

Aus der Klinik für Allgemeine, Unfall-, Hand- und Plastische Chirurgie der
Innenstadt der Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. W. E. Mutschler

**Die winkelstabile Osteosynthese am proximalen Humerus mit
der PHILOS Platte**

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Maja Korsch
aus Wuppertal
2013

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: **Prof. Dr. Ekkehard Euler**

Mitberichterstatter: **Prof. Dr. Gerd Regel**

**Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter:** **Dr. med. Mark Kettler**

Dekan: **Prof. Dr. med. Dr. h. c. M. Reiser, FACR, FRCR**

Tag der mündlichen Prüfung: **13.06.2013**

Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung	- 2 -
1.1	Ziel und Fragestellungen	- 3 -
2	Anatomische Grundlagen	- 5 -
2.1	Knochen und Gelenke	- 5 -
2.2	Schultergelenk und Bandapparat.....	- 5 -
2.3	Muskelapparat des Schultergürtels.....	- 6 -
2.4	Bewegungen im Schultergelenk	- 8 -
2.5	Vaskularisation und Nekroserisiko des Humeruskopfes.....	- 8 -
2.6	Nervale Strukturen der Schulterregion	- 10 -
3	Epidemiologie	- 11 -
4	Frakturklassifikation	- 14 -
4.1	Die Neer-Klassifikation.....	- 14 -
4.2	Die AO-Klassifikation	- 16 -
4.3	Die Habermeyer-Klassifikation.....	- 18 -
5	Therapie der Humeruskopffraktur.....	- 20 -
5.1	Operationsindikation	- 27 -
5.2	Operationstechnik	- 27 -
5.3	Nachbehandlung	- 29 -
6	Material und Methoden	- 30 -
6.1	Studiendesign	- 30 -
6.2	Der Constant–Score	- 31 -
6.3	Der normalisierte Constant-Score.....	- 34 -
6.4	DASH–Score.....	- 35 -
6.5	Statistik.....	- 36 -
6.6	Studienkollektiv	- 36 -
6.7	Unfallmechanismus.....	- 38 -
6.8	Frakturverteilung	- 39 -
7	Ergebnisse	- 42 -
7.1	Radiologische Ergebnisse	- 47 -

7.2	Komplikationen.....	- 50 -
8	Diskussion.....	- 54 -
8.1	Zusammenfassung	- 64 -
8.2	Schlussfolgerung.....	- 66 -
9	Literaturverzeichnis.....	- 67 -
10	Lebenslauf.....	- 76 -
11	Anhang.....	- 78 -
	Dash Score	- 78 -
	Constant Score	- 82 -
	Revisionspflichtige Komplikationen	- 84 -
12	Danksagung.....	- 89 -
	Abbildungsverzeichnis.....	- 86 -
	Tabellenverzeichnis.....	- 88 -

1 Einleitung

Die proximale Humeruskopffraktur ist nach der Hüft- und Radiusfraktur der dritthäufigste Knochenbruch des Menschen. Sie tritt mit einer Inzidenz von ca. 4,5 % (100/100000) auf [Court-Brown 2001, Lauritzen 1993, Seeley 1991].

Untersuchungen zur Knochendichte des Humeruskopfes belegen eine deutlich altersabhängige Reduktion mit gleichzeitiger Abnahme der mechanischen trabekulären Festigkeit des Knochens. So reicht ein einfacher Sturz auf den ausgestreckten Arm häufig als Ursache für einen Oberarmkopfbruch aus [Chu 2004, Kelsey 1992, Lauritzen 1993, Lee 2002, Ruchholtz 2003].

Entsprechend steigt mit zunehmendem Alter die Häufigkeit dieser Fraktur an. So sind 75 % der Patienten über 60 Jahre alt [Court-Brown 2001, Kristiansen 1987, Lauritzen 1993].

Der Bevölkerungsanteil der über 60-Jährigen in der Bundesrepublik Deutschland, welcher derzeit bei 26 % liegt, wird, bis zum Jahr 2040 hochgerechnet, auf 38 % ansteigen [Statistisches Bundesamt, www.destatis.de]. Folglich werden auch die Fallzahlen für die proximale Humeruskopffraktur steigen [Kutscha-Lissberg 2000, Ruchholtz 2003].

Aufgrund der mit zunehmendem Alter steigenden Inzidenz einer Osteoporose, nimmt neben der Frakturhäufigkeit auch der Dislokationsgrad zu, was die Behandlung der Frakturen erschwert.

Das deutlich ältere Patientenkollektiv stellt zusätzliche Anforderungen an das therapeutische Vorgehen. Gerade beim geriatrischen Patienten ist eine frühe Mobilisation mit möglichst rascher häuslicher Reintegration ein wichtiges Kriterium bei der Therapieentscheidung [Kutscha-Lissberg 2000].

Ein Großteil (60-80 %) der proximalen Humeruskopffrakturen kann bei geringer Dislokation der Fragmente und stabiler Verzahnung mit guten Ergebnissen konservativ behandelt werden [Habermeyer 1989, Koval 1997].

Dagegen wird eine dislozierte Fraktur mit Verschiebung oder einer Instabilität der Segmente als Operationsindikation angesehen. Die Vielzahl der operativen Behandlungsstrategien von minimal-invasiven Verfahren, intramedullärer retro- und antegrader Nagelung, offenen Rekonstruktionsverfahren mit Plattenosteosynthesen bis

hin zum endoprothetischen Ersatz zeigen die Schwierigkeit, ein einheitliches Behandlungskonzept zu finden [Tingart 2001].

Operative Therapiemöglichkeiten bei komplexen Humeruskopffrakturen sind bei osteoporotisch veränderten Knochen eingeschränkt. Hier stellen mangelnde Implantatverankerung, sekundäre Implantatlockerung und das Auftreten von avaskulären Kopfnekrosen zusätzliche Problempunkte dar [Köstler 2003, Kutschä-Lissberg 2000, Resch 2003].

Mit der Entwicklung von winkelstabilen Platten für den proximalen Humerus stehen Implantate zur Verfügung, die in biomechanischen Untersuchungen eine Steigerung der Verankerungsfestigkeit auch im osteoporotischen Knochen erzielen. Somit kann das Risiko einer sekundären Dislokation von Schrauben und Fraktursegmenten reduziert werden [Chudik 2003, Helmy 2006, Hintermann 2000, Lill 2003, Weinstein 2006].

Bisherige Veröffentlichungen zur klinischen Anwendung von proximalen winkelstabilen Humerusplatten zeigten überwiegend gute und vielversprechende Ergebnisse [Björkenheim 2004, Brunner 2009, Hente 2004, Klitscher 2008, Koukakis 2006, Lungershausen 2003, Südkamp 2009].

1.1 Ziel und Fragestellungen

Ziel der Studie ist es, an einem Patientenkollektiv mit dislozierter Humeruskopffraktur, die mit einer winkelstabilen Plattenosteosynthese (PHILOS, Firma Synthes®) behandelt wurde, die funktionellen Behandlungsergebnisse im zeitlichen Verlauf von mindestens zwölf Monaten mit dem Constant-Score und dem normalisierten Constant-Score zu erheben.

Das subjektive Empfinden von diversen Einschränkungen der Patienten wurde mit dem DASH-Score erfasst.

Der Frakturverlauf und die Dislokation wurden in Röntgenbildern und in einigen Fällen mittels Computertomographie bewertet.

Neben der Klassifikation des Frakturtyps wurden die primäre Frakturreposition und die Implantatlage beurteilt.

Im weiteren Verlauf wurden die knöcherne Konsolidierung, Veränderungen der Tuberkula- und Achsenstellung sowie Veränderungen der Implantatlage dokumentiert.

Die Entwicklung einer Humeruskopfnekrose wurde bestätigt, wenn folgende Kriterien bestanden: Verdichtung der Spongiosastruktur, Zysten, Entrundung oder Kollaps der Kopfkalotte.

So ergaben sich folgende Fragestellungen:

- Welche Ergebnisse in Bezug auf den Frakturtyp wurden in den Evaluationsinstrumenten erzielt?
- Unterscheiden sich hierbei die Ergebnisse in dem Constant-Score und dem alters- und geschlechtsadaptierten normalisierten Constant-Score?
- Wie entwickelt sich die Schulterfunktion im zeitlichen Verlauf?
- Welchen Einfluss hat das Patientenalter auf die Schulterfunktion?
- Korrelieren funktionell gewichtete Ergebnisse im Constant-Score mit der subjektiver Beurteilung des Patienten im DASH-Score?
- Welchen Einfluss hat die fortgeführte Physiotherapie auf die Ergebnisse im Constant-Score?
- Besteht eine Korrelation zwischen der radiologischen Frakturklassifikation und der Schulterfunktion?
- Welche mittelfristigen Komplikationen traten auf?
- Welche Komplikationen waren revisionspflichtig?

2 Anatomische Grundlagen

2.1 Knochen und Gelenke

Das Schultergelenk ist ein muskulär geführtes Kugelgelenk. Der knöcherne Aufbau des Schultergürtels besteht aus Skapula und Klavikula, sowie dem oberen Teil des Humerusschaftes und dem Caput humeri.

Zu den Gelenken des Schultergürtels gehören verschiedene benachbarte Gelenkkombinationen

(Sternoklavikulargelenk/Akromioklavikulargelenk/Skapulohumeralgelenk/Akromiohumeralgelenk).

2.2 Schultergelenk und Bandapparat

Die artikulierenden Skelettelemente des Schulterhauptgelenks sind Caput humeri und die Cavitas glenoidalis scapulae. Der Humeruskopf ist etwa dreimal so groß wie die Gelenkpfanne.

Die Gelenkpfanne erfährt durch das Labrum glenoidale eine bedeutende Vergrößerung und eine ausgeprägte Konkavität, was klinisch für die Stabilität des Schultergelenks von Bedeutung ist.

Die Gelenkkapsel ist entsprechend der großen Beweglichkeit nicht sehr straff und spannt sich erst mit zunehmender Abduktion an, wodurch die Rotationsbeweglichkeit in Abduktion wesentlich geringer ist als beim herunterhängenden Arm.

Bei Adduktion des Arms bildet die Kapsel unterhalb des Labrum glenoidale eine Reservefalte, den Recessus axillaris, der bei Abduktion aufgehoben wird.

Als Kapselverstärkungen dienen die drei Ligamenta glenohumeralia (superius, medius und inferius), wobei das inferiore Band funktionell als passive Barriere am wichtigsten ist, es wird häufig mit dem Labrum glenoidale bei der vorderen Schulterluxation abgerissen (Bankartläsion).

Weiter verstärkt wird die Gelenkkapsel durch das Ligamentum coracohumerale, welches lateral am Processus coracoideus entspringt und, über die Bizepssehne hinweg ziehend, mit einem Schenkel zusammen mit der Supraspinatussehne am Tuberkulum majus und mit einem zweiten Schenkel am Tuberkulum minus ansetzt [Clark 1992, Habermeyer 1989, Rumschik 2002].

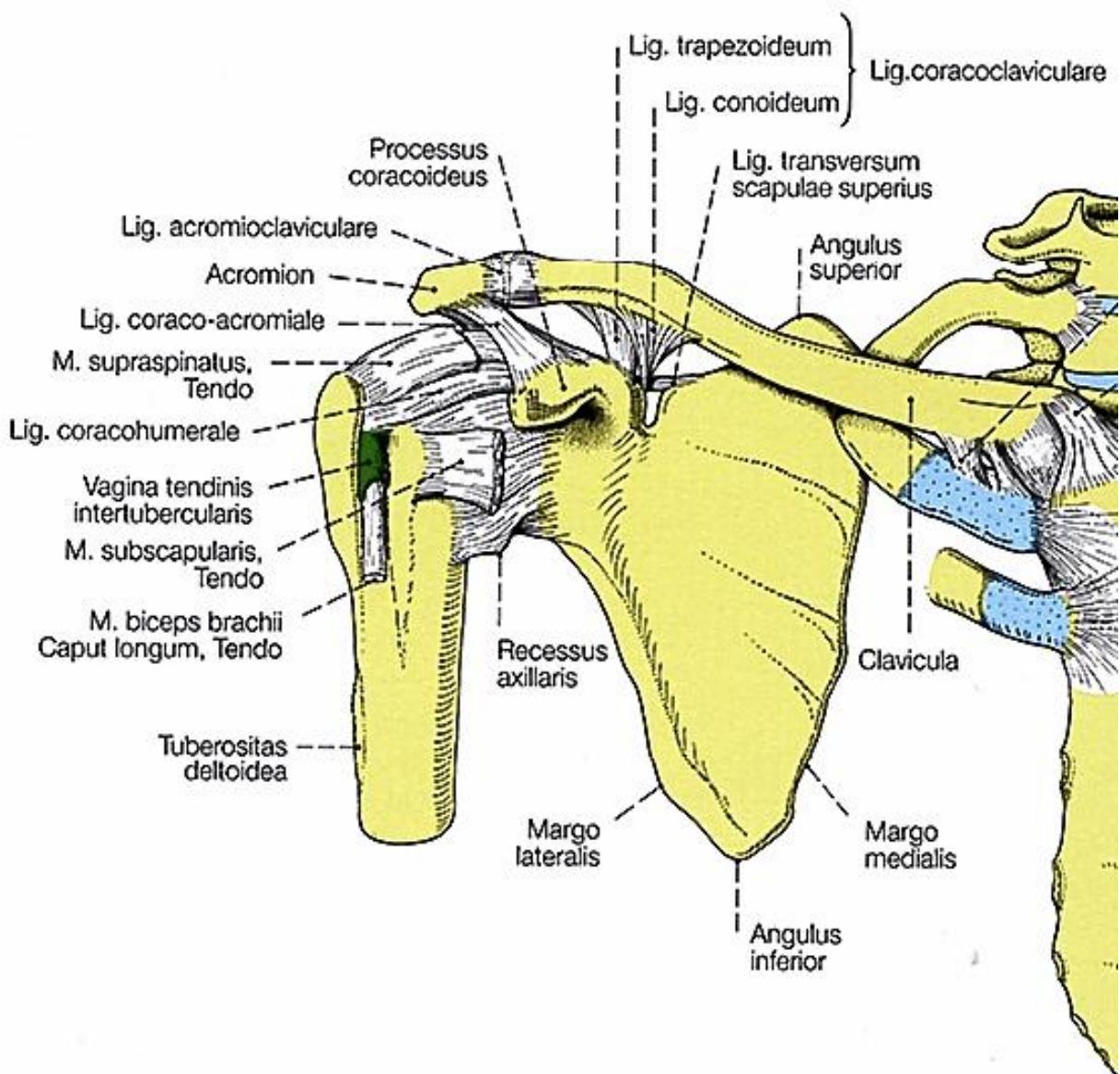


Abb. 1 Benninghoff A, Drenckhahn D (2003): Bänder des Schultergürtels rechts von ventral. In: Anatomie, Band 1, 16. Auflage, Urban und Fischer Verlag München: S. 284

2.3 Muskelapparat des Schultergürtels

Der Humeruskopf wird kappenförmig von den Sehnen der Rotatorenmanschette umfasst (M. supraspinatus/infraspinatus, M. teres minor, M. subscapularis).

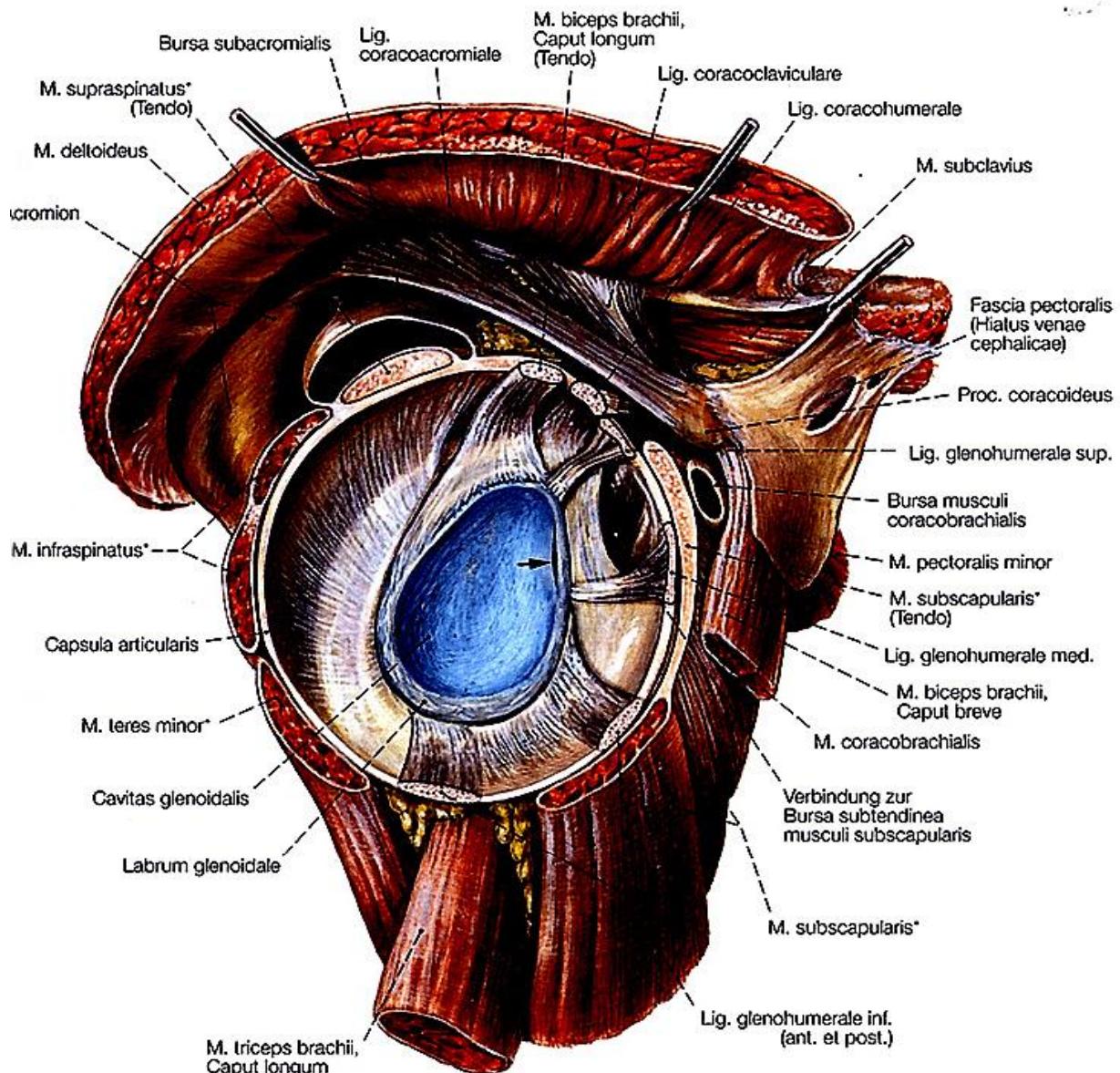
Die Muskeln der Rotatorenmanschette haben einerseits die Aufgabe der Außenrotation (M. teres minor und M. infraspinatus), der Abduktion

(M. supraspinatus) und der Innenrotation (M. subscapularis); die Hauptaufgabe besteht jedoch in der Stabilisierung des Humeruskopfes im Glenoid während der Gelenkbewegung. So wird zum Beispiel die Wirkung des M. deltoideus als stärkster Abduktor ermöglicht, ohne dass es zu einer Dislokation des Humeruskopfes aus der

Pfanne kommt. Die Insertion der Sehnen und der Muskelzug an den Fragmenten sind bei der Humeruskopfmehrfragmentfraktur unter anderem für die Dislokation der Fragmente verantwortlich.

Sowohl die Rotatorenmanschette als auch die Muskeln M. teres major, M. deltoideus und M. latissimus dorsi gehören zu den dorsalen Schultermuskeln.

Die ventrale Schultermuskulatur wird durch den M. pectoralis major und M. pectoralis minor gebildet.



Die Sehnen der mit * gekennzeichneten Muskeln bilden die sog. "Rotatorenmanschette"

→ häufige Spaltbildung zwischen Labrum und Pfannenrand

Abb. 2 Benninghoff A, Drenckhahn D (2003) : Einblick in das eröffnete rechte Schultergelenk mit Rotatorenmanschette. In: Anatomie, Band 1, 16. Auflage, Urban und Fischer Verlag München: S. 287

2.4 Bewegungen im Schultergelenk

Das Schultergelenk ist ein muskulär geführtes Gelenk. Neben der Rotatorenmanschette wirken auch die übrigen Muskeln bei den umfangreichen Bewegungen im Schultergelenk mit.

Aus der Grundstellung heraus ist im Schultergelenk lediglich eine Abduktion um 90° möglich. Nur durch das Zusammenwirken von Glenohumeralgelenk und Drehung der Skapula wird der Bewegungsumfang durch die Stellungsänderung der Schultergelenkpfanne erweitert und somit eine Abduktion bis 180° ermöglicht.

Bei Außenrotation werden Werte von ungefähr 80°, bei Innenrotation bis zu 95° erreicht.

Der Arm kann bis 40° retrovertiert und bis 90° antevertiert werden.

Bei Stellungsänderung der Gelenkpfanne kann die Anteversion in eine Elevation übergehen. Es können dann Werte von bis zu 170° erzielt werden. Bei seitwärts angehobenem Arm kann bis 70° jeweils ein- und auswärts rotiert werden.

2.5 Vaskularisation und Nekroserisiko des Humeruskopfes

Die Blutversorgung des Humeruskopfes erfolgt über die A. circumflexa humeri anterior und die A. circumflexa humeri posterior, die aus der A. axillaris entspringen.

Grundsätzlich wird der proximale Humeruskopf über fünf durch Anastomosen verbundene Gefäße versorgt, die aus den beiden oben genannten Arterien entspringen. Das Caput humeri wird in vier Gefäßversorgungsgebiete aufgeteilt: Kopfkalotte, Tuberkulum majus, Tuberkulum minus und mediales Collumsegment.

Die Kopfkalotte wird durch die A. circumflexa humeri anterior versorgt, die einen Ast, die A. arcuata, abgibt.

Diese dringt im Sulcus intertubercularis in den knöchernen Humerus ein und zweigt sich dort auf.

Besonders bei Absprengung des Tuberkulum minus oder bei Weichteildurchtrennung im Bereich des Sulcus intertubercularis kommt es zur Schädigung der A. arcuata und somit droht eine Minderperfusion des Kalottensegments.

Neben der A. arcuata wird die Kalotte auch durch periostale Gefäßzuflüsse aus der A. circumflexa humeri anterior und posterior perfundiert.

Die Gefäße treten am anatomischen Hals medio-dorsal in den Kopf ein. Diese anatomische Gegebenheit impliziert die kritische Durchblutung infolge von Frakturverläufen im anatomischen Hals

Während Frakturen im Bereich des chirurgischen Halses die Gefäßversorgung des Humeruskopfes kaum behindern, sind Frakturverläufe im anatomischen Hals mit einer hohen Nekroserate bis zu 50 % assoziiert [Habermeyer 1997]. Bei zusätzlichem Abriss von Periost und Kapselverbindungen am anatomischen Hals droht die völlige Unterbrechung der Gefäßversorgung des Kopfsegments [Seegl 1991]. Die Blutversorgung erfolgt dann ausschließlich per diffusionem.

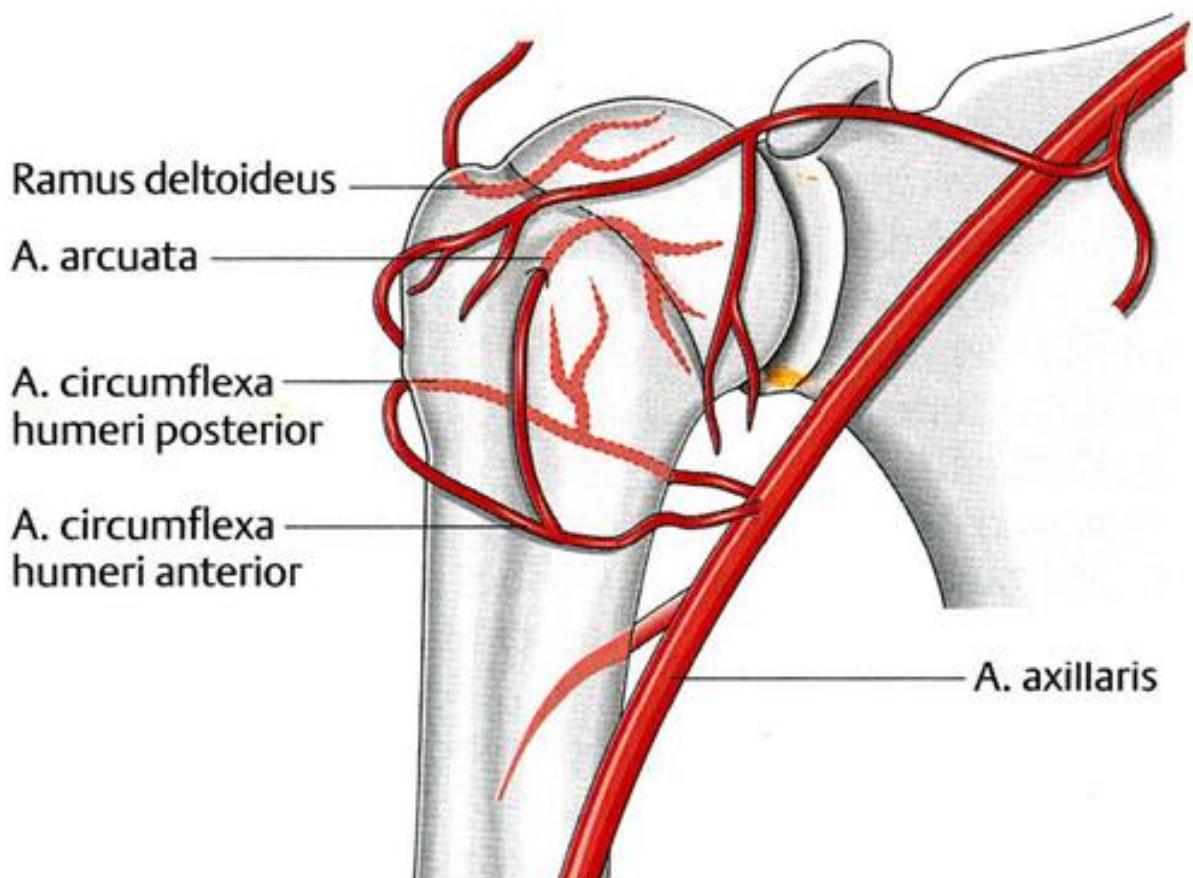


Abb. 3 Kohler H, Wentzzenen A (2002) Arterielle Gefäßversorgung des Humeruskopf. In: Oberarmkopffrakturen. Indikation zur Osteosynthese. OP- Journal 18: S. 230- 236

2.6 Nervale Strukturen der Schulterregion

Die Schulter und der Arm werden motorisch und sensibel vom Plexus brachialis innerviert.

Der Plexus brachialis setzt sich aus den Radices anteriores der Spinalnerven C5-Th1 und kleinen Bündeln aus C4 und Th2 zusammen.

Nach dem Durchtritt durch die Foramina intervertebrales ziehen die Radices anteriores durch die Skalenuslücke.

Noch oberhalb der Clavicula schließen sie sich zu drei Primärsträngen (Trunci) zusammen und ziehen zwischen Clavicula und erster Rippe zur Achselhöhle.

Aus den drei Trunci teilen sich drei Fasciculi ab.

Diese werden nach ihrer Lage zur Arteria axillaris benannt.

Fasciculus posterior: -wird aus den dorsalen Ästen der drei Trunci gebildet und liegt hinter der Arteria axillaris.

Der Fasciculus posterior gibt den N. axillaris und N. radialis ab.

Fasciculus lateralis: -wird aus dem ventralen Ast des Truncus superior und des Truncus medius gebildet und liegt lateral von der A. axillaris. Aus ihm gehen die Nerven N. musculocutaneus und N. medianus hervor.

Fasciculus medialis: -wird aus dem ventralen Ast des Truncus inferior gebildet und liegt medial von der A. axillaris. Aus diesem Fasciculus entspringen die Nerven N. ulnaris, N. cutaneus antebrachii medialis und N. cutaneus brachii medialis

3 Epidemiologie

Die Inzidenz proximaler Humeruskopffrakturen liegt bei ungefähr 4,5 % (100/100.000) aller knöchernen Verletzungen des Skelettsystems. Somit stellt sie nach der Hüft- und Radiusfraktur die dritthäufigste Fraktur des Menschen dar [Court-Brown 2001, Lauritzen 1993, Seeley 1991]. Mehr als 75 % der Patienten, die einen Oberarmkopfbruch erleiden, sind über 60 Jahre alt [Court-Brown 2001, Kristiansen 1987, Lauritzen 1993]. Der Anteil der über 60-Jährigen an der Bevölkerung nimmt in allen Industriestaaten zu. Er liegt in der Bundesrepublik Deutschland derzeit bei 26 %. Bis zum Jahr 2040 wird er laut Hochrechnungen des statistischen Bundesamts auf ca. 38 % ansteigen [Statistisches Bundesamt, www.destatis.de].

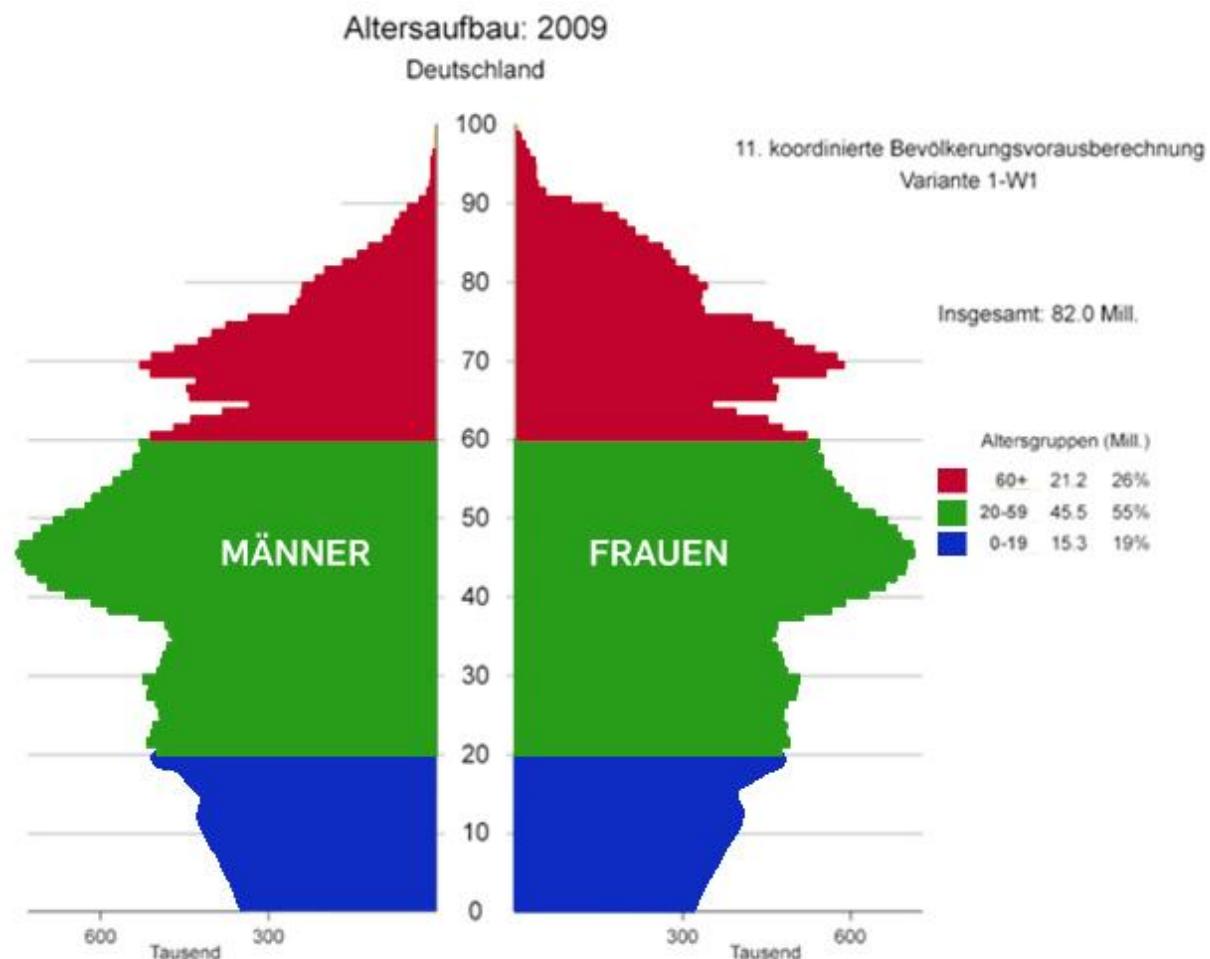


Abb. 4 Altersaufbau in der Bundesrepublik Deutschland 2009 (Statistisches Bundesamt; www.destatis.de)

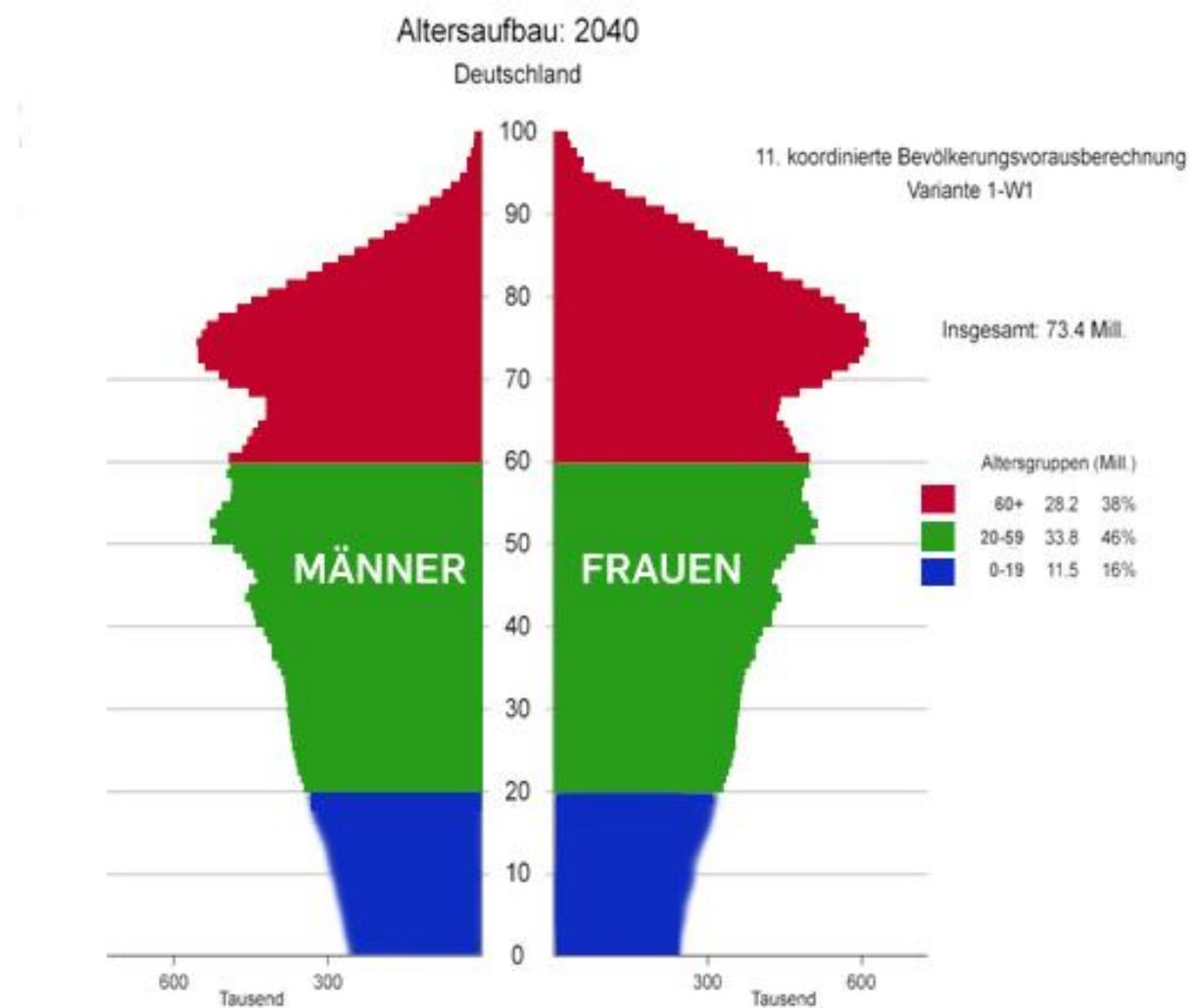


Abb. 5 Altersaufbau in der Bundesrepublik Deutschland 2040 (Statistisches Bundesamt; www.destatis.de)

Durch den Anstieg der Altersgruppe der über 60-Jährigen in unserer Gesellschaft werden die Fallzahlen der Humeruskopffraktur voraussichtlich zunehmen [Bengnér 1988, Kutscha-Lissberg 2000, Palvanen 2006, Ruchholtz 2003]. In einer finnischen Langzeitstudie zeigte sich, dass sich die Inzidenz der Humeruskopffraktur der über 60-Jährigen zwischen 1970 und 2002 verdreifacht hat [Palvanen 2006].

Verschiedene Risikofaktoren begünstigen durch Schwächung der Knochenstruktur das Auftreten einer Fraktur. Dazu zählt der Diabetes mellitus, die Osteoporose sowie eine geringe körperliche Aktivität [Chu 2004, Kelsey 1992, Lauritzen 1993, Lee 2002, Schwartz 2001].

Osteoporose gilt derzeit als globales Problem. In den USA leiden heutzutage etwa 30 Millionen Menschen an Osteoporose. Jede dritte Frau muss mit einer osteoporoseassoziierten Fraktur rechnen. 70 % der 1,3 Millionen Frakturen, die jährlich in den USA bei Patienten über 45 Jahren auftreten, sind osteoporotisch bedingt [Bartl 2004]. Daher ist die Prävention und Therapie der Osteoporose ein wichtiger Ansatzpunkt, um das Frakturrisiko zu senken [Chu 2004, Kelsey 1992, Richter 2002]. Auch vorausgegangene Stürze und Frakturen erhöhen das Risiko, eine Humeruskopffraktur zu erleiden, entscheidend [Chu 2004, Lee 2002]. Insgesamt stürzen mehr als 30 % aller über 65-Jährigen mindestens einmal im Jahr. In Pflegeheimen stürzt bereits mehr als jeder Zweite einmal jährlich [Becker 1998]. Die Häufigkeit steigt mit jeder Lebensdekade um etwa 10 %. Wiederum in etwa 10 % sind Stürze mit Verletzungen verbunden. Bei der Hälfte der Verletzungen handelt es sich um Frakturen [Runge 2001].

Die meisten Oberarmkopfbrüche sind Folge eines einfachen Sturzes. Gangunsicherheit und Koordinationsschwierigkeiten sowie ein schlechtes Seh- und Hörvermögen können Auslöser für ein Sturzereignis sein [Chu 2004, Lee 2002, Palvanen 2006].

Auch Alkoholkonsum und Epilepsie stellen Risikofaktoren für die Humeruskopffraktur dar [Chu 2004, Nguyen 2001]. Aus einigen Studien geht hervor, dass bei Linkshändern häufiger Humeruskopffrakturen beobachtet werden [Chu 2004, Luetters 2003].

Ausreichende körperliche Aktivität und gesunde Ernährung gelten allgemein als protektive Faktoren zur Vermeidung von Frakturen. Training von Muskelkraft, Koordination und Balance gerade bei älteren Patienten können helfen, die Häufigkeit von Stürzen zu verringern [Becker 1998].

4 Frakturklassifikation

4.1 Die Neer-Klassifikation

Nach der Einteilung von Codmann [1934] gilt die Klassifikation nach Neer heute als die klassische Einteilung der Humeruskopffraktur [Neer 1970].

Sie beruht auf dem Prinzip der Unterteilung des Humeruskopfes in 4 Segmente, die frakturiert sein können:

- Kopfkalotte
- Tuberkulum majus
- Tuberkulum minus
- Schaft

Außerdem findet das Ausmaß der Dislokation der Fragmente eine zentrale Rolle.

Als disloziert gelten Frakturen, die eine Verschiebung der Fragmente um >1 cm und eine Achsenfehlstellung > 45° aufweisen.

Entsprechend der Anzahl der frakturierten Fragmente spricht man von „zwei-Fragment“, „drei-Fragment“ und „vier-Fragment“ Frakturen.

Neben der Einteilung nach der Zahl der frakturierten Fragmente erfolgt eine weitere Einteilung in sechs Frakturtypen.

Tab. 1 Frakturtypen nach Neer

Typ I:	unverschobene Fraktur
Typ II:	Fraktur durch den anatomischen Hals (Collum anatomicum)
Typ III:	Frakturlinie verläuft durch den chirurgischen Hals (Collum chirurgicum)
Typ IV:	Tuberkulum majus Fraktur
Typ V:	Tuberkulum minus Fraktur
Typ VI:	Luxationsfraktur

Nach Neers Klassifikation verschlechtert sich die Prognose mit steigender Fragmentzahl und Typenzuordnung, da die Gefahr der Humeruskopfnekrose hierdurch zunimmt [Neer 1970].

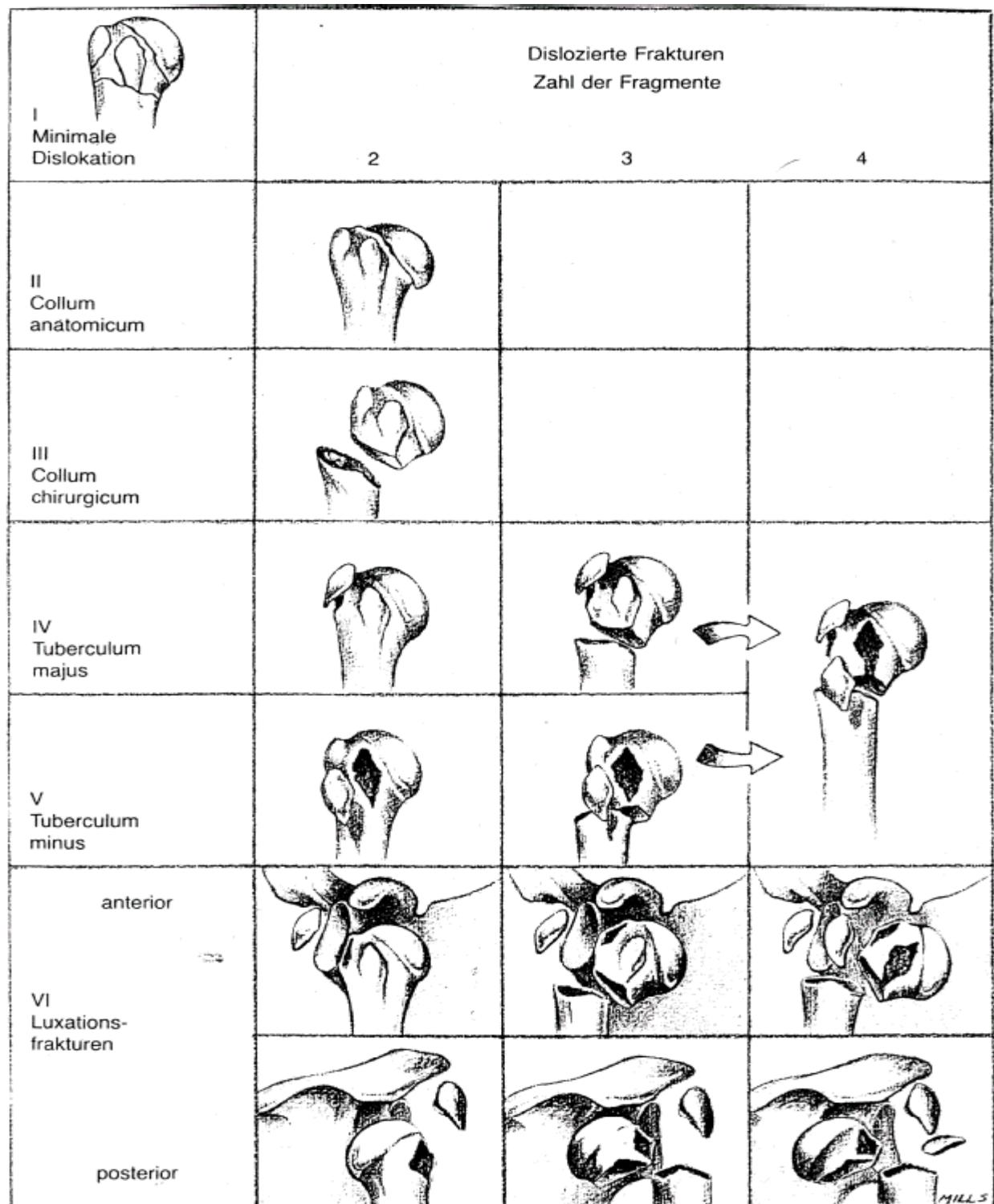


Abb. 6 Habermeyer P, Krueger P, Schweiberer L (1990): Übersicht- Klassifikation der Humeruskopffrakturen nach Neer. In: Schulterchirurgie, Urban-Schwarzenberg Verlag München: S. 200

4.2 Die AO-Klassifikation

Die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) stellte einen weiteren Vorschlag für eine Klassifikation der Humeruskopffrakturen vor [Müller 1990].

Die Frakturtypen werden in drei Hauptgruppen (Typ A, Typ B, Typ C) und jeweils drei Untergruppen (1-3) unterteilt.

Bei den Typ A-Frakturen handelt es sich um extraartikuläre Frakturen mit zwei Fragmenten (Tuberkulum und metaphysäres Fragment).

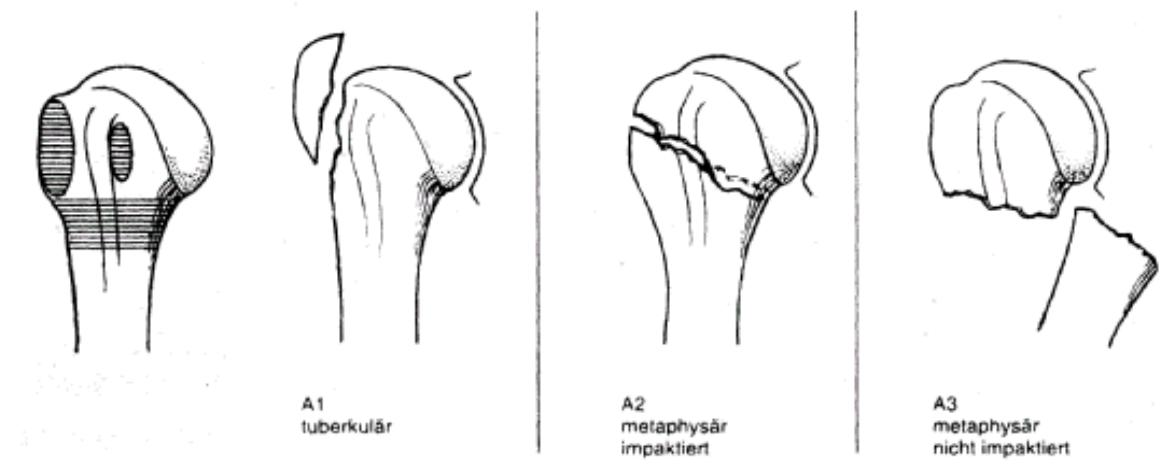
Die B-Frakturen bestehen aus drei Fragmenten (Tuberkula und/oder metaphysäres Fragment) und verlaufen extraartikulär.

Die C-Frakturen werden als intraartikuläre Frakturen definiert.

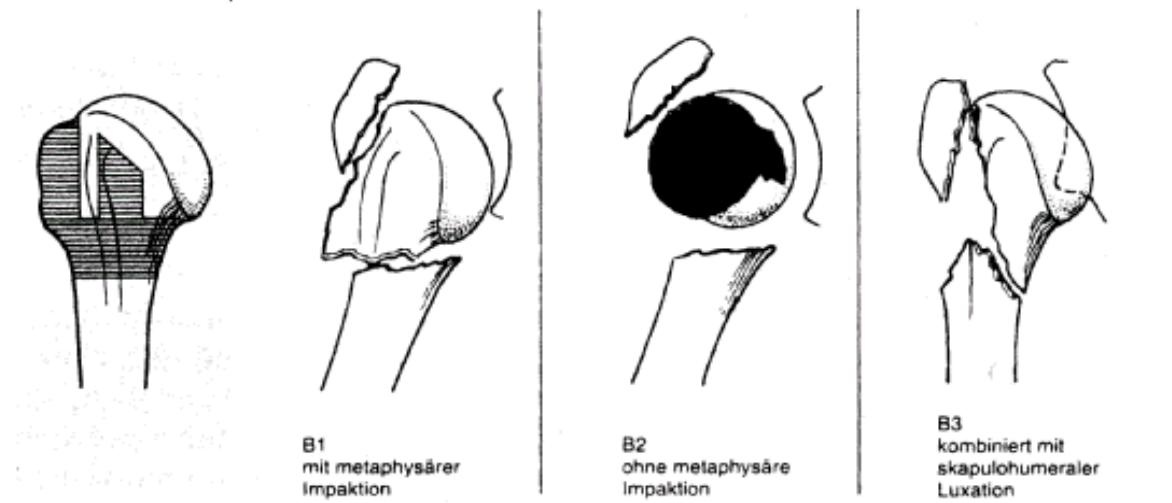
Sie beinhalten eine Frakturlinie durch den anatomischen Halsabschnitt, wodurch die Vaskularisierung des Kopfsegmentes gefährdet und das Risiko einer Nekrose erhöht ist.

Die Untergruppen geben eine genauere Klassifikation der Fraktur wieder. Innerhalb der Gruppen und alphabetisch aufsteigend ist die Prognose ungünstiger. Das Ausmaß der Dislokation wird nicht berücksichtigt.

11-A Humerus proximal, extraartikuläre unifokale Fraktur



11-B Humerus proximal, extraartikuläre bifokale Fraktur



11-C Humerus proximal, Gelenkfraktur

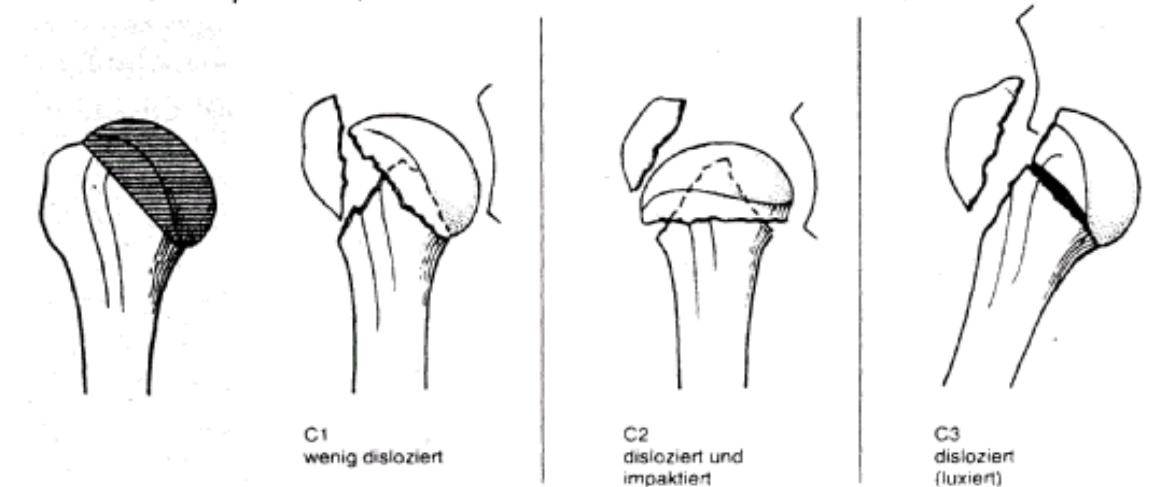


Abb. 7 Kuner E, Schlosser V (1995): AO- Klassifikation. In: Traumatologie, 5. Auflage Thieme Verlag: S.283

4.3 Die Habermeyer-Klassifikation

Die Habermeyer-Klassifikation [Habermeyer 1989] stellt eine modifizierte Form der Neer-Klassifikation dar.

Diese Klassifikation versucht der Prognose hinsichtlich der Entwicklung einer Humeruskopfnekrose gerecht zu werden. Deshalb ist die Lokalisation des Bruchverlaufs neben dem Ausmaß der Dislokation und der Anzahl der Fragmente zu beurteilen.

Es werden drei Hauptgruppen unterschieden (A, B, C).

Zusätzlich gibt es noch die Gruppe 0 und X.

Typ 0 bezeichnet Frakturen, die nicht oder nur geringfügig disloziert sind.

Typ X stellt die Gruppe der Luxationsfrakturen. Diese werden erst nach Reposition beurteilt, lediglich die Luxationsrichtung wird festgehalten.

Typ X I beschreibt eine vordere Luxation, Typ X II eine hintere.

Die Gruppen A, B und C werden wie folgt klassifiziert:

Tab. 2 Frakturklassifikation nach Habermeyer

Typ A:	extrakapsuläre Frakturen ohne Dislokation, mit 2 bis 3 Fragmenten, Abrissfrakturen der Tuberkula.
Typ B:	extrakapsuläre Frakturen mit Dislokation, mit 2 bis 4 Fragmenten, Frakturverlauf im Collum chirurgicum.
Typ C:	intrakapsuläre Frakturen mit oder ohne Dislokation, mit 2 bis 4 Fragmenten, Frakturverlauf im Collum anatomicum.

Die C-Frakturen weisen ein erhöhtes Risiko für Humeruskopfnekrosen auf, da die Fraktur intrakapsulär verläuft.

Diese Klassifikation wird allerdings international nicht eingesetzt.

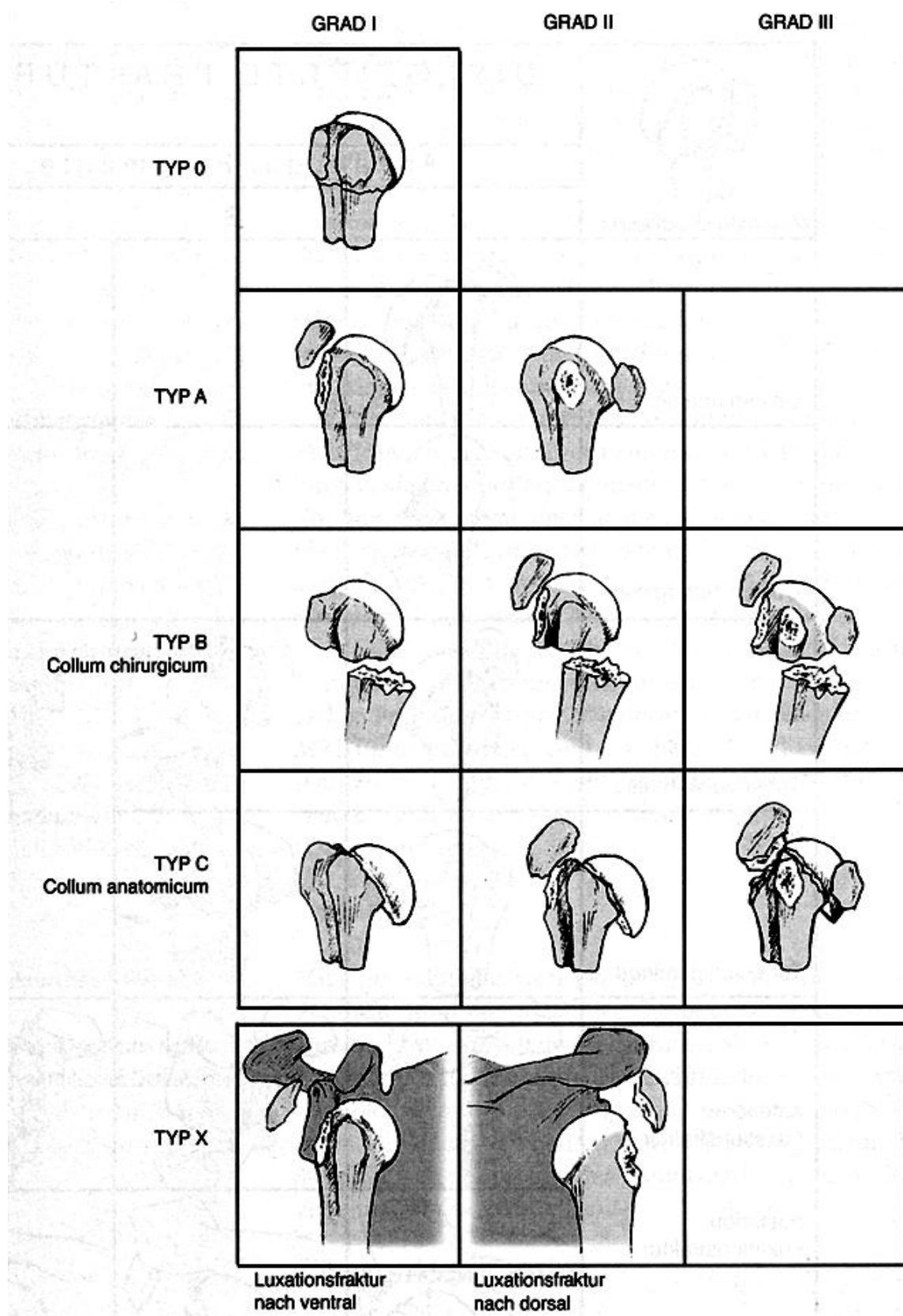


Abb. 8 Habermeyer P, Schweiber L (1989): Habermayer Klassifikation. In: Frakturen des proximalen Humerus. Orthopäde 18: S. 200-207

5 Therapie der Humeruskopffraktur

Konservative Therapie

Viele Frakturen, die nur eine geringe Dislokation der Fragmente aufweisen, können mit gutem Erfolg konservativ behandelt werden.

In der aktuellen Literatur wird die Möglichkeit einer konservativen Therapie der proximalen Humeruskopffraktur zwischen 60 und 80 % angegeben [Habermeyer 1991, Resch 2003, Ruchholtz 2003]. Entscheidend hierfür sind Kriterien, mit denen die Stabilität der Fraktur eingeschätzt werden kann und die eine Mobilisierung erlauben. Nach Neer [Neer 1970] gelten als wesentliche Kriterien für die Durchführung einer konservativen Therapie eine geringe Fragmentdislokation unter einem Zentimeter und/oder die Kalottenabkippung unter 45°. Nach Resch [2003] sollten die Kriterien strenger gewählt werden. Hier gilt eine Dislokation über 5 mm als OP-Indikation.

Stabile Frakturen werden durch die Gelenkkapsel, das Periost und die Rotatorenmanschette zusammengehalten. Im Falle der konservativen Therapie erfolgt die Ruhigstellung im Gilchristverband für ca. sieben bis zehn Tage in Innenrotationsstellung des Oberarms. Diese sorgt für eine Entspannung des Zugs des M. pectoralis major am Humerusschaft und beugt einer sekundären Fragmentdislokation vor.

Vor Beginn und während der frühfunktionellen Bewegungstherapie sollten radiologische Kontrollaufnahmen eine weitere Dislokation ausschließen [Habermeyer 1997, Ruchholtz 2003]. Im klinischen Alltag sollte auch die passive Mit-rotation des Humeruskopfes bei Unterarmbewegung überprüft werden.

Operative Therapie

Dislozierte oder instabile Humeruskopffrakturen werden mehrheitlich operativ versorgt. Ziel der operativen Versorgung ist neben einer anatomischen Reposition die stabile, dauerhafte Fragmentretention, um eine frühfunktionelle Nachbehandlung durchführen zu können. Die operativen Behandlungsstrategien reichen von minimal-invasiven Verfahren über intramedulläre Nagelung, offene Rekonstruktionsverfahren mit Osteosynthesen bis hin zum endoprothetischen Ersatz [Ruchholtz 2003]. Frakturtyp, Qualität des Knochens (Osteoporose), Erwartungshaltung und Motivation des Patienten sowie die Erfahrung des Operateurs spielen eine wichtige Rolle, um neben einer geringen Schädigung der lokalen Weichteile eine möglichst stabile Osteosynthese zu

erreichen [Ruchholtz 2003]. In den letzten Jahren ist ein deutlicher Trend zu minimalinvasiven Techniken zu beobachten. Aber auch neue winkelstabile Implantate zeigen in Studien vielversprechende Ergebnisse [Björkenheim 2004, Brunner 2009, Hente 2004, Klitscher 2008, Koukakis 2006, Lungershausen 2003]. Die gebräuchlichsten Osteosyntheseverfahren sollen im Folgenden vorgestellt werden.

Minimalosteosynthesen

Häufig wird die **Kirschner-Drahtosteosynthese** verwendet. Das Vorgehen kann sowohl perkutan als auch offen erfolgen. Bei der perkutanen Methode werden mindestens zwei Drähte (Stärke 2-2,5 mm aufsteigend) von lateral durch den Humerusschaft im Bereich des Ansatzes des M. deltoideus aufsteigend in die Kalotte vorgebohrt. Ein weiterer Draht wird von ventral nach dorsokranial zur zusätzlichen Sicherung in den Humeruskopf eingebracht. Die Beübung wird nach zwei bis dreiwöchiger Ruhigstellung erfolgen, die Drahtentfernung wird frühestens nach ca. sechs Wochen durchgeführt [Ruchholtz 2003]. Drahtwanderungen und Repositionsverlust im Rahmen der Bewegungstherapie sind häufige Komplikationen bei der perkutanen Kirschner-Drahtosteosynthese. Einige Autoren geben unbefriedigende Ergebnisse in bis zu 60 % infolge der Anwendung bei älteren Patienten an [Lill 2001]. Zur Verbesserung der Stabilität kann die Kirschner-Drahtosteosynthese mit **Faden-** oder **Drahtcerclagen** kombiniert werden. Durch das Plazieren der Fäden am Sehnenansatzpunkt kann ein Zuggurtungsprinzip entstehen und eine Antagonisierung der Zugkräfte der Rotatorenmanschette bewirkt werden. Die Tuberkula können auch am Schaftfragment fixiert werden.

Der Ansatzpunkt für eine Drahtcerclage ist ein transossärer Tunnel im Schaft. Die Kraft wird durch die Cerclage vom Ansatz der Rotatorenmanschette (Tuberkula) auf den Schaft übertragen.

Diese Verfahren benötigen allerdings einen offenen Zugang, wodurch die Vorteile einer geschlossenen Reposition gegenüber der Plattenosteosynthese zumindest teilweise verloren gehen [Hessmann 2001, Ruchholtz 2003].

Die **Schraubenosteosynthese** kommt besonders bei isolierten, dislozierten Frakturen des Tuberkulum majus zur Anwendung. Sie kann geschlossen oder offen und in Kombination mit Drahtosteosynthesen, Zuggurtung oder Plattenosteosynthese erfolgen. Durch z.B. perkutane Refixation von Schaft und Kalotte mittels Kirschner-Drähten und Retention von Abrissfrakturen durch Zugschrauben können auch komplexere Frakturen

stabilisiert werden [Ruchholtz 2003]. Problematisch ist hierbei der Schraubenhalt im osteoporotischen Knochen [Lill 2000].

Biomechanisch optimal ist die intramedulläre Osteosynthese (**retro- und antegrade Nagelung**). Sie bietet den Vorteil einer möglichst geringen Schädigung der lokalen Weichteil- und Durchblutungssituation. Allerdings ist der Zugang durch die Rotatorenmanschette notwendig und kann zu einer Kompromittierung des Sehnenansatzes führen, insbesondere wenn eine Implantatentfernung notwendig ist. Gerade im osteoporotischen Knochen kann es bei der Verwendung dünner flexibler aufsteigender Nagelsysteme zu postoperativem Korrekturverlust kommen. Kalottenperforation und Nageldislokation sind bekannte Komplikationen [Köstler 2002]. Durch größere winkelstabile proximale Humerusnägel soll die Gefahr einer Implantatlockerung und Dislokation der Fragmente verringert werden [Adedapo 2001, Köstler 2002, Mathews 2004, Mittlmeier 2003].

Plattenosteosynthesen

Bei einer Vielzahl gelenknaher Frakturen der langen Röhrenknochen stellt die Plattenosteosynthese die Therapie der ersten Wahl dar. In der Behandlung der proximalen Humeruskopffrakturen hat sie ebenfalls einen wesentlichen Stellenwert. Vorteile bestehen hinsichtlich der direkten Repositions- und Stabilisierungsmöglichkeiten, allerdings mit einem hohen Risiko der Schraubenlockerung und Implantatdislokation im osteoporotischen Knochen [Hessmann 2001, Lill 2000, Speck 1996]. Die **konventionelle Plattenosteosynthese** (T-Platte, Kleeblattplatte) bedeutet darüber hinaus auch ein höheres Maß an Invasivität mit einem erhöhten Risiko der lokalen Durchblutungsstörung im Humeruskopf [Kuner 1987, Wijgman 2002]. Durch die Größe der Platte ist eine ausgedehntere Weichteilfreilegung erforderlich. Einige Autoren empfehlen deshalb die klassische Großfragmentplattenosteosynthese nur bei jüngeren Patienten mit dislozierter Zwei-Fragmentfraktur im Collum chirurgicum anzuwenden [Habermeyer 1997, Lill 2001]. In den letzten Jahren wurden spezielle winkelstabile Plattensysteme entwickelt, die an die Anatomie des Humeruskopfes angepasst sind. Das Prinzip der winkelstabilen Plattenosteosynthese, insbesondere der in dieser Studie angewendeten PHILOS-Platte wird im Folgenden näher erläutert.

Humeruskopfprothese

Die primäre Implantation einer Humeruskopfprothese wird überwiegend bei alten Menschen mit komplexen Frakturen bei osteoporotischem Knochen und hohem Risiko einer avaskulären Kopfnekrose indiziert. Derzeit vorliegende Studien sehen den wesentlichen Vorteil in einer Reduktion der Beschwerden (in bis zu 80 %). Trotz Entwicklung von Prothesen, die einen möglichst anatomischen Ersatz des Humeruskopfes bieten, sind die funktionellen Ergebnisse oft unbefriedigend, da die knöcherne Einheilung der Tuberkula mit dem entscheidenden Sehnenansatz der Rotatorenmanschette in vielen Anwendungen nicht stattfindet. Es kommt neben dem schlechten Bewegungsumfang zu einem Höhertreten der Prothese bei Versagen der Rotatorenmanschette mit subakromialen Beschwerden [Habermeyer 1989, Ruchholtz 2003]. Durch Implantation einer inversen Prothese wird versucht beim alten Menschen das Problem der Tuberkulaeinheilung zu umgehen. Allerdings besteht die hohe Gefahr der Prothesenluxation bei fehlender muskulärer Vorspannung des M. deltoideus.

Die winkelstabile Plattenosteosynthese

Ein großes Problem der operativen Versorgung von Humeruskopffrakturen ist die hohe Rate an sekundären Korrekturverlusten. Besonders gefährdet ist hier der durch die Osteoporose veränderte Knochen des alten Menschen, da durch eine reduzierte Spongiosastruktur oft kein Gewindestiel erzielt werden kann und es zu einer Schrauben- bzw. Implantatlockerung mit Frakturredislokation kommt. Konventionelle Platten ohne Winkelstabilität beruhen auf einem Anpressdruck zwischen jeder einzelnen Schraube und der Platte. Dadurch kann es zusätzlich zu einer Störung der periostalen Durchblutungssituation im Knochen kommen. Im Gegensatz hierzu verteilt sich der Kraftfluss im winkelstabilen System auf sämtliche Schrauben, die jeweils einzeln mit Kopfgewinden in den Schraubenlöchern der Platte verankert sind. Das Prinzip der Winkelstabilität beruht so auf einer festen Verankerung der Schrauben in der Platte ähnlich einem internen Fixateur.

Die winkelstabile PHILOS-Platte (proximales winkelstabiles System)

PHILOS ist die Abkürzung für „Proximal Humerus Interlocking System“. Die Platte wird zu den Fixateur interne Systemen gezählt. Sie ist in ihrer Form anatomisch der lateralen Fläche des Humeruskopfes angepasst. Sowohl die Schraubenköpfe als auch die Platte sind mit einem Gewinde versehen, so dass beim Einschrauben eine winkelstabile Kaltverschweißung erzielt wird. Eine Schraubenlockerung kann weitgehend ausgeschlossen werden. Das Implantat wird mit mindestens drei Schrauben im Humerusschaft befestigt. Der proximale Teil der Platte kann mit bis zu neun Schrauben besetzt werden. Durch die divergierende Lage der Schrauben in der Kalotte wird die Stabilität zusätzlich erhöht. Die PHILOS-Platte wird ohne Anpressung am Knochen angebracht. Die lokale periostale Durchblutung ist weniger beeinträchtigt als bei konventionellen Platten.

Weitere zusätzliche Fixationsmöglichkeiten für die Rotatorenmanschette bzw. die Tuberkula über kleine Löcher in der Platte erlauben eine Fixierung mit dem Ziel, über einen Zuggurtungseffekt eine sekundäre Dislokation zu vermeiden [Hente 2004]. Im osteoporotischen Knochen kann die Fixierung der Humeruskopfkalotte nur durch mehrere winkelstabile Schrauben mit subchondraler Lage erzielt werden, da in dieser Zone noch ein gewisser Halt besteht. Die Anzahl der Komplikationen wie z.B. Schraubenwanderungen, sekundäre Fragmentdislokation, Achsenfehlstellungen, Implantatlockerung bzw. Implantatausrisse soll durch diese hohe primäre Frakturstabilität vermindert werden. Zum anderen wird eine Situation geschaffen, in der der Patient frühestmöglich mit der Bewegung der Schulter beginnen kann.



Abb. 9 Anatomisch angepasste winkelstabile PHILOS-Platte (mit freundlicher Genehmigung der Firma Synthes)



Abb. 10 Schraube mit Gegengewinde in der Platte (mit freundlicher Genehmigung der Firma Synthes)

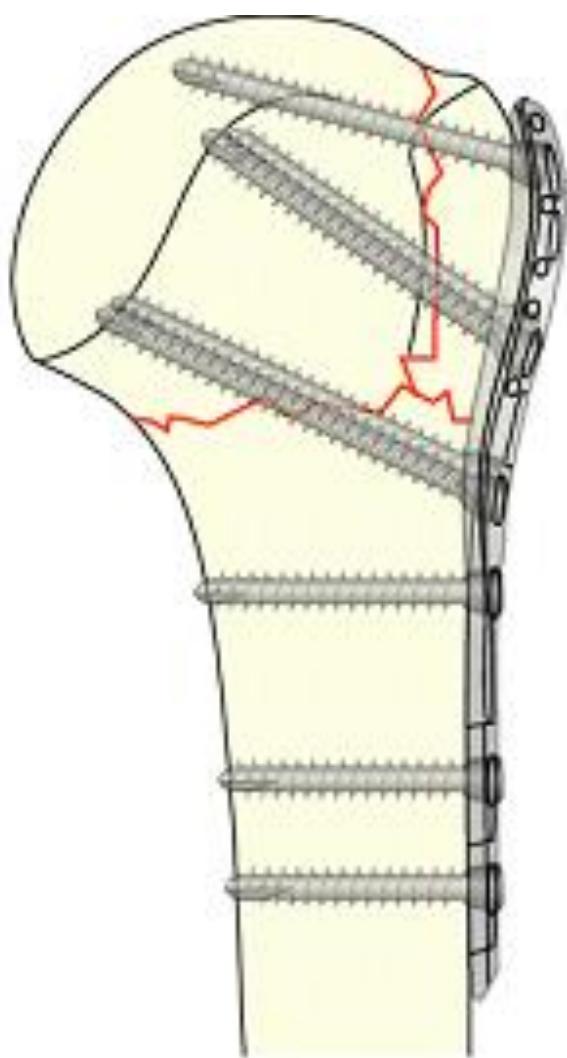


Abb. 11 Divergierende Schraubenlage in der Kalotte

5.1 Operationsindikation

Die Indikation zur operativen Versorgung wurde nach den Kriterien von Resch [Resch 2003] als Modifikation der Neer-Kriterien gestellt. Folgende Frakturdislokationen stellen somit eine Operationsindikation dar:

- Tuberkulumsversatz > 5 mm
- Schaftversatz > 10 mm
- Metaphysäre Trümmerzone
- Achsenabweichung > 45°
- Stufenbildung innerhalb der Gelenkfläche > 2 mm

5.2 Operationstechnik

Die Durchführung der Operation erfolgt in sitzender („beach chair“) Position. Auf die ausreichende intraoperative Röntgenmöglichkeit muss geachtet werden.

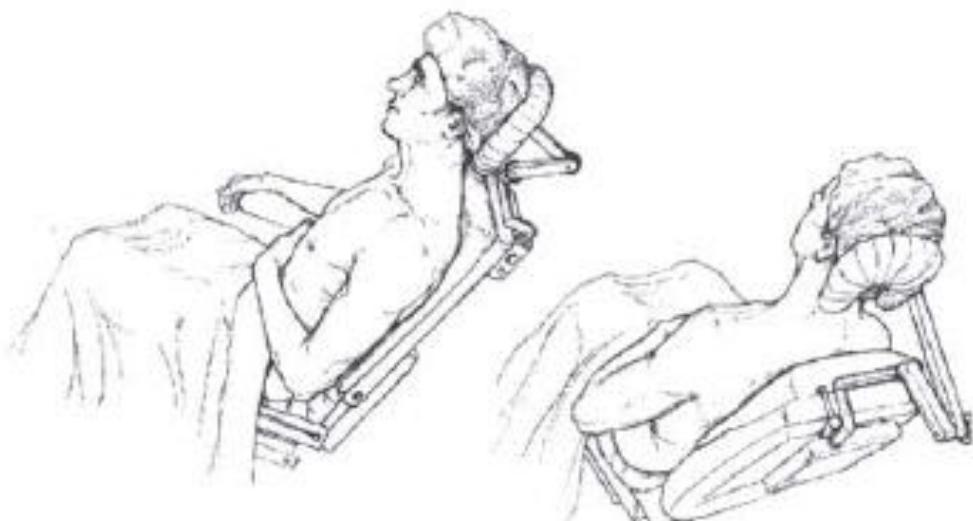


Abb. 12 Heers G, Torchia M.E (2001): „beach chair“ position. In: Schulterhemiarthroplastik bei proximalen Humerusfrakturen. Orthopäde 30: S. 386- 394

Als perioperative Antibiose wurde im Regelfall eine einfache Antibiotikagabe (z.B. mit einem Cephalosporin) verabreicht.

Der Zugang erfolgte über einen deltoideopectoralen Zugang.

Die Frakturzone wird allenfalls zur verbesserten Reposition lateral identifiziert und der Humeruskopf sowie das Tuberkulum majus unter Innenrotation ohne subacromiale Bursektomie mobilisiert. Eine Deperiostierung muss im Bereich der inferioren Kalottenanteile sowie im Bereich des Sulcus bicipitalis wegen einer zusätzlichen Beeinträchtigung der Vaskularität unterbleiben. Bei Frakturen mit Beteiligung der Tuberkula stellen deren Reposition und Retention mittels Cerclagen oder kräftigen Nähten sowie die temporäre K-Draht Fixierung der Platte im Humeruskopf die ersten operativen Schritte vor der Plattenausrichtung am Schaft dar. Der Einsatz von nicht resorbierbaren geflochtenen Fäden der Stärke USP 5 oder 6 oder Cerclagedrähten als indirektes Repositions- und Fixationshilfsmittel am Rotatorenmanschettenansatz hat sich bewährt. Die Insertionszone der Rotatorenmanschette bietet gerade bei osteoporotischen Knochen eine vergleichsweise feste Verankerungsmöglichkeit für Fäden oder Drähte. Diese werden U-Naht-förmig durch die Sehne und die äußeren Platten-Löcher geführt und verknotet. Entsprechend der Fraktur kann die Platte entweder zuerst am Schaft oder im Kopfsegment verankert werden. So können beispielsweise Zweisegmentfrakturen mit subkapitalem Bruchverlauf nach Fixierung der Platte im Humeruskopf mit dem winkelstabilen Implantat gegenüber dem Schaft reponiert und verschraubt werden. Eine eingestauchte Fraktur im subkapitalen Abschnitt lässt sich durch Verschieben der Platte im Langloch um ca. 0,5 cm nach kranial korrigieren.

Die winkelstabile Verankerung im Humeruskopf wurde über durchschnittlich sechs (vier bis neun) Schrauben bewerkstelligt, während die Schaftbefestigung überwiegend mit Kleinfragment-Kortikalisschrauben erfolgte. Eine möglichst weite Verteilung der Schrauben innerhalb des Humeruskopfes sollte angestrebt werden, wird aber durch die vorgegebene Richtung des Gewindes begrenzt. Die korrekte subchondrale Lage der winkelstabilen Schrauben muss im Bildwandler in mehreren Ebenen (anteriorposterior in Außenrotation und Innenrotation, sowie in axialer Darstellung) kontrolliert werden, um eine Perforation in das Gelenk auszuschließen. Bei Head-split-Frakturen oder Luxationsfrakturen wurde das Rotatorenintervall zur Erleichterung und Überprüfung der Reposition eröffnet.

5.3 Nachbehandlung

Zur Schmerzreduktion wurde postoperativ eine kurzfristige Immobilisation im Gilchrist durchschnittlich über einen Zeitraum von fünf Tagen durchgeführt. Ab dem ersten postoperativen Tag wurde die frühfunktionelle Nachbehandlung mit schmerzadaptierten passiven und aktiv assistierten Bewegungen angestrebt. Darüber hinaus erfolgten lokale Kälteapplikationen und bedarfsweise Lymphdrainagen.

Aktive Außenrotations- und Abduktionsbewegungen wurden im Falle einer Tuberkularefixation für fünf Wochen vermieden.

6 Material und Methoden

6.1 Studiendesign

Am Klinikum der Ludwig-Maximilians Universität München, Chirurgischen Klinik und Poliklinik – Innenstadt, wurden 251 Patienten im Rahmen einer prospektiven Anwendungsstudie von Januar 2002 bis April 2006 mit einer winkelstabilen Osteosyntheseplatte (PHILOS, Firma Synthes®) primär operativ versorgt.

Die Operationszeit betrug im Mittel 93 min (35 bis 240 min). Die Operationen wurden von acht Fachärzten mit einer Spanne von 8 bis 91 Eingriffen pro Operateur durchgeführt.

Die Frakturen wurden präoperativ gemäß der Neer-Klassifikation in standardisierten Röntgenaufnahmen (True a.-p, Scapula-Tangential- („Y-view“), axiale- oder CT-Aufnahmen) den Typen III-VI zugeteilt.

Darüber hinaus wurden zur besseren Vergleichbarkeit mit den Literaturdaten die Frakturen auch nach der AO- und der Habermeyer-Klassifikation untergliedert.

Intraoperativ und postoperativ erfolgte eine Röntgenkontrolle in drei Ebenen (True a.-p., Skapula-Tangentialaufnahmen („Y-view“) und die axiale Darstellung).

Anhand der angefertigten Aufnahmen wurde die Implantat- und Schraubenlage (korrekt oder überstehend), die Achsenstellung zwischen Kopf- und Schaftanteil (in Grad), eine verbleibende Dislokation der verschobenen Tuberkula (in mm) sowie ein eventueller Versatz zwischen Humeruskopf und Schaft (in mm) bestimmt.

In den Verlaufsaufnahmen der Patienten erfolgte darüber hinaus die Beurteilung von Sinterungen des Kopfsegmentes, sekundären Implantatdislokationen oder Fehllagen, eine abgeschlossene oder ausbleibende Frakturheilung und eine eventuelle Nekrosebildung des Humeruskopfes (partielle bzw. vollständige Sklerosierung oder Kollaps).

Diese Röntgenaufnahmen wurden von zwei Unfallchirurgen und einem Radiologen beurteilt.

Es wurde angestrebt, die Patienten postoperativ an definierten Zeitpunkten (sechs Wochen, drei Monate, sechs Monate, neun Monate zwölf Monate und 24 Monate) nachzu untersuchen.

In die Auswertung der Studie wurden alle Patienten eingeschlossen, die über einen Zeitraum von mindestens 12 Monaten oder mehr beobachtet werden konnten.

Die Schulterfunktion wurde mit dem Constant-Score und dem normalisierten Constant-Score beurteilt.

Zusätzlich wurden die Patienten ab neun Monaten postoperativ mit dem DASH-Fragebogen evaluiert.

6.2 Der Constant-Score

Als Bewertungsschema für die Schulter wurde der validierten Constant-Score [Constant 1987] verwendet. Der Score erfasst unabhängig von Krankheitsbild, Geschlecht oder Alter den Funktionszustand eines Schultergelenks. Es werden hierbei subjektive und objektive Parameter zu maximal 100 Punkten zusammengefasst.

Subjektive Parameter sind die Teilbereiche Schmerzempfindung und Aktivitäten des täglichen Lebens, während die objektiven Parameter, die schmerzfreie Beweglichkeit im Schultergelenk und die Schulterkraft der Untersucher beurteilt.

Der Constant-Score bietet klinisch große Vorteile, weil er reproduzierbar ist, keine teure Ausrüstung benötigt und zudem in relativ kurzer Zeit abgefragt werden kann. Er wird von der europäischen Schulter- und Ellenbogengesellschaft (SECEC) zur Beurteilung der Schulterfunktion empfohlen.

Durch die internationale Akzeptanz des Constant-Scores können Ergebnisse unterschiedlicher Studien miteinander verglichen werden.

Der absolute Constant-Score (max. 100 Punkte) setzt sich aus den Teilbereichen Schmerzausprägung (max. 15 Punkte für die völlige Schmerzfreiheit), Aktivitätsniveau (max. 20 Punkte bei unbeeinträchtigtem Armeinsatz im Berufs- und Freizeitleben), Bewegungsumfang (max. 40 Punkte für ein volles Bewegungsausmaß in vier Hauptbewegungsrichtungen), sowie Kraft (max. 25 Punkte) zusammen.

Zur Kraftmessung wird der gestreckte Arm in der Skapulaebene (30° Anteversion) 90° abduziert. Die Kraftmessung erfolgte durch Zug an einer Federwaage am Handgelenk. Das Gewicht muss mindestens drei Sekunden schmerzfrei gehalten werden.

Der Bewegungsumfang wird mit einem Winkelmesser, die Kraft mit einer Federwaage bis maximal 12,5 kg gemessen.

Das Gesamtergebnis wird nach folgendem Punkteschema unterteilt:

- *Sehr gut:* (86-100 Punkte)
- *Gut:* (71-85 Punkte)
- *Befriedigend:* (56-70 Punkte)
- *Schlecht:* (≤ 55 Punkte)

Tab. 3 Punkteverteilung für die einzelnen Parameter

Schmerz	Aktivität	Beweglichkeit	Kraft	Gesamtsumme
15	20	40	25	100

Tab. 4 Punkteverteilung Schmerz

Kein Schmerz	Milde Schmerzen	Mäßige Schmerzen	Starke Schmerzen
15	10	5	0

Tab. 5 Punkteverteilung Aktivität

Arbeitsfähigkeit	0-4
Sportfähigkeit	0-4
Ungestörter Schlaf	0-2
Schmerzlose Aktivität des Armes:	
- unterhalb der Taille	2
- bis Xiphoid	4
- bis Nacken	6
- bis Scheitel	8
- über Kopf	10

Tab. 6 Punkteverteilung Beweglichkeit: Flexion

0-30°	0
31-60°	2
61-90°	4
91-120°	6
121-150°	8
151-180°	10

Tab. 7 Punkteverteilung Beweglichkeit: Abduktion

0-30°	0
31-60°	2
61-90°	4
91-120°	6
121-150°	8
151-180°	10

Tab. 8 Punkteverteilung Beweglichkeit: Außenrotation

Hand hinter dem Kopf	Ellenbogen vorne	2
Hand hinter dem Kopf	Ellenbogen hinten	2
Hand auf dem Scheitel	Ellenbogen vorne	2
Hand auf dem Scheitel	Ellenbogen hinten	2
volle Elevation		2

Tab. 9 Punkteverteilung Beweglichkeit: Innenrotation

Handrücken bis zum	
seitlichen Oberschenkel	0
Gesäß	2
Sakroiliakalgelenk	4
LWS	6
12. BWK	8
Schulterblatt	10

Tab. 10 Punkteverteilung Kraft (isometrisch)

Messung mit der Federwaage, maximal 12.5 kg Punktwert = (kg x 2) + 1	25
---	----

Der Constant-Score ist im Anhang aufgeführt.

6.3 Der normalisierte Constant-Score

Der normalisierte Constant-Score [Katolik 2005] berücksichtigt in seiner Wertung das Alter und Geschlecht des Patienten. Diese Parameter haben einen Einfluss auf das Ergebnis.

Katolik und Mitarbeiter untersuchten die Schulterfunktion von 441 Menschen ohne Schultererkrankungen anhand des Constant-Scores.

Das untersuchte Kollektiv repräsentiert die Schulterfunktion in verschiedenen Altersklassen gesunder Menschen und zeigt die Unterschiede zwischen den Geschlechtern auf.

Der erreichte durchschnittliche Wert im Constant-Ergebnis der Männer aller Altersklassen war signifikant höher als das der Frauen. Dies wird auf den geschlechtsspezifischen Kraftunterschied zurückgeführt.

Tabelle 11 zeigt die durchschnittlich erreichten Constant-Werte in Bezug auf Alter und Geschlecht.

Tab. 11 Durchschnittlich erreichte Werte bei schultergesunden Menschen (alters- und geschlechtsspezifisch) nach Katolik

Alter (Jahre)	Männer	Frauen
18-29	95	88
30-39	95	87
40-49	96	86
50-59	94	84
60-69	92	83
≥ 70	88	81

Die normalisierten Werte sind Prozentwerte, die aus dem Vergleich mit den Daten aus dem gesunden Kollektiv berechnet werden.

Der normalisierte Constant-Score errechnet sich mit Hilfe von Tabelle 11 wie folgt:

Normalisierter Score = (erreichte Punktzahl (Constant-Rohwert) / alters- und geschlechtsspezifische Punktzahl) x 100.

Beispiel: Eine 63 jährige Frau mit Z.n. Humeruskopffraktur erreicht bei der Nachuntersuchung einen Constant-Rohwert von 65 Punkten.

In Katoliks Kollektiv erreicht eine schultergesunde Frau in der Altersklasse zwischen 60 und 69 Jahren einen durchschnittlichen Constant-Wert von 83 Punkten.

- Berechnung normalisierter Wert: $65/83 \times 100 = 78$
- Der normalisierte Constant-Wert beträgt 78.

6.4 DASH-Score

Als weiteres Evaluationsinstrument wurde ein etablierter Fragebogen zur subjektiven Einschätzung des Funktionszustandes der oberen Extremität herangezogen.

Der Fragebogen "Disability of Arm, Shoulder, Hand", kurz DASH, wurde von der American Academy of Orthopedic Surgeons (AAOS), dem Council of Musculoskeletal Speciality Societies und dem Institute for Work and Health, Toronto 1997, entwickelt.

Er liegt in einer deutschen standardisierten und validierten Version vor [Germann 1999, Germann 2003] und erfasst die rein subjektive Einschätzung des Patienten über den Funktionszustand seiner oberen Extremität.

Die Fragen zielen darauf ab, ob der Patient fähig ist, Routinetätigkeiten durchzuführen und seine gewohnte Lebensrolle wieder aufzunehmen.

Der Dash-Fragebogen besteht aus 30 Fragen, die sich inhaltlich aus den Teilen „Funktion“ und „Symptomatik“ zusammensetzen.

Die Globalfunktion des Arms wird durch den Probanden beurteilt. Die einzelnen Fragen werden von einem Punkt (volle Funktionsfähigkeit) bis fünf Punkte (maximale Einschränkung) bewertet. Der Bogen beinhaltet Fragen, die z.B. das Heben von Einkaufstaschen, das Schreiben, das Anheben von Gegenständen über Kopfhöhe, die Durchführung von Haar- und Rückenhygiene oder das selbstständige Anziehen eines Pullovers beurteilen. Es schließen sich Fragen zur Einschränkung im sozialen Umfeld und bei Freizeitaktivitäten an, ebenfalls nach einem 5 Punkte Wertungssystem, in das auch die Frage nach Schlafstörungen einfließt.

Zusätzlich können zwei Module zum Bereich Musik und Sport hinzugefügt werden (spezielle Aktivitäten). Diese Module wurden bei unserem Patientenkollektiv jedoch nicht berücksichtigt.

Die Berechnungsformel setzt sich aus dem Quotienten der Gesamtpunktzahl abzüglich des Minimalscores (30) und der sogenannten „score range“ (1,2) zusammen. Ein Wert

von 0 entspricht dabei einer optimalen Funktion ohne Behinderung; ein Wert von 100 würde einer maximalen Behinderung entsprechen.

$$\frac{\text{Gesamtpunktzahl} - 30 \text{ (Minimalpunktzahl)}}{1,20 \text{ (Bandbreite)}} = \text{DASH-Punktwert}$$

Der DASH-Fragebogen ist im Anhang im Original wiedergegeben.

6.5 Statistik

Sämtliche Daten wurden in einer Microsoft Access ®-Datenbank dokumentiert und mit der Statistiksoftware SPSS 17.0 (Statistical Package for the Social Science ®) ausgewertet.

Konnte eine Normalverteilung der Daten (Kolmogorow-Smirnow-Test) zu Grunde gelegt werden, erfolgte die statische Auswertung mit dem t-Test für unverbundene Stichproben, im anderen Fall mit dem Mann-Whitney-U- Test auf einem Signifikanzniveau von $p=0,05$ (zweiseitig).

Die Überprüfung auf Unterschiede zwischen den Gruppen erfolgte mit dem t-Test, dem Mann-Whitney-U-Test oder bei mehreren Gruppen mit dem Kruskal-Wallis-Test auf einem Signifikanzniveau von $p=0,05$.

6.6 Studienkollektiv

In der vorliegenden Studie konnten 102 (40,6 %) der 251 Patienten über einen Zeitraum von mindestens zwölf Monaten (durchschnittlich 18 Monate) klinisch nachuntersucht werden. Eine radiologische Verlaufskontrolle erfolgte bei 99 Patienten.

Zum Zeitpunkt der Auswertung der Daten befanden sich 74 (29,5 %) der 251 Patienten noch unter Beobachtung. Der Nachuntersuchungszeitraum lag unter zwölf Monaten.

25 (10,0 %) Patienten konnten nicht erreicht werden, neun (3,6 %) Patienten waren verzogen, 15 (6,0 %) Patienten verstorben und 24 (9,6 %) Patienten waren nicht bereit, sich einer Nachuntersuchung zu unterziehen.

Zwei (0,8 %) Patienten erhielten eine sekundäre Humeruskopfprothese und wurden aus diesem Grund nicht in die Studie eingeschlossen.

Bei den 102 Patienten handelte es sich um 69 (67,6 %) Frauen und 33 (32,4 %) Männer mit einem Altersdurchschnitt von 66 Jahren (31 bis 92 Jahre).

Die perioperative Morbidität wurde mit dem ASA-Score (American Society of Anesthesiologists) bestimmt (ein Punkt = gesund bis fünf Punkte = moribund).

Der Durchschnitt lag hier bei zwei Punkten und entsprach einer geringen Gesundheitseinschränkung.

Bei 33 (32,3 %) Patienten lagen gravierendere Begleiterkrankungen (ASA Punktewert von drei bis vier) vor.

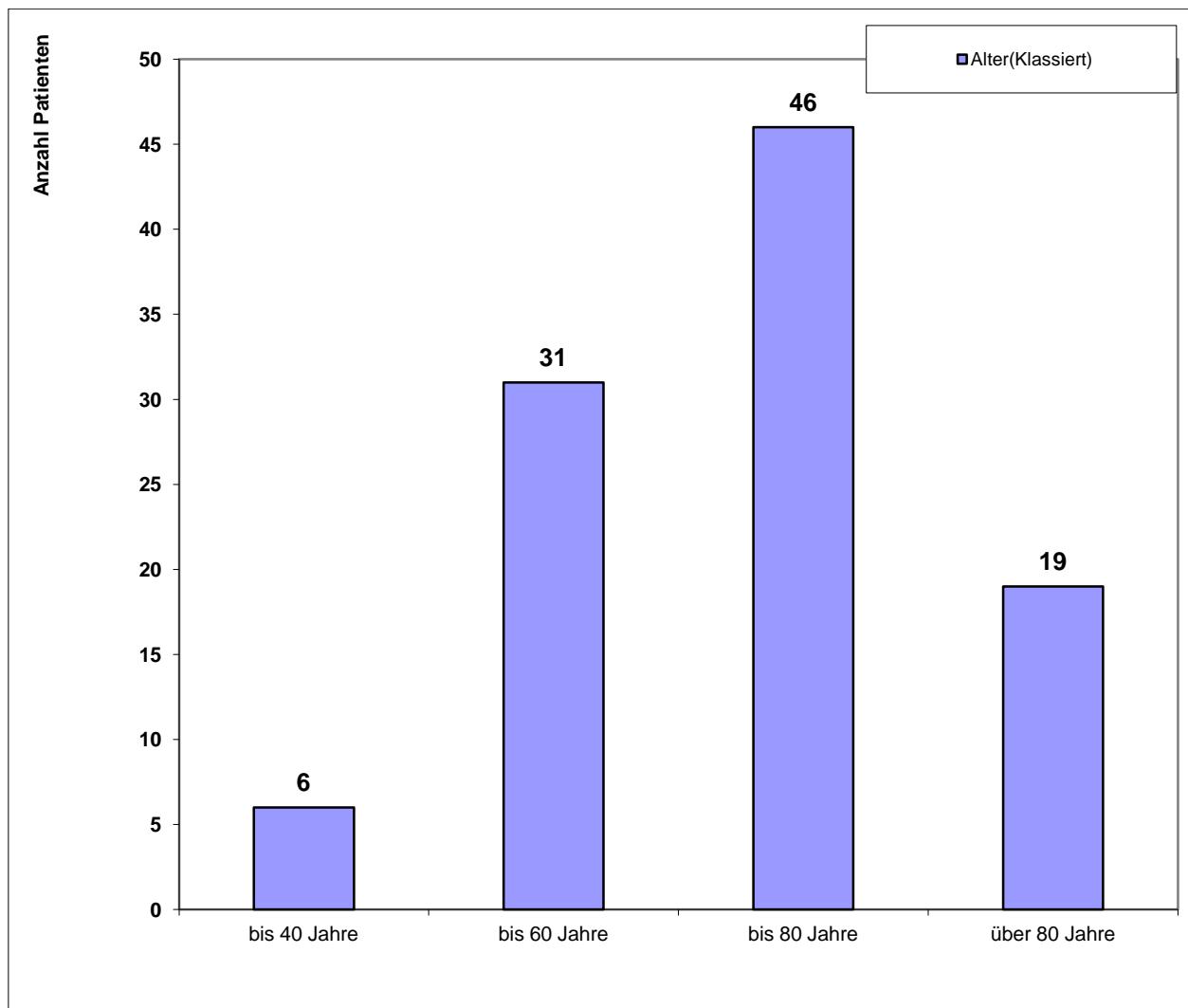


Abb. 13 Altersverteilung

6.7 Unfallmechanismus

54 (52,9 %) der 102 Patienten gaben einen außerhäuslichen Sturz als Unfallursache an. Ein Sturz in häuslicher Umgebung führte in 24 (23,5 %). Fällen zu einer Humeruskopffraktur.

Acht (7,8 %) Patienten stürzten von einem Zweirad und weitere acht (7,8 %) Patienten erlitten im Rahmen eines Sportunfalles eine Humeruskopfraktur.

Ein Polytrauma war in vier (3,9 %), ein Sturz aus über ein Meter Höhe in zwei (2 %) Fällen die Unfallursache.

Ein Krampfanfall kam in einem (1,0 %) Fall als Ursache in Frage.

In einem Fall (1,0 %) fehlte die Angabe zum Unfallhergang.

Bei 53 der Patienten war der rechte Arm betroffen, bei 49 der linke.

Tab. 12 Häufigkeitsverteilung in Bezug auf den Unfallmechanismus

Unfallmechanismus	Häufigkeit	Prozent %
keine Angabe	1	1,0
Krampfanfall	1	1,0
Polytrauma	4	3,9
Sturz aus > 1m Höhe	2	2,0
Sturz-häuslich	24	23,5
Sturz-Sport	8	7,8
Sturz-äußerhähuslich	54	52,9
Sturz-Zweirad	8	7,8
Gesamt	102	100,0

6.8 Frakturverteilung

Bei den 102 nachuntersuchten Patienten lagen hauptsächlich dislozierte Zweisegmentfrakturen mit Bruchverlauf im chirurgischen Hals sowie Frakturen mit zusätzlicher Dislokation des Tuberkulum majus vor (Dreisegmentfraktur).

Nach der etablierten Neer-Klassifikation wurden 33 (32,4 %) Frakturen den Zwei-Fragmentfrakturen (Neer Typ III-2), 46 (45,1 %) den Drei-Fragmentfrakturen (Neer Typ IV-3/V-3) und 17 (16,7 %) den Vier-Fragmentfrakturen (Neer Typ IV-4/V-4) zugeordnet. Weiter bestanden vier (3,9 %) Luxationsfrakturen (Neer Typ VI), sowie zwei (2,0 %) Trümmerfrakturen mit Verlauf der Bruchlinie durch die Gelenkfläche (sog. head split Fraktur).

Die Einteilung nach der AO ergaben 14 (13,7 %) A2-, 10 (9,8%) A3 Typ- Frakturen, 24 (23,5 %) B1-, 19 (18,6 %) B2-, drei (2,9 %) B3 Typ- Frakturen sowie zwei (2,0 %) C1-, 24 (23,5 %) C2-, sechs (5,9 %) C3 Typ-Frakturen.

Nach der Habermeyer-Klassifikation wurden innerhalb der extrakapsulären Frakturen (Typ B) 32 (31,4 %) B2, 38 (37,3 %) B3 und fünf (4,9 %) B4 Frakturen beschrieben. Intrakapsuläre Typ C Frakturen wurden in fünf (4,9 %) C2, elf (10,8 %) C3, und sieben (6,9 %) C4 Frakturen unterteilt. In vier (3,9 %) Fällen lag eine Luxationsfraktur vor (Typ X).

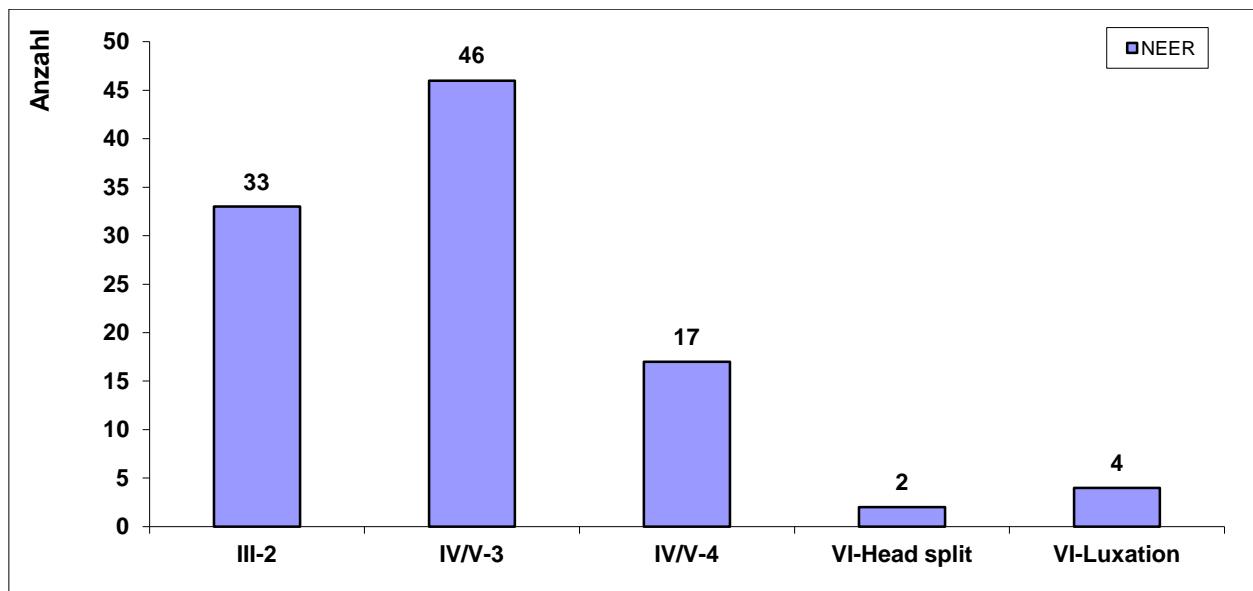


Abb. 14 Frakturverteilung nach der NEER-Klassifikation

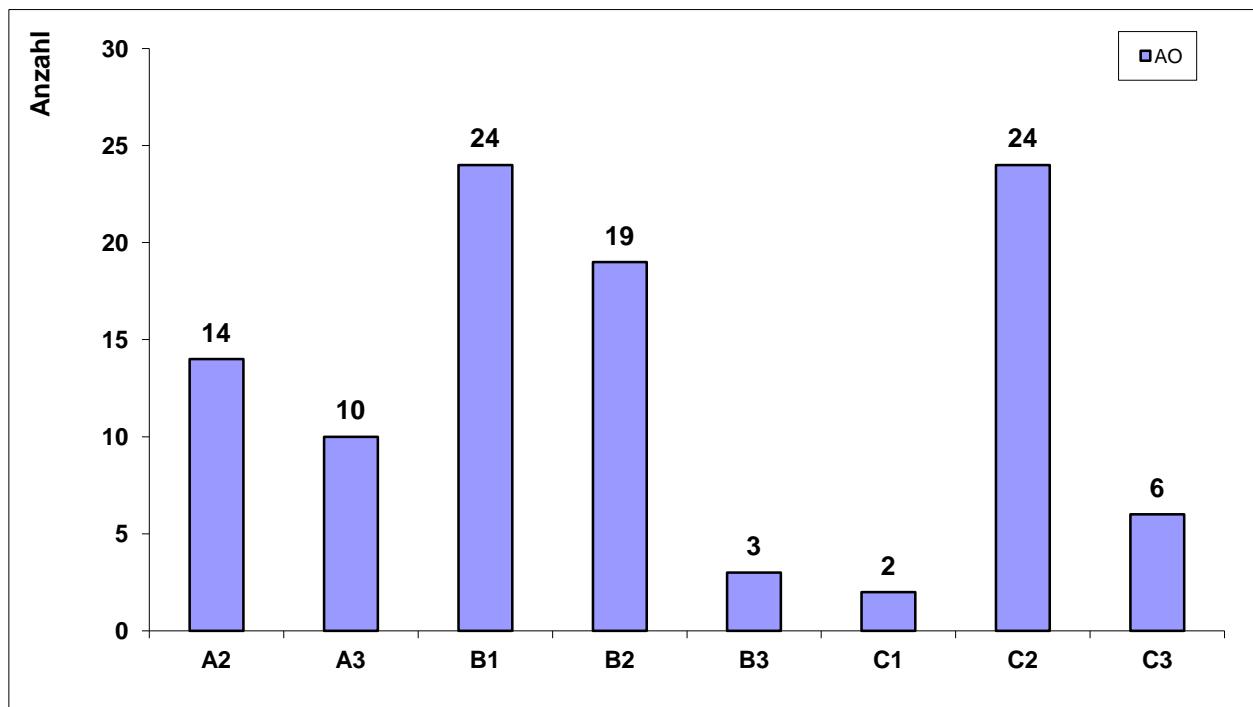


Abb. 15 Frakturverteilung nach der AO-Klassifikation

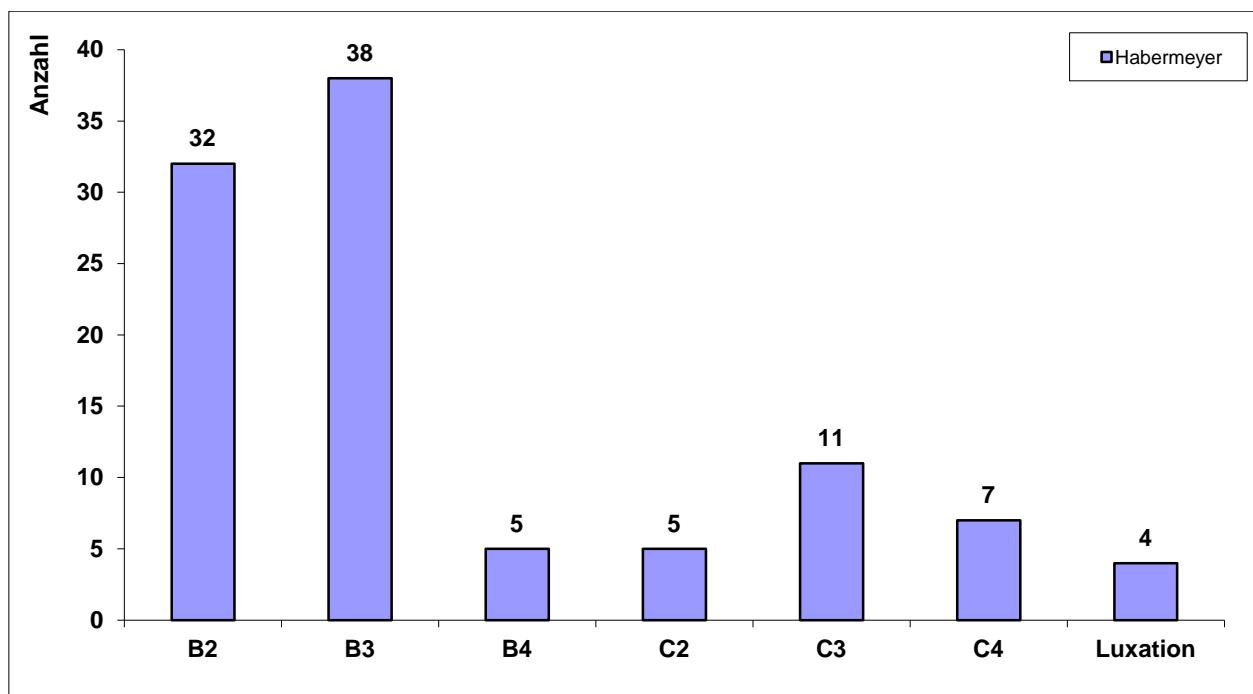


Abb. 16 Frakturverteilung nach der Habermeyer-Klassifikation

7 Ergebnisse

Nach einem Nachuntersuchungszeitraum von mindestens einem Jahr (durchschnittlich 18 Monate) fanden sich 29 (28,4 %) sehr gute, 26 (25,5 %) gute, 21 (20,6 %) befriedigende und 26 (25,5 %) schlechte Ergebnisse in der Gesamtbewertung der Constant-Score Rohdaten.

Im Durchschnitt erreichten die 102 der nachuntersuchten Patienten einen Constant-Score von 70 Punkten.

Nach dem alters- und geschlechtsadaptierten normalisierten Constant-Score bestanden 52 (51,0 %) sehr gute, 21 (20,6 %) gute, 15 (14,7 %) befriedigende und 14 (13,7 %) schlechte Ergebnisse. Der durchschnittlich erreichte normalisierte Constant-Score betrug 81 Punkte.

Es bestand eine hohe Korrelation zwischen den Constant-Score Rohwerten und den normalisierten Constant-Werten ($p=0,01$).

Die Auswertung des normalisierten Constant-Scores nach einem durchschnittlichen Untersuchungszeitraum von 18 Monaten bezogen auf die Frakturtypen zeigen die Abbildungen 17 bis 19.

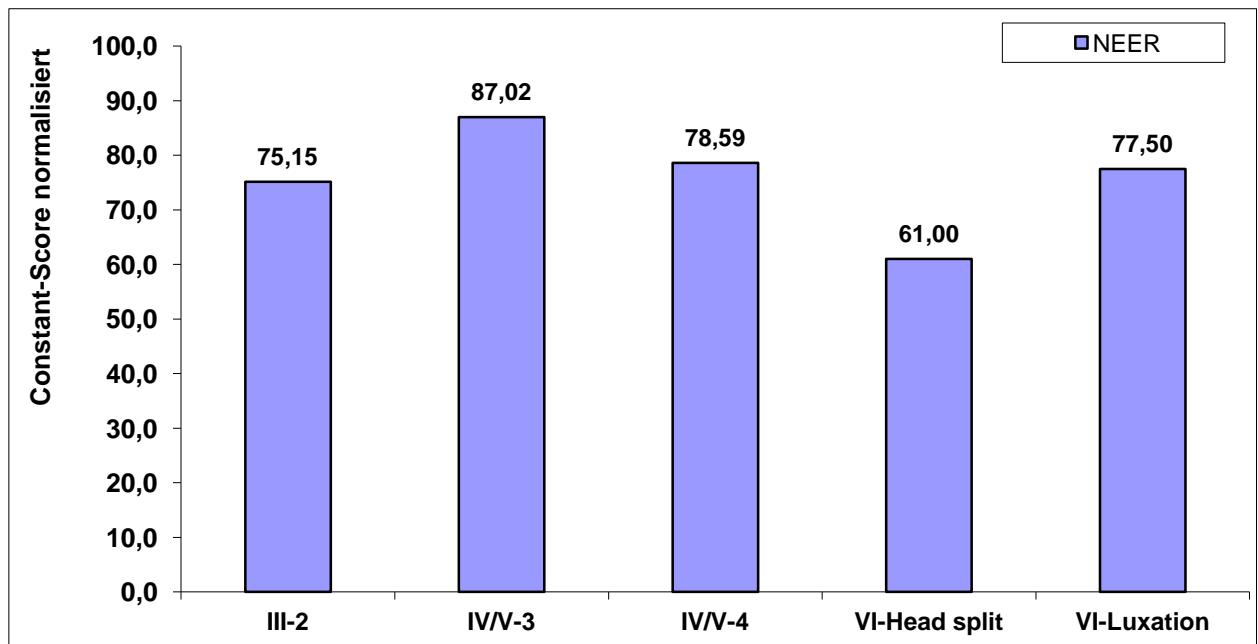


Abb. 17 Normalisierte Constant Ergebnisse nach durchschnittlich 18 Monaten bezogen auf die Frakturtypen (Neer-Klassifikation)

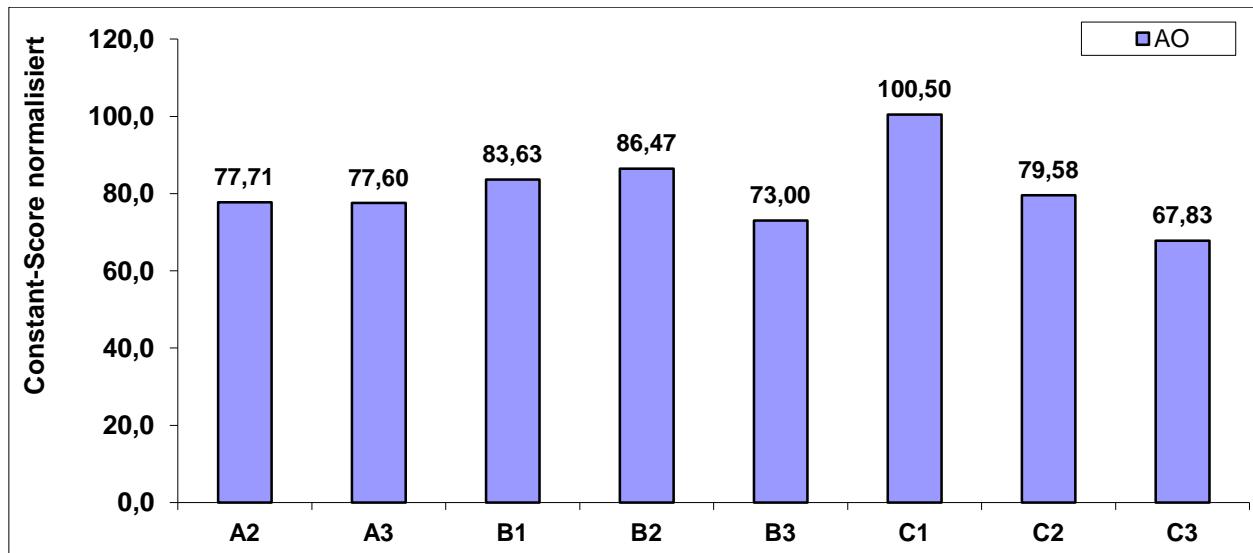


Abb. 18 Normalisierte Constant Ergebnisse nach durchschnittlich 18 Monaten bezogen auf die Frakturtypen (AO-Klassifikation)

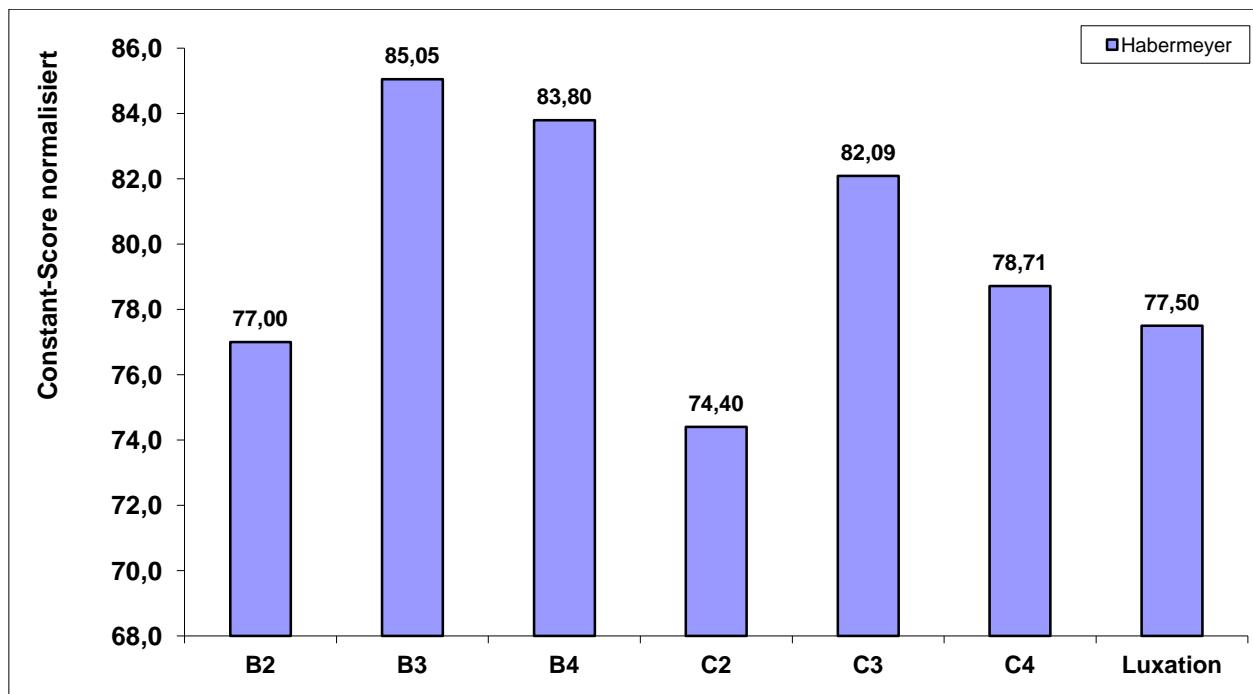


Abb. 19 Normalisierte Constant Ergebnisse nach durchschnittlich 18 Monaten bezogen auf die Frakturtypen (Habermeyer-Klassifikation)

Im Gesamtergebnis des Constant-Scores (normalisierte Werte) zeigte sich im zeitlichen Verlauf eine deutliche Verbesserung mit einer signifikanten Steigerung zwischen drei und zwölf Monaten von 65 Punkten auf 80 Punkte ($p<0,001$).

Hierbei bestanden zwischen den beiden Alterskollektiven keine signifikanten Unterschiede. In der Gesamtauswertung erreichten die Patienten bis 65 Jahre einen durchschnittlichen Wert von 83 Punkten und das Kollektiv ab 65 Jahren einen durchschnittlichen Wert von 79 Punkten.

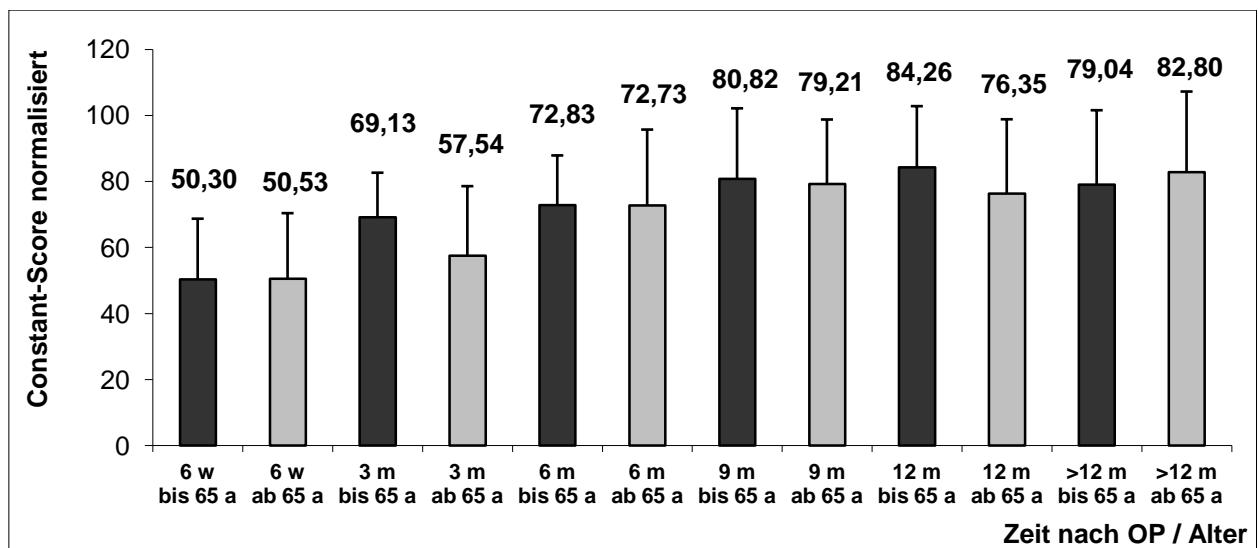


Abb. 20 Entwicklung der normalisierten Constant-Score Werte im Verlauf mit Altersuntergliederung bis 65 Jahre und über 65 Jahre (n=102)

Die Patienten wurden gebeten, nach neun Monaten den DASH Score auszufüllen, um die subjektive Beurteilung der Schulterfunktion im Alltag zu erfassen. Der Durchschnitt in der Gesamtauswertung lag bei 27 Punkten.

Somit konnte in vielen Fällen eine zufriedenstellende Alltagsfunktion erreicht werden.

Die Korrelation (0,513) zwischen dem normalisierten Constant-Score und dem DASH-Score ist signifikant. Ein niedriger DASH-Score Punktwert (gutes Ergebnis) korreliert mit einem hohen Constant-Score Punktwert.

In den Tabellen 13 bis 15 sind die erzielten Ergebnisse (Mittelwerte) im Constant, normalisierten Constant-Score und DASH-Score in Bezug auf den Frakturtyp nach Neer, AO und Habermeyer noch einmal aufgeschlüsselt.

Tab. 13 Ergebnisse je nach Frakturtyp (Neer-Klassifikation)

Frakturtyp Neer	Patienten (n)	Constant- Score	Normalisierter Constant-Score	DASH- Score
III-2	33	66,3	75,2	30,4
IV/V-3	46	74,7	87,0	25,8
IV/V-4	17	67,9	78,6	27,8
VI-Luxation	4	69,8	77,5	8,4
VI-Head split	2	51,5	61,0	50,0

Tab. 14 Ergebnisse je nach Frakturtyp (AO-Klassifikation)

Frakturtyp AO	Patienten (n)	Constant- Score	Normalisierter Constant-Score	DASH- Score
A2	14	65,8	77,7	41,1
A3	10	73,8	77,6	16,1
B1	24	71,5	83,6	24,0
B2	19	73,7	86,5	22,2
B3	3	65,3	73,0	21,4
C1	2	89,0	100,5	66,7
C2	24	68,7	79,6	28,9
C3	6	60,7	67,8	32,4

Tab. 15 Ergebnisse je nach Frakturtyp (Habermeyer-Klassifikation)

Frakturtyp Habermeyer	Patienten (n)	Constant-Score	Normalisierter Constant-Score	DASH- Score
<i>Typ B2</i>	32	68,0	77,0	31,4
<i>Typ B3</i>	38	72,2	85,0	24,8
<i>Typ B4</i>	5	73,6	83,8	34,6
<i>Typ C2</i>	5	65,4	74,4	35,6
<i>Typ C3</i>	11	72,2	82,0	20,5
<i>Typ C4</i>	7	67,4	78,7	36,0
<i>Typ X (Luxation)</i>	4	69,8	77,5	8,4

Eine Physiotherapie nach Entlassung wurde von 82 (80,4 %) Patienten in Anspruch genommen. Die durchschnittliche Anzahl an Physiotherapieeinheiten innerhalb zwölf oder mehr Monaten nach dem Klinikaufenthalt lag bei 35.

Die Patienten, die sich nicht weiter physiotherapeutisch behandeln ließen, schnitten nach mindestens 12 Monaten im normalisierten Constant-Score nicht signifikant schlechter ab ($p= 0,191$). Sie erreichten 74 Punkte. Patienten, die weiter in physiotherapeutischer Behandlung waren, erzielten im Mittel 82 Punkte. Allerdings ist die Gruppe der Patienten, die keine weitere Physiotherapie in Anspruch nahmen, relativ klein (Physiotherapie: 85 Patienten / keine Physiotherapie: 17 Patienten)

Die Anzahl der Physiotherapie und die Höhe des normalisierten Constant-Scores korreliert nicht.

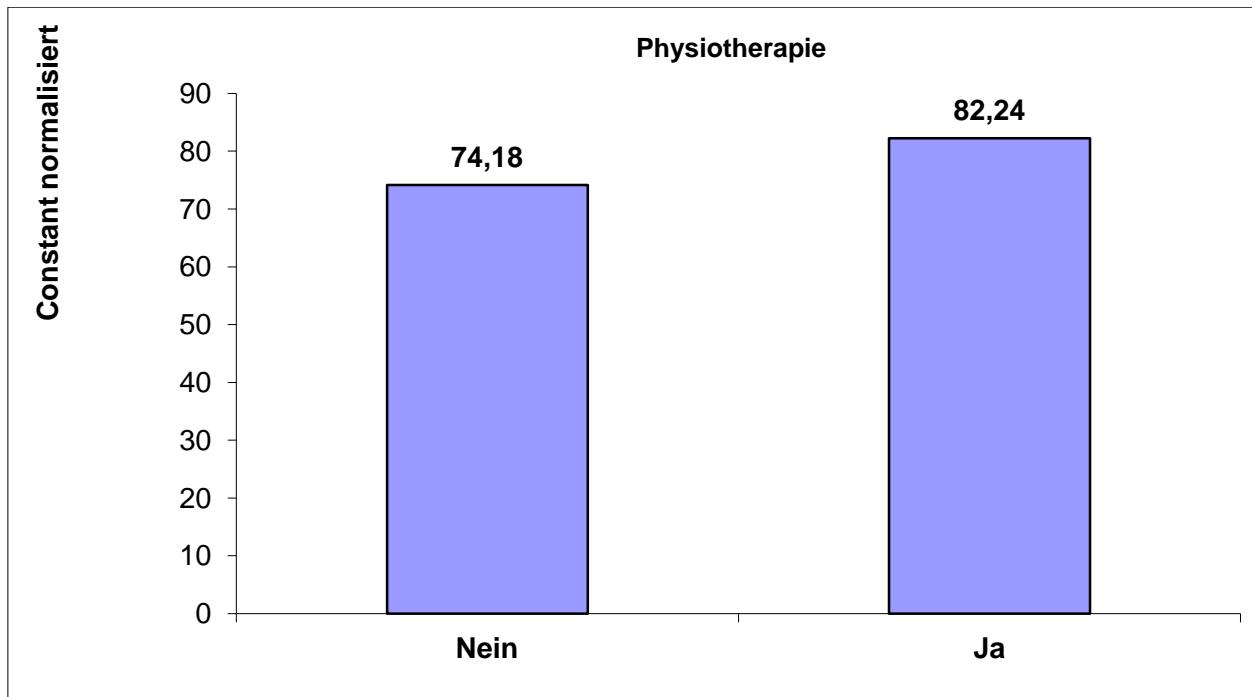


Abb. 21 Normalisierte Constant Werte (nach durchschnittlich 18 Monaten) in Abhängigkeit von weitergeführten Physiotherapie

7.1 Radiologische Ergebnisse

In den intraoperativen oder ersten postoperativen Röntgenaufnahmen konnte in 183 (72,9 %) der 251 Fälle eine korrekte anatomische Achsenstellung zwischen dem kalottentragenden Segment und dem Humeruskopf bestätigt werden.

Eine geringe Achsenabweichung unter 10° wurde in 43 (17,1 %) Fällen registriert (varus< 10°= 28 (11,2 %), valgus< 10°= 15 (6,0 %)).

Eine Varusfehlstellung über 30° bestand bei sechs (2,4 %) Patienten.

Eine Valgusfehlstellung über 30° wurde nicht beobachtet.

Vermehrte Rotationsfehlstellungen unter 20° wurden bei 14 (5,6 %) Patienten, Rotationsfehlstellungen über 20° bei zwei (0,8 %) Patienten festgestellt.

Bei 11 (4,4 %) Patienten bestand ein Versatz des Tuberkulum majus um mehr als fünf mm.

Ein Schaftversatz über fünf mm wurde in sieben (2,8 %) Fällen registriert.

Bei 12 (4,8 %) Patienten erfolgte nach der intraoperativen Röntgenkontrolle einen Korrektur der Plattenlage.

Überstehende Schrauben wurden in 18 (7,2%) Fällen intraoperativ korrigiert.

Im kontrollierten Kollektiv (n=102) wurde der radiologische Verlauf weiter dokumentiert. Drei Patienten waren zu einer radiologischen Verlaufskontrolle nicht bereit. Alle Frakturen wiesen eine vollständige Konsolidierung auf. Eine korrekte Achsenstellung zwischen dem kalottentragenden Segment und dem Humeruskopf bestand in 76 (74,5 %) Fällen. Eine geringe Achsenfehlstellung unter 10° wurde bei 16 (15,7 %) Patienten registriert (varus<10°= 13 (12,7 %), valgus<10°=3 (2,9 %)). Eine Varusfehlstellung über 30° wurde in sechs (5,9 %) Fällen beobachtet. Rotationsfehlstellungen wurden bei sechs (5,9 %) Patienten dokumentiert (<20°=5, >20°=1) Die achsenfehlgestellten Frakturen schnitten im normalisierten Constant-Score schlechter ab als die anatomisch korrekt eingestellten Frakturen (Tabelle 16). Ein signifikanter Unterschied bestand nicht.

Tab. 16 Ergebnisse in Bezug auf die Achsenstellung

Achsenstellung	Patientenzahl (n)	Normalisierter Constant-Score
Korrekt	76	82
<10°	16	76
>30°	6	73
Rotation<20°	5	73
Rotation>20°	1	54

In den radiologischen Kontrolluntersuchungen wurde in 17 (16,7 %) Fällen ein Tuberkulumversatz von über fünf mm verzeichnet. Die fehlfixierten Tuberkula erreichten im normalisierten Constant-Score einen Mittelwert von 73 Punkten im Vergleich zu 83 Punkten bei den anatomisch korrekt gestellten Tuberkula. Ein signifikanter Unterschied bestand nicht.

In einem Fall wurde die Tuberkulafehlstellung operativ korrigiert.

Im bisherigen Verlauf wurden fünf (4,9 %) komplette Humeruskopfnekrosen radiologisch gesichert. Es handelte sich nach der Neer-Klassifikation ausschließlich um IV-4 Segmentfrakturen. Partielle Nekrosen bestanden bei sieben (6,9 %) Humeruskopffrakturen.

Hierbei handelte es sich um zwei III-2, eine IV-3 und vier IV-4 Segmentfrakturen.

Patienten, die eine Humeruskopfnekrose entwickelten, schnitten deutlich schlechter in der Beurteilung der Schulterfunktion ab. Sie erreichten im normalisierten Constant-Score durchschnittlich 54 Punkte.

Postoperative Implantatfehllagen wurden radiologisch in 27 (26,5 %) Patienten nachgewiesen.

In drei (2,9 %) Fällen, zwei mit darauffolgender Metallentfernung, überragten die Platten das Tuberkulum majus kranial über drei mm.

Bei zwei (2,0 %) Patienten kam es zu einer Implantatdislokation aus dem Humerusschaft. Ein Implantat wurde entfernt. Im anderen Fall wurde eine Revision mit Schraubenkorrektur durchgeführt.

Eine PHILOS-Platte musste aufgrund eines Plattenbruchs ausgetauscht werden.

Bei 17 (16,7 %) Patienten wurde das Überstehen einzelner Schraubenspitzen festgestellt.

In acht (7,8 %) Fällen war wegen der hieraus resultierenden Beschwerden eine Metallentfernung indiziert. In zwei (2,0 %) Fällen erfolgte die Entfernung einer überstehenden Schraube in Lokalanästhesie.

In vier (3,9 %) Fällen kam es zu Sinterung der Humeruskopfkalotte und der Dislokation mehrerer Schrauben. Bei diesen Patienten wurde das Implantat entfernt.

7.2 Komplikationen

In zwei (2,0 %) Fällen bildete sich postoperativ ein Hämatom. In einem Fall wurde eine Hämatomentlastung durchgeführt. Postoperative Infektionen wurden nicht beobachtet. Sensible Nervenausfälle im Plexus brachialis- Versorgungsgebiet traten fünfmal (4,9 %) auf, bei drei (2,9 %) Patienten bildete sich die Symptomatik bislang deutlich zurück. Ein Patient (1,0 %) entwickelte einen bleibenden sensiblen und motorischen Nervenschaden.

In 17 (16,7 %) Fällen bestand postoperativ ein einzelner Schraubenüberstand, der in acht (7,8 %) Fällen eine komplette Implantatentfernung bzw. in zwei (2,0 %) Fällen eine Schraubenentfernung in Lokalanästhesie zur Folge hatte.



Abb. 22 Schraubenüberstand

Sechs (5,9 %) Patienten wiesen eine Achsenabweichung von mehr als 30° auf. Geringe Achsenfehlstellungen unter 10° wurden in 16 (15,7 %) Fällen beobachtet. In drei (2,9 %) Fällen überragten die Platten das Tuberkulum majus kranial über drei mm. Eine Metallentfernung wurde bei zwei Patienten durchgeführt. In einem Fall wurde aufgrund des fortgeschrittenen Alters und schlechten Allgemeinzustandes des Patienten von einer Entfernung der Platte abgesehen. Im weiteren Verlauf traten bei zwei (2,0 %) Patienten Implantatdislokationen am Humerusschaft auf. Die PHILOS-Platte wurde in einem Fall refixiert. Im anderen Fall erfolgte die Entfernung der Platte.



Abb. 23 Plattendislokation aus dem Humerusschaft

Bei einem (1,0 %) Patienten kam es postoperativ zu einem Plattenbruch. Das Implantat wurde gegen eine neue PHILOS-Platte ausgetauscht. Eine Dislokation mehrerer Schrauben im Rahmen einer Sinterung der Kalotte lag viermal (3,9 %) vor. Bei allen Patienten wurden Schrauben und Platte entfernt.



Abb. 24 Schraubensinterung a: radiologische Kontrolle postoperativ
b: radiologische Konrolle nach drei Monaten

Ein Impingementsyndrom trat in drei (2,9 %) Fällen aufgrund von einer zu weit kranial platzierten Platte auf und in zwei (2,0 %) Fällen wurde die Symptomatik durch ein disloziertes Tuberkulum majus hervorgerufen. Im radiologischen Verlauf wurden Humeruskopfnekrosen bei fünf (4,9 %) Patienten radiologisch gesichert. Bei sieben (6,9 %) Patienten bestand eine partielle Nekrose des Humeruskopfes. Insgesamt wurden 21 Revisionseingriffe durchgeführt. Eine Übersicht über aufgetretenen Komplikationen gibt Tabelle 17.

Die einzelnen Komplikationen, die revidiert werden mussten, sind im Anhang tabellarisch aufgeführt.

Tab. 16 Übersicht Komplikationen

Frühe Komplikationen	Anzahl	Prozent %
<i>Hämatom</i>	2	2,0
<i>Nervenschaden komplett</i>	1	1,0
<i>Sensibilitätsverlust peripher (reversibel)</i>	3	2,9
<i>Sensibilitätsverlust peripher (permanent)</i>	2	2,0
<i>Schraubenüberstand einzeln</i>	17	16,7
<i>Achsenfehlstellung > 30°</i>	6	5,9
<i>Plattenüberstand > 3mm</i>	3	2,9
Späte Komplikationen	Anzahl	Prozent %
<i>Plattenbruch</i>	1	1,0
<i>Implantatdislokation Humerusschaft</i>	2	2,0
<i>Sinterung der Kalotte mit Schraubendislokation</i>	4	3,9
<i>Impingement</i>	5	4,9
<i>Partielle Humeruskopfnekrose</i>	7	6,9
<i>Humeruskopfnekrose</i>	5	4,9

8 Diskussion

Die proximale Humeruskopffraktur stellt mit einer Inzidenz von 100/100.000 eine der häufigeren Frakturen des Menschen dar [Court-Brown 2001, Lauritzen 1993, Seeley 1991].

Studien belegen, dass mehr als 70 % der Patienten, die einen Oberarmkopfbruch erleiden, über 60 Jahre alt sind [Court-Brown 2001, Kristiansen 1987, Lauritzen 1993]. Durch die höhere Lebenserwartung in einer zunehmend alternden Gesellschaft ist davon auszugehen, dass auch Humeruskopffrakturen häufiger auftreten werden [Kutscha-Lissberg 2000, Ruchholtz 2003].

Palvanen et al [Palvanen 2006] konnten in einer finnischen Langzeitstudie zeigen, dass sich die Inzidenz bei den über 60-Jährigen zwischen 1970 und 2002 verdreifacht hat.

Der Anteil an Frauen ist aufgrund der postmenopausalen Osteoporose höher. Die Inzidenz der Humeruskopffraktur bei Frauen über 70 Jahre steigt auf 400/100.000 an [Hente 2004]. Mit zunehmendem Alter der Patienten steigt auch die Komplexität der Fraktur [Chu 2004, Kelsey 1992, Lauritzen 1993, Lee 2002, Schwartz 2001]. Eine operative Versorgung ist oft unumgänglich.

Bei geringer Dislokation der Fragmente unter fünf Millimetern können die meisten Humeruskopffrakturen mit guten Ergebnissen konservativ behandelt werden [Habermeyer 1989, Koval 1997]. Nach kurzer Immobilisationphase werden Bewegungen im schmerzfreien Raum gestattet. Ein aktiver Armeinsatz ist nach radiologischem Ausschluss einer Dislokation ab einem Monat nach Trauma möglich. Hingegen werden als Indikation für ein operatives Vorgehen dislozierten Zwei-, Drei- und Vierfragmentfrakturen gesehen.

Operative Therapiemöglichkeiten sind durch den meist osteoporotisch veränderten Knochen eingeschränkt. Aufgrund der verminderten Knochendichte werden verschiedene Ansprüche an ein Implantat gestellt. Einerseits wird eine feste Verankerung im Knochen angestrebt, um die Fraktur ausreichend zu stabilisieren. Andererseits sollte eine frühzeitige Mobilisation ermöglicht werden, um einer Einstiefung des Schultergelenks vorzubeugen und auch Beschwerden zu reduzieren. Eine weichteilschonende Operationstechnik wird dabei vorausgesetzt, damit die Durchblutung im Knochen so wenig wie möglich gestört wird.

Die Vielzahl der zur Verfügung stehenden Operationstechniken umfassen minimal-invasive Verfahren, intramedulläre Nagelung, offene Rekonstruktionsverfahren mit

Plattenosteosynthesen bis hin zum endoprothetischen Ersatz. Ein einheitliches Therapiekonzept der komplexen Humeruskopffraktur liegt derzeit nicht vor und unterliegt häufig persönlichen Präferenzen [Tingart 2001].

In den letzten Jahren wurde versucht, mit der Entwicklung von winkelstabilen, anatomisch angepassten Implantaten besonders den Anforderungen einer Schraubenfixierung im osteoporotischen Knochen gerecht zu werden. Die Implantate vereinigen in der klinischen Anwendung eine hohe Frakturstabilität mit der Möglichkeit die periostale Gefäßversorgung zu schonen.

Erste Studien mit Einsatz von winkelstabilen Plattenosteosynthesen in der klinischen Anwendung zeigen überwiegend gute und vielversprechende Ergebnisse [Björkenheim 2004, Brunner 2009, Hente 2004, Klitscher 2008, Koukakis 2006, Lungershausen 2003].

Auch mit der vorliegenden Studie sollte ein Vorteil dieser neuen Platten überprüft werden. 251 Patienten wurden mit dem winkelstabilen PHILOS-Plattenimplantat (Synthes) im Zeitraum von Januar 2002 bis April 2006 versorgt. 102 dieser Patienten konnten über einen Zeitraum von mindestens 12 Monaten (durchschnittlich 18 Monate) klinisch nachuntersucht werden.

Der typisch erhöhte Altersdurchschnitt der Patienten spiegelte sich auch in unserer Arbeit wieder. Im Durchschnitt betrug das Alter der Patienten 66 Jahre.

Mit einem Prozentsatz von 67,6 % war das weibliche Geschlecht deutlich häufiger betroffen.

Nach der Beurteilung der Schulterfunktion mit dem Constant-Score wurden in 53,9 % der Fälle gute bis sehr gute Ergebnisse erzielt.

Wurde die Schulterfunktion mit dem alters- und geschlechtsadaptierten normalisierten Constant-Score beurteilt, konnten bei 71,6 % gute bis sehr gute Resultate nachgewiesen werden.

Im Durchschnitt erreichten die Patienten im Constant-Score 70, im normalisierten Constant-Score 81 und im DASH-Score 27 Punkte.

Es wurden 33 Zwei-Segmentfrakturen operativ versorgt, die im Durchschnitt 66,3 Punkte im Constant-Score, 75,2 Punkte im normalisierten Constant-Score und 30,4 Punkte im DASH-Score erreichten.

Unter den Drei-Segmentfrakturen gab es 46 Oberarmkopfbrüche, die im Mittel 74,7 Punkte im Constant-Score, 87,0 Punkte im normalisierten Constant-Score und 25,8 Punkte im DASH-Score erzielten.

Die Gruppe der Vier-Segmentfrakturen bestand aus 17 Patienten. Der mittlere Constant-Score betrug 67,9, der normalisierte Constant-Score 78,6 und der DASH-Score 27,8 Punkte.

Luxationsfrakturen fanden sich in vier Fällen. Das funktionelle Ergebnis im Constant-Score lag hier bei durchschnittlich 69,8 Punkten, im normalisierten Constant-Score bei 77,5 Punkten und im DASH-Score bei 8,4 Punkten.

Zwei Frakturen wurden als head-split Frakturen klassifiziert und erreichten im Mittel 51,5 Punkte im Constant-Score und 61,0 Punkte im normalisierten Constant-Score und 50,0 Punkte im DASH-Score.

Diese Ergebnisse zeigen, dass in der Mehrzahl der Fälle gute funktionelle Resultate mit winkelstabilen Plattenosteosynthesen erreicht werden können.

Auch andere Studien erzielten ähnliche Ergebnisse unter Anwendung winkelstabiler Osteosyntheseverfahren bei Humeruskopffrakturen.

Brunner et al [Brunner 2009] werteten die Daten einer Multicenterstudie aus, in der 158 Humeruskopffrakturen zwischen 2002 und 2005 in insgesamt 8 Zentren mit einer PHILOS-Platte operativ versorgt wurden.

Das Frakturkollektiv bestand hauptsächlich aus Zwei- und Drei-Segmentfrakturen.

Die Schulterfunktion wurde überwiegend als gut beurteilt. Eine Unterteilung der Ergebnisse auf die Frakturtypen fand allerdings nicht statt.

So wurden im Constant-Score im Durchschnitt 72 Punkte und im Neer Score 76 Punkte nach einem Jahr postoperativ erzielt. Der mittlere DASH-Score betrug 16 Punkte.

Hente et al [Hente 2004] wertete 35 Patienten mit Drei- und Vier- Fragmentfrakturen und PHILOS-Plattenosteosynthese aus. Nach durchschnittlich 18,5 Monaten wurden im Constant-Score in 64 % sehr gute und gute Ergebnisse erreicht. Bei den Drei-Fragmentfrakturen lag das erreichte Mittel bei 74 und bei den Vier-Fragmentfrakturen bei 70 Punkten.

Im Rahmen einer Multicenterstudie, an der neun unfallchirurgische Zentren teilnahmen, berichteten Südkamp und Koautoren [Südkamp 2009] von 187 Patienten, die mit einer winkelstabilen Platte (LPHP) versorgt wurden. Nach der AO-Klassifikation handelte es

sich hauptsächlich um B-Frakturen, also um Drei-Fragmentfrakturen mit einem extraartikulären Bruchverlauf. Es konnten 155 Patienten über 12 Monate evaluiert werden.

In den meisten Fällen wurden auch hier gute funktionelle Ergebnisse erreicht.

Der durchschnittlich erzielte Constant-Score betrug 70,6 Punkte. Im DASH-Score lag ein mittlerer Punktewert von 15,2 vor.

An einem kleineren Kollektiv mit dreißig Patienten wurde von Klitscher et al [Klitscher 2008] über Erfahrungen mit der PHILOS-Platte nach durchschnittlich 16,4 Monaten berichtet. Es handelte sich überwiegend um Drei- und Vier-Fragmentfrakturen.

Gute bis sehr gute Ergebnisse im Constant-Score, normalisiertem Constant-Score und UCLA-Score wurden in 66,7 %, 76,7 % und 76,7 % der Fälle erreicht.

Der durchschnittliche Constant-Score betrug 75, der normalisierte Constant-Score 83,5 und der UCLA-Score 30 Punkte.

Björkenheim et al [Björkenheim 2004] veröffentlichten die Ergebnisse von 72 Patienten, die ebenfalls mit der PHILOS-Platte behandelt wurden. Nach einem Jahr konnte er bei der Hälfte der Patienten gute bis sehr gute Ergebnisse vorweisen. Im Constant-Score wurden durchschnittlich 77 Punkte erreicht. Das Frakturkollektiv bestand überwiegend aus Zwei- und Drei-Fragmentfrakturen.

Voigt und Lill [Voigt 2006] untersuchten 50 Patienten nach, die mit einer winkelstabilen Platte (LPHP) versorgt wurden.

Nach der Codman-Klassifikation fanden sich acht Zwei-Segmentfrakturen, 35 Drei-Segmentfrakturen und sieben Vier-Segmentfrakturen.

Nach 12 Monaten wurde im Constant-Score bei den Zwei-Segmentfrakturen mit im Mittel 85 Punkten in 57,1 % ein sehr gutes bis gutes Resultat erzielt, analog bei den Drei-Segmentfrakturen mit durchschnittlich 87,5 Punkten in 66,7 % und bei den Vier-Segmentfrakturen mit 64 Punkten in 42,8 % der Fälle.

Plecko et al [Plecko 2005] werteten die Daten von 36 Patienten aus, die zwischen 1997 und 2002 mit einer winkelstabilen Platte (LPHP) behandelt wurden. Die Einteilung der Frakturen nach der AO-Klassifikation ergab acht A3-Frakturen, eine B1-, fünf B2-, drei B3-Frakturen, eine C1-, 16 C2 -und zwei C3-Frakturen. Der mittlere Nachuntersuchungszeitraum lag bei 31 Monaten.

Mit einem absoluten Constant-Score von durchschnittlich 62,6 Punkten, einem alterskorrigierten Constant-Score von 80,7 % und einem DASH-Score von

durchschnittlichen 18,0 Punkten konnte in der Mehrzahl der Fälle ein gutes Ergebnis erzielt werden.

Lungershausen et al [Lungershausen 2003] verglichen in einer Studie die Versorgung von Oberarmkopfbrüchen in zwei Patientenkollektiven.

51 Patienten wurden mit einer winkelstabilen Oberarmplatte (Königsseeplatte) behandelt, während in einer Vergleichsgruppe von 39 Patienten, ein nicht winkelstabiles Osteosyntheseverfahren (T-Platte, Minimalosteosynthese) zur Anwendung kam.

In der ersten Gruppe konnten 24 Patienten über einen Zeitraum von 1,2 Jahren nachuntersucht werden. In 70,8 % bestanden sehr gute bis gute Resultate. Der mittlere Neer-Score betrug 71,8 Punkte.

In der zweiten Gruppe mit 15 Patienten lagen in 60 % sehr gute bis gute Ergebnisse vor. Der durchschnittliche Neer-Score lag bei 67,6 Punkten.

Die Autoren kamen in ihrer nicht randomisierten Studie zu der Schlussfolgerung, dass eine Versorgung mit winkelstabiler Platte zu besseren Resultaten führte.

In der vorliegenden Studie bestand zwischen dem Patientenkollektiv unter 65 Jahren und dem Kollektiv über 65 Jahren kein signifikanter Unterschied bei der Beurteilung der Schulterfunktion. In der ersten Gruppe lag der durchschnittlich erreichte normalisierte Constant-Score bei 84 Punkten, in der zweiten Gruppe bei 79 Punkten.

Auch in anderen Studien wurden keine signifikanten, altersabhängigen Unterschiede in der Beurteilung der Schulterfunktion festgestellt [Damanakis 1996, Koukakis 2006, Moonot 2007, Rajasekhar 2001, Wanner 2003].

In der Literatur wird häufig auf den Stellenwert der frühfunktionellen Beübung nach Frakturereignis eingegangen [Hodgson 2006, Kutscha-Lissberg 2000, Ruchholtz 2003]. Nach einer prospektiven Studie von Hodgson [Hodgson2006] ist die frühfunktionelle Beübung des Armes für eine rasche Schmerzlinderung sowie einen besseren Bewegungsumfang essenziell. Auch andere Autoren belegen, dass eine längere Immobilisation zu verzögerter Heilung und längerer Bewegungseinschränkung führt. [Hodgson 2003, Kristiansen 1989, Lefevre-Colau 2007]. Nachuntersuchungen unter biomechanischen Aspekten zeigten, dass mit winkelstabilen Implantaten eine höhere Primärstabilität im Knochen erreicht wird als mit konventionellen Platten [Chudik 2003, Helmy 2006, Lill 2002, Weinstein 2006]. Dadurch kann in vielen Fällen eine frühere Mobilisation des Arms eingeleitet werden.

Im klinischen Einsatz wurde in den meisten unserer Fälle eine frühfunktionelle Physiotherapie zur Verminderung der postoperativen Bewegungseinschränkung und zur Reduktion des Frakturschmerzes erlaubt (durchschnittliche Immobilisation fünf Tage).

Im Gesamtergebnis des Constant-Scores zeigte sich ferner eine signifikante Steigerung der Schulterfunktion zwischen drei und zwölf Monaten. Diese Verbesserung wurde auch in anderen Studien beobachtet [Björkenheim 2004, Frankhauser 2005, Mittlmeier 2003, Südkamp 2009].

Die physiotherapeutische Behandlung nach Entlassung wurde bei 82 (80,4 %) Patienten fortgeführt. Die Anzahl der Physiotherapiesitzungen korrelierte allerdings nicht mit der Höhe des normalisierten Constant-Scores.

Die Patienten, die sich nach Entlassung nicht weiter physiotherapeutisch behandeln ließen, schnitten im normalisierten Constant-Score nicht signifikant schlechter ab. Hier müssen auch weitere, schwer kontrollierbare Faktoren, wie täglicher Armeinsatz, sportliche Aktivität und Schmerzempfinden einen Einfluss haben.

In unserer Studie wurden frühe Komplikationen eher selten registriert. Hier kam es unter den 102 Patienten in einem Fall zu der Entwicklung eines postoperativen Hämatoms (1,0 %), das operativ saniert wurde. Sensible Nervenausfälle im Bereich des Versorgungsgebiets des Plexus brachialis traten fünfmal (4,9 %) auf. Bei drei (2,9 %) Patienten bildete sich die Symptomatik bislang deutlich zurück. Ein (1,0 %) Patient entwickelte einen sensiblen und motorischen Nervenschaden. Postoperative Infektionen wurden nicht beobachtet.

Ein wesentlicher Teil der Komplikationen wurde von Implantatfehllagen verursacht. Diese lagen häufig am Überstand von einzelnen Schrauben begründet. Ein postoperativer Schraubenüberstand wurde in 17 (16,7 %) Fällen radiologisch festgestellt. Aufgrund der Schraubenperforation wurden bei 10 (9,8 %) Patienten Implantatentfernungen oder einzelne Schraubenentfernungen (in Lokalanästhesie) notwendig. Insbesondere die senkrecht zur Platte verlaufenden kranialen Schrauben bergen die Gefahr, bei Überlänge eine Arrosion der Gelenkpfanne zu verursachen.

Auch im Literaturvergleich stellen diese Komplikationen keine Seltenheit einer winkelstabilen Schraubenverankerung dar [Brunner 2009, Frankhauser 2005, Hente 2004, Lill 2002, Südkamp 2009].

Bei der Bemessung der Schraubenlänge muss gerade im osteoporotischen Knochen beachtet werden, dass die winkelstabilen Schrauben zur Fixierung knapp unterhalb der subchondralen Zone positioniert werden, um hier noch mehr Halt zu erreichen. Ein Mindestabstand von drei Millimetern zur Knorpelgrenze sollte eingehalten werden, sodass auch bei einer Fraktursinterung keine Schraubenspitzen in den glenohumeralen Gelenkspalt eindringen können. Eine intraoperative Röntgendarstellung in mehreren Ebenen ist notwendig, um über die korrekte Schraubenlage Aufschluss zu geben.

Mit inferior plazierten Schrauben oder auch Knochenspaneinbringung kann die sogenannte mediale Abstützung verbessert werden. Es können Schraubenperforationen durch Kopfkalottenverschiebungen, die nicht auf Nekrosen beruhen, vermieden werden.

Im weiteren Verlauf ist bei Sinterungen der Kopfkalotte durch eintretenden Humeruskopfnekrosen mit einem sekundärem Überstand der Schraubenspitzen zu rechnen. Diese Komplikation beruht meist auf einer frakturbedingten Vaskularisationsstörung im Kalottensegment. Eine entsprechend kürzere Schraubenplazierung kann individuell erwogen werden, falls dies mechanisch möglich ist.

In unserer Studie wurden Sinterungen im Humeruskopfbereich mit Schraubenperforationen vier (3,9 %) Mal beobachtet und erforderten in allen Fällen eine Implantatentfernung.

Ziel der operativen Versorgung der Oberarmkopffraktur sollte eine korrekte anatomische Reposition und stabile Fragmentretention sein, da Achsenfehlstellungen mit Bewegungseinschränkungen einhergehen können. Geringgradige Fehlstellungen werden toleriert.

Eine korrekte anatomische Achsenstellung zwischen dem kalottentragenden Segment und dem Humeruskopf konnte in 76 (74,5 %) unserer Fälle erreicht werden. Leichte Varusfehlstellungen unter 10° zwischen Kalotte und Schaft wurden bei 16 (15,4 %) Patienten in der radiologischen Verlaufskontrolle dokumentiert. Varusfehlstellungen von über 30° und Rotationsfehlstellungen wurden bei jeweils sechs (5,9 %) Patienten festgestellt. Operative Korrekturen von Achsenfehlstellungen wurden nicht durchgeführt, in einem Fall wurde ein disloziertes Tuberkulum majus refixiert.

Die erzielten Resultate im Constant-Score waren hier niedriger als die der anatomisch korrekt eingestellten Frakturen, die Unterschiede waren jedoch statistisch nicht signifikant. In den meisten Fällen konnte eine gute Beweglichkeit erreicht werden.

Auch andere Autoren geben an, dass Humeruskopffrakturen, die eine Achsenfehlstellung aufweisen, dennoch gute Ergebnisse zeigen können und nicht signifikant schlechter im Constant-Score abschneiden [Brunner 2009, Klitscher 2008, Lill 2001].

Im weiteren Behandlungsverlauf wurden sekundäre Plattendislokationen in zwei (2,0 %) Fällen beobachtet. Zu einem Implantatversagen durch Plattenbruch bei einer subkapitalen Fraktur mit Wechsel des Implantats kam es in einem Fall.

In der Literatur werden nach winkelstabiler Plattenosteosynthese Implantatdislokationen zwischen 0 und 11 % angegeben [Bartsch 2003, Björkenheim 2004, Brunner 2009, Koukakis 2006, Lill 2004, Lungershausen 2003, Mückter 2001, Südkamp 2009].

Die Rate liegt deutlich höher nach konventioneller Plattenosteosynthese und wird zwischen 4 und 27 % angegeben [Esser 1994, Hessmann 2001, Speck 1996].

Auch minimal-invasive Operationsmethoden (z.B. mit Kirschner Drähten oder Schrauben) sind im osteopenen Knochen häufig nicht ausreichend stabil und erfordern eine längere Ruhigstellung des Arms [Lill 2001, Lungershausen 2003, Siebler 1989, Weber 1998].

Deshalb sollte dieses Verfahren dem jüngeren Patienten mit tragfähiger Knochenstruktur vorbehalten bleiben.

Lungershausen et al [Lungershausen 2003] verglichen in einer Studie die Ergebnisse zweier Patientengruppen mit dislozierten Humeruskopffrakturen, die mit unterschiedlichen operativen Verfahren behandelt wurden. In der ersten Gruppe kam ein winkelstables Plattenimplantat zur Anwendung (Königsseeplatte). In der zweiten Gruppe wurde die Fraktur mit einer T-Platte oder Kirschnerdrähten versorgt.

Die Zahl an sekundären Implantatdislokationen war in der zweiten Gruppe dreimal so hoch wie in der ersten Gruppe.

Die niedrige Rate an sekundären Implantatdislokationen bei winkelstabilen Plattenimplantaten ist ein wesentlicher Vorteil im Vergleich zu anderen Osteosyntheseverfahren.

Eine weitere Komplikation kann eine zu hoch plazierte Platte oder eine Fehlstellung des Tuberkulum majus sein. Dies kann zu einem Impingementsyndrom führen.

In unserer Studie führte ein kranialer Plattenüberstand über drei Millimeter in drei (2,9 %) Fällen zu einem mechanischen Subakromialsyndrom. In zwei Fällen erfolgte eine Metallentfernung. In einem Fall wurde aufgrund des Alters sowie des schlechten Allgemeinzustandes des Patienten von einer Implantatentfernung abgesehen.

Zwei (2,0 %) Patienten mit Impingementsymptomatik wiesen in der radiologischen Verlaufskontrolle ein disloziertes Tuberkulum majus auf. Im Literaturvergleich liegt das Auftreten eines Impingementsyndroms bei der Anwendung von winkelstabilen Plattenosteosynthesen zwischen null und neun Prozent. [Björkenheim 2004, Brunner 2009, Hente 2004, Lill 2004, Moonot 2007, Südkamp 2009]. Durch eine exakte intraoperative Röntgenkontrolle der Plattenlage und einer zusätzlichen Fixierung des Tuberkulum majus mit Fäden oder Drähten kann diese Komplikation verringert werden. Ein wichtiges Kriterium in der Bewertung unserer Studie stellt die Rate an aufgetretenen Humeruskopfnekrosen dar:

Nach operativer Versorgung mit konventionellen Platten schwankt die in der Literatur angegebene Rate an Humeruskopfnekrosen stark. Sie liegt zwischen 0 und 45 % [Kuner 1987, Lill 1997, Speck 1996, Wijgman 2002].

Das Auftreten dieser schweren Komplikation bei minimal-invasiven Operationsverfahren ist deutlich geringer [Bäthis 2001, Bogner 2008, Dimakopoulos 2007, Lungerhausen 2003, Speck 1997]. Das gilt neben dem schonenden operativen Vorgehen als ein wesentlicher Vorteil der Minimalosteosynthese gegenüber der konventionellen Plattenosteosynthese.

In unserer Studie wurden in 12 (11,8 %) Fällen Humeruskopfnekrosen beobachtet. Hierbei lag der Anteil an partielle Nekrosen bei sieben (6,9 %) Patienten.

In anderen Studien mit Anwendung von winkelstabilen Plattenimplantaten liegt die Osteonekroserate zwischen 0 und 16 % [Bartsch 2003, Björkenheim 2004, Brunner 2009, Esser 1994, Hente 2004, Klitscher 2008, Koukakis 2006, Lungerhausen 2003, Plecko 2005, Südkamp 2009].

Damit scheint das Risiko, eine Humeruskopfnekrose zu entwickeln, geringer als beim Einsatz von herkömmlichen Plattenosteosynthesen zu sein und könnte auch in einer zunehmend schonenderen Operationsweise begründet sein.

Im Vergleich zu operativen Verfahren mit Minimalosteosynthesen bietet die winkelstabile Platte allerdings keinen deutlichen Vorteil im Hinblick auf die

Osteonekroserate. Es zeigen sich vergleichbare Werte, wie sie bei minimal-invasiven Verfahren zu finden sind.

Die Ergebnisse in Studien weisen daraufhin, dass die Entwicklung einer Humeruskopfnekrose in erster Linie vom Frakturtyp und nicht nur vom Osteosyntheseverfahren abhängt [Ko 1996, Neer 1970, Qidwai 2001, Resch 1997, Trupka 1997].

Auch nach konservativer Therapie wird über eine höhere Rate an Humeruskopfnekrosen bei Vier-Fragmentfrakturen berichtet. Die Nekroserate bei den Drei- und Zwei-Fragmentfrakturen fiel deutlich geringer aus [Lill 2001, Zyro 1998].

Auch in unserer Studie waren im Beobachtungszeitraum risikobehaftete Vier-Fragmentfrakturen von einer kompletten Humeruskopfnekrose betroffen.

Es muss beachtet werden, dass sich partielle oder komplett Nekrosen in einem Zeitraum von bis zu vier Jahren nach dem Trauma ausbilden können. Deshalb sind genauere Zahlen erst nach einem längeren Untersuchungszeitraum zu erwarten.

Die Revisionsrate in unserer Studie lag bei 20,6 % und wurde hauptsächlich von Metallentfernungen aufgrund von Implantatfehllagen getragen.

In zwei (2,0 %) Fällen lag ein kranialer Plattenüberstand vor, der zu einer Entfernung der PHILOS-Platte führte. In zehn (9,8 %) Fällen kam es zu Schraubenperforationen, die eine komplette Implantatentfernung oder einzelne Schraubenentfernungen (in Lokalanästhesie) zur Folge hatten. In vier (3,9 %) Fällen führten Sinterungen der Kalotte zur mehrfachen Schraubendislokation mit erforderlicher Metallentfernung.

Das „cutting out“ von Schrauben bei der winkelstabilen Plattenosteosynthese wird auch von anderen Autoren als eine der häufigsten Komplikationen beschrieben, die einen Zweiteingriff nach sich ziehen [Brunner 2009, Frankhauser 2005, Hente 2004, Lill 2002, Mückter 2001]. Die Rigidität des winkelstabilen Plattenimplantats im osteoporotischen Knochen und die Auswahl von zu langen Schrauben können als ursächlich angesehen werden.

Intraoperative Längenbestimmung der Schrauben durch eine Röntgendarstellung in mehreren Ebenen ist daher unerlässlich, um das Auftreten dieser Komplikation zu reduzieren und einen Zweiteingriff zu vermeiden.

8.1 Zusammenfassung

Die Humeruskopffraktur ist eine der häufigsten Frakturen des älteren Menschen. In über 70% der Fälle sind die Patienten über 60 Jahre alt. Es ist davon auszugehen, dass die Inzidenz durch die höhere Lebenserwartung in unserer Bevölkerung weiter zunehmen wird.

Ein einheitliches Behandlungskonzept der Humeruskopffraktur liegt derzeit nicht vor, sondern eher eine vielfach auf Erfahrungswerten beruhende Vorgehensweise. Handelt es sich um dislozierte oder instabile Frakturtypen wird überwiegend eine operative Stabilisierung propagiert.

Mangelnde Implantatverankerung, sekundäre Implantatlockerung und das Auftreten von avaskulären Kopfnekrosen stellen schwerwiegende Probleme dar und werden häufig durch einen osteoporotisch veränderten Knochen bedingt.

Veränderungen der Implantate mit winkelstabilen Schraubenverankerungen sollen hier zu einer Verminderung der Komplikationen führen.

In der vorliegenden retrospektiven Studie wurden 251 Patienten im Zeitraum von Januar 2002 bis April 2006 mit einer winkelstabilen Osteosyntheseplatte (PHILOS, Firma Synthes) primär operativ versorgt. Innerhalb von mindestens einem Jahr wurde die objektivierbare Schulterfunktion mit dem Constant-Score und dem alters- und geschlechtsspezifischen normalisierten Constant-Score an 102 Patienten erhoben. Die subjektive Beurteilung der Funktion der oberen Extremität durch den Patienten wurde mit dem validierten DASH-Score erfasst. Der Nachuntersuchungszeitraum lag bei einem Mittelwert von 18 Monaten. Das nachuntersuchte Patientenkollektiv bestand aus 69 (67,6 %) Frauen und 33 (32,4 %) Männern mit einem Durchschnittsalter von 66 Jahren.

Entsprechend der Neer-Klassifikation wurden 33 Frakturen den Zwei-Fragmentfrakturen (Neer Typ III-2), 46 den Drei-Fragmentfrakturen (Neer Typ IV-3/V-3) und 17 den Vier-Fragmentfrakturen (Neer Typ IV-4/V-4) zugeordnet. Weiterhin lagen vier Luxationsfrakturen (Neer Typ VI) vor, sowie zwei Trümmerfrakturen mit Verlauf der Bruchlinie durch die Gelenkfläche (head split Fraktur).

Die Aussage der Daten lieferten 29 (28,4 %) sehr gute, 26 (25,5 %) gute, 21 (20,6 %) befriedigende und 26 (25,5 %) schlechte Ergebnisse in der Gesamtbewertung der Constant-Score Rohdaten.

Im Durchschnitt erreichten die 102 der nachuntersuchten Patienten einen guten Constant-Score von 70 Punkten.

Legt man den normalisierten Constant-Score an, lagen 52 (51,0 %) sehr gute, 21 (20,6 %) gute, 15 (14,7 %) befriedigende und 14 (13,7 %) schlechte Ergebnisse vor.

Dadurch ergibt sich dann im Durchschnitt ein normalisierter Constant-Score von 81 Punkten.

Die subjektive Einschätzung der Schulterfunktion durch den DASH-Score weist mit durchschnittlich 27 Punkten eine gute Zufriedenheit der Patienten auf.

Im normalisierten und rohen Constant-Score konnte im zeitlichen Verlauf zwischen drei und zwölf Monaten eine Steigerung der Punktzahl registriert werden. Es zeigte sich eine deutliche Verbesserung der Schulterfunktion. Hierbei bestand zwischen den Patienten unter 65 Jahren und denen über 65 Jahren kein signifikanter Unterschied.

Es wurden jedoch auch eine Reihe an Komplikationen registriert. Diese bestanden einerseits aus technischen Fehlern, wie Implantatfehllagen (Plattenüberstand in drei (2,9 %), Schraubenüberstände in 17 (16,7%) Fällen) oder mangelhaften Repositionen (Achsenfehlstellung > 30° in sechs (5,9 %) Fällen).

Revisionspflichtige Wundheilungsstörungen oder Infektionen wurden nicht beobachtet.

In einem (1,0 %) Fall kam es postoperativ zu einer revisionspflichtigen Hämatombildung.

Im Verlauf traten weitere Komplikationen auf. Bei fünf (4,9 %) Patienten wurde ein peripherer Sensibilitätsverlust des Arms registriert. Die Symptomatik bildete sich bei drei (2,9 %) Patienten bislang deutlich zurück. Ein Patient (1,0 %) entwickelte einen sensiblen und motorischen Nervenschaden. Fünf (4,9 %) Patienten litten unter einem Impingementsyndrom.

Postoperativ traten Plattenausrisse aus dem Schaft zweimal (2,0 %) auf. Ein Plattenbruch lag einmal (1,0%) vor.

Schraubendislokationen aufgrund von Fraktsinterungen wurden in vier (3,9 %) Fällen festgestellt.

Eine komplette Humeruskopfnekrose wurde bei fünf (4,9 %) Patienten radiologisch nachgewiesen. Partielle Osteonekrosen wurden in sieben (6,9 %) Fällen festgestellt.

Insgesamt traten 21 (20,6 %) revisionspflichtige Komplikationen auf.

In zwei Fällen waren diese durch einen Plattenüberstand begründet, singuläre Schraubenperforationen führten in zehn Fällen zu einem Zweiteingriff, Sinterungen im

Bereich der Humeruskopfkalotte machten eine Implantatentfernung in vier Fällen notwendig. Implantatdislokationen im Humerusschaft mit darauffolgender Metallentfernung bzw. Refixation der Platte lagen zweimal vor, und zu einem Plattenbruch mit Austausch der PHILOS-Platte kam es in einem Fall.

8.2 Schlussfolgerung

Die operative Versorgung von Mehrsegmentfrakturen des Humeruskopfes mit einer winkelstabilen Humerusplatte (z.B. PHILOS) stellt auch im höheren Lebensalter eine operative Behandlungsoption dar.

Vorteilhaft ist die hohe Primärstabilität, die eine frühfunktionelle Nachbehandlung möglich macht. Implantatdislokationen werden im Vergleich zu anderen Methoden seltener beobachtet. In vielen Fällen können sehr gute Ergebnisse erzielt werden.

Die Rate an Humeruskopfnekrosen ist niedriger als bei herkömmlichen Plattenosteosynthesen, im Vergleich zur Minimalosteosynthese liegt sie in ähnlichen Bereichen. Das Problem der frakturabhängigen Entwicklung einer Humeruskopfnekrose lässt sich auch mit neuen Implantaten nicht beeinflussen.

Die relativ hohe Revisionsrate von 20,6% ist in den meisten Fällen durch Schraubenperforationen bedingt. Genaue Längenbestimmungen der Schrauben, mediale Abstützung des Knochens und intraoperative Röntgendarstellungen in mehreren Ebenen könnten diese Komplikation in Zukunft weiter verringern.

9 Literaturverzeichnis

Adedapo AO, Ikpeme JO (2001) The results of internal fixation of three- and four-part proximal humeral fractures with the Polarus nail. *Injury* 32: 115- 121

Bartl R, Bartl C (2004) Osteoporose-Manual, Diagnostik, Prävention und Therapie. Springer Verlag

Bartsch S, Echtermeyer V (2003) Osteosyntheseverfahren bei dislozierten proximalen Humerusfrakturen. Bedeutet die winkelstabile Plattenosteosynthese einen Fortschritt? *Trauma Berufskh* 5: 1- 10

Bäthis H, Tingart M, Bouillon B, Tiling TH (2001) Die operative Therapie der proximalen Humeruskopffraktur. Ist die T- Platte noch ein zeitgemäßes Osteosyntheseverfahren? *Zentralblatt für Chirurgie*, Band 126: 211- 216

Becker C, Scheibel S (1998) Stürze und sturzbedingte Verletzungen älterer Menschen. *Fortschr Med* 116/32: 22- 29

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

Björkenheim JM, Pajarin J, Savolainen V (2004) 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: 741- 745

Bogner R, Hübner C, Matis N, Auffarth A, Lederer S, Resch H (2008) Minimal-invasive treatment of the proximal humerus in elderly patients. *J Bone Joint Surg (Br.)* 12: 1602- 1607

Brunner F, Sommer C, Bahrs C, Heuwinkel R, Hafner C, Rillmann P, Kohut G, Ekelund A, Muller M, Audigé L, Babst R (2009) Open reduction and internal fixation of proximal humerus fractures using a proximal humeral locked plate: a prospective multicenter analysis. *J Orthop Trauma* 23: 163- 172

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

Chudik SC, Weinhold P, Dahners LE (2003) Fixed-angle plate fixation in simulated fractures of the proximal humerus: a biomechanical study of a new device. *J Shoulder Elbow Surg.* 12:578- 588

Clark JM, Harryman DT 2nd (1992) Tendons, ligaments and capsule of the rotator cuff. Gross and microscopy anatomy. *J Bone Joint Surg (Am.)* 74: 713- 725

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

Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM (2001) The translated two-part fracture of the proximal humerus. Epidemiology and outcome in the older patient. *J Bone Joint Surg (Br.)* 83: 799- 804

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

Dimakopoulos P, Panagopoulos A, Kasimatis G (2007) Transosseous suture fixation of proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg (Am.)* 8: 1700- 1709

Esser RD (1994) Treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus with a modified cloverleaf plate. *J Orthop Trauma* 8 (1):15-22

Frankhauser F, Boldin C, Schipplinger G, Haunschmid C, Szyskowitz R (2005) A new locking plate for unstable fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res* 430: 176- 181

Germann G, Wind G, Harth A (1999) Der Dash-Fragebogen-Ein neues Instrument zur Beurteilung von Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 31: 149- 152

Germann G, Wind G, Harth A, Demir E (2003) Standardisierung und Validierung der deutschen Version 2.0 des „Disability of Arm, Shoulder, Hand“ (DASH)-Fragebogens zur Outcome-Messung an der oberen Extremität. *Unfallchirurg* 106 (1): 13- 19

Habermeyer P, Schweiberer L (1989) Frakturen des proximalen Humerus. Orthopäde 18: 200- 207

Habermeyer P, Schweiberer L (1991) Oberarmkopffrakturen. Konservative und operative Differentialtherapie. Unfallchirurg 94: 438- 446

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

Helmy N, Hintermann B (2006) New trends in the treatment of proximal humerus fractures. Clin Orthop Relat Res 442: 100- 108. Review

Hente R, Kampshoff J, Kinner B, Fuchtmeier B, Nerlich M (2004) Treatment of displaced 3- and 4-part fractures of the proximal humerus with fixator plate comprising angular stability. Unfallchirurg 107: 769- 782

Hessmann MH, Rommens PM (2001) Osteosynthesetechniken bei proximalen Humerusfrakturen. Chirurg 72: 1235- 1245

Hintermann B, Trouillier HH, Schafer D (2000) Rigid internal fixation of fractures of the proximal humerus in older patients. J Bone Joint Surg (Br.) 82: 1107- 1112

Hodgson SA, Mawson SJ, Stanley D (2003) Rehabilitation after two-part fractures of the neck of the humerus. J Bone Joint Surg Br. 85: 419- 422

Hodgson S (2006) Proximal humerus fracture rehabilitation. Clin Orthop Relat Res 442: 131- 138

Katolik LI, Romeo AA, Cole BJ, Verma NN, Hayden JK, Bach BR (2005): Normalisation of the Constant-score. J Shoulder Elbow Surg 14: 279- 285

Kelsey JL, Browner WS, Seeley DG, Nevitt MC, Cummings SR (1992) Risk factors for fractures of the distal forearm and proximal humerus. Am J Epidemiol 135: 477- 489

Klitscher D, Blum J, Andreas D, Hessmann M, Kuechle R, Du Prel JP, Rommens PM (2008) Osteosynthesis of proximal humeral fractures with the fixed angle PHILOS-plate. Eur J Trauma Emerg Surg 34: 29- 36

Ko JY, Yamamoto R (1996) Surgical treatment of complex fracture of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res* 327:225-237

Köstler W, Strohm PC, Südkamp NP (2002) NeueOsteosyntheseverfahren am Humerus. *Chirurg* 73: 969-977

Köstler W, Strohm PC, Südkamp NP (2003) Die proximale Humerusfraktur im hohen Lebensalter. *Chirurg* 74: 985- 989

Koukakis A, Apostolou CD, Taneja T, Korres DS, Amini A (2006) Fixation of proximal humerus fractures using the PHILOS plate: early experience. *Clin Orthop Relat Res* 442: 115- 120

Koval KJ, Gallagher MA, Marsicano JG, Cuomo F, McShinawy A, Zuckermann JD (1997) Functional outcome after minimal displaced fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg (Am.)* 79: 203- 207

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

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

Kuner EH, Siebler G (1987) Luxationsfrakturen des proximalen Humerus- Ergebnisse nach operativer Behandlung. *Unfallchirurgie* 13: 64- 71

Kutsch- Lissberg F, Kolig E, Keller M, Muhr G (2000) Frakturbehandlung im hohen Alter. *Orthopäde* 29: 274- 280

Lauritzen JB, Schwarz P, Lund B, McNair P, Transbol I (1993) Changing incidence and residual lifetime risk of common osteoporosis-related fractures. *Osteoporos Int* 3: 127- 132

Lee SH, Dargent-Molina P, Bréart G, EPIDOS Group. Epidemiologie de l'Osteoporose Study (2002) Risk factors of the proximal humerus: results from the EPIDOS prospective study. *J Bone Miner Res* 17: 817- 825

Lefevre-Colau MM, Babinet A, Fayad F, Fermanian J, Anract P, Roren A, Kansao J, Revel M, Poiraudau S (2007) Immediate mobilization compared with conventional immobilization for the impact nonoperatively treated proximal humeral fracture. A randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 89: 2582- 2590

Lill H, Lange K, Prasse-Badde J, Schmidt A, Verheyden V (1997) Die T-Plattenosteosynthese bei dislozierten Humerusfrakturen. *Unfallchirurgie* 23: 183- 190

Lill H, Josten C (2000) Proximal and distal humerus fractures in advanced age. *Orthopäde* 29: 327- 341

Lill H, Bewer A, Korner J, Verheyden P, Hepp P, Krautheim I, Josten C (2001) Konservative Therapie dislozierter proximaler Humerusfrakturen. *Zentralblatt Chirurgie* 126: 205- 210

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

Lill H, Hepp P, Gowin W, Oestmann JW, Korner J, Haas NP, Josten C, Duda GN (2002) Age- and gender-related distribution of bone mineral density and mechanical properties of the proximal humerus. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr* 174: 1544- 1550

Lill H, Hepp P, Korner J, Kassi JP, Verheyden AP, Josten C, Duda GN (2003) Proximal humeral fractures: How stiff should an implantat be? A comparitive mechanical study with new implants in human specimens. *Arch Orthop Trauma Surg* 123: 74- 81

Lill H, Hepp P, Rose T, Konig K, Josten C (2004) The angle stable locking-proximal-humerus-plate (LPHP) for proximal humeral fractures using a small anterior-lateral-deltoid-splitting-approach technique and first results. *Zentralbl Chir* 129: 43- 48

Luetters CM, Kelsey JL, Keegan TH, Quesenberry CP, Sidney S (2003) Left-handedness as a risk factor for fractures. *Osteoporos Int* 14: 918- 922

Lungershausen W, Bach O, Lorenz CO (2003) Locking plate osteosynthesis for fractures of the proximal humerus. *Zentralbl Chir* 128: 28- 33

Mathews J, Lobenhoffer P (2004) Results of intramedullary nailing of unstable proximal humeral fractures in geriatric patients with a new antegrade nail system. *Unfallchirurg* 107: 372- 380

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

Moonot P, Ashwood N, Hamlet M (2007) Early results for treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus using the PHILOS plate system. *J Bone Joint Surg Br.* 89(9): 1206-1209

Mückter H, Herzog L, Becker M, Vogel W, Meeder PJ, Buchholz J (2001) Angle- and rotation-stable internal fixation of proximal humerus fractures with the humerus fixator plate. Early clinical experience with a newly developed implant. *Chirurg* 72: 1327- 1335

Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J, Heim U (1990) The comprehensive classification of fractures of the long bones. Springer, Berlin, Heidelberg, New York

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

Nguyen TV, Center JR, Sambrook PN, Eisman JA (2001) Risk factors for proximal humerus, forearm, and wrist fractures in elderly men and women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *Am J Epidemiol* 153: 587- 595

Palvanen M, Kannus P, Niemi S, Parkkari J (2006) Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 442: 87- 92.

Plecko M, Kraus A (2005) Internal fixation of proximal humerus fractures using the locking proximal humerus plate. *Oper Orthop Traumatol.* 442: 115- 120

Qidwai SA (2001) Treatment of proximal humeral fractures by intramedullary Kirschner wires. *J Trauma* 50: 1090- 1095

Rajasekhar C, Ray PS, Bhamra MS (2001) Fixation of proximal humeral fractures with the Polaris nail. *J Shoulder Elbow Surg* 10: 7- 10

Resch H, Povacz P, Frohlich R, Wambacher M (1997) Percutaneous fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg (Br.)* 79: 295- 300

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

Richter M, Becker C, Seifert J, Gebhard F, Pieske O, Holch M, Lob G (2002) Prävention von Verletzungen im Alter. *Unfallchirurg* 105: 1076- 1087

Ruchholtz S, Nast-Kolb D (2003) Die Oberarmkopffraktur. *Unfallchirurg* 106: 498- 513

Rumschik U, Wittner B (2002) Topographie und funktionelle Anatomie des Schultergelenkes OP- Journal 18: 184- 189

Runge M, Rehfeld G (2001) Geriatrische Rehabilitation im therapeutischen Team. 2. Auflage, Thieme Verlag

Schwartz AV, Sellmeyer DE, Ensrud KE, Cauley JA, Tabor HK, Schreiner PJ, Jamal SA, Black DM, Cummings SR, Study of Osteoporotic Features Research Group (2001) Older women with diabetes have an increased risk of fracture: a prospective study. *J Clin Endocrinol Metab* 86: 32- 38

Seegl W, Weiglein A (1991) Die arterielle Blutversorgung des Oberarmkopfes und ihre prognostische Bedeutung bei Luxationsfrakturen des Oberarmkopfes. *Acta Chir Austriaca* 92: 1- 19

Seeley DJ, Browner WS, Nevitt MC, Genant HK, Scott JC, Cummings SR (1991) Which fractures are associated with low appendicular bone mass in elderly women? *Ann Intern Med* 115: 837- 842

Siebler G, Walz H, Kuner EH (1989) Minimalosteosynthese von Oberarmkopffrakturen. Indikation, Technik, Ergebnisse. *Unfallchirurg* 92: 169- 174

Speck M, Lang FJ, Regazzoni P (1996) Proximal humeral multiple fragment fractures-failures after T-plate osteosynthesis. *Swiss Surg* 2: 51- 56

Speck M, Regazzoni P (1997) Four-fragment fractures of the proximal humerus. Alternative strategies for surgical treatment. *Unfallchirurg* 100: 349- 353

Südkamp N, Bayer J, Hepp P, Voigt C, Oestern H, Käab M, Luo C, Plecko M, Wendt K, Köstler W, Konrad G (2009) Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humerus plate. Results of a prospective, multicenter, observational study. *J Bone Joint Surg (Am.)* 91 (6): 1320-1328

Tingart M, Bathis H, Bouillon B, Tiling T (2001) The displaced proximal humeral fracture: is there evidence for therapeutic concepts? *Chirurg* 72: 1284- 1291

Trupka A, Wiedemann E, Ruchholtz S, Brunner U, Habermeyer P, Schweiberer L (1997) Dislozierte Mehrfragmentfrakturen des Humeruskopfes. *Unfallchirurg* 100:105- 110

Voigt C, Lill H (2006) Versorgung proximaler Humerusfrakturen. *Fortschritte in der Plattenosteosynthese. Trauma und Berufskh* 9: 43- 47

Weber E, Matter P (1998) Operative Behandlungen proximaler Humeruskopffrakturen Internationale Multicenterstudie. *Swiss Surg* 4: 95- 100

Wanner GA, Wanner-Schmid E, Romero J, Hersche O, von Smekal A, Trentz O, Ertel W (2003) Internal fixation of displaced proximal humeral fractures with two one-third tubular plates. *J Trauma* 54:536-544

Weinstein DM, Bratton DR, Ciccone WJ 2nd, Elias JJ (2006) Locking plates improve torsional resistance in the stabilization of three-part proximal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 15 (2): 239-243

Wijgman AJ, Rookler W, Patt TW, Raaymakers E, Marti RK (2002) Open reduction and internal fixation of three and four-part fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg (Am.)* 84: 1919- 1925

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

10 Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name : Maja Korsch
Geburtstag : 17.2.1977
Geburtsort: Wuppertal

Schulbildung

1983-1987: Grundschule Ennepetal
1987-1996: Reichenbachgymnasium Ennepetal
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

Studium

1997-2005: Studium der Humanmedizin an der
Ludwig-Maximilian-Universität München

2005- 2006: Praktisches Jahr:
Gynäkologie: Klinik und Poliklinik für Frauenheilkunde und
Geburtshilfe Maistrasse – Klinikum der Universität München
Chirurgie: Hospital General Universitario de
Elche, Spanien
Innere Medizin: Hospital General Universitario
de Elche, Spanien

2005: Abschluss des Medizinstudiums mit dem
3. Staatsexamen

2006: Approbation als Ärztin

Weiterbildung:

2006-2009: Assistenzärztin für Gynäkologie und Geburtshilfe
Gemeinschaftskrankenhaus Herdecke, Abteilung für Gynäkologie und Geburtshilfe
Seit November 2009: Assistenzärztin für Gynäkologie und Geburtshilfe
Marienkrankenhaus Schwerte, Abteilung für Gynäkologie und Geburtshilfe

Auslandsaufenthalte

02/1997–10/1997: Austin School of Massage Therapy, Austin
Texas, USA
Abschluss: Swedish Massage Level I

11/2000-02/2001 Famulaturen im Hospital de Niños, Lima, Peru und im
Hospital General, Iquitos, Peru

04/2006-09/2006 Praktisches Jahr (Chirurgie und Innere Medizin) am Hospital
General Universitario de Elche, Spanien

04/2010-05/2010 Humanitärer Einsatz mit „Landsaid e.V.“ in Port- au-Prince,
Haiti

11 Anhang

Dash Score

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

THE DASH

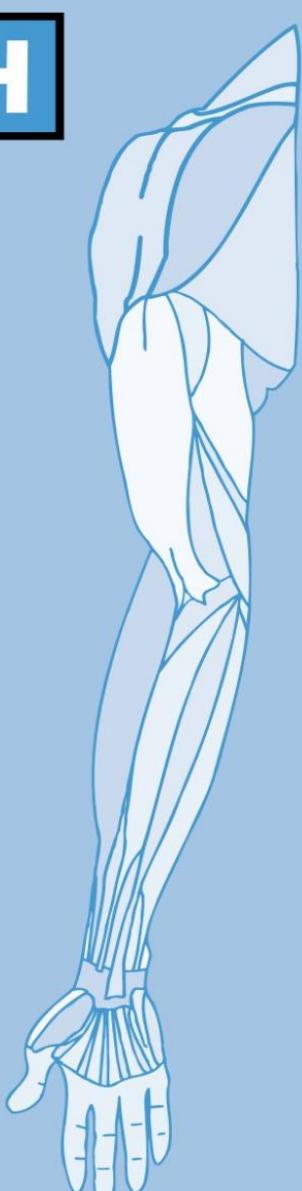
ANLEITUNG

Dieser Fragebogen beschäftigt sich sowohl mit Ihren Beschwerden als auch mit Ihren Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten auszuführen.

Bitte beantworten Sie *alle Fragen* gemäß Ihrem Zustand in der vergangenen Woche, indem Sie einfach die entsprechende Zahl ankreuzen.

Wenn Sie in der vergangenen Woche keine Gelegenheit gehabt haben, eine der unten aufgeführten Tätigkeiten durchzuführen, so wählen Sie die Antwort aus, die Ihrer Meinung nach *am ehesten* zutreffen würde.

Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder welcher Hand Sie diese Tätigkeiten ausüben. Antworten Sie Ihrer Fähigkeit entsprechend, ungeachtet, wie Sie die Aufgaben durchführen konnten.



DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, wie Sie folgende Tätigkeiten in der vergangenen Woche durchgeführt haben, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. Ein neues oder festverschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
2. Schreiben	1	2	3	4	5
3. Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
4. Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
5. Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
6. Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
7. Schwere Haushalt (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
8. Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
9. Betten machen	1	2	3	4	5
10. Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
11. Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	1	2	3	4	5
12. Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
13. Ihre Haare waschen oder fönen	1	2	3	4	5
14. Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
15. Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
16. Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
17. Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stricken, usw.)	1	2	3	4	5
18. Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmer, Tennis, usw.)	1	2	3	4	5
19. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z. B. Badminton, Frisbee)	1	2	3	4	5
20. Mit Fortbewegungsmitteln zurecht zukommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)	1	2	3	4	5
21. Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

22. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Woche beeinträchtigt? (Bitte reuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziemlich	Sehr
1	2	3	4	5

23. Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt? (Bitte reuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht eingeschränkt	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Sehr eingeschränkt	Nicht möglich
1	2	3	4	5

Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Beschwerden während der letzten Woche ein. (Bitte reuzen Sie in jeder Zeile die entsprechende Zahl an)

Keine	Leichte	Mäßige	Starke	Sehr starke
1	2	3	4	5

24. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand

1 2 3 4 5

25. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit

1 2 3 4 5

26. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand

1 2 3 4 5

27. Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand

1 2 3 4 5

28. Steifheit in Schulter, Arm oder Hand

1 2 3 4 5

29. Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich? (Bitte reuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1	2	3	4	5

30. Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann. (Bitte reuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung noch Ablehnung	Stimme zu	Stimme sehr zu
1	2	3	4	5

Auswertung DASH: Addieren Sie die angekreuzten Antworten (Nr. 1 bis 30); subtrahieren Sie 30; dividieren Sie durch 1,2 = DASH-Wert.
Falls Antworten fehlen, beachten Sie die detaillierten Anweisungen

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

SPORT- UND MUSIK-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf das Spielen Ihres Musikinstrumentes oder auf das Ausüben Ihres Sports oder auf beides.

Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausüben (oder beides), so beantworten Sie bitte die Fragen in bezug auf das Instrument oder die Sportart, die für Sie am wichtigsten ist.

Bitte geben Sie dieses Instrument bzw. diese Sportart hier an:

Ich treibe keinen Sport oder spiele kein Instrument (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt.

Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
3. So gut Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstrumentes oder mit Sporttreiben zu verbringen?	1	2	3	4	5

ARBEITS- UND BERUFS-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf Ihre Arbeit (einschließlich Haushaltsführung, falls dies Ihre Hauptbeschäftigung ist).

Bitte geben Sie Ihre/n Arbeit/Beruf hier an:

Ich bin nicht berufstätig (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt.

Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise zu arbeiten?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihre übliche Arbeit zu erledigen?	1	2	3	4	5
3. So gut zu arbeiten wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit Ihrer Arbeit zu verbringen?	1	2	3	4	5



Deutsche Version: Guenter Germann,
Angela Harth, Gerhard Wind, Erhan Demir
Klinik für Hand-, Plastische und
Rekonstruktive Chirurgie
– Schwerpunktversorgungszentrum –
BG-Unfallklinik Ludwigshafen
Klinik für Plastische und Handchirurgie
der Universität Heidelberg

©IWH & AAOS & COMSS 1997

Constant Score**Wie groß sind die Schmerzen des Patienten?**

	Keine	milde	mäßige	starke
	15	10	5	0
Aktivität				
Arbeitsfähigkeit	voll			4
	zur Hälfte			2
	nicht möglich			0
Sportfähigkeit ohne Einschränkung möglich				4
	z.T. eingeschränkt			2
	nicht möglich			0
Schlaf auf betroffenen Seite ungestört				2
	z.T. eingeschränkt			1
	nicht möglich			0
Schmerzlose Erreichbarkeit				
über Kopf				10
Bis Scheitel				8
Bis zum Nacken				6
Bis Xiphoid				4
Unterhalb der Taille				2

Beweglichkeit der Schulter

	0-30°	31-60°	61-90°	91-120°	121-150°	151-180°
Anteversion	0	2	4	6	8	10
Abduktion	0	2	4	6	8	10

Außenrotation

Hände am Nacken	Ellenbogen nach vorne	2
	Ellenbogen nach hinten führen	2
Hände auf dem Scheitel	Ellenbogen nach vorne	2
	Ellenbogen nach hinten führen	2
	Volle Elevation	2

Summe =

Innenrotation

Bis seitlichen Oberschenkel	0
Sakrum	2
Sakroilialfuge	4
LWS	6
12.BWK	8
Scapula	10

Kraft in kg _____ Punkte (Kraft in kg * 2 ; max 25) + 1 =

z.B. Kraft = 4 kg → Punkte 9

Revisionspflichtige Komplikationen

Pat Nr.	Alt er	Ge sch lech t	Rö- Ne er	Komplikation und Therapie	Normalisie rter Constant- Score	Normalisierte Constant- Wertung
156	69	w	IV- 3	Postoperatives Hämatom, operative Sanierung	92	ausgezeichnet
9	51	w	III-2	Plattenüberstand > 3mm, Implantatentfernung	88	ausgezeichnet
172	41	m	IV- 4	Plattenüberstand > 3mm, partielle Humeruskopfnekrose, Implantatentfernung	54	schlecht
15	88	w	IV- 3	Schraubenüberstand singulär, Implantatentfernung,	108	ausgezeichnet
56	59	w	III-2	Schraubenüberstand singulär, Implantatentfernung	113	ausgezeichnet
16	80	w	IV- 3	Schraubenüberstand singulär, Implantatentfernung	72	befriedigend
60	65	w	IV- 4	Schraubenüberstand singulär, partielle Humeruskopfnekrose. Implantatentfernung	73	befriedigend
95	83	w	IV- 3	Schraubenüberstand singulär, Nervenschaden komplett, Implantatentfernung,	30	schlecht
41	59	w	IV- 4	Schraubenüberstand singulär, Varusfehlstellung >30°, Humeruskopfnekrose, Implantatentfernung	53	schlecht
64	79	w	IV- 4	Schraubenüberstand singulär, Implantatentfernung	101	ausgezeichnet
153	39	m	IV- 4	Schraubenüberstand singulär, partielle Humeruskopfnekrose, Arthrodesis, Implantatentfernung	32	schlecht

72	83	m	III-2	Sinterung der Kalotte, Schraubenwanderung, Varusfehlstellung >30°, Implantatentfernung,	70	befriedigend
94	76	w	IV- 4	Sinterung der Kalotte, Schraubenwanderung, Humeruskopfnekrose. Implantatentfernung	51	Schlecht
138	53	m	IV- 4	Sinterung der Kalotte, Schraubenwanderung, Humeruskopfnekrose. Implantatentfernung	46	schlecht
29	74	w	III-2	Sinterung der Kalotte, Schraubenwanderung, partielle Humeruskopfnekrose. Implantatentfernung	44	schlecht
176	84	w	IV- 3	Schraubenfehlage singulär, Schraubenentfernung in Lokalanästhesie	100	gut
172	41	m	IV- 4	Schraubenfehlage singulär, partielle Humeruskopfnekrose. Schraubenentfernung in Lokalanästhesie	54	schlecht
86	69	w	IV- 3	sekundäre Tuberkulumdislokation >5mm, Tuberkulumkorrektur	32	schlecht
107	92	w	III-2	Plattenbruch, Revision mit neuer PHILOS-Platte	99	ausgezeichnet
205	76	w	III-2	Implantatdislokation aus Schaft, Schraubenwechsel Schaft	62	befriedigend
104	86	w	III-2	Implantatdislokation aus Schaft, Metallentfernung	57	befriedigend

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Benninghoff A, Drenckhahn D (2003): Bänder des Schultergürtels rechts von ventral. In: Anatomie, Band 1, 16. Auflage, Urban und Fischer Verlag München: S. 284	- 6 -
Abb. 2	Benninghoff A, Drenckhahn D (2003) : Einblick in das eröffnete rechte Schultergelenk mit Rotatorenmanschette. In: Anatomie, Band 1, 16. Auflage, Urban und Fischer Verlag München: S. 287	- 7 -
Abb. 3	Kohler H, Wentzensen A (2002) Arterielle Gefäßversorgung des Humeruskopf. In: Oberarmkopffrakturen. Indikation zur Osteosynthese. OP- Journal 18: S. 230- 236.....	- 9 -
Abb. 4	Altersaufbau in der Bundesrepublik Deutschland 2009 (Statistisches Bundesamt; www.destatis.de).....	- 11 -
Abb. 5	Altersaufbau in der Bundesrepublik Deutschland 2040 (Statistisches Bundesamt; www.destatis.de).....	- 12 -
Abb. 6	Habermeyer P, Krueger P, Schweiberer L (1990): Übersicht- Klassifikation der Humeruskopffrakturen nach Neer. In: Schulterchirurgie, Urban-Schwarzenberg Verlag München: S. 200.....	- 15 -
Abb. 7	Kuner E, Schlosser V (1995): AO- Klassifikation. In: Traumatologie, 5. Auflage Thieme Verlag: S.283	- 17 -
Abb. 8	Habermeyer P, Schweiber L (1989): Habermayer Klassifikation. In: Frakturen des proximalen Humerus. Orthopäde 18: S. 200-207	- 19 -
Abb. 9	Anatomisch angepasste winkelstabile PHILOS-Platte (mit freundlicher Genehmigung der Firma Synthes)	- 25 -
Abb. 10	Schraube mit Gegengewinde in der Platte (mit freundlicher Genehmigung der Firma Synthes)	- 25 -
Abb. 11	Divergierende Schraubenlage in der Kalotte (mit freundlicher Genehmigung der Firma Synthes)	- 26 -
Abb. 12	Heers G, Torchia M.E (2001): „beach chair“ position. In: Schulterhemiarthroplastik bei proximalen Humerusfrakturen. Orthopäde 30: S. 386- 394.....	- 27 -
Abb. 13	Altersverteilung.....	- 37 -
Abb. 14	Frakturverteilung nach der NEER-Klassifikation	- 40 -
Abb. 15	Frakturverteilung nach der AO-Klassifikation	- 40 -
Abb. 16	Frakturverteilung nach der Habermeyer-Klassifikation	- 41 -
Abb. 17	Normalisierte Constant Ergebnisse nach durchschnittlich 18 Monaten bezogen auf die Frakturtypen (Neer-Klassifikation)	- 42 -
Abb. 18	Normalisierte Constant Ergebnisse nach durchschnittlich 18 Monaten bezogen auf die Frakturtypen (AO-Klassifikation)	- 43 -
Abb. 19	Normalisierte Constant Ergebnisse nach durchschnittlich 18 Monaten bezogen auf die Frakturtypen (Habermeyer-Klassifikation)	- 43 -

Abb. 20	Entwicklung der normalisierten Constant-Score Werte im Verlauf mit Altersuntergliederung bis 65 Jahre und über 65 Jahre (n=102)	- 44 -
Abb. 21	Normalisierte Constant Werte (nach durchschnittlich 18 Monaten) in Abhängigkeit von weitergeführten Physiotherapie	- 47 -
Abb. 22	Schraubenüberstand	- 50 -
Abb. 23	Plattendislokation aus dem Humerusschaft	- 51 -
Abb. 24	Schraubensinterung	- 52 -

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Frakturtypen nach Neer.....	- 14 -
Tab. 2	Frakturklassifikation nach Habermeyer	- 18 -
Tab. 3	Punkteverteilung für die einzelnen Parameter	- 32 -
Tab. 4	Punkteverteilung Schmerz	- 32 -
Tab. 5	Punkteverteilung Aktivität	- 32 -
Tab. 6	Punkteverteilung Beweglichkeit: Flexion	- 32 -
Tab. 7	Punkteverteilung Beweglichkeit: Abduktion.....	- 33 -
Tab. 8	Punkteverteilung Beweglichkeit: Außenrotation.....	- 33 -
Tab. 9	Punkteverteilung Beweglichkeit: Innenrotation	- 33 -
Tab. 10	Punkteverteilung Kraft (isometrisch)	- 33 -
Tab. 11	Durchschnittlich erreichte Werte bei schultergesunden Menschen (alters- und geschlechtsspezifisch) nach Katolik	- 34 -
Tab. 12	Häufigkeitsverteilung in Bezug auf den Unfallmechanismus	- 38 -
Tab. 13	Ergebnisse je nach Frakturtyp (Neer-Klassifikation)	- 45 -
Tab. 14	Ergebnisse je nach Frakturtyp (AO-Klassifikation).....	- 45 -
Tab. 15	Ergebnisse je nach Frakturtyp (Habermeyer-Klassifikation)	- 46 -
Tab. 17	Übersicht Komplikationen.....	- 53 -

12 Danksagung

Danken möchte ich meinem Doktorvater Professor Mutschler für die Überlassung des Themas.

Besonders danke ich Dr. Mark Kettler für seine konstante Betreuung dieser Arbeit. Er hatte stets ein offenes Ohr, stand mir mit Rat und Tat und viel Geduld zur Seite.

Mein Dank gebührt Dr. Kijawasch Shah-Hosseini für seine Hilfe bei der statistischen Auswertung. Danke für die Zeit und die vielen Erklärungen.

Meinen Eltern danke ich für ihre stetige Unterstützung und Motivation.

Frau Dr. Barbara Geilhausen, Kathrin Schmüdderich und Herrn Rolf Dieter Kehr möchte ich herzlich für die Korrekturlesung danken.

Danken möchte ich auch Kilian Kimmeskamp für seine Hilfe bei der Formatierung dieser Arbeit.

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen Quellen als die angegebenen benutzt habe.

Bochum, den 12.12.2012

Maja Korsch