12,5 kg oder mehr bzw. 25 Punkte im Score. Gerber C. <sup>(31)</sup> empfiehlt eine elektronische Messung im Stehen oder Sitzen mit entsprechenden Geräten, die nach Taylor et al. <sup>(153)</sup> und Bankes et al. <sup>(3)</sup> etwas exaktere und niedrigere Werte als die Federwaage liefern. Diese Geräte sind aber teuer und auf Grund der unpraktischen Handhabung für den Klinikalltag nicht geeignet. In der vier Jahre nach der gemeinsamen Arbeit mit Murley von Constant alleine publizierten Arbeit über den CMS <sup>(23)</sup> bezeichnet er selbst die Kraftmessung als schwierig und empfiehlt den Ansatz des M. deltoideus als Messpunkt, um das Problem von Schmerzen im Ellenbogen oder der Hand zu umgehen, behält allerdings den alten Maximalwert von über 12 kg bei. Durch einen kürzeren Hebelarm ergeben sich aber höhere Kraftwerte bei der proximalen Meßvariante am Deltaansatz. Da der Parameter Kraft ein Viertel der gesamten Scoresumme ausmacht, liegt es auf der Hand, dass unterschiedliche Meßpunkte auch zu ganz anderen Gesamtergebnissen führen.

Der Ort der Kraftmessung ist demnach nicht einheitlich festgelegt. Wir haben uns für die in der Originalarbeit von 1987 <sup>(24)</sup> beschriebene Methode der Kraftmessung nach Mosley <sup>(102)</sup> entschieden. Bei Durchsicht der uns vorliegenden klinischen Studien zu PHILOS<sup>®</sup>-Platte und Targon PH<sup>®</sup>-Nagel fällt auf, dass bis auf Hente R. et al. <sup>(45)</sup>, die mit einer Federwaage in Pronationsstellung mit gestrecktem Ellenbogen am distalen Deltaansatz den maximal für fünf Sekunden schmerzfrei gehaltenen Wert gemessen haben, kein anderer Autor <sup>(10,67,88,93,95,101,149)</sup> auf die Methode der Kraftmessung eingeht. Dadurch ist die Vergleichbarkeit unserer Scoreergebnisse mit den in der Literatur angegebenen schwierig.

Der von uns definierte Beobachtungszeitraum und die von uns durchgeführten Nachuntersuchungen mit einer Endkontrolle 12 Monate postoperativ bewegen sich im Zeitrahmen der meisten vorliegenden Studien <sup>(10,45,67,88,93,95,101,149)</sup>.

Aufgrund der relativ kurzen Verfügbarkeit winkelstabiler Implantate liegen unserer Kenntnis nach zum jetzigen Zeitpunkt keine Studien mit Langzeitergebnissen vor. Interessant wäre eine Beobachtung über mehrere Jahre im Hinblick auf eine weitere Verbesserung bzw. eine eventuelle Verschlechterung des funktionellen Ergebnisses und eine Steigerung der Komplikationsrate im weiteren Verlauf über 12 Monate hinaus.

## 5.2. Probleme beim Literaturvergleich

Der Vergleich unserer Untersuchungsergebnisse mit den Daten anderer Forschungsgruppen gestaltet sich aus mehreren Gründen schwierig.

Ein Problempunkt ist die bereits in Abschnitt 5.1 besprochene, nicht einheitlich vorgegebene Art bzw. Lokalisation der Kraftmessung im Constant-Murley-Score (CMS) und die fehlenden Angaben darüber in den vorliegenden Studien.

Weiterhin fanden sich wegen der kurzen Verfügbarkeit der PHILOS<sup>®</sup>-Platte (ab 2002) nach ausgiebiger Recherche in Publikationsdatenbanken nur vier veröffentlichte klinische Studien, die sich mit diesem Implantat befassen <sup>(10,45,67,95)</sup>. Dabei weist die Arbeit von Maurer und Rüter <sup>(95)</sup> nur einen sehr kurzen Nachbeobachtungszeitraum von durchschnittlich 20 Wochen auf und das funktionelle Ergebnis wird nicht im CMS sondern im American Shoulder and Elbow-Score (ASES) festgehalten. Die anderen drei Arbeiten besitzen einen unserer Studie ähnlichen Rahmen mit einem mindestens 12-monatigen Nachbeobachtungszeitraum und einer Quantifizierung des funktionellen Ergebnisses anhand des CMS. Allerdings führen Koukakis

A. et al. <sup>(67)</sup> zwar 3, 6 und 12 Monate postoperativ Nachuntersuchungen durch, erheben den CMS aber nur nach 3 und 6 Monaten.

Über den Hersteller der Platte (Firma Synthes, Umkirch, Deutschland) fanden sich drei weitere Studien. Allerdings berichten Ludin et al. <sup>(89)</sup> nur über ein 6-Monats-follow-up, Geissmann und Babst <sup>(30)</sup> und Biraima et al. <sup>(9)</sup> geben zwar CMS-Ergebnisse eines 12-Monats-follow-ups an, konnten aber bisher nur sehr kleine Kollektive von 18 bzw. 6 Patienten nachuntersuchen.

Für den Vergleich der in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe erreichten Ergebnisse mit der Literatur liegen uns sieben Veröffentlichungen klinischer Studien vor <sup>(27,88,93,95,101,148,149)</sup>. Allerdings ist auch hier die Vergleichbarkeit teilweise eingeschränkt. Eisele R. und Kinzl L. <sup>(27)</sup> berichten nur über Frühergebnisse nach einem 3-Monats-follow-up. Maurer J. und Rüter A.-E. <sup>(95)</sup> untersuchen zwar durchschnittlich 14 Monate nach Operation, fixieren das Ergebnis aber anhand des American Shoulder and Ellbow-Score (ASES). In den fünf anderen Arbeiten wurde wie bei uns mindestens 12 Monate nach Operation das funktionelle Ergebnis mit dem Constant-Murley-Score nachuntersucht. Der Vergleich der 3- und 6-Monatsergebnisse ist aber bei zwei Arbeiten aufgrund fehlender Angaben nicht möglich. So berichten Mathews J. und Lobenhoffer P. <sup>(93)</sup>, obwohl sie auch nach 3, 6 und 12 Monaten das funktionelle Ergebnis nachuntersuchen, nur über die 12-Monats-Scorewerte und Linhart W. et al. <sup>(88)</sup> beschreiben mit den gleichen Nachuntersuchungszeitpunkten für 3 und 6 Monate nur einen gemittelten Scoresummenwert. Die übrigen drei Publikationen entstanden unter der Mitwirkung von Stedtfeld H.-W., der den Targon PH<sup>®</sup>-Nagel konzipierte. Zwei dieser Arbeiten stellen Beobachtungen desselben Patientengutes zu einem früheren und einem späteren Zeitpunkt dar <sup>(148,149)</sup>. Dieses Patientengut von Stedtfeld H.-W. et al. (Nürnberg) ist auch in Kombination mit einem weiteren Patienten-Kollektiv von Mittlmeier T.W. et al. (Rostock) Bestandteil der dritten Veröffentlichung <sup>(101)</sup>. Chronologisch ist diese Kooperationsstudie zwischen den beiden Publikationen von Stedtfeld H.-W. einzuordnen.



## 5.3. Besprechung der Ergebnisse

### 5.3.1. Patientengut

Im Rahmen unserer prospektiven Studie wurden etwa gleich viele Patienten mit einem der beiden Verfahren therapiert (PHILOS<sup>®</sup>: 53 Patienten, Targon PH<sup>®</sup>: 52 Patienten).

Der Frauenanteil ist in beiden Therapiegruppen höher als der der Männer. In der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe liegt das Verhältnis Männer/Frauen bei 2:3 in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe bei 1:2. Insgesamt hatten 69% der Patienten zum Operationszeitpunkt ein Alter von über 60 Jahren. Die Frauen waren im Durchschnitt 68/73 (PHILOS<sup>®</sup>/Targon PH<sup>®</sup>) Jahre alt und damit ca. 14/11 (P/T) Jahre älter als die Männer mit einem mittleren Alter von 54/62 (P/T) Jahren. Zwischen den beiden Therapiegruppen ergab sich für Alter und Geschlecht kein signifikanter Unterschied. Unser Patientengut entspricht damit bezüglich Alters- und Geschlechterverteilung der in der Literatur angegebenen Inzidenz für proximale Humerusfrakturen, wonach Frauen vorwiegend auf Grund einer höheren Osteoporosetendenz im Alter 2-3 mal häufiger betroffen und ca.  $\frac{2}{3}$  der Patienten über 60 Jahre alt sind <sup>(54,74,87,113,128)</sup>.

### 5.3.2. Operationszeitpunkt

71,4% aller Patienten konnten innerhalb von 48 Stunden nach dem Trauma operiert werden; durchschnittlich lagen 2,5 Tage zwischen Trauma und Operation. Im Vergleich zu den vorliegenden Studien über die PHILOS<sup>®</sup>-Platte und den Targon PH<sup>®</sup>-Nagel, in denen die mittlere Latenzzeit zwischen Trauma und Operation mit 3-4 Tagen (PHILOS<sup>®</sup>) <sup>(10,45)</sup> bzw. 3 Tagen (90% in 24h) (Targon PH<sup>®</sup>) <sup>(93,88)</sup> angegeben wird, konnte wir in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe mit 1,9 Tagen im Schnitt früher und in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe mit 3 Tagen etwa im gleichen Zeitraum nach dem Trauma operieren. Die Tatsache, dass die Patienten der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe 1,1 Tage später als die der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe operiert werden konnten, ist statistisch nicht signifikant.

### 5.3.3. Indikationen

Laut Hersteller ist eine Indikation für die PHILOS<sup>®</sup>-Platte <sup>(150)</sup> bei dislozierten 2-, 3- und 4-Fragmentfrakturen (= dislozierte AO-11 A-, B- und C-Frakturen) und für den Targon PH<sup>®</sup>-Nagel <sup>(2)</sup> bei dislozierten A- und B-Frakturen sowie C-Frakturen mit intakter Kalotte gegeben. Außerdem werden beide Implantate aufgrund ihrer Winkelstabilität explizit für die Osteosynthese bei osteoporotischem Knochen empfohlen. Die Langversion des Nagels erlaubt im Gegensatz zur Platte auch die Stabilisierung einer Kombination aus Kopf- und Schaftfraktur bzw. einer Fraktur mit Ausdehnung bis in den Schaftbereich. Andererseits bietet die Platte mit ihren neun proximalen divergierend angeordneten Fixationsschrauben und der Zuggurtung über die Rotatorenmanschette die Möglichkeit komplexere Mehrfragmentfrakturen sowie Frakturen mit gespaltener Kalotte besser zu fixieren. Inzwischen ist auch eine lange PHILOS<sup>®</sup>-Platte verfügbar.

In unserer Studie, in der die Entscheidung für eines der beiden Implantate beim Operateur lag, zeigen sich dementsprechend auch bezüglich der Implantatanwendung bei einem bestimmten Frakturtyp signifikante Unterschiede zwischen beiden Therapiegruppen. 36% der Patienten mit dem intramedullären und nur 9% der Patienten mit dem extramedullären Implantat waren als AO-11 A klassifiziert; dieser Frakturtyp wurde signifikant häufiger mit einem Nagel operiert ( $p < 0,01$ ). Umgekehrt verhält es sich bei Frakturtyp C: Signifikant mehr PHILOS<sup>®</sup>- als Targon PH<sup>®</sup>-Patienten stammen aus dieser Kategorie (P/T: 55%/29%) ( $p < 0,01$ ). Der Anteil an Typ B-Frakturen ist in beiden Gruppen etwa gleich hoch (P/T: 36%/35%).

Wertet man die Ergebnisse im postoperativen Verlauf aus, zeigt sich sowohl bezüglich der Häufigkeit aller aufgetretenen Komplikationen als auch der Anzahl revisionspflichtiger Komplikationen kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Implantatgruppen. Allerdings findet sich bei einem Vergleich der Frakturgrade innerhalb der Gruppen in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe eine statistisch (hoch)signifikant positive Korrelation zwischen Frakturgrad C und Komplikationshäufigkeit ( $p < 0,01$ ) sowie Revisionspflichtigkeit ( $p < 0,05$ ). Ein Patient mit AO-11 C-Fraktur erlitt also bei keinem der beiden Verfahren signifikant häufiger eine revisionspflichtige Komplikation als beim anderen; aber im Gegensatz zur PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe zeigte sich in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe, dass die Patienten mit C-Faktur signifikant häufiger eine Komplikation hatten und diese auch signifikant häufiger revisionspflichtig war als bei den Targon PH<sup>®</sup>-Patienten mit A- oder B-Fraktur.

### 5.3.4. Operationsdauer

Die mittlere Operationsdauer bei der PHILOS<sup>®</sup>-Platte (90 Minuten) ist mit einem mittleren Unterschied von 19 Minuten signifikant länger ( $p < 0,01$ ) als beim Targon PH<sup>®</sup>-Nagel (71 Minuten). Dies ist zum Teil dadurch erklärbar, dass die Quote an AO-11 C-Frakturen in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe (55%) etwa doppelt so hoch ist, wie in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe (29%), die Quote an AO-11 A-Frakturen dagegen in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe (36%) viermal höher als in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe (9%). Durch einen Lerneffekt lässt sich eine Verkürzung der Operationsdauer erwarten.

**Tab. 5.1** gibt eine Übersicht über die Angaben zu Operationsdauer und Durchleuchtungszeit in den zum Vergleich herangezogenen Literaturstellen.

Von Hente R. et al. <sup>(45)</sup> wird für die Osteosynthese mit der PHILOS<sup>®</sup>-Platte bei einer hohen Rate an AO-11 C-Frakturen (63%) und keiner AO-11 A-Fraktur für 35 proximale Humerusfrakturen mit einer mittleren Operationsdauer von 92 Minuten fast der gleiche Wert erreicht. Die in den Arbeiten von Koukakis A. et al. <sup>(67)</sup> bzw. Maurer J. und Rüter A.-E. <sup>(95)</sup> beschriebenen niedrigeren Operationszeiten von 75 bzw. 76 Minuten werden relativiert durch ein kleines Patientenkollektiv (20 bzw. 30 Patienten) und einem geringeren Anteil beobachteter AO-11 C-Frakturen (20% bzw. 40%), bei einem höheren Anteil an AO-11 A-Frakturen (25% bzw. 20%).

Für den Targon PH<sup>®</sup>-Nagel wird die Operationsdauer von Maurer J. und Rüter A.-E. <sup>(95)</sup> bei 40 Patienten ohne Angabe der AO-11-Frakturgrade mit 72 Minuten beziffert. Linhart W. et al. <sup>(88)</sup> geben für 81 Patienten mit einer unserem Kollektiv (AO-11 A/B/C = 36/35/29%) sehr ähnlichen Verteilung der einzelnen Frakturgrade nach AO (AO-11 A/B/C = 33/43/24%) auch eine fast identische mittlere Operationsdauer von 69 Minuten an. Mathews J. und Lobenhoffer P. <sup>(93)</sup> beschreiben eine höhere Operationsdauer von 90 Minuten für den Targon PH<sup>®</sup>-Nagel bei 41 Fällen mit einem niedrigen Anteil an komplexen 4-Fragmentfrakturen (7%) und einem hohen Anteil an einfachen 2-Fragmentfrakturen (39%). Eisele R. und Kinzl L. <sup>(27)</sup> geben nur einen Median von 40 Minuten an. Der Median unserer Ergebnisse liegt in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe bei 62 Minuten. Hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass ihr Kollektiv nur 15 Patienten umfasst und damit nicht sehr aussagekräftig ist. Aufgrund dieser Angaben kommen wir zu dem Schluß, dass die von uns festgestellte längere Operationsdauer in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe durch die vergleichbaren und aussagekräftigen Studien bestätigt wird.

Tab. 5.1: Literaturübersicht – Operationsdauer, Durchleuchtungszeit

Autor	Patienten/Fälle (n)	Klassifikation		Operationsdauer (in Minuten) (MW±SD (Min-Max))	Durchleuchtungszeit (in Minuten) (MW±SD (Min-Max))
		AO-II A/B/C (n) (%)	Neer 2/3/4- Fragmente(n) (%)		
<b>PHILOS®</b>					
Maurer, Rüter (2004) <sup>(65)</sup>	29+1 *	-	6/11/12 21/38/41%	76	-
Björkenheim et al. (2004) <sup>(66)</sup>	72	38/22/12 53/30/17%	38/22/12 53/30/17%	-	-
Hente et al. (2004) <sup>(45)</sup>	32/35	0/13/22 0/37/63%	0/23/12 0/66/34%	92 (49-167)	1,2 (0,2-3,6)
Koukakis et al. (2006) <sup>(67)</sup>	20	-	5/11/4 25/55/20%	75 (60-120)	-
Eigene Ergebnisse	53	5/19/29 9/36/55%	-	89,9±25,7 (52-145)	1,1±1 (0,1-4,4)
<b>Targon PH®</b>					
Linhart et al. (2002) <sup>(88)</sup>	81	24/31/17 ** 33/43/24%	-	69,35 (29-143)	-
Maurer, Rüter (2004) <sup>(65)</sup>	40	-	- / - / 33%	72	-
Matthews, Lobenhoffier (2004) <sup>(93)</sup>	112 operiert 39/41 analysiert	-	16/22/3 39/54/7%	90±27	1,95±1,3
Mittlmeier, Stedtfeld et al. (2003) <sup>(60)</sup>	221 operiert	-	16/26/8 ***** 32/52/16% 19/34/11 *** 30/53/17%	-	-
Stedtfeld et al. (2004) <sup>(49)</sup>	197 operiert	-	21/52/20 ***** 23/56/21%	-	-
Eigene Ergebnisse	52	19/18/15 36/35/29%	-	70,8±23,2 (37-145)	2,6±3,3 (0,07-17,32)

\* 29 Frakturen + 1 Korrekturosteotomie;

\*\* in der Summe 72 klassifizierte Fälle bei 81 beobachteten Patienten; der Autor nimmt dazu nicht Stellung;

\*\*\* Klassifikationsverteilung der 64 nach 12 Monaten nachuntersuchten Patienten

\*\*\*\* Klassifikationsverteilung der 50 nach 3, 6 und 12 Monaten nachuntersuchten Patienten

\*\*\*\*\* Klassifikationsverteilung der 93 mindestens einmal nachuntersuchten Patienten

- = keine Angabe gemacht, n = Anzahl, % = Prozent, MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min = Minimum, Max = Maximum;

### 5.3.5. Durchleuchtungszeit

Die perioperative Durchleuchtungszeit war bei der Platte mit 1,1 Minuten signifikant ( $p < 0,01$ ) niedriger als beim Nagel mit 2,6 Minuten. In der Literatur ergeben die wenigen verfügbaren Angaben ein ähnliches Bild. Von Hente R. et al. <sup>(45)</sup> wird für die PHILOS<sup>®</sup>-Platte ein Wert von 1,2 Minuten und von Mathews und Lobenhoffer <sup>(93)</sup> für den Targon PH<sup>®</sup>-Nagel ein höherer Wert von 2 Minuten angegeben, auch wenn dieser etwas niedriger ist, als der von uns gemessene Wert. Die längere Durchleuchtungsdauer beim Nagel ist durch die durchleuchtungsintensive intramedullären Positionierung bedingt.

### 5.3.6. Nachuntersuchung - Scorewerte

Die Ergebnisse der Nachuntersuchungen beider Therapiegruppen 3, 6 und 12 Monate nach der Operation werden hinsichtlich funktionellem Ergebnis sowie subjektivem Heilungsverlauf mit Hilfe des Constant-Murley-Scores (CMS) <sup>(24)</sup> verglichen.

Bei den 3- und 6-Monats-Nachuntersuchungen wurden Schmerz, Aktivitäten des täglichen Lebens und Bewegungsumfang der operierten Seite absolut erfasst, Kraft dagegen relativ zur Gegenseite. Da in den beiden subjektiven Parametern der gesunden Seite immer und im Bewegungsumfang fast immer der maximal mögliche Scorewert erreicht wurde, entspricht die Summe der drei absolut gemessenen Parameter und der seitenrelativierten Kraft bei den 3- und 6-Monats-follow-ups einem weitgehend zur Gegenseite relativierten Score und wird im Folgenden dem jeweils seitenvergleichenden Wert in der Literatur gegenüber gestellt.

Die in dieser Studie 3 Monate nach der Operation ermittelten CMS-Werte liegen durchschnittlich für beide Therapieverfahren unter 60 der maximal erreichbaren 100 Punkte (PHILOS<sup>®</sup>: 55+-17, Targon PH<sup>®</sup>: 48+-15). Die Patienten mit Platte haben einen um sieben Punkte höheren Gesamtscore, was statistisch aber nicht signifikant ist. Genau wie bei der Scoresumme ergab sich innerhalb der Einzelparameter zwischen Platte und Nagel kein signifikanter Unterschied. Der Schmerz ist zu diesem Zeitpunkt in beiden Gruppen der Scoreparameter, der den höchsten Anteil an seinem maximalen Punktwert (15 Punkte = kein Schmerz) erreicht (PHILOS<sup>®</sup>: 71%, Targon PH<sup>®</sup>: 66%). 83% (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 85% (Targon PH<sup>®</sup>) der Patienten klagen hier über keinen oder nur leichten Schmerz an der operierten Extremität. Im Parameter Aktivitäten des täglichen Lebens werden bei dieser frühen Nachuntersuchung in beiden Therapiegruppen wieder Werte um 60% des Maximalwertes erreicht (PHILOS<sup>®</sup>: 12,5,

Targon PH<sup>®</sup>: 11,9 von 20 Punkten). Die Werte bei Kraft und Bewegungsumfang liegen in beiden Gruppen bei 50% oder weniger des maximal möglichen Wertes (Kraft: PHILOS<sup>®</sup>: 48%, Targon PH<sup>®</sup>: 37%, Bewegungsumfang: PHILOS<sup>®</sup>: 50%, Targon PH<sup>®</sup>: 43%).

**Tab. 5.2** bietet eine Übersicht über die CMS-Ergebnisse der zum Vergleich herangezogenen Literaturstellen für beide Therapieverfahren zu allen drei Nachuntersuchungszeitpunkten.

Nur in einer der uns vorliegenden klinischen Studien über die PHILOS<sup>®</sup>-Platte werden CMS-Ergebnisse einer 3-Monats-Nachuntersuchung angegeben. Björkenheim J.-M. et al. <sup>(10)</sup> geben für ein mit PHILOS<sup>®</sup>-Platte therapiertes Kollektiv einen CMS von 57 (30-82) Punkten an, der mit dem von uns gemessenen Wert durchaus vergleichbar ist. Allerdings wird nicht näher darauf eingegangen, ob es sich dabei um den absoluten oder zu Alter, Geschlecht oder nicht-operierter Gegenseite relativierten Punktwert handelt. In einer weiteren Arbeit von Koukakis et al. <sup>(67)</sup> wird zwar nach 3 und 6 Monaten nachuntersucht, das Ergebnis für diesen Bereich wird aber nur zusammen als gemittelter seitenvergleichender CMS-Wert von 76,1 Punkten angegeben und lässt sich deshalb nicht mit zeitlich getrennten Werten vergleichen.

Patientengruppen, die mit Targon PH<sup>®</sup>-Nagel therapiert wurden, erhalten in der Studie von Stedtfeld H.W. et al. <sup>(149)</sup> und der Kooperationsstudie von Mittlmeier T.W. et al. <sup>(101)</sup> (mit teilweise identischem Patientengut) seitenvergleichende Scorewerte von 69 bzw. 68 Punkten, die höher sind, als unsere Ergebnisse von durchschnittlich 48 (+-15) Punkten. Dieser Unterschied lässt sich möglicherweise dadurch erklären, dass Stedtfeld H.W. bei der Entwicklung der Targon<sup>®</sup>-Nagel-Serie beteiligt war und eine von ihm als „Tau-über-Poller“ <sup>(149)</sup> bezeichnete Technik anwendet. Diese Technik beinhaltet die Verwendung neuer proximaler Fixationschrauben mit modifiziertem Kopf zur Zuggurtung über die Rotatorenmanschette. Die damit erreichte bessere Stabilität und die Reduktion des „backing-out“ (spontanes Rückdrehen während der Mobilisation- und Heilungsphase) der proximalen Fixationsschrauben, das von Mittlmeier und Stedtfeld <sup>(100)</sup> als häufigste Komplikation dieses Nagels beschrieben wird, kann mit einer intensiver durchführbaren frühfunktionellen Physiotherapie ein durchschnittlich besseres Scoreergebnis bewirken. Da die neuen Schrauben während des Verlaufes unserer Studie nicht am Markt verfügbar waren, konnte diese Technik bei unseren Beobachtungen noch nicht zum Einsatz kommen. Weiterhin beobachten Mittlmeier et al. <sup>(101)</sup> und Stedtfeld et al. <sup>(149)</sup> einen, im Vergleich zu unserem Kollektiv (29% AO-11 C-Frakturen), geringeren Anteil an komplexen Frakturen (Mittlmeier et al. 17% bzw. Stedtfeld et al. 21% 4-Fragment-Frakturen nach Neer), also an Frakturen mit schlechter Prognose. Außerdem wird von den Autoren dieser Studien darauf verzichtet, die Art der Kraftmessung bei der Scoreerhebung

Tab. 5.2: Literaturübersicht - Scoreergebnisse

Autor	Patienten/Fälle (n)		Alter (Jahre)	Geschlecht w / m (%)	AO-11 A/B/C (n) (%)	Klassifikation Neer 2/3/4-Fragmente(n) (%)	CMS-Ergebnis			Anmerkung
	alle	mind. eine NU					12-Mo-NU	alle drei NU	3 Monate (absolut) (relativ zur Gegenseite)	
<b>PHILOS®</b>										
Maurer, Rüter (2004) <sup>(85)</sup>	29+1**	-	61	- / -	-	6/11/2 21/38/41%	-	-	-	nicht CMS sondern ASES erhoben; Nachuntersuchungszeitraum 6 Monate, im Mittel 20 Wochen;
Björkenheim et al. (2004) <sup>(86)</sup>	72	72	67	44 / 28 61% / 39%	38/22/12 53/30/17%	38/22/12 53/30/17%	57 (30-82)	72 (30-93)	77 (30-93)	retrospektive Studie, CMS ohne Angabe ob Werte absolut oder relativ;
Hente et al. (2004) <sup>(85)</sup>	32/35	- / 29	61	23 / 9 72% / 28%	0/13/22 0/37/63%	0/23/12 0/66/34%	-	-	72±20 76±20	im Mittel 16,5 Monate beobachtet, CMS nur für 12 Monate angegeben;
Koukakis et al. (2006) <sup>(87)</sup>	20	18+2****	62	12 / 8 60% / 40%	-	5/11/4 25/55/20%	-	-	76,1 (30-100)	im Mittel 16,2 Monate beobachtet; CMS nur nach 3 und 6 Monaten erhoben, nur relativ und als gemeinsamer Mittelwert angegeben;
Eigene Ergebnisse	53	48	62	32 / 21 60% / 40%	5/19/29 9/36/55%	-	-	-	64,2±19 75,4±21,2 55,1±17 66,3±21 74,5±21,2	nach 3 und 6 Monaten Kraftwert im Gegensatz zu den anderen 3 Parametern relativ zur Gegenseite erhoben (absolut-relativer Mischwert (unterste Zeile))
<b>Targon PH®</b>										
Linhart et al. (2002) <sup>(88)</sup>	81	50	73	63 / 18 78% / 22%	24/31/17* 33/43/24%	-	-	-	62,3	CMS nur relativ und für 3 und 6 Monate nur als Mittelwert angegeben;
Maurer, Rüter (2004) <sup>(85)</sup>	40	-	64	- / -	-	- / - / 33%	-	-	-	nicht CMS sondern ASES erhoben;
Mathews, Lobenhoffer (2004) <sup>(83)</sup>	39/41 analysiert von 112 operierten	35/36*** nach mind. 7 Mo nachuntersucht	81	33 / 6 85% / 15%	-	16/22/3 39/54/7%	-	-	57±12 90±7	im Mittel 13±5 Monate beobachtet; CMS-Mittelwert für alle nach 7 Monaten nachuntersuchten Patienten; ausgeschlossen Head-Split-Frakturen und Frakturen mit starker Dislokation im Collum anatomicum
Mittlmeier, Stedfeld et al. (2003) <sup>(80)</sup>	221 operiert	115	69	154 / 67 70% / 30%	-	16/26/8 32/52/16% 19/34/11 30/53/17%	59,9±18,2 67,7±19,2	72,0±17,2 78,7±16,7	78,8±16,6 85,7±15,9 74,5±19,7 80,8±20,3	berücksichtigt auch Kopf-Schaft-Kombi-Frakturen; vollständige CMS-Werte nur für 50 Pat. mit allen 3 NU angegeben, für 64 Pat. mit 12 Monats-NU nur der 12-Monats-Wert
Stedfeld et al. (2004) <sup>(89)</sup>	197 operiert	93	68	73 / 21 78% / 22%	-	21/52/20 23/56/21%	58,7±16,9 68,6	70,7±16,2 78,8	79,5±17 87	berücksichtigt Kopf-Schaft-Kombi-Frakturen (n=8) und nur erheblich dislozierte Frakturen;
Eigene Ergebnisse	52	40	69	34 / 18 65% / 35%	19/18/15 36/35/29%	-	-	-	64,5±16,9 77,6±18,8 48±15,2 63,1±19 76,5±19	nach 3 und 6 Monaten Kraftwert im Gegensatz zu den anderen 3 Parametern nur relativ zur Gegenseite erhoben (absolut-relativer Mischwert (unterste Zeile))

\* in der Summe 72 klassifizierte Fälle bei 81 beobachteten Patienten; der Autor nimmt dazu nicht Stellung;

\*\* 29 Frakturen + 1 Korrekturosteotomie;

\*\*\* 31 Patienten (32 Fälle) klinisch nachuntersucht und 4 Patienten (4 Fälle) telefonisch vom Autor persönlich und über den weiter betreuenden Arzt evaluiert;

\*\*\*\* bei 18 Patienten mit Constant Murley Score nachuntersucht + 2 Patienten mit neurologischen Begleitverletzungen nur mit Visuellem Analog Score;

- = keine Angabe gemacht, Mo = Monate, NU = Nachuntersuchung, w = weiblich, m = männlich, n = Anzahl, % = Prozent, CMS = Constant Murley Score, ASES = American Shoulder and Elbow Score;

anzugeben, was die Ergebnisse nur beschränkt vergleichbar macht. Linhart et al. <sup>(88)</sup> geben einen seitenvergleichenden Scorewert von 62,3 Punkten an, der aber einen gemittelten Wert für 3 und 6 Monate darstellt und dementsprechend für einen Vergleich ungeeignet ist.

Generell muß man sagen, dass die in der verfügbaren Literatur angegebenen CMS-Werte des 3-Monats-follow-ups mangels Angaben und auf Grund der genannten Unsicherheitsfaktoren nur bedingt mit unseren verglichen werden können.

Beim Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Ergebnisse der 6-Monats-Nachuntersuchung erfolgt erwartungsgemäß in beiden Gruppen eine Verbesserung des funktionellen Ergebnisses. Der seitenvergleichende CMS-Wert steigert sich bei den Patienten, die zu beiden Zeitpunkten nachuntersucht wurden durchschnittlich um 11 Punkte (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 15 Punkte (Targon PH<sup>®</sup>) gegenüber dem 3-Monatswert. Bei der Betrachtung der Einzelparameter zeigt sich, dass die Patienten beider Therapiegruppen in jedem Scoreparameter höhere Werte erzielen. Der Schmerz reduziert sich nochmal um 7% (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 6% (Targon PH<sup>®</sup>), bei den Aktivitäten des täglichen Lebens erhöht sich der Wert um 16% (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 15% (Targon PH<sup>®</sup>), die Kraft steigt um 8% (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 21% (Targon PH<sup>®</sup>) und der Bewegungsumfang um 12% (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 14% (Targon PH<sup>®</sup>) des Maximalwerts. Statistisch betrachtet ergab sich nach sechs Monaten zwischen beiden Therapiegruppen kein signifikanter Unterschied bezüglich der Scoresumme bzw. den einzelnen Scoreparametern.

Scoreangaben zum 6-Monats-follow-up werden in den vorliegenden Arbeiten von drei Autoren gemacht. Björkenheim J.-M. et al. <sup>(10)</sup> geben den CMS-Wert ihrer PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe zu diesem Zeitraum mit 72 (30-93) Punkten an und liegen damit knapp über unserem Wert von 66 (15-97) Punkten. Der beschriebene Anstieg um 15 Punkte seit dem 3-Monatswert ist nicht wesentlich größer als die von uns ermittelte Steigerung um 11 Punkte. Allerdings wird, wie bereits oben erwähnt, nicht angegeben, ob dies der absolute gemessene oder ein in irgendeiner Weise relativierter (Gegenseite, Alter, Geschlecht) Wert ist.

Nach Behandlung mit dem Targon PH<sup>®</sup>-Nagel werden von Mittlmeier et al. <sup>(101)</sup> und Stedtfeld et al. <sup>(149)</sup> seitenvergleichende CMS-Werte von 79 Punkten genannt, die damit ebenfalls über unserem Ergebnis von 63 Punkten liegen. Die sich daraus ergebende Steigerung zum 3-Monatswert (+11 bzw. +10 Punkte) entspricht aber wie schon in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe weitgehend unserem Wert (+15 Punkte). Hier ist noch einmal darauf hinzuweisen, dass ein Teil der in diesen beiden Arbeiten betrachteten Patientenkollektive identisch ist und Stedtfeld und Mitarbeiter ein etwas modifiziertes Schraubendesign verwendeten. Weiterhin gelten auch hier



für den Literaturvergleich die bereits bei der Diskussion der 3-Monatswerte angeführten Vergleichbarkeitseinschränkungen aufgrund der niedrigeren Quote an komplexen Frakturen (AO-11 C bzw. 4-Fragment-Frakturen nach Neer) und der evtl. unterschiedlichen Art der Kraftmessung in den vorliegenden Arbeiten, über die keine Aussage gemacht wird.

Zum Nachuntersuchungstermin 12 Monate nach der Operation war bei 14 der ursprünglich 105 in die Studie aufgenommenen Patienten aufgrund von Tod oder Verfahrenswechsel keine abschließende Nachuntersuchung möglich. Von den verbleibenden 48 PHILOS<sup>®</sup>- und 43 Targon PH<sup>®</sup>-Patienten konnten im Rahmen dieses unsere Studie abschließenden follow-ups 81% (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 72% (Targon PH<sup>®</sup>) nachuntersucht werden.

In den beiden Therapiegruppen wurden im Constant-Murley-Score (CMS) seitenvergleichend durchschnittlich 75 (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 78 (Targon PH<sup>®</sup>) Punkte vergeben. Statistisch ergab sich zwischen PHILOS<sup>®</sup>- und Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe, wie bei der 3- und 6-Monats-Nachuntersuchung kein signifikanter Unterschied bezüglich Scoresumme und Einzelparametern.

Bei der Scorebewertung konnten von 59% der PHILOS<sup>®</sup>- bzw. 55% der Targon PH<sup>®</sup>-Patienten sehr gute oder gute Werte erreicht werden (maximal 100 Punkte: 90-100 Punkte = sehr gut, 80-89 Punkte = gut, 70-79 Punkte = befriedigend, alle Werte kleiner 70 Punkten = schlecht).

Ein Vergleich zwischen operierter und nicht-operierter Seite zeigt, dass beide Patientengruppen in keinem der Scoreparameter den Wert der nicht-operierten Seite erreichten. Der Unterschied zur gesunden Seite war sowohl in der PHILOS<sup>®</sup>- als auch in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe statistisch signifikant ( $p < 0,01$ ). Bei den subjektiven Parametern, Schmerz und Aktivitäten des täglichen Lebens, wurden in beiden Therapiegruppen etwa 85% der Gegenseite wieder erlangt. Bei den objektiven Parametern, wurden beim Bewegungsumfang 72% (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 74% (Targon PH<sup>®</sup>), bei der Kraft 67% (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 76% (Targon PH<sup>®</sup>) der nicht-operierten Seite wiedergewonnen. Hier ist anzumerken, dass der höhere Prozentsatz in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe auf einen niedrigeren Kraftwert auf der gesunden Seite zurückzuführen ist.

Nach PHILOS<sup>®</sup>-Plattenosteosynthese finden im 12-Monats-follow-up sowohl Hente et al. <sup>(45)</sup>, die sich nur mit AO-11 B- und C-Frakturen befassten (A/B/C = 0/37/63%), als auch Björkenheim et al. <sup>(10)</sup> mit vorwiegend AO-11 A- und B-Frakturen (A/B/C = 53/30/17%) seitenvergleichend zu unseren eigenen 75 (+/- 21) Punkten fast identische CMS-Werte von 76 (+/- 20) bzw. 77 Punkten. Geissmann und Babst <sup>(30)</sup>, die ein relativ ausgewogenes Verhältnis von AO-11 A-, B- und C-Frakturen untersuchten (A/B/C = 28/39/33%), finden seitenverglei-

chend einen höheren Durchschnittsscore als wir von 83 Punkten, betrachten aber nur ein relativ kleines Kollektiv von 18 Patienten (mit entsprechend geringerer Aussagekraft als die Kollektive von Hente (31 von 35 Patienten nachuntersucht = 89%) oder Björkenheim J.-M. et al. (72 von 72 Patienten nachuntersucht = 100%)).

Linhart W. et al. <sup>(88)</sup>, Mittlmeier T.W. et al. <sup>(101)</sup> sowie Mathews J. und Lobenhoffer P. <sup>(93)</sup> untersuchen jeweils eine mit dem Targon-PH<sup>®</sup>-Nagel therapierte Patientengruppe und geben einen mittleren seitenvergleichenden CMS-Wert 12 Monate nach Operation zwischen 81 und 90 Punkten an. Unser Wert liegt bei 78 Punkten. Hervorzuheben ist, dass die beiden Arbeiten, die einen zu unserem Ergebnis ähnlichen Scorewert aufweisen, dabei auch mit 17% (4-Fragment-Frakturen nach Neer) <sup>(101)</sup> bzw. 24% (AO-11 C) <sup>(88)</sup> wie wir (29% AO-11 C) einen höheren Anteil an komplexen Frakturen im Kollektiv betrachten als Mathews und Lobenhoffer <sup>(93)</sup>. Diese berücksichtigen bei ihrem sehr guten seitenadaptierten CMS-Wert von 90 Punkten nur einen geringen Anteil an AO-11 C-Frakturen von 7%. Andererseits liegt der von ihnen festgestellte absolute Scorewert mit 57 Punkten unter dem von uns gefundenen Wert von 65 Punkten. Sie selbst erklären den Unterschied zwischen absolutem und seitenrelativiertem Scorewert dadurch, dass die Patienten mit schlechtem Ergebnis auch auf der vermeintlich gesunden Gegenseite eine schlechte Schulterfunktion hatten; bedingt durch Compliancestörung bei Pflegebedürftigkeit und rheumatoider Arthritis. ihres überwiegend älteren Patientenkollektivs (durchschnittlich 81 Jahre (62-102); bei uns für die Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe durchschnittlich 69 Jahre (20-98)). Da mit zunehmendem Alter die Kraftwerte und der Bewegungsumfang physiologischerweise abnehmen, werden auf der nicht-operierten Seite mit steigendem Alter niedrigere und damit nach Seitenrelativierung auf der operierten Seite höhere Werte erreicht. Stedtfeld und Mitarbeiter <sup>(149)</sup> veröffentlichten etwa ein Jahr nach der Kooperationspublikation mit Mittlmeier und Mitarbeitern <sup>(101)</sup> einen etwas höheren Durchschnitts-Scorewert von 87 Punkten für das eigene Patientenkollektiv. Dieses bessere Ergebnis lässt sich vor dem Hintergrund erklären, dass Stedtfeld die Targon<sup>®</sup>-Serie entwickelt hat und in dieser Arbeit von ihm verwendete proximale Fixationschrauben mit modifizierten Köpfen vorstellt. Diese Schraubenköpfe ermöglichen in der von ihm als „Tau-über-Poller“ bezeichneten Methode durch eine Zuggurtung über die Rotatorenmanschettenansätze eine höhere Primärstabilität und die Reduzierung einer der häufigsten Komplikationen des Targon PH<sup>®</sup>-Nagels, des backing-out der proximalen Fixationsschrauben (spontanes Rückdrehen während der Mobilisation und Heilungsphase) <sup>(100)</sup>. Bei uns wurden diese modifizierten Schrauben nicht verwendet, da sie während der Studie noch nicht verfügbar waren.

Unter Berücksichtigung all dieser Gesichtspunkte stimmen die von uns gefundenen CMS-Werte des 12-Monats-follow-ups für beide Therapie-Gruppen weitgehend mit den in der vergleichbaren Literatur angegebenen überein.

Diese Erkenntnis stützt unser Ergebnis, dass es bezüglich der CMS-Werte zu den Nachuntersuchungszeitpunkten 3, 6 und 12 Monate nach Operation keine signifikanten Unterschiede zwischen PHILOS<sup>®</sup>-Platte und Targon PH<sup>®</sup>-Nagel gibt.

Bezüglich der Scorebewertung ist beim Literaturvergleich anzumerken, dass die Einteilungen der vorliegenden Arbeiten selten die gleichen Punktbereiche beinhalten und deshalb eigentlich kaum vergleichbar sind. So finden Björkenheim et al. <sup>(10)</sup> mit einer Gliederung in die Bereiche sehr gut, gut, mäßig und schlecht (100-86, 85 -71, 70-56, 55-0 Punkte), bei 72 PHILOS<sup>®</sup>-Patienten 6% sehr gute, 44% gute, 43% mäßige und 7% schlechte Ergebnisse. Hente et al. <sup>(45)</sup> beschreiben bei 31 PHILOS<sup>®</sup>-Fällen 32% sehr gute, 32% gute, 13% befriedigende und 23% schlechte Ergebnisse ohne Angabe der Punktbereiche. Linhart et al. <sup>(88)</sup> unterteilen analog zum Neer-Score in sehr gut, gut, befriedigend und unbefriedigend (100-90, 89-80, 79-70, 70-0 Punkte) und finden bei 18 nachuntersuchten PHILOS<sup>®</sup>-Patienten 61% sehr gute, 11% gute, 11% befriedigende und 17% unbefriedigende Ergebnisse. Mathews und Lobenhoffer <sup>(93)</sup> differenzieren nach Böhm et al. <sup>(13)</sup> zwischen sehr gut, gut, befriedigend, ausreichend und schlecht (100-91, 90-81, 80-71, 70-61, 60-0 Punkte) und geben bei 36 Targon PH<sup>®</sup>-Fällen seitenadaptiert 39% sehr gute, 44% gute, 11% befriedigende, 6% ausreichende und kein schlechtes Ergebnis an. So wird deutlich, dass die Vergleichbarkeit der Bewertungsränge auf Basis der genannten Angaben kaum möglich ist.

Bei der Auswertung der Scoreergebnisse der Patienten, die zu allen drei Zeitpunkten untersucht werden konnten (26 Patienten: 15 PHILOS<sup>®</sup>, 11 Targon PH<sup>®</sup>) zeigt sich, dass bereits drei Monate nach Operation der CMS-Wert der operierten Seite in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe 76% und in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe 65% des jeweils nach 12 Monaten erreichten CMS beträgt.

Vom dritten bis zum sechsten Monat nach Operation verbesserte sich der CMS-Wert statistisch signifikant um weitere 21% (PHILOS<sup>®</sup>) ( $p < 0,01$ ) bzw. 22% (Targon PH<sup>®</sup>) ( $p < 0,01$ ).

Bei Analyse der einzelnen Scoreparameter wurde deutlich, dass dies in beiden Therapiegruppen auf eine statistisch signifikante Verbesserung in jedem Einzelparameter zurückzuführen ist ( $p < 0,05$  bzw.  $p < 0,01$ ), bis auf den Schmerzwert, dessen Verbesserung um 7,9% (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 7,2% (Targon PH<sup>®</sup>), nach bereits 3 Monate postoperativ erreichten 84,3% (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 79,2% (Targon PH<sup>®</sup>) des 12-Monatswertes, statistisch nicht signifikant ist. Zwischen sechs und 12 Monaten postoperativ verbesserte sich der CMS-Wert in der

PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe nur noch um 3%, in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe statistisch signifikant um 13% ( $p < 0,01$ ). So konnten wir in dieser Gruppe Steigerungen in allen Scoreparametern feststellen, die bei Aktivitäten des täglichen Lebens ( $p < 0,05$ ) und Kraft ( $p < 0,05$ ) statistisch signifikant sind. In der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe beruht der geringe Anstieg v.a auf einer Verbesserung des Bewegungsumfanges, hauptsächlich bei den Rotationsbewegungen und ist für die Innenrotation statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ).

Beim Literaturvergleich ist zu beachten, dass nur die Angaben, die einen Ergebnisverlauf für die Patienten angeben, die zu allen drei Zeitpunkten nachuntersucht wurden, objektiv vergleichbar sind. Nach Björkenheim et al. <sup>(10)</sup> ergibt sich bei einer derartigen Verlaufsbeobachtung für die PHILOS<sup>®</sup>-Platte, dass von 72 zu allen drei Zeitpunkten nachuntersuchten Patienten 3 Monate nach der Operation bereits 74% (57 Punkte) bzw. 6 Monate postoperativ 93,5% (72 Punkte) des abschließenden Scorewertes nach 12 Monaten erreicht werden. Hente und Mitarbeiter <sup>(45)</sup> skizzieren einen Ergebnisverlauf für 28 PHILOS<sup>®</sup>-Patienten nur mit dem Parameter Bewegungsumfang und ohne Angabe der Patientenanzahl, die nach 3 oder 6 Monaten nachuntersucht wurde. Aber auch hier zeigt sich, dass der wesentliche Anteil des endgültigen 12-Monatsergebnisses bereits nach 3 Monaten erreicht wird. Mittlmeier et al. <sup>(101)</sup> stellen für 50 zu allen drei Zeitpunkten nachuntersuchte Targon PH<sup>®</sup>-Patienten im Verlauf eine graduelle funktionelle Verbesserung der seitenrelativierten Scoresumme fest. Dabei ist ebenfalls mit 78,4% (67,7 Punkte) der Hauptteil des Endwertes nach 12 Monaten (86,3 Punkte) bereits 3 Monate postoperativ wiederhergestellt. Bis 6 Monate postoperativ verbessert sich diese Patientengruppe um weitere 11,6 auf 79,3 Punkte (91,9% des 12-Monatswertes) und im letzten Zeitintervall bis zur 12-Monatsnachuntersuchung um 7 Punkte. Bei Betrachtung der Einzelparameter zeigt jeder einen ähnlichen Anstieg während des Beobachtungszeitraums. Dies bestätigen auch die Angaben von Stedtfeld et al. die mit 78,9% (68,6 Punkte) des 12-Monatswertes (87 Punkte) nach 3 Monaten bzw. 90,6% (78 Punkte) nach 6 Monaten ähnliche Fortschritte beschreiben.

Die Literatur bestätigt demnach, dass das funktionelle Ergebnis für beide Therapieverfahren bereits früh abschätzbar ist. Schon 3 Monaten postoperativ werden in beiden Gruppen über zwei Drittel des Endwertes nach 12 Monaten wiedererlangt. Bis zur 6-Monatsnachuntersuchung steigt das Scoreergebnis noch mal signifikant in beiden Gruppen auf 87-97% des 12-Monatswertes, so dass nach diesem Zeitpunkt meist kaum noch eine wesentliche Scoreverbesserung eintritt.

### 5.3.7. Komplikationen

Berücksichtigt man neben intarartikulärer Schraubenperforation, Implantatlockerung, Materialimpingement, Schultersteife, Pseudarthrose, Implantatversagen und Infekt auch die Humeruskopfnekrose, die Nachsinterung der Kopfkalotte als eigenständige Komplikation und nicht als Komplikationsursache (Nekrose, Sinterung) ist die Rate aller im postoperativen Verlauf aufgetretenen Komplikationen nach den Ergebnissen unserer Studie auch bei der winkelstabilen Osteosynthese proximaler Humerusfrakturen relativ hoch (50% PHILOS<sup>®</sup> bzw. 47,5% Targon PH<sup>®</sup>). Die Rate der Patienten mit einer revisionspflichtigen Komplikation liegt in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe bei 43,8%, in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe bei 27,5%.

Dies basiert nicht zuletzt auf dem vorwiegend höheren Alter der von einer proximalen Humerusfraktur betroffenen Patienten, das einerseits häufiger mit Osteoporose und damit mit eingeschränkter knöcherner Stabilität, andererseits mit einer eingeschränkten Beweglichkeit und damit einer eher mäßigen bis schlechten Compliance bei der Durchführung der für das funktionelle outcome essentiellen krankengymnastischen Übungen vergesellschaftet ist.

Die von uns beobachteten Komplikation treten auch in den vorliegenden Studien anderer Autoren auf <sup>(10,45,67,88,93,95,101,149)</sup>, allerdings werden sie zum Teil unter unterschiedlichen Gesichtspunkten gewertet. Zum einen liegen verschiedene Beobachtungszeiträume und Nachuntersuchungsraten oder eine unterschiedlich starke Repräsentation komplexer Frakturtypen vor. Zum anderen gibt es variable Auffassungen der Autoren, was als eigenständige Komplikation zu werten ist. Stedtfeld et al. <sup>(149)</sup> nennen die intraartikuläre Schraubenperforation mit 21,5% als Hauptkomplikation, wenn auch bedingt durch eine intraoperative Schraubenfehlpositionierung, wohingegen Mittlmeier et al. <sup>(101)</sup> trotz Berücksichtigung des gleichen Patientengutes nur eine sehr niedrige Rate von 5,2% und die Perforation nicht als eigenständige Komplikation sondern nur am Rande als Folge einer Kopfnekrose aufführen; Hente et al. <sup>(45)</sup> zählen sie als Folge überlanger Schrauben gar nicht zu den Komplikationen. Außerdem ist zu beachten, dass einige Autoren nur die Rate revisionspflichtiger Komplikationen angeben <sup>(93)</sup> und andere die Rate aller aufgetretenen Komplikationen <sup>(95)</sup>. Vor diesem Hintergrund ist eigentlich schon zu erwarten, dass in den vorliegenden Studien unterschiedliche Komplikationsraten gefunden werden (**Tab. 5.3**).

Für die PHILOS<sup>®</sup>-Plattenosteosynthese wird in zwei der vorliegenden Arbeiten gar keine Komplikationsrate genannt, dabei räumen Björkenheim und Mitarbeiter <sup>(10)</sup> eine fehlende Randomisierung und eine kurze Studiendauer ein, die auch Koukakis et al. <sup>(67)</sup> zusammen mit der kleinen Fallzahl als Limitierung ihrer Arbeit angeben. Hente et al. <sup>(45)</sup> beobachten zwar

Tab. 5.3: Literaturübersicht - Komplikationsraten

Autor	Patienten/Fälle (n)		Alter (Jahre)	Geschlecht w / m (%)	Klassifikation		Patienten mit Komplikation alle / revpl. (n) (%)	Anmerkung
	alle	12-Mo Mo drei NU			AO-11 A/B/C (n) (%)	Neer 2/3/4-Fragm. (n) (%)		
<b>PHILOS®</b>								
Maurer, Rüter (2004) <sup>(95)</sup>	29+1**	-	61	- / -	-	6/11/12 21/38/41%	- / - 27% / -	Nachbeobachtungszeitraum 6 Monate, im Mittel 20 Wochen
Björkenheim et al. (2004) <sup>(10)</sup>	72	72	67	44 / 28 61% / 39%	38/22/12 53/30/17%	38/22/12 53/30/17%	- / 4 - / 5,6%	retrospektive Studie, keine Komplikationsrate, nur Einzelkomplikationen (Mehrfachnennung fraglich) und Anzahl revisionspflichtiger Komplikationen angegeben
Henke et al. (2004) <sup>(45)</sup>	32/35	-/29	61	23 / 9 72% / 28%	0/13/22 0/37/63%	0/23/12 0/66/34%	- / - - / -	im Mittel 16,5 Monate beobachtet; Schraubenperforation (n=4) wird nicht als Komplikation aufgeführt; Komplikationsübersicht ohne Angabe ob Mehrfachnennung möglich ist; keine Komplikationsrate angegeben;
Koukakis et al. (2006) <sup>(67)</sup>	20	18+2****	62	12 / 8 60% / 40%	-	5/11/4	4 / - (20% / -)°	im Mittel 16,2 Monate beobachtet, Komplikationsrate nicht explizit angegeben, Fallübersichtstabelle mit Komplikationsangabe
Eigene Ergebnisse	53	39	62	32 / 21 60% / 40%	5/19/29 9/36/55%	-	24 / 21 50% / 43,8%	
<b>Targon PH®</b>								
Limhart et al. (2002) <sup>(88)</sup>	81	50	73	63 / 18 78% / 22%	24/31/17* 33/43/24%	-	- / - - / -	Keine Komplikationsrate, nur Einzelkomplikationen angegeben (Mehrfachnennung fraglich)
Maurer, Rüter (2004) <sup>(95)</sup>	40	-	64	- / -	-	- / - / 33%	- / - 30% / -	Nachbeobachtungszeitraum 20 Monate
Matthews, Lobenhofer (2004) <sup>(93)</sup>	39/41 analysiert von 112 operierten	35/36*** nach mind. 7 Mo nachuntersucht	81	33 / 6 85% / 15%	-	16/22/3 39/54/7%	- / 3 - / 7%	ausgeschlossen sind Head-Split-Frakturen und solche mit starker Dislokation im Collum anatomicum; im Mittel 13±5 Monate beobachtet; keine Gesamtkomplikationsrate, nur Einzelkomplikationen und Anzahl bzw. Rate revisionspflichtiger Komplikationen angegeben; diese bezieht sich nicht auf die 36 nachuntersuchten, sondern alle 41 analysierten Fälle;
Mittlmeier, Stedtfeld et al. (2003) <sup>(100)</sup>	221	115	69	154 / 67 70% / 30%	-	16/26/8 32/52/16% 19/34/11 30/53/17%	59 51%	Kopf-Schaft-Kombi-Frakturen sind in die Studie eingeschlossen; Komplikationsübersicht mit Gesamtrate angegeben, bezogen auf 115 mindestens einmal im Mittel nach 8,7 Monaten nachuntersuchte Patienten; Schraubenperforation nicht als separate Komplikation, sondern als Folge der Hümerskopfkreuzer durchgeführt;
Stedtfeld et al. (2004) <sup>(46)</sup>	197	93	68	73 / 21 78% / 22%	-	21/52/20 23/56/21%	28 / 28 (30% / 30%)°	Kopf-Schaft-Kombi-Frakturen (n=8) sind eingeschlossen; berücksichtig nur erheblich dislozierte Frakturen; Komplikationsrate nicht explizit angegeben, Komplikationsübersichtstabelle
Eigene Ergebnisse	52	40	69	34 / 18 65% / 35%	19/18/15 36/35/29%	-	19 / 11 47,5% / 27,5%	

\* in der Summe 72 klassifizierte Fälle bei 81 beobachteten Patienten; der Autor nimmt dazu nicht Stellung;

\*\* 29 Frakturen + 1 Korrekturosteotomie;

\*\*\* 31 Patienten (32 Fälle) telefonisch befragt mit Hilfe des weiter betreuenden Arztes; Rest: 3 verstarben, 1 neuer Sturz -> Verfahrenswechsel

\*\*\*\* 18 Patienten mit Constant Murley Score nachuntersucht und 2 Patienten mit neurologischen Begleitverletzungen nur mit Visuellem Analog Score;

° Werte aus den Angaben selbst berechnet

- = keine Angabe gemacht, Mo = Monate, NU = Nachuntersuchung, w = weiblich, m = männlich, n = Anzahl, % = Prozent, Fragm. = Fragmente, revpl. = revisionspflichtige;

das Auftreten verschiedener Komplikationen geben aber nicht explizit eine Komplikationsrate an. Berechnet man diese anhand ihrer Komplikationsübersicht und verzichtet auf die nur im Text genannten vier Schraubenperforationen, die sie auf eine intraoperativ nicht bemerkte Schraubenüberlänge zurückführen und offensichtlich nicht als Komplikation werten, so ergibt sich eine Gesamtkomplikationsrate von 35,5% (11 von 31) der nachuntersuchten Fälle (berücksichtigt man auch die Perforationen erhält man 48% (15 von 31)). Maurer und Rüter<sup>(95)</sup> beschreiben trotz eines kurzen durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraums von 20 Wochen das Auftreten einer Komplikation in 27% der 30 beobachteten Fälle und begründen dies mit einem hohen Anteil an 4-Fragmentfrakturen (40%) und der damit verbundenen hohen Kopfnekroserate bzw. der Auslockerung distaler nicht-winkelstabiler Schaftschrauben.

Nach Targon PH<sup>®</sup>-Nagelosteosynthese berichten Linhart W. et al.<sup>(88)</sup>, ohne selbst eine Komplikationsrate anzugeben, von 9 Komplikationsfällen (siebenmal frühes Implantatversagen, zweimal Kopfnekrose) bei 50 nachuntersuchten Fällen, was einer Rate von 18% entspricht. Stedtfeld et al.<sup>(149)</sup> nennen ebenfalls selbst keine Komplikationsrate, beschreiben aber detailliert alle aufgetretenen Komplikationen (28 bei 93 nachuntersuchten Fällen). Daraus ergibt sich eine Komplikationsrate von 30%. Mittlmeier T.W. et al.<sup>(101)</sup> finden 59 Komplikationen (51%) bei 115 nachuntersuchten Patienten (im Durchschnitt 8,7 Monate postoperativ). Die Mehrheit dieser Komplikationen wird als nicht gravierend und leicht zu therapieren beschrieben, wie das Auslockern einzelner proximaler Fixationsschrauben aus dem Kalottenfragment (backing-out), die von ihnen beobachtete Hauptkomplikation. Durch eine Schraubenmodifikation könnte ihrer Meinung nach die Häufigkeit dieser Komplikation gesenkt werden.

Maurer und Rüter<sup>(95)</sup> geben für den Targon PH<sup>®</sup>-Nagel bei 40 Patienten eine Komplikationsrate von 30% an, ohne die einzelnen Komplikationen und deren Ursache zu nennen oder auf die Anzahl an Revisionen einzugehen.

Mathews und Lobenhoffer<sup>(93)</sup> finden trotz schlechter Compliance bei 50% ihres überwiegend älteren Patientenkollektivs (im Mittel 81 Jahre (62-102)) nur eine geringe Komplikationsrate von 7% (3 von 41 Fällen). Zum einen ist dies aber nur die Rate revisionspflichtiger Komplikationen und zum anderen berechnen sie diese bezogen auf alle 41 operierten Fälle und nicht nur auf die nachuntersuchten 36 Fälle (32 klinisch, 4 telefonisch nachuntersucht). Berücksichtigt man alle aufgeführten eingriffsbedingten Komplikationen (exclusive zweier sekundärer Frakturen nach einem postoperativen Sturz und die in einem Fall postoperativ aufgetretene letale Pneumonie) und bezieht diese auf alle nachuntersuchten Fälle ergibt sich eine Gesamtkomplikationsrate von 14% (5 von 36) (bezogen nur auf die klinisch nachuntersuchten Patienten erhält man 16% (5 von 32)).

### 5.3.7.1. Schraubenperforation

Als häufigste (implantatspezifische) Komplikation bei den 88 (48/40 P/T) mindestens einmal nachuntersuchten Patienten ergab sich die Perforation der subchondralen Grenzlamelle durch mindestens eine der proximalen Schrauben (intraartikuläre Penetration).

In der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe ereignete sich eine solche Schraubenperforation bei 13 Patienten (27%), fünfmal konnte als Ursache eine partielle Kopfnekrose, dreimal eine metaphysäre Sinterung bei fehlender medialer Abstützung und zweimal eine Fehlpositionierung der betreffenden Schrauben ausgemacht werden. Bei vier dieser Patienten trat gleichzeitig mit der Perforation eine Implantatlockerung auf, die in einem Fall ein subacromiales Impingement zur Folge hatte. Bei einem Patienten wurde gleichzeitig eine sekundäre Dislokation des Tuberculum majus festgestellt. Die Therapie bestand dreimal in einem Wechsel der perforierenden Schrauben durch kürzere und neunmal in einer kompletten Materialentfernung, davon bei drei Patienten mit anschließender Reosteosynthese (eine Hemiarthoplastik, eine Plattenreosteosynthese und eine Zuggurtung am Ansatz der Rotatorenmanschette mit Befestigung des gleichzeitig dislozierten Tub. majus-Fragments über eine Einzelzugschraube). Bei einem Patienten war keine Therapie erforderlich, da die entsprechende Schraube ausserhalb der Pfanne perforierte.

In der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe zeigten sich sieben Schraubenperforationen (17,5%), eine davon wegen einer Kalottensinterung bei fehlender medialer Abstützung und zwei auf Grund einer partiellen Humeruskopfnekrose, von denen eine mit einer Schraubenlockerung einherging. Die Therapie bestand hier viermal in einer Teilmaterialentfernung der betroffenen Schrauben und zweimal in einer kompletten Materialentfernung. Ein Patient lehnte eine Revision ab.

Wir können beim statistischen Vergleich unserer beiden Therapiegruppen trotz häufigerem Auftreten einer intraartikulären Perforation in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe keinen signifikanten Unterschied feststellen. Diese Komplikation ist als spezifisch für die winkelstabile Befestigung zu werten, da bei einer Kalottensinterung oder Humeruskopfnekrose die im Implantat verankerten Schrauben nicht mitdislozieren und so zwangsläufig in das Gelenk ragen. Zu beachten ist auch die korrekte intraoperative Längenwahl der proximalen Fixationsschrauben bzw. die subkortikale Schraubenpositionierung ohne Perforation der knorpelüberzogenen Humeruskopfkortikalis.

In den vorliegenden Studien über die Versorgung der proximalen Humerusfraktur mit PHILOS<sup>®</sup>-Platte finden sich bei Björkenheim et al. <sup>(10)</sup> sowie bei Maurer und Rüter <sup>(95)</sup> keine Angaben bezüglich einer intarartikulären Schraubenperforation. Hente R. et al. <sup>(45)</sup> geben vier



(13%) Patienten mit Schraubenperforationen bei 28 nachuntersuchten Patienten (31 Fälle) an, ohne eine Dislokation oder Sinterung der Kalotte zu beobachten. Nur bei einem dieser Patienten wurde wegen schmerzhafter Bewegung ein Schraubenwechsel durchgeführt. Heute und Mitarbeiter nennen eine intraoperativ nicht bemerkte Schraubenüberlänge als Ursache der Perforation und weisen darauf hin, dass vor allem die senkrecht zur Platte verlaufenden proximalen Schrauben, die direkt in Richtung Glenoid zeigen bei Überlänge das größte Risiko für eine Perforation bergen und intraoperativ sorgfältig im Bildwandler überprüft werden müssen. Koukakis et al. <sup>(67)</sup> geben bei ihrem relativ kleinen Kollektiv von 20 nachuntersuchten Patienten nur eine (5%) aufgrund einer persistierenden Schultersteife revisionspflichtige intraartikuläre Schraubenperforation an, mit dramatischer Scoreverbesserung nach kompletter Materialentfernung. Über die Ursache wird keine Angabe gemacht.

Bei Versorgung mit Targon PH<sup>®</sup>-Nagel machen von fünf Autoren drei keine Angaben über eine Schraubenperforation. So nennen Linhart et al. <sup>(88)</sup> lediglich ein frühes Implantatversagen bei sieben (14%) der 50 zwischen 3 und 6 Monaten nachuntersuchten Fälle ohne dies genauer zu beschreiben. Mathews und Lobenhoffer <sup>(93)</sup> erwähnen für ihre 36 nachuntersuchten Fälle (32 klinisch, 4 telefonisch) nur eine Schraubenwanderung eines proximalen Bolzens ohne Revisionsbedarf, sprechen aber nicht von einer Schraubenperforation, genau wie Maurer und Rüter <sup>(95)</sup>, die einige Schraubenwanderungen bei überwiegend osteoporotischem Knochen beschreiben ohne genauer darauf einzugehen.

Mittlmeier et al. <sup>(101)</sup> präsentieren zwar eine genaue Aufstellung der von ihnen beobachteten Komplikationen, die Schraubenperforation taucht darin aber nicht als eigene Komplikation auf. Vielmehr wird sie als Folge der Humeruskopfnekrose aufgefasst. Sie beschreiben, dass bei 115 nachuntersuchten Patienten sechs (5,2%) der neun Patienten mit Humeruskopfnekrose konsekutiv eine intraartikuläre Schraubenperforation aufweisen. Ausführlichere Angaben machen nur Stedtfeld und Mitarbeiter <sup>(149)</sup>, die eine Schraubenperforationen bei 20 (21,5%) der 93 nachuntersuchten Patienten als Hauptkomplikation in ihrem Kollektiv beschreiben. Als Ursache führen sie primär eine falsche Operationstechnik an, bei der die proximalen Schraubenspitzen nach Durchbohren der medialen Kortikalis unter der Knorpelschicht positioniert wurden, um die subchondrale Kortikalis als Stabilisator für die Osteosynthese auszunützen. Seit dieser Erkenntnis bemessen sie die Fixationsschrauben so, dass sich deren Spitzen der Kortikalis maximal auf 1-2 mm nähern. Aussagen darüber, ob dies eine Reduzierung der Perforationshäufigkeit bewirkt bleiben sie aber schuldig.

### 5.3.7.2. Impingement

Ein subacromiales Impingement machte sich bei fünf der 48 nachuntersuchten PHILOS<sup>®</sup>-Patienten (10,4%) bemerkbar, dabei konnte jedes Mal ein Abstehen der Platte beobachtet werden. Einmal bedingt durch eine Frühnekrose mit leichter sekundärer Dislokation, einmal durch einen Humeruskopfhochstand und einmal in Kombination mit einer Implantatlockerung und gleichzeitiger intraartikulärer Schraubenperforation. Die Therapie bestand hier immer in einer Revision mit kompletter Materialentfernung, einmal mit Umstieg auf eine Humeruskopfprothese. In der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe trat bei zwei der 40 nachuntersuchten Patienten (5%) eine Impingement-Situation auf, einmal durch eine gelockerte Schraube und einmal durch einen vom Tuberculum majus abstehenden Knochensporn. In beiden Fällen wurde eine Revision vom Patienten abgelehnt.

In der Literatur über mit PHILOS<sup>®</sup>-Platte versorgte Humeruskopffrakturen finden sich diesbezüglich bei Maurer J. und Rüter A.-E. <sup>(95)</sup> keine Angaben, sie berichten aber auch erst über einen Beobachtungszeitraum von durchschnittlich 20 Wochen. Hente R. et al. <sup>(45)</sup> beschreiben bei 28 nachuntersuchten Patienten (31 Frakturen) einen (3,2%) Patienten, bei dem die Platte das Tuberculum majus um 5mm überragt, wobei eine Implantatentfernung vom Patienten abgelehnt wurde. Björkenheim J.-M. et al. <sup>(10)</sup> konnten bei 72 nachuntersuchten Patienten und Koukakis A. et al. <sup>(67)</sup> bei 20 nachuntersuchten Patienten kein Impingement beobachten.

Hinsichtlich der mit Targon PH<sup>®</sup>-Nagel versorgten proximalen Humeruskopffrakturen geben Stedtfeld H.-W. et al. <sup>(149)</sup> bei 20 (21,5%) der 93 nachuntersuchten Patienten das Auftreten einer schmerzhaften Irritation und anhaltender Bewegungseinschränkung aufgrund eines Schrauben- oder Nagelüberstandes an. Dies wird allerdings im Zusammenhang mit einer intraoperativen Fehlpositionierung der proximalen Schrauben und der daraus resultierenden intraartikulären Perforation berichtet; ein subacromiales Impingement wird nicht erwähnt. Mathews und Lobenhoffer <sup>(93)</sup> finden bei drei (9%) der 35 nachuntersuchten Targon PH<sup>®</sup>-Patienten (36 Fälle) ein Impingement durch Implantatüberstand. Bei einem dieser drei Patienten wurde nach Ausheilung eine komplette Materialentfernung durchgeführt mit anschließend gutem Ergebnis, die zwei anderen Patienten wünschten wegen der geringen Symptomatik keine Revision.

Aufgrund der mangelhaften Angaben ist ein Literaturvergleich hier nicht möglich. Es bleibt festzuhalten, dass wir hinsichtlich dieser Komplikation keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Therapiegruppen ausmachen.

### 5.3.7.3. Materialversagen

Zu einem Materialversagen im Sinne eines Platten-, Nagel- oder Schraubenbruches kam es in beiden Gruppen je einmal (2% bzw. 2,5%). In der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe durch den Bruch einer Platte, in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe durch eine gebrochene Schraube. Beide Male war die Fraktur bereits knöchern konsolidiert und keine Revision erforderlich. In der vorliegenden Literatur finden nur Mittlmeier et al. ein Implantatversagen bei einem (0,9%) von 115 nach Targon PH<sup>®</sup>-Nagel-Osteosynthese nachuntersuchten Patienten. Die Therapie bestand hier in einer Nagel-Reosteosynthese.

### 5.3.7.4. Implantatlockerung

Zu einer Implantatlockerung im Sinne einer Schrauben- oder Plattenlockerung kam es bei fünf (10,4%) der 48 nachuntersuchten Patienten aus der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe. In vier Fällen waren ein bis zwei der proximalen Schrauben, in zwei Fällen distale Verriegelungsschrauben betroffen. Als Ursache konnte bei drei Fällen je einmal ein Frühinfekt, eine partielle Kopfnekrose und ein Plattenbruch ausgemacht werden. Drei dieser Lockerungen traten in Kombination mit einer Schraubenperforation (einer oder mehrerer proximaler Schrauben) durch die subchondrale Grenzlamelle auf. Die Therapie bestand zweimal in einer Teil-Materialentfernung, davon einmal mit Einbringen neuer Schrauben, und dreimal in einer kompletten Materialentfernung, davon einmal mit Platten-Reosteosynthese.

In der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe trat diese Komplikation bei 6 (15%) der 40 nachuntersuchten Patienten auf. Dabei sind in vier Fällen ein bis drei der proximalen und zweimal die distalen Schrauben betroffen. Als Ursache konnte bei den proximalen Schraubenlockerungen zweimal eine partielle Humeruskopfnekrose ausgemacht werden. Jeweils eine Schraubenlockerung trat in Kombination mit einer Impingementsymptomatik und einer intraartikulären Schraubenperforation auf. Eine Therapie war in einem Fall aufgrund der fehlenden klinischen Symptomatik nicht erforderlich. Drei Patienten lehnten eine Revision ab und die übrigen beiden Lockerungen wurden je einmal mit einer Teil- und einer Voll-Materialentfernung behandelt.

In der Literatur werden bei PHILOS<sup>®</sup>-Plattenosteosynthese eigentlich nur distale Schraubenlockerungen genannt. Maurer und Rüter<sup>(95)</sup> stellen mit 30 durchschnittlich nach 20 Wochen nachuntersuchten Patienten bei drei (10%) Patienten eine Schraubenlockerung im Schaftbereich fest. Sie begründen dies durch die selbst schneidenden, nicht-winkelstabilen Schrauben der Firma Synthes und berichten diese Komplikation inzwischen durch Verwendung winkel-

stabiler oder konventioneller Kleinfragmentschrauben vermeiden zu können.

Koukakis et al. <sup>(67)</sup> beschreiben bei 20 nachuntersuchten Patienten das Ausreißen der distalen Schrauben bei einem (5%) alten Patienten mit Osteoporose. Björkenheim und Mitarbeiter <sup>(10)</sup> führen bei 72 nachuntersuchten Patienten zwei (2,7%) mit Auslockerung der distalen Schrauben auf. Als Ursache geben sie einen technischen Fehler an, da ein zu großer Bohrer für die Schaftlöcher verwendet wurde. Hente et al. <sup>(45)</sup> berichten das Ausreißen der distalen Schrauben bei einem (3%) der 28 nachuntersuchten Patienten (31 Fälle) ohne Beeinträchtigung der proximalen Stabilisierung von Kalotte und Tubercula. Die Therapie bestand in einer Refixierung unter Belassen des Implantats. Die Lockerung stellt ihrer Meinung nach kein wesentliches Problem dar im Gegensatz zur konservativen Platten- und Minimalosteosynthese.

Bei mit Targon PH<sup>®</sup>-Nagel versorgten proximalen Humerusfrakturen wird diese Komplikation von Mittlmeier et al. <sup>(101)</sup> als häufigste (44%) der aufgetretenen Komplikation bei 26 (22,6%) der 115 mindestens einmal nachuntersuchte Patienten beobachtet. Die damit verbundenen Symptome verschwanden nach Teilmaterialentfernung der betroffenen Schrauben. In einem Fall wurde ein Verfahrenswechsel auf eine Humeruskopfprothese durchgeführt.

Mathews und Lobenhoffer <sup>(93)</sup> beschreiben zwei Implantatlockerungen distaler Verriegelungsschrauben und eine Wanderung einer proximalen Schraube bei 35 Patienten (36 Fällen), jeweils ohne Revisionsbedarf. Linhart et al. <sup>(88)</sup> nennen bei sieben (14%) von 50 nachuntersuchten Patienten ein frühes Implantatversagen, das immer mit einer sekundären Prothesenimplantation therapiert wurde. Genaue Angaben zu einer Implantatlockerung finden sich in dieser Arbeit nicht, ebenso wie bei Stedtfeld et al. <sup>(149)</sup>, die diese Komplikation nicht erwähnen. Durch mittlerweile verfügbare technische Modifikationen an Nagel (PEEK-Schraubensperre im Nagelverriegelungsloch) und Schrauben (Tau-über-Poller-Technik: Zuggurtungsmöglichkeit der Tubercula über modifizierte Schraubenköpfe an den Rotatorenmanschettenansätzen durch zusätzliche Cerclagen) lässt sich das Risiko der Schraubendislokation laut Mittlmeier und Mitarbeitern in Zukunft erheblich verringern <sup>(100)</sup>.

### 5.3.7.5. frozen shoulder

In der Gruppe der PHILOS<sup>®</sup>-Patienten trat bei drei (6,3%) der 48 nachuntersuchten Patienten eine Schultersteife im Sinne einer frozen shoulder auf. Einmal im Zusammenhang mit einer intraartikulären Schraubenperforation nach Fehlpositionierung und zweimal durch inkonsequentes Durchführen der physiotherapeutischen Übungen. Die Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe weist nur einen Patienten mit einer Schultersteife auf. Dieser beruht ebenfalls auf einem magelhaften

Übungseinsatz. Die Therapie bestand immer in einer Arthrolyse und einer kompletten Materialentfernung bei den PHILOS<sup>®</sup>-Patienten bzw. einer Teil-Materialentfernung bei dem Targon PH<sup>®</sup>-Patienten.

Hinsichtlich der mit PHILOS<sup>®</sup>-Platte versorgten Humeruskopffraktur finden lediglich Koukakis et al. <sup>(67)</sup> in ihrem Kollektiv von 20 Patienten über einen Beobachtungszeitraum von sechs bis 32 Monaten einen Patienten (5%) mit einer dauerhaften postoperativen Schultersteife. Als Ursache fand sich eine ins Gelenk perforierende proximale Schraube, die durch eine komplette Materialentfernung behandelt wurde.

Bei den mit Targon PH<sup>®</sup> versorgten Humeruskopffrakturen weisen Mittlmeier et al. <sup>(101)</sup> bei sechs (5,2%) der 115 mindestens einmal nachuntersuchten Patienten auf diese Komplikation hin, die jedes Mal mit einer Implantatentfernung und Arthrolyse therpiert wurde. Stedtfeld et al. <sup>(149)</sup> berichten bei einem (1,1%) der 93 mindestens einmal nachuntersuchten Patienten infolge ausbleibender Übungsaktivität von einer bewegungseinschränkenden Narbenbrücke zwischen Eingangslotch und Rotatorenmanschette, die in einer Revisionsarthroskopie durchtrennt wurde.

#### 5.3.7.6. Pseudarthrose

Eine Pseudarthrose konnten wir insgesamt dreimal beobachten, zweimal (4,2%) in der PHILOS<sup>®</sup>- und einmal (2,5%) in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe. Bei beiden PHILOS<sup>®</sup>-Patienten wurde eine Prothesenimplantation empfohlen, die jedoch beide Patienten ablehnten. Im Fall des Targon PH<sup>®</sup>-Patienten wurde mit der Pseudarthrose auch ein Bruch einer distalen Schraube festgestellt. Da das Implantat aber weiterhin stabil war, der Patient keine klinischen Symptome hatte und ein sehr gutes Scoreergebnis von seitenvergleichend 91 Punkten erreichte war keine weitere Therapie erforderlich.

In dem mit PHILOS<sup>®</sup>-Platte behandeltem Patientenkollektiv von Björkenheim et al. <sup>(10)</sup> trat eine Pseudarthrose bei zwei (2,8%) von 72 nachuntersuchten Patienten auf und führte zu einer Revision, genauere Angaben fehlen. Hente et al. <sup>(45)</sup> beschreiben sie bei keinem ihrer Patienten. Maurer und Rüter <sup>(95)</sup> und Koukakis et al. <sup>(67)</sup> machen diesbezüglich gar keine Angaben.

Bei mit Targon PH<sup>®</sup>-Nagel versorgten Frakturen weisen Mittlmeier et al. <sup>(101)</sup> bei drei (2,6%) der 115 nachuntersuchten Patienten auf diese Komplikation hin. Die Pseudarthrose wurde hier einmal mit Platten-Reosteosynthese, einmal mit Verfahrenswechsel auf eine Humeruskopfprothese und einmal gar nicht therapiert. Mathews und Lobenhoffer <sup>(93)</sup> fanden in keinem der 36 nachuntersuchten Fälle (32 klinisch, 4 telefonisch) eine Pseudarthrose. In den übrigen uns

bekanntesten Arbeiten werden keine Angaben zu dieser Komplikation gemacht.

Die gleichermaßen in beiden von uns beobachteten Therapiegruppen geringe Rate an Pseudarthrosen bestätigt somit die vorliegenden Literaturangaben dahingehend, dass eine postoperative Instabilität mit konsekutiv ungenügender Ruhigstellung der Fragmente kein wesentliches Problem der winkelstabilen Implantate darstellt.

### 5.3.7.7. Infekt

Ein tiefer Wundinfekt ereignete sich bei zwei (4,2%) PHILOS<sup>®</sup>-Patienten. Beide Patienten wurden mit Debridement, Jetlavage und Einlage eines Antibiotikums therapiert.

Die Infektpersistenz bei einem dieser Patienten führte dazu, dass der Vorgang insgesamt dreimal durchgeführt wurde. In der Abschlußuntersuchung erreichte dieser Patient einen CMS-Wert von seitenvergleichenden 62 Punkten. Bei dem zweiten Patienten kam es neben dem Infekt zu einer Lockerung zweier Schrauben, sodass mit dem Debridement eine Teilmaterialentfernung mit Einbringen zweier neuer Schrauben stattfand. In den vier uns vorliegenden Arbeiten über die PHILOS<sup>®</sup>-Platte<sup>(10,45,67,95)</sup> zeigte sich kein Infekt. Bei den mit Targon PH<sup>®</sup> versorgten Patienten hatten wir keinen Infektfall, während Mittlmeier et al.<sup>(101)</sup> bei drei (2,6%) Patienten der 115 nachuntersuchten Patienten einen tiefen Infekt beobachteten, der jedes Mal mit einer Implantatentfernung therapiert wurde. Stedtfeld et al.<sup>(149)</sup> nennen einen (1,1%) oberflächlichen fistelnden Infekt bei 93 mindestens einmal nachuntersuchten Patienten, der durch Exzision behoben wurde.

### 5.3.7.8. Nekrose

14 (29,2%) der 48 mindestens einmal nachuntersuchten PHILOS<sup>®</sup>-Patienten wiesen Zeichen einer zumindest partiellen Nekrose des Humeruskopfes auf, fünf davon lediglich Zeichen einer lateralen Tuberculumsnekrose (vanished tubercule) und zwei eine vollständige Kopfnekrose. Zehn dieser Patienten waren als Frakturtyp AO-11 C klassifiziert worden, drei als Typ B und einer als Typ A.

In der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe beobachteten wir eine partielle Nekrose bei 11 (27,5%) der 40 mindestens einmal nachuntersuchten Patienten. Bei der Mehrheit (sieben Patienten) handelte es sich um eine geringgradige laterale Tuberculumsnekrose (vanished tubercle), eine vollständige Humeruskopfnekrose trat in dieser Gruppe nicht auf. Je fünf sind als AO-11 C oder B klassifiziert worden, ein Patient als Typ A.

Eine Humeruskopfnekrose im postoperativen Verlauf nach PHILOS<sup>®</sup>-Plattenosteosynthese beobachten Maurer und Rüter<sup>(95)</sup> bei drei (10%) von 30 im Mittel nach nur 20 Wochen nachuntersuchten Patienten mit einem hohen Anteil an 4-Fragmentfrakturen (40%) im Kollektiv ohne speziell auf den Frakturtyp der Nekrosepatienten einzugehen. Björkenheim et al.<sup>(10)</sup> beschreiben bei 72 nachuntersuchten Patienten, einem niedrigen Anteil an AO-11 C-Frakturen (17%) und einem Beobachtungszeitraum von 12 Monaten drei Patienten (4%) mit avaskulärer Kopfnekrose, die alle explizit als AO-11 Typ C klassifiziert waren. Hente et al.<sup>(45)</sup> finden diese Komplikation bei fünf (16%) der 31 nachuntersuchten Fälle, die ebenfalls alle als AO-11 C-Frakturen eingeteilt waren, mit vollständiger Luxation des Kalottenfragments (zweimal Nekrose am oberen Übergang Kalotte Tub. majus, dreimal zentrale Kalottennekrose). Koukakis et al.<sup>(67)</sup> nennen bei einem kleinen Nachuntersuchungskollektiv von 20 Patienten (AO-11 C-Anteil 20%) nur einen Patienten (5%) mit einer 2-Fragmentfraktur, Osteoporose und Alkoholabusus, der im Beobachtungszeitraum von 12 Monaten eine avaskuläre Kopfnekrose entwickelte.

Nach Osteosynthese mit einem Targon PH<sup>®</sup>-Nagel finden Linhart et al.<sup>(88)</sup> in einem Kollektiv von 81 Patienten, von denen allerdings nur 50 im Zeitraum von drei bis sechs Monaten und 18 nach einem Jahr nachuntersucht wurden, zwei Patienten, bei denen respektive nach drei bzw. fünf Monaten eine Osteonekrose auftrat ohne auf Frakturtyp oder Nekroseursache einzugehen. Beide wurden mit einem sekundären Gelenkersatz therapiert. Mittlmeier et al.<sup>(101)</sup> geben bei neun (8%) der 115 mindestens einmal bzw. der 64 nach 12 Monaten nachuntersuchten Patienten eine partielle (4%) oder komplette (4%) Humeruskopfnekrose an, mit konsekutiver intraartikulärer Schraubenperforation bei sechs dieser Patienten, deren Symptome nach Entfernung der perforierenden Schrauben verschwanden. Die übrigen drei Humeruskopfnekrosen wurden in einem Fall gar nicht therapiert, einmal mit einer kompletten Materialentfernung und einmal mit Verfahrenswechsel auf eine Prothese. Auch hier bleibt der Frakturtyp der Nekrosefälle ungenannt. Stedtfeld et al.<sup>(149)</sup> beschreiben bei fünf (5,4%) der 93 mindestens einmal nachuntersuchten Patienten eine Teilnekrose des Humeruskopfes im postoperativen Beobachtungszeitraum. Ursächlich wird hier eine arthroskopische Arthrolyse und Teilsynoviektomie mittels Vaporisation angegeben, die zusammen mit einer Materialentfernung nach intraartikulärem Überstand proximaler Schrauben durchgeführt wurden. Angaben über den Frakturtyp dieser fünf Patienten oder Nekrosefälle ausserhalb des beschriebenen Revisionseingriffes fehlen. Maurer und Rüter<sup>(95)</sup> sowie Mathews und Lobenhoffer<sup>(93)</sup> erwähnen diese Komplikation gar nicht.

## 5.4. Schlußfolgerung

Der Einsatz einer relativ neuen Implantatengeneration, winkelstabile Platten und Nägel, bei proximalen Humerusfrakturen gilt als vielversprechender Therapieansatz. Allerdings gibt es bisher keine uns bekannte Studie über einen direkten klinischen Vergleich zwischen einem (intra- und extramedullären) winkelstabilen Osteosyntheseverfahren am proximalen Humerus.

In der vorliegenden Arbeit konnte in einem Vergleich dieser beiden Verfahren gezeigt werden, dass sowohl die PHILOS<sup>®</sup>-Platte als auch der Targon PH<sup>®</sup>-Nagel als extra- bzw. intra-medulläres Fixateur interne-System bei proximalen Humerusfrakturen gleichermaßen adäquate Therapieoptionen darstellen. So ergab die abschließende Nachuntersuchung 12 Monate postoperativ bei 59% (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 55% (Targon PH<sup>®</sup>) der jeweils nachuntersuchten Patienten gleichermaßen gute (80-90 Punkte) oder sehr gute (90-100 Punkte) Werte im seitenvergleichenden Constant-Murley-Score, wobei drei Viertel (76%) (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. zwei Drittel (65%) (Targon PH<sup>®</sup>) dieses 12-Monats-Scorewertes schon nach drei Monaten erreicht werden.

Im Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Nachuntersuchungsergebnisse zu drei verschiedenen Zeitpunkten (3, 6 und 12 Monate) konnte gezeigt werden, dass es zu keinem dieser Zeitpunkte einen signifikanten Unterschied zwischen den Ergebnissen im Constant-Murley-Score gibt.

Ebenso wurde gezeigt, dass die postoperativen Komplikationsraten und die Häufigkeit der einzelnen Komplikationen keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen darstellen. Dabei erweist sich die intraartikuläre Perforation der proximalen Schrauben bei Nachsintern der Kopfkalotte bzw. einer Humeruskopfnekrose als spezifisches Problem der winkelstabilen Schrauben, die in dieser Situation nicht mitdislozieren, und ist die vorherrschende Komplikation in beiden Therapiegruppen. Die hohe Komplikationsrate von annähernd 50% in beiden Gruppen hängt natürlich davon ab, was als Komplikation gewertet wird. Betrachtet man die Häufigkeit der Patienten mit revisionspflichtigen Komplikationen, so zeigt sich hier eine Rate von knapp 44% (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 28% (Targon PH<sup>®</sup>). Mehrheitlich lassen sich diese Komplikationen durch Teil-Materialentfernung der Schrauben oder vollständige Materialentfernung beheben. Der für den Vergleich entscheidende Punkt ist aber, dass keine der beobachteten Komplikationen bei einem der beiden Therapieverfahren signifikant häufiger aufgetreten ist und auch die gesamte Komplikationsrate keinen signifikanten Unterschied darstellt.



Beim Vergleich der beiden winkelstabilen Osteosynthesesysteme anhand der Anwendungsdaten zeichnet sich eine unterschiedliche Indikationsstellung ab. Eine signifikant größere Anzahl an AO-11 C-Frakturen wurde mit einer PHILOS<sup>®</sup>-Platte ( $p < 0,01$ ) und eine signifikant größere Anzahl an AO-11 A-Frakturen mit einem Targon PH<sup>®</sup>-Nagel ( $p < 0,01$ ) therapiert. Trotz dieser Tatsache beinhaltet das Endergebnis nach 12 Monaten eine gleichermaßen hohe Rate an guten oder sehr guten Ergebnissen. Zudem können wir innerhalb der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe, auch wenn sich beim direkten Gruppenvergleich keine signifikanten Unterschiede ergaben, im Gegensatz zur PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe bei Patienten mit C-Fraktur signifikant häufiger Komplikationen und Revisionspflichtigkeit feststellen, als bei solchen mit A- oder B-Fraktur. Deshalb sind wir der Meinung, dass die PHILOS<sup>®</sup>-Platte mit der Möglichkeit mehrere kleine Schrauben in divergierender Richtung einzubringen und die Rotatorenmanschettenansätze mittels Zuggurtungsfäden an der Platte zu befestigen eher bei Mehrfragmentfrakturen des Humeruskopfes, (einfach) gespaltenem Kalottenfragment und Frakturen im anatomischen Hals indiziert ist. Die Domäne des Targon PH<sup>®</sup>-Nagels liegt dagegen bei proximalen Humerusfrakturen mit drei oder weniger Fragmenten des Humeruskopfes, z.B. Frakturen im chirurgischen Hals mit oder ohne Tuberculumausriß, Frakturen mit metaphysärer Trümmerzone und auch Frakturen mit eventueller Schaftbeteiligung. Bei 4- oder Mehrfragmentfrakturen ist der Einsatz des Nagels in der hier angewandten Technik mit vier proximalen Fixierungsmöglichkeiten nur begrenzt sinnvoll und auf ein intaktes Kalottenfragment angewiesen.

Außerdem konnte gezeigt werden, dass die Operationsdauer bei der PHILOS<sup>®</sup>-Platte mit etwa 20 Minuten signifikant länger ist als beim Targon PH<sup>®</sup>-Nagel. Aufgrund der längeren Narkosebelastung für den Patienten und aus ökonomischen Gesichtspunkten durch die längere Operationsaalbelegung würde dies einen Nachteil bedeuten. Allerdings relativiert sich die längere Operationsdauer teilweise dadurch, dass einerseits dieses Implantat kürzer in Verwendung war und durch die Anwendungshäufigkeit/-routine die Operationszeit noch reduziert werden kann, und andererseits, wie bereits oben erwähnt, in dieser Therapiegruppe eine höhere Quote an komplexeren Frakturen vorliegt.

Zusätzlich konnten wir zeigen, dass ein vom Patienten selbständig ausgefüllter Fragebogen im Vergleich zum klinisch erhobenen Constant-Murley-Score keine adäquaten Ergebnisse liefert. Der selbständig ausgefüllte Fragebogen ergibt zwar im Therapiegruppenvergleich bezüglich der erreichten Scorewerte ebenfalls keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen, allerdings fallen Scoresumme und teilweise die Punktwerte einzelner Scoreparameter im Vergleich zum vom Arzt erhobenen CMS signifikant niedriger aus.

## 6. Zusammenfassung

Die proximale Humerusfraktur zählt zu den häufigsten Frakturen, mit stetig steigender Inzidenz in den letzten Jahrzehnten. Die Behandlung dislozierter proximaler Humerusfrakturen wird nach wie vor kontrovers diskutiert. Der Einsatz einer relativ neuen Implantatengeneration, winkelstabiler Platten und Nägel, gilt als vielversprechender Therapieansatz.

Ziel der vorliegenden prospektiven Studie war der klinische Vergleich zwischen einer winkelstabilen Platte (PHILOS<sup>®</sup>) und einem winkelstabilen Nagel (Targon PH<sup>®</sup>). Dabei wurde versucht festzustellen, ob bezüglich Anwendung und Resultaten signifikante Unterschiede bestehen.

Unsere Arbeit basiert auf der Beobachtung von 105 Patienten (39 Männer, 66 Frauen), die im Zeitraum von August 2001 bis April 2004 wegen einer proximalen Humerusfraktur konsekutiv in der Abteilung für Unfallchirurgie des Klinikums Rechts der Isar der technischen Universität München mit einem der beiden Osteosyntheseverfahren versorgt wurden. 53 Patienten erhielten eine PHILOS<sup>®</sup>-Platte und 52 Patienten einen Targon PH<sup>®</sup>-Nagel. Patienten mit Polytrauma oder Humerusschaftfraktur und Patienten, bei denen man den Eingriff als Revisionsmaßnahme durchführte, waren dabei aus der Studie ausgeschlossen. Neben prä- und perioperativen Parametern dienten vor allem das funktionelle Ergebnis und die Häufigkeit der im Beobachtungszeitraum eingetretenen Komplikationen als Vergleichsgrundlage. Das funktionelle Ergebnis wurde anhand des Constant-Murley-Scores (CMS) in drei Nachuntersuchungen (3, 6 und 12 Monate postoperativ) festgestellt. Die daraus resultierenden CMS-Ergebnisse 12 Monate postoperativ wurden zusätzlich mit einem vom Patienten selbständig auszufüllenden Fragebogen verglichen. Die statistische Auswertung erfolgte deskriptiv und induktiv, unter Verwendung nicht-parametrischer Tests (Mann-Whitney-U, Chi-Quadrat, Kruskal-Wallis, Spearman Rho Korrelationskoeffizient und Wilcoxon Rangsummentest).

Das Durchschnittsalter betrug 65,5 Jahre (Männer: 57,8 J., Frauen: 70,3 J.). Bei den prä- und perioperativ erfassten Daten kann bezüglich Alter, Geschlecht, Latenzzeit bis zur Operation und Verweildauer im Krankenhaus kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Therapiegruppen festgestellt werden. Statistisch signifikant ist der Unterschied in der Quote der jeweils operierten AO-11 Frakturtypen. Es werden signifikant mehr AO-11 C-Frakturen mit PHILOS<sup>®</sup>-Platte (A/B/C = 9/36/55%) ( $p < 0,01$ ) und signifikant mehr AO-11 A-Frakturen mit Targon PH<sup>®</sup>-Nagel (A/B/C = 36/35/29%) ( $p < 0,01$ ) versorgt. Statistisch signifikant länger

(+20 Minuten) ( $p < 0,01$ ) ist die Operationsdauer in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe und die Durchleuchtungszeit (+1,5 Minuten) ( $p < 0,01$ ) in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe.

Bei den Nachuntersuchungen konnten im seitenvergleichenden CMS 3 Monate postoperativ bei 29 PHILOS<sup>®</sup>- bzw. 23 Targon PH<sup>®</sup>-Patienten durchschnittlich 55 Punkte (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 48 Punkte (Targon PH<sup>®</sup>), 6 Monate postoperativ bei 28 PHILOS<sup>®</sup>- bzw. 25 Targon PH<sup>®</sup>-Patienten durchschnittlich 66 Punkte (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 63 Punkte (Targon PH<sup>®</sup>) und 12 Monate postoperativ bei 39 PHILOS<sup>®</sup>- bzw. 31 Targon PH<sup>®</sup>-Patienten ein Mittelwert von 75 Punkten (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 78 Punkten (Targon PH<sup>®</sup>) gemessen werden. Zu keinem der drei Nachuntersuchungszeitpunkte besteht bezüglich der Scoresumme und der einzelnen Scoreparameter ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Therapiegruppen. Bereits 3 Monate postoperativ werden 76% (PHILOS<sup>®</sup>) bzw. 65% (Targon PH<sup>®</sup>) des nach 12 Monaten gemessenen Abschlußwertes im CMS erreicht. Im Verlauf von 3 auf 6 Monate nach der Operation verbessert sich in beiden Gruppen die Scoresumme bzw. jeder einzelne Scoreparameter. Dabei sind bis auf den Schmerz alle Veränderungen statistisch signifikant ( $p < 0,05$  bzw.  $p < 0,01$ ). Von 6 auf 12 Monate ist nur eine Zunahme des Bewegungsumfanges in beiden Gruppen statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ). Als Unterschied zwischen beiden Gruppen zeigt sich in diesem Zeitraum eine nur in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe signifikante Verbesserung der Scoresumme ( $p < 0,01$ ) bzw. der Scoreparameter Kraft ( $p < 0,05$ ) und Aktivitäten des täglichen Lebens ( $p < 0,05$ ). Im Endeffekt gleicht die Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe damit im Verlauf vom sechsten bis zum zwölften Monat den nicht signifikanten Punktevorsprung der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe vom dritten postoperativen Monat aus. In keiner der beiden Gruppen wurde nach 12 Monaten mit der operierten Seite das Scoreergebnis der nicht operierten Gegenseite erreicht. Die Punktwerte aller Scoreparameter sind zu diesem Zeitpunkt auf der operierten Seite in beiden Gruppen gleichermaßen signifikant niedriger ( $p < 0,01$ ).

Bezüglich der gesamten Komplikationsrate (50% PHILOS<sup>®</sup>, 47,5% Targon PH<sup>®</sup>) und der Häufigkeit einzelner Komplikationen finden wir bei Betrachtung aller nachuntersuchten Patienten (48 PHILOS<sup>®</sup>, 40 Targon PH<sup>®</sup>) zwischen beiden Gruppen keinen signifikanten Unterschied. Die intraartikuläre Schraubenperforation (27% PHILOS<sup>®</sup>, 18% Targon PH<sup>®</sup>) nach einer Kalottensinterung bzw. Kopfnekrose ist in beiden Gruppen die häufigste Komplikation. Eine zumindest partielle Humeruskopfnekrose (29% PHILOS<sup>®</sup>, 28% Targon PH<sup>®</sup>) trat in beiden Gruppen fast gleich häufig auf. Die Rate revisionspflichtiger Komplikationen liegt in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe bei 44% und in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe bei 28%. Dieser Unterschied ist statistisch nicht signifikant. Jedoch gibt es in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe signifikant mehr komplikationsbedingte totale Materialentfernungen (27% PHILOS<sup>®</sup>, 8% Targon PH<sup>®</sup>) ( $p < 0,05$ ).

Die statistische Analyse möglicher Einflußfaktoren auf das Scoreergebnis innerhalb jeder Therapiegruppe ergibt für beide Gruppen signifikant niedrigere Kraftwerte der Frauen gegenüber den Männern ( $p < 0,01$ ), mit steigendem Alter zumindest tendentiell signifikant sinkende Punktwerte in jedem einzelnen Scoreparameter ( $p < 0,05$  bzw.  $p < 0,01$ ) und bei Auftreten einer partiellen Humeruskopfnekrose signifikant niedrigere Scoresummen ( $p < 0,05$ ). Eine Analyse der Scoreparameter zeigt hier, dass die partielle Humeruskopfnekrose in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe die Punktwerte bei Schmerz ( $p < 0,05$ ) und Aktivitäten des täglichen Lebens ( $p < 0,05$ ), in der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe aber den Bewegungsumfang signifikant ( $p < 0,05$ ) reduziert. Als weiterer Unterschied zwischen den Gruppen findet sich nur in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe eine signifikant negative Korrelation zwischen einer intraartikulären Schraubenperforation und der Scoresumme ( $p < 0,05$ ), der vor allem auf durch die Perforation signifikant stärkerem Schmerz beruht ( $p = 0,01$ ). Innerhalb der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe finden wir im Unterschied zur PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe eine signifikante positive Korrelation zwischen AO-11 C-Frakturgrad und Komplikationshäufigkeit ( $p < 0,01$ ), Anzahl revisionspflichtiger Patienten ( $p < 0,05$ ), und Häufigkeit komplikationsbedingter Revisionen ( $p < 0,01$ ). Beim statistischen Gruppenvergleich zeigt sich aber diesbezüglich kein signifikanter Unterschied. In der Targon PH<sup>®</sup>-Gruppe treten demnach bei AO-11 C-Frakturen signifikant mehr Komplikationen, mehr revisionspflichtige Patienten und mehr komplikationsbedingte Revisionen als bei AO-11 A- oder B- Frakturen, es haben aber nicht signifikant mehr mit Targon PH<sup>®</sup> behandelte AO-11 C-Frakturen eine Komplikation als die mit PHILOS<sup>®</sup> versorgten.

In den vom Patienten selbständig ausgefüllten Fragebögen wird 12 Monate postoperativ ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Therapiegruppen bezüglich Scoresumme oder Punktwerten einzelner Scoreparameter gefunden. Der statistische Vergleich mit dem vom Arzt ausgefüllten Nachuntersuchungsbogen ergibt allerdings, dass der Patientenfragebogen auf der operierten Seite mit Ausnahme des Kraftwertes in beiden Gruppen und des Schmerzwertes in der PHILOS<sup>®</sup>-Gruppe immer signifikant niedriger ausfällt.

Unsere klinische Studie ist eingeschränkt durch den begrenzten Nachuntersuchungszeitraum und die fehlende Randomisierung. Eine Einschränkung der Vergleichbarkeit mit der Literatur beruht auf der meist fehlenden Angabe zur Art der Kraftmessung bei der Erhebung des CMS, den unterschiedlichen Beobachtungszeiträumen, zum Teil sehr kleinen Patientenkollektiven, dem Anteil komplexer Mehrfragmentfrakturen (AO-11 C, 4-Fragmentfrakturen), der Komplikationsinterpretation und der Ausführlichkeit der Ergebnispräsentation in diesen Arbeiten.

# Literaturverzeichnis

1. Ackermann,C., Lam,Q., Linder,P., Kull,C., Regazzoni.  
Zur Problematik der Frakturklassifikation am proximalen Humerus.  
Z.Unfallchir.Versicherungsmed.Berufskr. 79 (1986) 209-215
2. B|Braun, Aesculap®:  
Targon pH, Targon H - Intramedulläres Nagelsystem für den proximalen Humerus und den Humerusschaft.  
Prospekt Nr. 018901, Tuttlingen (2003)
3. Bankes,M.J., Crossman,J.E., Emery,R.J.  
A standard method of shoulder strength measurement for the Constant score with a spring balance.  
J.Shoulder Elbow Surg 7 (1998) 116-121
4. Bartsch,S., Hullmann,S., Hillrichs,B., Giers,R., Echtermeyer,V.  
Die Osteosynthese der dislozierten Humeruskopffrakturen mit der winkelstabilen proximalen Oberarm-Platte.  
Aktuelle Traumatol 31 (2001) 64-71
5. Bengner,U., Johnell,O., Redlund-Johnell,I.  
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.Relat Res. 231 (1988) 179-182
6. Bernau,A.  
"Orthopädische Röntgendiagnostik - Einstelltechnik",  
Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore, 1995, 3. Auflage, 39-48
7. Bernstein,J., Adler,L.M., Blank,J.E., Dalsey,R.M., Williams,G.R., Iannotti,J.P.  
Evaluation of the Neer system of classification of proximal humeral fractures with computerized tomographic scans and plain radiographs.  
J.Bone Joint Surg.Am. 78 (1996) 1371-1375
8. Bigliani,L.U., Flatow,E.L., Pollock,R.G.  
Fractures of the proximal humerus,  
In: "Fractures in adults", Rockwood,C.A., Green,D.P., Buchholz,R.W., Heckman,J.D. (Hrsg.), Lippincott-Raven, Philadelphia, 1996, 4. Auflage, 1055-1107
9. Biraima,A.M., Rudin,M., Hotz,Th., Käch,K.  
Eine neue Dimension bei der Versorgung von Humeruskopffrakturen - Erste Erfahrungen mit der winkelstabilen PHILOS-Platte.  
Swiss Surg 9 Suppl 1 (2003) 25
10. Björkenheim,J.-M., Pajarinen,J., Savolainen,V.  
Internal fixation of proximal humeral fractures with a locking compression plate: a retrospective evaluation of 72 patients followed for a minimum of 1 year.  
Acta Orthop.Scand. 75 (2004) 741-745
11. Blaine,T.A., Bigliani,L.U., Levine,W.N.  
Fractures of the proximal humerus,  
In: "The shoulder", Rockwood,C.A., Matsen,F.A., Wirth,M., Lippitt,S.B. (Hrsg.), Saunders, Philadelphia, 2004, 3. Auflage, 355-412
12. Bloom,M.H., Obata,W.G.  
Diagnosis of posterior dislocation of the shoulder with use of Velpeau axillary and angle-up roentgenographic views.  
J.Bone Joint Surg Am. 49 (1967) 943-949

13. Boehm,D., Müller,T., Rehwald,C., Gohlke,F., Barthel,T., Eulert,J.  
Age and sex related Constant-Murley-Score.  
J.Shoulder Elbow Surg 6 (1997) 194
14. Boehm,D., Wollmerstedt,N., Doesch,M., Handwerker,M., Mehling,E., Gohlke,F.  
Entwicklung eines Fragebogens basierend auf dem Constant-Murley-Score zur Selbstevaluation der  
Schulterfunktion durch den Patienten.  
Unfallchirurg 107 (2004) 397-402
15. Böhler,L.  
Oberarmbrüche,  
In: "Die Technik der Knochenbruchbehandlung im Frieden und im Kriege", Maudrich, Wien, 1929, 68-80
16. Bonneville,P., Bellumore,Y., Mansat,M.  
Ascending cluster pinning of the humerus inserted through the deltoid tuberosity.  
Operat.Orthop.Traumatol. 8 (1996) 243-251
17. Brien,H., Nofall,F., MacMaster,S., Cummings,T., Landells,C., Rockwood,P.  
Neer's classification system: a critical appraisal.  
J.Trauma 38 (1995) 257-260
18. Brooks,C.H., Revell,W.J., Heatley,F.W.  
Vascularity of the humeral head after proximal humeral fractures. An anatomical cadaver study.  
J.Bone Joint Surg.Br. 75 (1993) 132-136
19. Brunner,U.  
Humeruskopffraktur,  
In: "Schulterchirurgie", Habermeyer,P. (Hrsg.), Urban & Fischer, München-Jena, 2002, 3. Auflage, 403-436
20. Castagno,A.A., Shuman,W.P., Kilcoyne,R.F., Haynor,D.R., Morris,M.E., Matsen,F.A.  
Complex fractures of the proximal humerus: role of CT in treatment.  
Radiology 165 (1987) 759-762
21. Chen,C.Y., Chao,E.K., Tu,Y.K., Ueng,S.W., Shih,C.H.  
Closed management and percutaneous fixation of unstable proximal humerus fractures.  
J.Trauma 45 (1998) 1039-1045
22. Codman,E.A.  
Rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa,  
In: "The Shoulder", Thomas Todd, Boston, 1934, 262-293
23. Constant,C.R.  
Schulterfunktionsbeurteilung.  
Orthopade 20 (1991) 289-294
24. Constant,C.R., Murley,A.H.  
A clinical method of functional assessment of the shoulder.  
Clin.Orthop.Relat Res. 214 (1987) 160-164
25. Court-Brown CM, Garg,A., McQueen,M.M.  
The epidemiology of proximal humeral fractures.  
Acta Orthop.Scand. 72 (2001) 365-371
26. Damanakis,K., Schaal,O., Mann,J., Muller,K.H.  
Ein modifiziertes Behandlungskonzept bei Humeruskopffrakturen bei älteren Menschen.  
Unfallchirurg 99 (1996) 561-568
27. Eisele,R., Kinzl,L.  
Nailing of Articular and Extraarticular Fractures of the Head of the Humerus.  
Osteosynthesis and Trauma Care (2002) S1-S4
28. Esser,R.D.  
Open reduction and internal fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus.  
Clin.Orthop.Relat Res. 299 (1994) 244-251

29. Frigg,R.  
Development of the Locking Compression Plate.  
Injury 34 Suppl 2 (2003) B6-10
30. Geissmann,D., Babst,R.  
Versorgung proximaler Humerusfrakturen mit der Philosplatte: Wie gut sind die resultate mit diesem Implantat nach einem Jahr?  
Swiss Surg 9 Suppl 1 (2003) 25
31. Gerber, C.  
Use of constant score for assessing shoulder instability. Instructional course, 9th Congress of the SECEC/ESSES, Nottingham, 1996
32. Gerber,C., Schneeberger,A.G., Vinh,T.S.  
The arterial vascularization of the humeral head. An anatomical study.  
J.Bone Joint Surg.Am. 72 (1990) 1486-1494
33. Gotzen,L., Hessmann,M., Morgenthal,F.  
Langzeitergebnisse nach gelenkerhaltender Rekonstruktion von C3-Frakturen des proximalen Humerus.  
Swiss Surg 3 Suppl 2 (1997) 27-31
34. Habermeyer,P.  
Die Humeruskopffraktur.  
Unfallchirurg 100 (1997) 820-837
35. Habermeyer,P., Magosch,P.  
Operative Zugangswege zum Schultergelenk,  
In: "Schulterchirurgie", Habermeyer,P. (Hrsg.), Urban & Fischer, München-Jena, 2002, 3. Auflage, 273-291
36. Habermeyer,P., Magosch,P., Wolf,P.  
Primäre und sekundäre Frakturprothetik,  
In: "Schulterchirurgie", Habermeyer,P. (Hrsg.), Urban & Fischer, München-Jena, 2002, 3. Auflage, 469-495
37. Habermeyer,P., Schweiberer,L.  
Frakturen des proximalen Humerus.  
Orthopade 18 (1989) 200-207
38. Habermeyer,P., Schweiberer,L.  
Oberarmkopffrakturen. Konservative und operative Differentialtherapie.  
Unfallchirurg 94 (1991) 438-446
39. Hamilton, F. H.  
"A practical treatise on fractures and dislocations",  
Blanchard and Lea, Philadelphia, 1863  
**zitiert nach:** Bardenheuer, B., "Die Verletzungen der oberen Extremitäten", 1.Teil, Enke Verlag, Stuttgart, 1888, 137-138
40. Hardcastle,P.H., Fisher,T.R.  
Intrathoracic displacement of the humeral head with fracture of the surgical neck.  
Injury 12 (1981) 313-315
41. Harman,B.D., Miller,N.G., Probe,R.A.  
Intrathoracic humeral head fracture-dislocation.  
J.Orthop.Trauma 18 (2004) 112-115
42. Hawkins,R.J., Kiefer,G.N.  
Internal fixation techniques for proximal humeral fractures.  
Clin.Orthop.Relat Res. 223 (1987) 77-85
43. Hayes,J.M., Van Winkle,G.N.  
Axillary artery injury with minimally displaced fracture of the neck of the humerus.  
J.Trauma 23 (1983) 431-433

44. Hempfling,H.  
Klassifikation von Humeruskopffrakturen.  
Chir Praxis 43 (1991) 93-98
45. Hente,R., Kampshoff,J., Kinner,B., Fuchtmeier,B., Nerlich,M.  
Die Versorgung dislozierter 3- und 4-Fragmentfrakturen des proximalen Humerus mit einem winkelstabilen Plattenfixateur.  
Unfallchirurg 107 (2004) 769-782
46. Hessmann,M., Baumgaertel,F., Gehling,H., Klingelhoefter,I., Gotzen,L.  
Plate fixation of proximal humeral fractures with indirect reduction: surgical technique and results utilizing three shoulder scores.  
Injury 30 (1999) 453-462
47. Hessmann,M., Gehling,H., Gotzen,L.  
Die proximale Humerusfraktur im höheren Lebensalter.  
Langenbecks Arch.Chir Suppl Kongressbd. 113 (1996) 907-909
48. Hessmann,M., Sternstein,W., Blum,J., Krummenauer,F., Rommens,P.M.  
Die winkelstabile Plattenosteosynthese am proximalen Humerus.  
Akt.Traumatol. 33 (2003) 2-6
49. Hessmann,M.H., Hansen,W.S., Krummenauer,F., Pol,T.F., Rommens,M.  
Locked plate fixation and intramedullary nailing for proximal humerus fractures: a biomechanical evaluation.  
J.Trauma 58 (2005) 1194-1201
50. Hessmann,M.H., Rommens,P.M.  
Osteosynthesetechniken bei proximalen Humerusfrakturen.  
Chirurg 72 (2001) 1235-1245
51. Hessmann,M.H., Rommens,P.M.  
"Das biomechanische Verhalten winkelstabiler Implantatsysteme am proximalen Humerus",  
Verlag Hans Huber, Bern, 2003, 87-90
52. Hintermann,B., Trouillier,H.H., Schafer,D.  
Rigid internal fixation of fractures of the proximal humerus in older patients.  
J.Bone Joint Surg.Br. 82 (2000) 1107-1112
53. Hoffmann,R., Khodadadyan,C., Raschke,M., Melcher,I., Maitino,P.D., Haas,N.P.  
Die retrograde Markdrahtung bei proximaler Humerusfraktur des älteren Patienten.  
Zentralbl.Chir 123 (1998) 1232-1238
54. Horak,J., Nilsson,B.E.  
Epidemiology of fracture of the upper end of the humerus.  
Clin.Orthop.Relat Res. 112 (1975) 250-253
55. Ingman,A.M., Waters,D.A.  
Locked intramedullary nailing of humeral shaft fractures. Implant design, surgical technique, and clinical results.  
J.Bone Joint Surg.Br. 76 (1994) 23-29
56. Instrum,K., Fennell,C., Shrive,N., Damson,E., Sonnabend,D., Hollinshead,R.  
Semitubular blade plate fixation in proximal humeral fractures: a biomechanical study in a cadaveric model.  
J.Shoulder Elbow Surg 7 (1998) 462-466
57. Jaberg,H., Warner,J.J., Jakob,R.P.  
Percutaneous stabilization of unstable fractures of the humerus.  
J.Bone Joint Surg.Am. 74 (1992) 508-515
58. Jakob,R.P., Ganz,R.  
Proximale Humerusfrakturen.  
Helv.Chir Acta 48 (1982) 595-610



59. Jakob,R.P., Kristiansen,Th., Ganz,R.  
Proximale Humerusfrakturen - Klassifikation und Aspekte der Behandlung,  
In: "Verletzungen und Erkrankungen der Schulterregion", Chapchal,G. (Hrsg.), Thieme, Stuttgart, 1984, 79-85
60. Jakob,R.P., Miniaci,A., Anson,P.S., Jaberg,H., Osterwalder,A., Ganz,R.  
Four-part valgus impacted fractures of the proximal humerus.  
J.Bone Joint Surg.Br. 73 (1991) 295-298
61. Jensen,K.L., Rockwood,C.A.  
X-ray evaluation of shoulder problems,  
In: "The shoulder", Rockwood,C.A., Matsen,F.A., Wirth,M., Lippitt,S.B. (Hrsg.), Saunders, Philadelphia, 2004,  
3. Auflage, 187-222
62. Kaeser,H.I.  
Neurologische Nebenverletzungen bei Luxationen und Frakturen im Bereich der Schultergegend,  
In: "Verletzungen und Erkrankungen der Schulterregion", Chapchal,G. (Hrsg.), Thieme, Stuttgart-New York,  
1984, 145-152
63. Kannus,P., Palvanen,M., Niemi,S., Parkkari,J., Jarvinen,M., Vuori,I.  
Increasing number and incidence of osteoporotic fractures of the proximal humerus in elderly people.  
BMJ 313 (1996) 1051-1052
64. Kannus,P., Palvanen,M., Niemi,S., Parkkari,J., Jarvinen,M., Vuori,I.  
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 (2000) 465-470
65. Kocher, T.  
"Beiträge zur Kenntnis einiger praktisch wichtiger Frakturformen",  
Carl Sallmann, Basel-Leipzig, 1896  
**zitiert nach:** Blaine,T.A., Bigliani,L.U., Levine,W.N., Fractures of the proximal humerus, in "The Shoulder",  
Vol. 1, Rockwood, C. A., Matsen, F. A., Wirth, M., and Lippitt, S. B. (Hrsg.), Saunders, Philadelphia, 2004,  
355
66. Kocalkowski,A., Wallace,W.A.  
Closed percutaneous K-wire stabilization for displaced fractures of the surgical neck of the humerus.  
Injury 21 (1990) 209-212
67. Koukakis,A., Apostolou,C.D., Taneja,T., Korres,D.S., Amini,A.  
Fixation of proximal humerus fractures using the PHILOS plate: early experience.  
Clin.Orthop.Relat Res. 442 (2006) 115-120
68. Koval,K.J., Blair,B., Takei,R., Kummer,F.J., Zuckerman,J.D.  
Surgical neck fractures of the proximal humerus: a laboratory evaluation of ten fixation techniques.  
J.Trauma 40 (1996) 778-783
69. Koval,K.J., Blair,B., Takei,R., Kummer,F.J., Zuckerman,J.D.  
Surgical neck fractures of the proximal humerus: a laboratory evaluation of ten fixation techniques.  
J.Trauma 40 (1996) 778-783
70. Koval,K.J., Gallagher,M.A., Marsicano,J.G., Cuomo,F., McShinawy,A., Zuckerman,J.D.  
Functional outcome after minimally displaced fractures of the proximal part of the humerus.  
J.Bone Joint Surg Am. 79 (1997) 203-207
71. Kraulis,J., Hunter,G.  
The results of prosthetic replacement in fracture-dislocations of the upper end of the humerus.  
Injury 8 (1976) 129-131
72. Kristiansen,B., Andersen,U.L., Olsen,C.A., Varmarken,J.E.  
The Neer classification of fractures of the proximal humerus. An assessment of interobserver variation.  
Skeletal Radiol. 17 (1988) 420-422

73. Kristiansen,B., Angermann,P., Larsen,T.K.  
Functional results following fractures of the proximal humerus. A controlled clinical study comparing two periods of immobilization.  
Arch.Orthop.Trauma Surg. 108 (1989) 339-341
74. Kristiansen,B., Barfod,G., Bredesen,J., Erin-Madsen,J., Grum,B., Horsnaes,M.W., Aalberg,J.R.  
Epidemiology of proximal humeral fractures.  
Acta Orthop.Scand. 58 (1987) 75-77
75. Kristiansen,B., Christensen,S.W.  
Plate fixation of proximal humeral fractures.  
Acta Orthop.Scand. 57 (1986) 320-323
76. Kuner,E.H.  
Die Frakturen des proximalen Humerus. Einteilung und Behandlungsprinzipien.  
Z.Unfallchir.Versicherungsmed. 85 (1992) 156-162
77. Kuner,E.H., Siebler,G.  
Luxationsfrakturen des proximalen Humerus - Ergebnisse nach operativer Behandlung. Eine AO-Studie über 167 Fälle.  
Unfallchirurgie 13 (1987) 64-71
78. Kwasny,O., Maier,R.  
Die Bedeutung von Nervschäden bei der Oberarmfraktur.  
Unfallchirurg 94 (1991) 461-467
79. Lahm,A., Roesgen,M.  
Minimalosteosynthese mit Drahtcerclagen bei dislozierten Humeruskopffrakturen.  
Aktuelle Traumatol 27 (1996) 22-28
80. LAING,P.G.  
The arterial supply of the adult humerus.  
J.Bone Joint Surg.Am. 38-A (1956) 1105-1116
81. Lauritzen,J.B., Schwarz,P., Lund,B., McNair,P., Transbol,I.  
Changing incidence and residual lifetime risk of common osteoporosis-related fractures.  
Osteoporos.Int. 3 (1993) 127-132
82. Lee,C.K., Hansen,H.R.  
Post-traumatic avascular necrosis of the humeral head in displaced proximal humeral fractures.  
J.Trauma 21 (1981) 788-791
83. Lichtenhahn,P., Fernandez,D.L., Schatzker,J.  
Analyse zur "Anwenderfreundlichkeit" der AO-Klassifikation für Frakturen.  
Helv.Chir Acta 58 (1992) 919-924
84. Lill,H., Josten,C.  
Konservative oder operative Versorgung der Humeruskopffraktur beim alten Menschen?  
Chirurg 72 (2001) 1224-1234
85. Lill,H., Lange,K., Prasse-Badde,J., Schmidt,A., Verheyden,P., Echtermeyer,V.  
Die T-Platten-Osteosynthese bei dislozierten proximalen Humerusfrakturen.  
Unfallchirurgie 23 (1997) 183-190
86. Lin,J., Hou,S.M., Hang,Y.S.  
Locked nailing for displaced surgical neck fractures of the humerus.  
J.Trauma 45 (1998) 1051-1057
87. Lind,T., Kroner,K., Jensen,J.  
The epidemiology of fractures of the proximal humerus.  
Arch.Orthop.Trauma Surg. 108 (1989) 285-287

88. Linhart,W., Großerlinden,L., Hassunizadeh,B., Janssen,A., Sommerfeldt,D.W., Rueger,J.M.  
A new approach to operative treatment of proximal humeral fractures: Intramedullary nailing with fixed-angle locking screws.  
Osteo.Trauma Care 10 (2002) 83-85
89. Ludin,D., Gross,T., von Holzen,U., Messmer,P., Regazzoni,P.  
Winkelstabile Osteosynthese proximaler Humerusfrakturen - Erste klinische Resultate mit der PHILOS-Platte.  
Swiss Surg 9 Suppl 1 (2003) 25
90. Lyons,F.A., Rockwood,C.A., Jr.  
Migration of pins used in operations on the shoulder.  
J.Bone Joint Surg.Am. 72 (1990) 1262-1267
91. Malgaigne,J.F.  
Fractures de l'humerus,  
In: "Traité des fractures et des luxations", J.B.Baillière, Paris, 1855, 513-551
92. Marquass,B., Hepp,P., Voigt,C.  
Grundlagen,  
In: "Die proximale Humerusfraktur. Neue Techniken - Neue Implantate - Tipps und Tricks", Lill,H. (Hrsg.), Thieme, Stuttgart, 2006, 1-14
93. Mathews,J., Lobenhoffer,P.  
Ergebnisse der Versorgung instabiler Oberarmkopffrakturen bei geriatrischen Patienten mit einem neuen winkelstabilen antegraden Marknagelsystem.  
Unfallchirurg 107 (2004) 372-380
94. Matsuda,M., Kiyoshige,Y., Takagi,M., Hamasaki,M.  
Intramedullary bone-cement fixation for proximal humeral fracture in elderly patients. A report of 5 cases.  
Acta Orthop.Scand. 70 (1999) 283-285
95. Maurer,J., Rüter,A.-E.  
Winkelstabile Plattenosteosynthese am proximalen Humerus.  
Trauma Berufskrankh. 6 Suppl 2 (2004) 247-250
96. Meissner,A.  
Operative Therapie der Humeruskopfluxationsfraktur bei Erwachsenen. Eigenes Vorgehen und Ergebnisse.  
Aktuelle Traumatol 17 (1987) 204-208
97. Melzer,Ch.  
Der Oberarmkopfbuch beim alten Menschen.  
Aktuelle Traumatol 26 (1996) 136-142
98. Menck,J., Dobler,A., Dohler,J.R.  
Vaskularisation des Humerus.  
Langenbecks Arch.Chir 382 (1997) 123-127
99. Mendelson,W.B.  
The use of sedative/hypnotic medication and its correlation with falling down in the hospital.  
Sleep 19 (1996) 698-701
100. Mittlmeier,T.W., Stedtfeld,H.W.  
Stabilisation von Humeruskopffrakturen mittels antegrader winkelstabiler Verriegelungsmarknagelung (Targon PH).  
Trauma Berufskrankh. 7 Suppl 1 (2005) 15-26
101. Mittlmeier,T.W., Stedtfeld,H.W., Ewert,A., Beck,M., Frosch,B., Gradl,G.  
Stabilization of proximal humeral fractures with an angular and sliding stable antegrade locking nail (Targon PH).  
J.Bone Joint Surg.Am. 85-A Suppl 4 (2003) 136-146
102. Mosley,H.F.  
Examination of the Shoulder,  
In: "Shoulder Lesions", Churchill Livingstone, Edinburgh, London, 1972, 3. Auflage, 28-29

103. Mulder,J.D., Schütte,H.E., Kroon,H.M., Taconis,W.K.  
Secondary malignant bone lesions,  
In: "Radiologic atlas of bone tumors", Netherlands Committee on Bone Tumors (Hrsg.), Elsevier, Amsterdam-London-New York-Tokyo, 1993, 337-351
104. Müller, M. E.  
CCF Comprehensive classification of fractures, Pamphlets I/II,  
Müller Foundation, Bern, 1996
105. Müller,M.E., Nazarian,S., Koch,P., Schatzker,J.  
"The comprehensive classification of fractures of long bones",  
Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1990, 54
106. Neer,C.S.  
Fractures,  
In: "Shoulder reconstruction", Neer,C.S. (Hrsg.), Saunders, Philadelphia-London-Toronto, 1990, 363-420
107. Neer,C.S.  
Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation.  
J.Bone Joint Surg.Am. 52 (1970) 1077-1089
108. Neer,C.S.  
Displaced proximal humeral fractures. II. Treatment of three-part and four-part displacement.  
J.Bone Joint Surg.Am. 52 (1970) 1090-1103
109. Neer,C.S., Watson,K.C., Stanton,F.J.  
Recent experience in total shoulder replacement.  
J.Bone Joint Surg.Am. 64 (1982) 319-337
110. Neumann,K., Muhr,G., Breiffuss,H.  
Primärer Koppersatz der dislozierten Oberarmfraktur.  
Orthopade 21 (1992) 140-147
111. Nevitt,M.C., Cummings,S.R., Kidd,S., Black,D.  
Risk factors for recurrent nonsyncopal falls. A prospective study.  
JAMA 261 (1989) 2663-2668
112. Nguyen,T.V., Center,J.R., Sambrook,P.N., Eisman,J.A.  
Risk factors for proximal humerus, forearm, and wrist fractures in elderly men and women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study.  
Am.J.Epidemiol. 153 (2001) 587-595
113. Nordqvist,A., Petersson,C.J.  
Incidence and causes of shoulder girdle injuries in an urban population.  
J.Shoulder.Elbow.Surg. 4 (1995) 107-112
114. O'Brien,S.J., Arnoczky,S.P., Warren,R.F., Rozbruch,S.R.  
Developmental anatomy of the shoulder and anatomy of the glenohumeral joint,  
In: "The shoulder", Rockwood,C.A., Matsen,F.A., Wirth,M., Lippitt,S.B. (Hrsg.), Saunders, Philadelphia, 2004, 3. Auflage, 1-95
115. Ochsner,P.E., Ilchmann,T.  
Zugurtungsosteosynthese mit resorbierbaren Kordeln bei proximalen Humerusmehrfragmentbrüchen.  
Unfallchirurg 94 (1991) 508-510
116. Orozco,R., Sales,J.M., Videla,M.  
Segment 11: Humerus, proximal,  
In: "Atlas of internal fixation: Fractures of long bones: Classification, statistical analysis, technique, radiology",  
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2000, 1-7
117. Pagnani,M.J., Deng,X.H., Warren,R.F., Torzilli,P.A., O'Brien,S.J.  
Role of the long head of the biceps brachii in glenohumeral stability: a biomechanical study in cadavera.  
J.Shoulder Elbow Surg 5 (1996) 255-262

118. Palvanen,M., Kannus,P., Niemi,S., Parkkari,J.  
Update in the epidemiology of proximal humeral fractures.  
Clin.Orthop.Relat Res. 442 (2006) 87-92
119. Palvanen,M., Kannus,P., Parkkari,J., Pitkajarvi,T., Pasanen,M., Vuori,I., Jarvinen,M.  
The injury mechanisms of osteoporotic upper extremity fractures among older adults: a controlled study of 287 consecutive patients and their 108 controls.  
Osteoporos.Int. 11 (2000) 822-831
120. Putz,R.  
Topographie und funktionelle Anatomie des Schultergürtels und des Schultergelenks,  
In: "Schulterchirurgie", Habermeyer,P. (Hrsg.), Urban & Fischer, München-Jena, 2002, 3. Auflage, 1-20
121. Putz,R., Liebermann,J., Reichelt,A.  
Funktion des Ligamentum coracoacromiale.  
Acta Anat.(Basel) 131 (1988) 140-145
122. Randelli,M.  
Prosthetic treatment of fractures of the proximal humerus,  
In: "Surgical Techniques in Orthopaedics and Traumatology", Duparc,J. (Hrsg.), Elsevier, Paris-Amsterdam-New York-Oxford-Shannon-Tokyo, 2000, 1-5
123. Resch,H., Hubner,C., Schwaiger,R.  
Minimally invasive reduction and osteosynthesis of articular fractures of the humeral head.  
Injury 32 Suppl 1 (2001) SA25-SA32
124. Resch,H., Povacz,P., Frohlich,R., Wambacher,M.  
Percutaneous fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus.  
J.Bone Joint Surg.Br. 79 (1997) 295-300
125. Ring,D., Jupiter,J.B.  
Internal fixation of the humerus with locking compression plates.  
Tech Shoulder and Elbow Surg 4 (2003) 169-171
126. Rodosky,M.W., Harner,C.D., Fu,F.H.  
The role of the long head of the biceps muscle and superior glenoid labrum in anterior stability of the shoulder.  
Am.J.Sports Med. 22 (1994) 121-130
127. Rommens,P.M., Blum,J., Runkel,M.  
Retrograde nailing of humeral shaft fractures.  
Clin.Orthop.Relat Res. (1998) 26-39
128. Rose,S.H., Melton,L.J., III, Morrey,B.F., Ilstrup,D.M., Riggs,B.L.  
Epidemiologic features of humeral fractures.  
Clin.Orthop.Relat Res. 168 (1982) 24-30
129. Ruch,D.S., Glisson,R.R., Marr,A.W., Russell,G.B., Nunley,J.A.  
Fixation of three-part proximal humeral fractures: a biomechanical evaluation.  
J.Orthop.Trauma 14 (2000) 36-40
130. Ruch,D.S., Glisson,R.R., Marr,A.W., Russell,G.B., Nunley,J.A.  
Fixation of three-part proximal humeral fractures: a biomechanical evaluation.  
J.Orthop.Trauma 14 (2000) 36-40
131. Rüter,A.  
Indikation und Technik der Schulterendoprothese bei der Frakturversorgung.  
Chirurg 72 (2001) 1246-1252
132. Salem,M.I.  
Bilateral anterior fracture-dislocation of the shoulder joints due to severe electric shock.  
Injury 14 (1983) 361-363
133. Savoie,F.H., Geissler,W.B., Vander Griend,R.A.  
Open reduction and internal fixation of three-part fractures of the proximal humerus.  
Orthopedics 12 (1989) 65-70

134. Schnabel,M., Bahrs,C., Walthers,E., Gotzen,L.  
Eine neue Lagerungsschiene zur Standardisierung und Qualitätsverbesserung der Röntgendiagnostik bei proximalen Humerusfrakturen.  
Unfallchirurg 107 (2004) 1099-1102
135. Seeley,D.G., Browner,W.S., Nevitt,M.C., Genant,H.K., Scott,J.C., Cummings,S.R.  
Which fractures are associated with low appendicular bone mass in elderly women? The Study of Osteoporotic Fractures Research Group.  
Ann.Intern.Med. 115 (1991) 837-842
136. Shaw,J.L.  
Bilateral posterior fracture-dislocation of the shoulder and other trauma caused by convulsive seizures.  
J.Bone Joint Surg Am. 53 (1971) 1437-1440
137. Shrader,M.W., Sanchez-Sotelo,J., Sperling,J.W., Rowland,C.M., Cofield,R.H.  
Understanding proximal humerus fractures: image analysis, classification, and treatment.  
J.Shoulder Elbow Surg 14 (2005) 497-505
138. Sidor,M.L., Zuckerman,J.D., Lyon,T., Koval,K., Cuomo,F., Schoenberg,N.  
The Neer classification system for proximal humeral fractures. An assessment of interobserver reliability and intraobserver reproducibility.  
J.Bone Joint Surg.Am. 75 (1993) 1745-1750
139. Siebenrock,K.A., Gerber,C.  
The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus.  
J.Bone Joint Surg.Am. 75 (1993) 1751-1755
140. Siebler,G., Kuner,E.H.  
Spätergebnisse nach operativer Behandlung proximaler Humerusfrakturen bei Erwachsenen.  
Unfallchirurgie 11 (1985) 119-127
141. Siebler,G., Walz,H., Kuner,E.H.  
Minimalosteosynthese von Oberarmkopffrakturen.  
Unfallchirurg 92 (1989) 169-174
142. Simpson,N.S., Schwappach,J.R., Toby,E.B.  
Fracture-dislocation of the humerus with intrathoracic displacement of the humeral head. A case report.  
J.Bone Joint Surg Am. 80 (1998) 889-891
143. Sjöden,G.O., Movin,T., Aspelin,P., Guntner,P., Shalabi,A.  
3D-radiographic analysis does not improve the Neer and AO classifications of proximal humeral fractures.  
Acta Orthop.Scand. 70 (1999) 325-328
144. Sjöden,G.O., Movin,T., Guntner,P., Aspelin,P., Ahrengart,L., Ersmark,H., Sperber,A.  
Poor reproducibility of classification of proximal humeral fractures. Additional CT of minor value.  
Acta Orthop.Scand. 68 (1997) 239-242
145. Skuttek,M., Fremerey,R.W., Bosch,U.  
Level of physical activity in elderly patients after hemiarthroplasty for three- and four-part fractures of the proximal humerus.  
Arch.Orthop.Trauma Surg. 117 (1998) 252-255
146. Smyth,E.H.  
Major arterial injury in closed fracture of the neck of the humerus. Report of a case.  
J.Bone Joint Surg.Br. 51 (1969) 508-510
147. Speck,M., Lang,F.J., Regazzoni,P.  
Proximale Humerusmehrfragmentfrakturen - Misserfolge nach T-Platten-Osteosynthesen.  
Swiss Surg 2 (1996) 51-56
148. Stedtfeld,H.-W., Attmanspacher,W., Thaler,K., Frosch,B.  
Fixation von Humeruskopffrakturen mit anterograder Marknagelung.  
Zentralbl.Chir 128 (2003) 6-11

149. Stedtfeld, H.-W., Wick, M., Winkler, R., Attmanspacher, W.  
Marknagelosteosynthesen - Indikation, technik, sinnvoller Fortschritt (!?) - Proximaler Humerus.  
Trauma Berufskrankh. 6 Suppl 2 (2004) 241-246
150. Stratec Medical, Synthes®:  
PHILOS - Operationstechnik.  
Prospekt Nr. 016.000.166, Umkirch (2003)
151. Szyszkowitz, R.  
Specific fractures: Humerus: proximal,  
In: "AO principles of fracture management", Rüdi, T.P., Murphy, W.M. (Hrsg.), Thieme, Stuttgart-New York,  
2000, 271-289
152. Szyszkowitz, R., Schippinger, G.  
Die Frakturen des proximalen Humerus.  
Unfallchirurg 102 (1999) 422-428
153. Taylor, A. J., Neumann, L., Almeida, J., and Wallace, W. A.  
Strength assessment for the constant score: comparison of the isobex, a fixed spring balance and the  
Nottingham myometer. 7 International Congress of Shoulder Surgery,  
Book of Abstracts, Sydney, 1998, 271
154. Tinetti, M.E., Speechley, M., Ginter, S.F.  
Risk factors for falls among elderly persons living in the community.  
N.Engl.J.Med. 319 (1988) 1701-1707
155. Trupka, A., Wiedemann, E., Ruchholtz, S., Brunner, U., Habermeyer, P., Schweiberer, L.  
Dislozierte Mehrfragmentfrakturen des Humeruskopfes. Bedeutet die Luxation des Kopffragments eine  
Prognoseverschlechterung.  
Unfallchirurg 100 (1997) 105-110
156. Unni, K.K.  
Introduction and scope of study,  
In: "Dahlin's bone tumors: general aspects and data on 11,087 Cases", Lippincott-Raven, Philadelphia-New  
York, 1996, 5. Auflage, 1-9
157. Wachtl, S.W., Marti, C.B., Hoogewoud, H.M., Jakob, R.P., Gautier, E.  
Treatment of proximal humerus fracture using multiple intramedullary flexible nails.  
Arch.Orthop.Trauma Surg. 120 (2000) 171-175
158. Wagner, M.  
General principles for the clinical use of the LCP.  
Injury 34 Suppl 2 (2003) B31-B42
159. Weigand, H., Müller, H.A., Gutjahr, G., Ritter, G.  
Einteilung der Frakturen des proximalen Humerusendes nach prognostischen und therapeutischen  
Gesichtspunkten.  
Unfallchirurgie 10 (1984) 221-236
160. Weise, K., Meeder, P.J.  
Luxationsfrakturen des Oberarmkopfes - Versorgung mit divergierenden Kirschner-Drähten: Technik und  
Ergebnisse.  
Hefte Unfallheilkd 186 (1987) 182-193
161. Wheeler, D.L., Colville, M.R.  
Biomechanical comparison of intramedullary and percutaneous pin fixation for proximal humeral fracture  
fixation.  
J.Orthop.Trauma 11 (1997) 363-367
162. Willems, W.J., Lim, T.E.  
Neer arthroplasty for humeral fracture.  
Acta Orthop.Scand. 56 (1985) 394-395

163. Williams,G.R., Jr., Copley,L.A., Iannotti,J.P., Lissner,S.P.  
The influence of intramedullary fixation on figure-of-eight wiring for surgical neck fractures of the proximal humerus: a biomechanical comparison.  
J.Shoulder.Elbow.Surg. 6 (1997) 423-428
164. Wurm,M., Wolter,D., Wenzl,M., Jessel,M.  
Erste klinische Erfahrungen mit dem Fixateur interne am Humerus.  
Trauma Berufskrankh. 1 (1999) 370-374
165. Zifko,B., Poigenfurst,J., Pezzei,C.  
Die Markdrahtung instabiler proximaler Humeruskopffrakturen.  
Orthopade 21 (1992) 115-120
166. Zimmer,E.A., Brossy,M.  
"Röntgen-Fehleinstellungen erkennen und vermeiden",  
Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1976, 21-35
167. Zimmerman,M.C., Waite,A.M., Deehan,M., Tovey,J., Oppenheim,W.  
A biomechanical analysis of four humeral fracture fixation systems.  
J.Orthop.Trauma 8 (1994) 233-239



# Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 1.1:</b> Darstellung der einwirkenden Muskelzüge bei 2- bis 4-Fragmentfrakturen. Die Frakturfragmente dislozieren entsprechend der Zugrichtung der inserierenden Muskeln (aus Lill <sup>(92)</sup> ).....	14
<b>Abb. 1.2:</b> Blutversorgung des Humeruskopfes: aus Gerber, Schneeberger und Vinh <sup>(32)</sup> bzw. Habermayer <sup>(19)</sup> ..	16
<b>Abb. 1.3:</b> Traumaserie mit den Standard-Röntgenaufnahmen bei proximalen Humerusfrakturen (modifiziert nach Rockwood et al. <sup>(8)</sup> ).....	19
<b>Abb. 1.4:</b> Die Neer-Klassifikation der proximalen Humerusfraktur (modifiziert nach Lill <sup>(92)</sup> ).....	21
<b>Abb. 1.5:</b> Die Habermeyer-Klassifikation der proximalen Humerusfraktur (aus Lill <sup>(92)</sup> ).....	23
<b>Abb. 1.6:</b> Die AO-Klassifikation der proximalen Humerusfraktur (ohne Untergruppen) (aus Lill <sup>(92)</sup> ).....	24
<b>Abb. 1.7:</b> Übersicht über die Behandlungsmöglichkeiten proximaler Humerusfrakturen.....	25
<b>Abb. 3.1:</b> PHILOS <sup>®</sup> -Systembeschreibung (mit freundlicher Genehmigung von Synthes <sup>®</sup> ).....	35
<b>Abb. 3.2:</b> Targon PH <sup>®</sup> -Nagelsystem (mit freundlicher Genehmigung von B Braun, Aesculap <sup>®</sup> ).....	38
<b>Abb. 3.3:</b> Beach-Chair-Lagerung mit 30-40° erhöhtem Oberkörper, abgewinkeltem Knie teil und frei beweglich gelagertem Arm auf dem Armtisch (aus <sup>(2)</sup> mit freundlicher Genehmigung von B Braun, Aesculap <sup>®</sup> ).....	39
<b>Abb. 3.4:</b> Deltoideopectoraler Zugang zum Schultergelenk (modifiziert nach Habermeyer <sup>(35)</sup> ).....	41
<b>Abb. 3.5:</b> Anterolateraler Delta-Split Zugang zum Schultergelenk (aus Habermeyer <sup>(35)</sup> ).....	42
<b>Abb. 3.6:</b> Eigens entworfener Evaluationsbogen zur Erhebung des Constant-Murley-Scores während der Nachuntersuchung.....	46
<b>Abb. 3.7:</b> Patientenfragebogen nach Boehm <sup>(14)</sup> (Seite 1 und 2).....	47
<b>Abb. 3.8:</b> Patientenfragebogen nach Boehm <sup>(14)</sup> (Seite 3, 4 und 5).....	48
<b>Abb. 3.9:</b> Boxplot Erklärung.....	49
<b>Abb. 4.1:</b> Zeitspanne zwischen Trauma bzw. Aufnahme im Krankenhaus und Operation (n=105 Patienten).....	50
<b>Abb. 4.2:</b> Alters- und Geschlechterverteilung der Patienten zum Operationszeitpunkt (n=105 Patienten).....	51
<b>Abb. 4.3:</b> Geschlechterverteilung innerhalb der AO-11 Frakturtypen (A,B,C) (n=105 Patienten).....	52
<b>Abb. 4.4:</b> Aufteilung des beobachteten Kollektivs nach AO-11 Frakturgruppen (A1-3, B1-3, C1-3) (n=105 Patienten).....	52
<b>Abb. 4.5:</b> Häufigkeitsverteilung der AO-11 Frakturtypen nach Altersdekaden (n=105 Patienten).....	52
<b>Abb. 4.6:</b> Balkendiagramm: Häufigkeitsverteilung der AO-11 Frakturtypen (A,B,C) und -gruppen (1,2,3) innerhalb der jeweiligen Therapiegruppe (PHILOS: n=53 Patienten; Targon pH: n=52 Patienten).....	54
<b>Abb. 4.7:</b> Tortendiagramm: Operationshäufigkeit der verantwortlichen Operateure (Op) in der jeweiligen Therapiegruppe (PHILOS: n=53 Patienten; Targon pH: n=52 Patienten).....	55
<b>Abb. 4.8:</b> Boxplots: Vergleich beider Therapiegruppen bezüglich der Ergebnisse im Constant-Murley-Score 3 Monate postoperativ (PHILOS: n=29 Patienten; Targon pH: n=23 Patienten).....	58
<b>Abb. 4.9:</b> Boxplots: Vergleich beider Therapiegruppen bezüglich der Ergebnisse im Constant-Murley-Score 6 Monate postoperativ (PHILOS: n=28 Patienten; Targon pH: n=25 Patienten).....	60
<b>Abb. 4.10:</b> Boxplots: Vergleich beider Therapiegruppen bezüglich der Ergebnisse im Constant-Murley-Score 12 Monate postoperativ (PHILOS: n=39 Patienten; Targon pH: n=31 Patienten).....	66

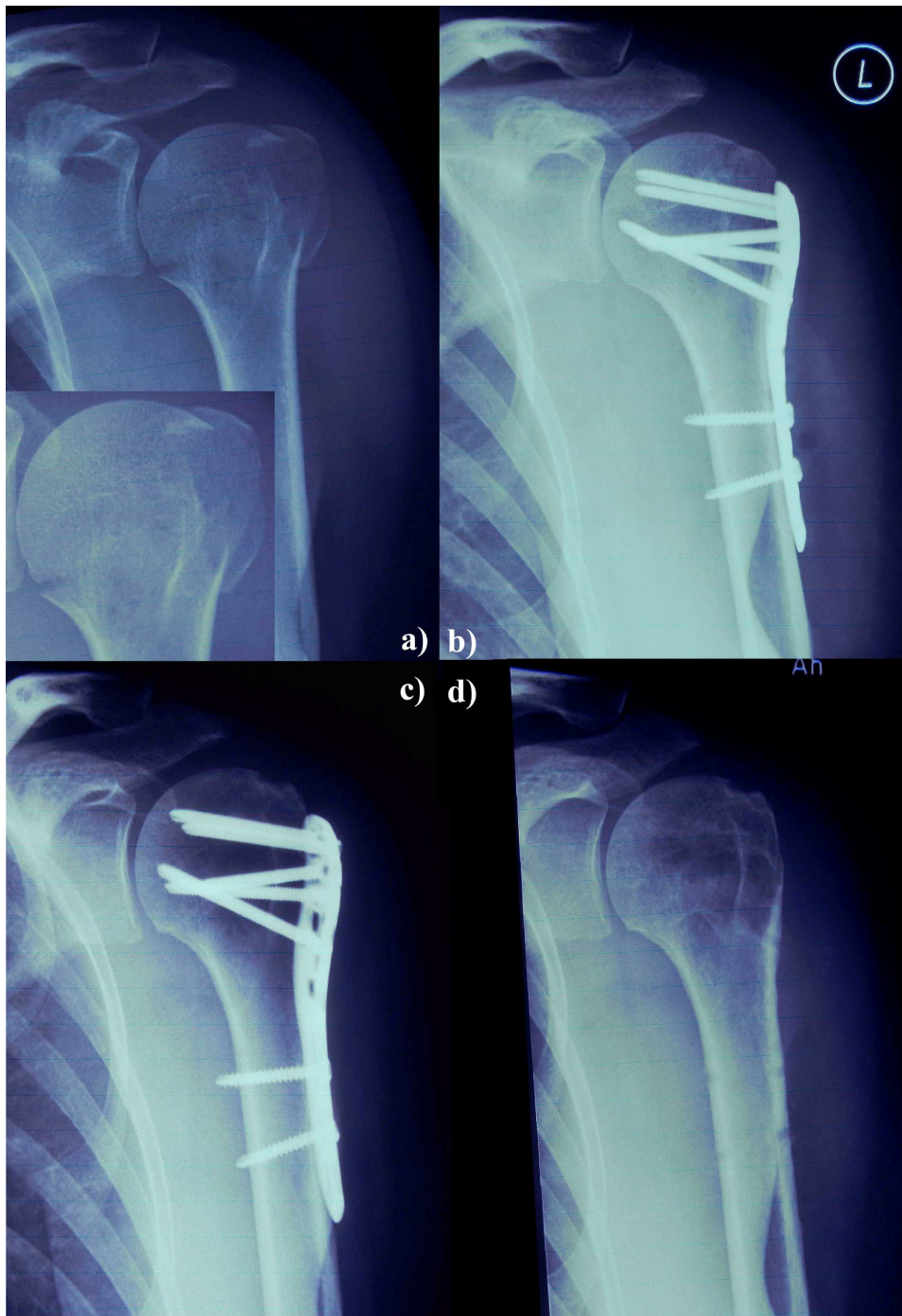
<b>Abb. 4.11:</b> Boxplots: Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich absoluter und zur Gegenseite relativierter Ergebnisse im Constant-Murley-Score 12 Monate postoperativ (PHILOS: n=39 Patienten; Targon pH: n=31 Patienten).....	67
<b>Abb. 4.12:</b> Boxplots: Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Constant-Murley-Score-Ergebnisse der operierten und der Gegenseite in den subjektiven Scoreparametern (Schmerz und Aktivitäten des täglichen Lebens) zum Zeitpunkt der 12-Monats-Nachuntersuchung (PHILOS: n=39 Patienten; Targon pH: n=31 Patienten).....	71
<b>Abb. 4.13:</b> Boxplot: Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Constant-Murley-Score-Ergebnisse der operierten und der Gegenseite in den objektiven Scoreparametern (Kraft und Bewegungsumfang zum Zeitpunkt der 12-Monats-Nachuntersuchung (PHILOS: n=39 Patienten; Targon pH: n=31 Patienten).....	72
<b>Abb. 4.14:</b> Boxplots: Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der 12 Monate postoperativ bei der Nachuntersuchung und im Fragebogen auf der operierten Seite erreichten Punktwerte im Parameter (Schmerz und Aktivitäten des täglichen Lebens) (PHILOS: n=24 Patienten; Targon pH: n=16 Patienten).....	89
<b>Abb. 4.15:</b> Boxplots: Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der 12 Monate postoperativ bei der Nachuntersuchung und im Fragebogen auf der operierten Seite erreichten Punktwerte im Parameter (Kraft und Bewegungsumfang) (PHILOS: n=24 Patienten; Targon pH: n=16 Patienten).....	90
<b>Abb. 4.16:</b> Boxplots: Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der 12 Monate postoperativ bei der Nachuntersuchung und im Fragebogen auf der operierten Seite erreichten Scoresummenwerte (PHILOS: n=24 Patienten; Targon pH: n=16 Patienten).....	91
<b>Anhang - Fallbeispiele</b>	
<b>Abb. 0.1:</b> 3-Fragmentfraktur (AO-11 B 1.3) der linken Seite einer 43-jährigen Patientin ( <b>PHILOS-Platte</b> ) Komplikationsloser Verlauf.....	141
<b>Abb. 0.2:</b> 3-Fragmentfraktur (AO-11 C 1.2) der rechten Seite einer 27-jährigen Patientin ( <b>PHILOS-Platte</b> ) Komplikationsloser Verlauf.....	142
<b>Abb. 0.3:</b> 3-Fragmentfraktur (AO-11 C 1.3) der rechten Seite einer 83-jährigen Patientin ( <b>PHILOS-Platte</b> ) Stellungsverlust nach partieller Kopfnekrose, Sinterung der Kopfkalotte mit konsekutiv intraartikulärer Perforation proximaler Schrauben, sowie backing-out weiterer proximaler Schrauben.....	142
<b>Abb. 0.4:</b> 2-Fragmentfraktur (AO-11 A 3.2) der linken Seite einer 79-jährigen Patientin ( <b>Targon pH-Nagel</b> ) Komplikationsloser Verlauf.....	143
<b>Abb. 0.5:</b> 4-Fragmentfraktur (AO-11 C 1.2) der linken Seite einer 62-jährigen Patientin ( <b>Targon pH-Nagel</b> ) intraartikulärer Perforation zweier proximaler Schrauben.....	144

# Tabellenverzeichnis

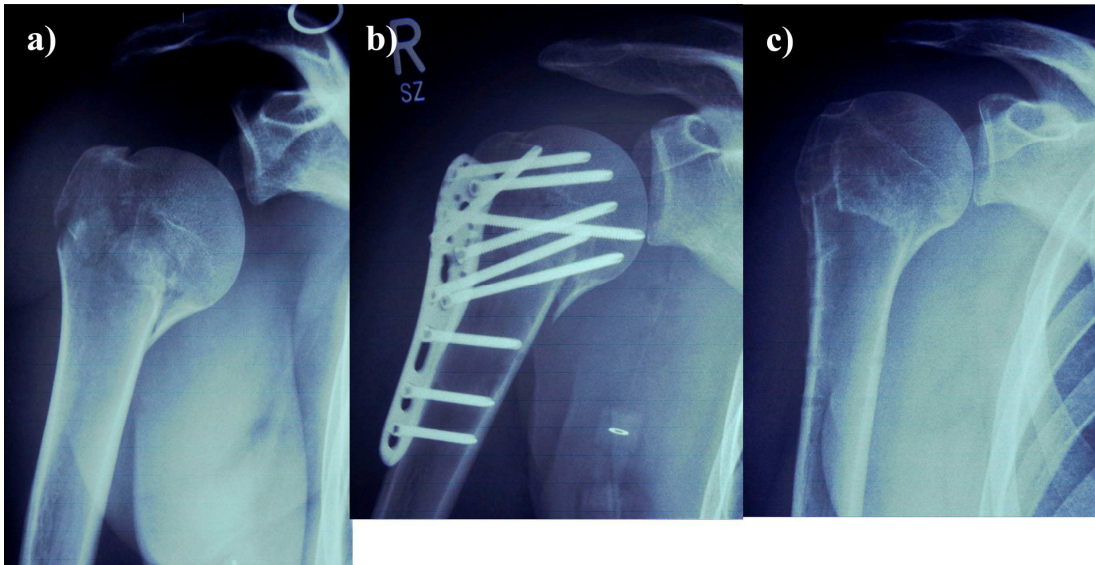
<b>Tab. 3.1:</b> Während des Krankenhausaufenthaltes registrierte Parameter.....	44
<b>Tab. 4.1:</b> Statistischer Vergleich beider Therapiegruppen bezüglich Geschlecht, Alter, AO-11 Frakturtyp und Latenzzeit bis zur Operation (n=105 Patienten).....	54
<b>Tab. 4.2:</b> Statistischer Vergleich beider Therapiegruppen bezüglich der während des Krankenhausaufenthalts aufgenommenen Parameter (PHILOS: n=53 Patienten; Targon PH: n=52 Patienten).....	55
<b>Tab. 4.3:</b> Gruppenvergleichende Übersicht über die statistischen Standardwerte der Nachuntersuchungszeiträume und die Anzahl der jeweils nachuntersuchten Patienten (PHILOS: n=53 Patienten; Targon PH: n=52 Patienten).....	56
<b>Tab. 4.4:</b> Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Ergebnisse im Constant-Murley-Score 3 Monate postoperativ (in Punkten) (PHILOS: n=29 Patienten; Targon PH: n=23 Patienten).	57
<b>Tab. 4.5:</b> Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Ergebnisse im Constant-Murley-Score 6 Monate postoperativ (in Punkten) (PHILOS: n=28 Patienten; Targon PH: n=25 Patienten).	59
<b>Tab. 4.6:</b> Gruppenvergleichende Übersicht über die Patienten bei denen eine Nachuntersuchung 12 Monate postoperativ nicht möglich war (PHILOS: n=53 Patienten; Targon PH: n=52 Patienten).....	61
<b>Tab. 4.7:</b> Gruppenvergleichende Ergebnisübersicht der Schmerzbeurteilung im Constant-Murley-Score 12 Monate postoperativ (PHILOS: n=39 Patienten; Targon PH: n=31 Patienten).....	62
<b>Tab. 4.8:</b> Gruppenvergleichende Ergebnisübersicht: Aktivitäten des täglichen Lebens im Constant-Murley-Score 12 Monate postoperativ (PHILOS: n=39 Patienten; Targon PH: n=31 Patienten).....	62
<b>Tab. 4.9:</b> Gruppenvergleichende Ergebnisübersicht der Kraftbeurteilung im Constant-Murley-Score 12 Monate postoperativ (PHILOS: n=39 Patienten; Targon PH: n=31 Patienten).....	63
<b>Tab. 4.10:</b> Gruppenvergleichende Ergebnisübersicht der Bewegungsumfangsbeurteilung im Constant-Murley-Score 12 Monate postoperativ (PHILOS: n=39 Patienten; Targon PH: n=31 Patienten).....	64
<b>Tab. 4.11:</b> Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Ergebnisse im Constant-Murley-Score 12 Monate postoperativ (in Punkten) (PHILOS: n=39 Patienten; Targon PH: n=31 Patienten).....	68
<b>Tab. 4.12:</b> Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Scorebewertungsgruppen 12 Monate postoperativ (PHILOS: n=39 Patienten; Targon PH: n=31 Patienten).....	69
<b>Tab. 4.13:</b> Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich eines statistischen Unterschiedes zwischen den Werten der operierten und der nicht operierten Gegenseite in den vier Parametern des Constant-Murley-Scores bei der 12-Monats-Nachuntersuchung (PHILOS: n=39 Patienten; Targon PH: n=31 Patienten).....	70
<b>Tab. 4.14:</b> Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich eines statistischen Unterschiedes zwischen dem Scorewert der 3- und der 6-Monatsnachuntersuchung (PHILOS: n=17; Targon PH: n=15).....	73
<b>Tab. 4.15:</b> Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich eines statistischen Unterschiedes zwischen dem Scorewert der 6- und der 12-Monats-Nachuntersuchung (PHILOS: n=22; Targon PH: n=18).....	74
<b>Tab. 4.16:</b> Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Komplikationshäufigkeit bei Patienten mit mindestens einer Nachuntersuchung (PHILOS: n=48 Patienten; Targon PH: n=40 Patienten).....	75

<b>Tab. 4.17:</b> Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Komplikationen bei Patienten mit mindestens einer Nachuntersuchung (PHILOS: n=48 Patienten; Targon PH: n=40 Patienten).....	75
<b>Tab. 4.18:</b> Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der Revisionspflichtigkeit und Folgeeingriffshäufigkeit bei Patienten mit mindestens einer Nachuntersuchung (PHILOS: n=48 Patienten; Targon PH: n=40 Patienten).....	76
<b>Tab. 4.19:</b> Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich der einzelnen komplikationsbedingten Folgeeingriffe (Revisionsarten) bei Patienten mit mindestens einer Nachuntersuchung (PHILOS: n=48 Patienten; Targon PH: n=40 Patienten).....	77
<b>Tab. 4.20:</b> Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich einer statistischen Korrelation zwischen Scoresumme und AO-11 Frakturgrad, Alter, Geschlecht oder Komplikationen (PHILOS: n=39 Patienten; Targon PH: n=31 Patienten).....	80
<b>Tab. 4.21:</b> Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich einer statistischen Korrelation zwischen den einzelnen Scoreparametern und Alter, Geschlecht, Schraubenperforation oder partieller Kopfnekrose (PHILOS: n=39 Patienten; Targon PH: n=31 Patienten).....	80
<b>Tab. 4.22:</b> Gegenüberstellung beider Gruppen bezüglich einer statistischen Korrelation zwischen AO-11 Frakturtyp und Komplikations- bzw. Revisionshäufigkeit oder Auftreten einzelner Komplikationen..	82
<b>Tab. 4.23:</b> Gegenüberstellung der beiden Therapiegruppen bezüglich einer statistischen Korrelation zwischen den einzelnen AO-11 Frakturhauptgruppen und der Komplikationshäufigkeit bei Patienten mit mindestens einer Nachuntersuchung (PHILOS: n=48 Patienten; Targon PH: n=40 Patienten).....	83
<b>Tab. 4.24:</b> Gegenüberstellung der beiden Therapiegruppen bezüglich ihrer statistischen Korrelation zwischen den einzelnen AO-11 Frakturhauptgruppen und der Komplikationshäufigkeit bei Patienten mit Abschluss-NU 12 Monate postoperativ (PHILOS: n=39 Patienten; Targon PH: n=31 Patienten)....	83
<b>Tab. 4.25:</b> Statistischer Vergleich der beiden Therapiegruppen bezüglich einer statistischen Korrelation zwischen der AO-11 Einteilung bzw. den einzelnen AO-11 Frakturhauptgruppen und der Komplikationshäufigkeit (PHILOS: n=48 Patienten; Targon PH: n=40 Patienten) mind. 1 NU .....	83
<b>Tab. 4.26:</b> Statistischer Vergleich beider Therapiegruppen bezüglich der Ergebnisse im selbständig ausgefüllten Patientenfragebogen 12 Monate postop (PHILOS: n=24 Patienten; Targon PH: n=16 Patienten)....	85
<b>Tab. 4.27:</b> Gegenüberstellung beider Therapiegruppen bezüglich eines statistischen Unterschiedes (Signifikanzvergleich des Punkunterschiedes) zwischen Nachuntersuchungs- und Patientenfragebogen 12 Monate postop (operierte und gesunde Seite)(PHILOS: n=24 Patienten; Targon PH: n=16 Patienten).....	86
<b>Tab. 4.28:</b> Vergleich innerhalb beider Therapiegruppen bezüglich eines statistischen Unterschiedes zwischen den 12 Monate postoperativ in der Nachuntersuchung und im Patientenfragebogen erreichten Punktwerte der operierten Seite (PHILOS: n=24 Patienten; Targon PH: n=16 Patienten) .....	87
<b>Tab. 4.29:</b> Vergleich innerhalb beider Therapiegruppen bezüglich eines statistischen Unterschiedes zwischen den 12 Monate postoperativ in der Nachuntersuchung und im Patientenfragebogen erreichten Punktwerte der operierten Seite (PHILOS: n=24 Patienten; Targon PH: n=16 Patienten) .....	88
<b>Tab. 5.1:</b> Literaturübersicht – Operationsdauer, Durchleuchtungszeit.....	100
<b>Tab. 5.2:</b> Literaturübersicht - Scoreergebnisse .....	103
<b>Tab. 5.3:</b> Literaturübersicht - Komplikationsraten.....	110

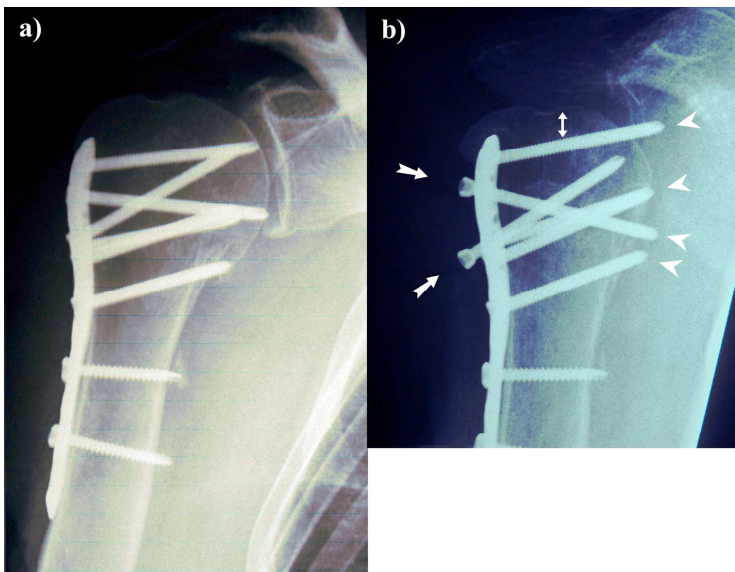
# Anhang - Fallbeispiele



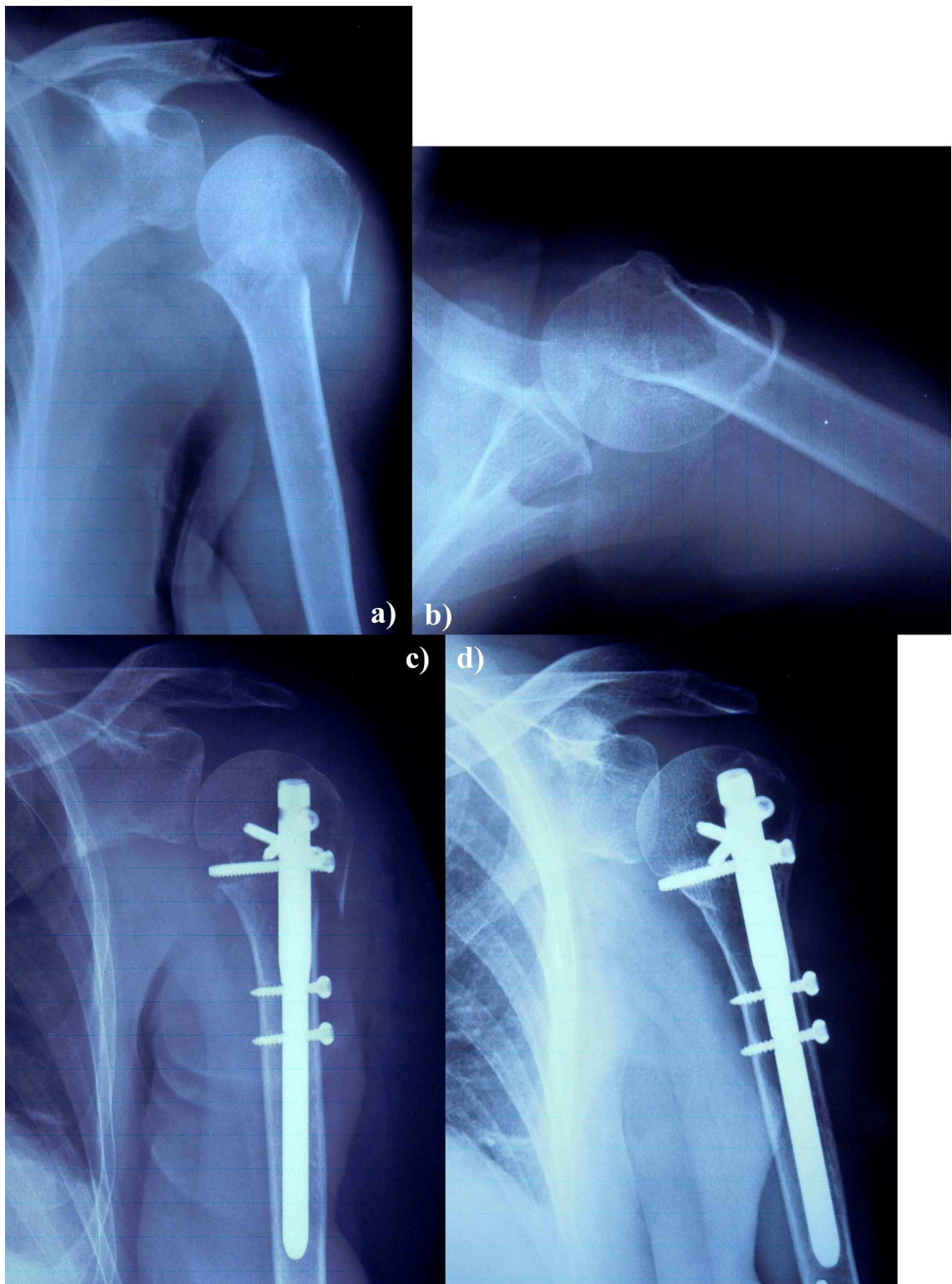
**Abb. 0.1:** 3-Fragmentfraktur (AO-11 B 1.3) der linken Seite einer 43-jährigen Patientin. Kompliktionsloser Verlauf (jeweils echt a.p.-Aufnahme): **a)** präoperativ; **b)** zwei Tage nach offener Reposition und Osteosynthese mit einer kurzen **PHILOS-Platte** (90 mm lang, drei distale Verriegelungslöcher) mit 5 proximalen und 2 distalen Schrauben; **c)** und **d)** 9 Monate postoperativ vor und nach kompletter elektiver Materialentfernung. In der abschließenden 12-Monats-Nachuntersuchung erreichte diese Patientin einen guten Wert im seitenvergleichenden Constant-Murley-Score von 87 Punkten (absoluter Scorewert 74 Punkte).



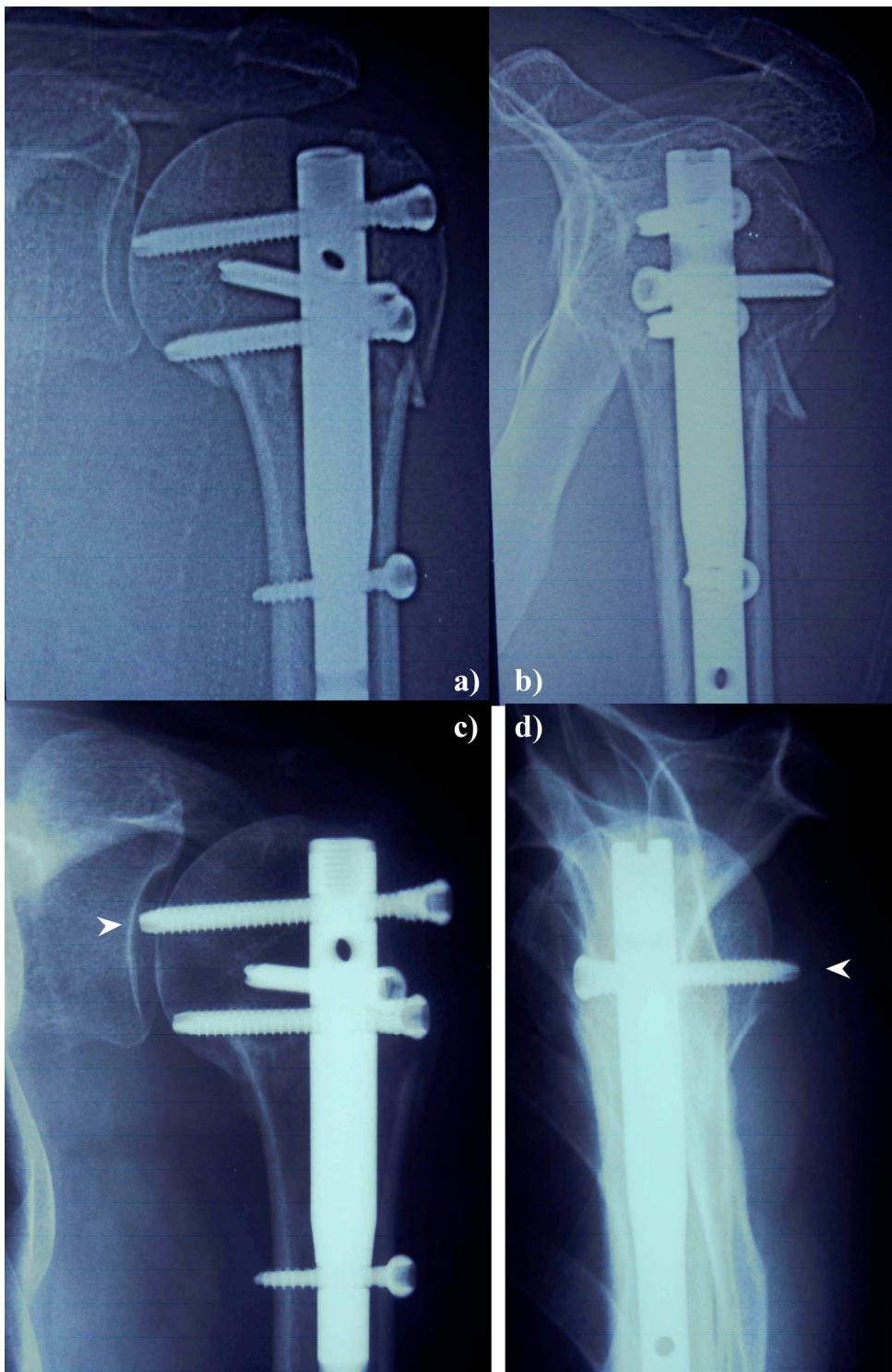
**Abb. 0.1:** 3-Fragmentfraktur (AO-11 C 1.2) der rechten Seite einer 27-jährigen Patientin. Kompliktionsloser Verlauf (jeweils echt a.p.-Aufnahme): **a)** präoperativ; **b)** zwei Tage nach offener Reposition und Osteosynthese mit einer kurzen **PHILOS-Platte** (90 mm lang, drei distale Verriegelungslöcher) mit 7 proximalen und 3 distalen Schrauben; **c)** 9 Monate postoperativ nach kompletter elektiver Materialentfernung. In der abschließenden 12-Monats-Nachuntersuchung erreichte diese Patientin den maximalen Wert im seitenvergleichenden Constant-Murley-Score von 100 Punkten (absoluter Scorewert 85 Punkte).



**Abb. 0.2:** 3-Fragmentfraktur (AO-11 C 1.3) der rechten Seite einer 83-jährigen Patientin  
**a)** vier Tage nach offener Reposition und Osteosynthese mit einer kurzen **PHILOS-Platte** (90 mm lang, drei distale Verriegelungslöcher) mit 6 proximalen und 2 distalen Schrauben (echt a.p.-Aufnahme);  
**b)** 2,5 Monate postoperativ mit Stellungsverlust nach partieller Kopfnekrose und Sinterung der Kopfkalotte (Doppelpfeil) mit konsekutiv intraartikulärer Perforation von vier proximalen Schrauben (Pfeilspitzen) sowie backing-out zweier weiterer proximaler Schrauben (geschwänzte Pfeile) (echt a.p.-Aufnahme).  
Bei der 3-Monats-Nachuntersuchung erreichte diese Patientin einen Wert im seitenvergleichenden Constant-Murley-Score von 43 Punkten. Nach einer Teil-Materialentfernung der perforierenden und ausgelockerten Schrauben und Reosteosynthese mit 4 kanülierten Spongiosaschrauben drei Monate postoperativ konnte in der abschließenden 12-Monats-Nachuntersuchung aber ein guter seitenvergleichender CMS-Wert von 81 Punkten (absoluter Scorewert 68 Punkte) erreicht werden.



**Abb. 0.3:** 2-Fragmentfraktur (AO-11 A 3.2) der linken Seite einer 79-jährigen Patientin. Komplikationsloser Verlauf: **a)** und **b)** präoperativ (echt a.p.-Aufnahme und axiale Aufnahme; **c)** drei Tage nach geschlossener Reposition und Osteosynthese mit einem kurzen **Targon pH-Nagel** (150 mm lang, zwei distale Verriegelungslöcher) mit 3 proximalen und 2 distalen Schrauben (echt a.p.-Aufnahme); **d)** 16 Monate postoperativ (echt a.p.-Aufnahme). In der abschließenden 12-Monats-Nachuntersuchung erreichte diese Patientin einen guten Wert im seitenvergleichenden Constant-Murley-Score von 81 Punkten (absoluter Scorewert 61 Punkte).



**Abb. 0.4:** 4-Fragmentfraktur (AO-11 C 1.2) der linken Seite einer 62-jährigen Patientin  
**a)** und **b)** zwei Tage nach geschlossener Reposition und Osteosynthese mit einem kurzen **Targon pH-Nagel** (150 mm lang, zwei distale Verriegelungslöcher) mit 3 proximalen und 2 distalen Schrauben (echt a.p.-Aufnahme und skapuläre Y-Aufnahme);  
**c)** und **d)** 3,5 Monate postoperativ mit intraartikulärer Perforation zweier proximaler Schrauben (Pfeilspitzen) (echt a.p.-Aufnahme und skapuläre Y-Aufnahme). In der 3-Monats-Nachuntersuchung erreichte diese Patientin einen Wert im seitenvergleichenden Constant-Murley-Score von 46 Punkten. Nach einer Teil-Materialentfernung fünf Monate postoperativ konnte in der abschließenden 12-Monats-Nachuntersuchung aber ein sehr guter seitenvergleichender CMS-Wert von 97 Punkten (absoluter Scorewert 80 Punkte) erreicht werden.



# Danksagung

Danken möchte ich Prof. Dr. S. v. Gumpfenberg und Prof. Dr. M. Scherer, nacheinander Leiter der Abteilung für Unfallchirurgie der Chirurgischen Klinik und Poliklinik der Technischen Universität München Klinikum rechts der Isar, für die Ermöglichung der Doktorarbeit in ihrer Abteilung.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. G. Metak für die Überlassung des interessanten Themas, die tatkräftige Unterstützung und die wertvollen Anregungen, die mir Anstoß zum wissenschaftlichen Denken und Arbeiten gegeben haben.

Außerdem möchte ich den Mitarbeitern der Abteilung für Unfallchirurgie der Chirurgischen Klinik und Poliklinik danken, welche mich bei der Durchführung der Arbeit unterstützt haben.

Mein Dank gilt auch Frau PD Dr. R. Busch, Leiterin des Instituts für Medizinische Statistik und Epidemiologie (IMSE) der Technischen Universität München, für die Unterstützung und Beratung bei der statistischen Auswertung.

Besonders möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir immer zur Seite standen.