Aus der Chirurgischen Klinik und Poliklinik - Großhadern
Klinik der Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. h. c. K.-W. Jauch

Langzeitergebnisse der Osteosynthese distaler Radiusfrakturen loco typico mit AO-Minifixateur und Kirschnerdrähten

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

vorgelegt von

Christian Noweck
aus
Brunsbüttel
2010

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Privatdozent Dr. med. S. Piltz
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. med. Hans Roland Dürr Prof. Dr. med. Sigurd Keßler
Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter:	Dr. med. R. Kirchner
Dekan:	Prof. Dr. med. Dr. h.c. Reiser, FACR, FRCR
Tag der mündlichen Prüfung:	28.01.2010

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 1
1.1 Einführung und Problemstellung 1
1.2 Anatomie 2
1.2.1 Knöcherne Strukturen 2
1.2.2 Handgelenke 6
1.2.3 Bänder 8
1.2.4 Röntgenanatomie 9
1.3 Einteilung der Bruchformen 10
1.3.1 Die AO-Klassifikation 10
1.3.2 Klassifikationen nach Frykman 14
1.3.3 Einteilung nach Melone 15
1.3.4 Fernandez-Einteilung 15
1.3.5 Einteilung der offenen Frakturen 16
1.3.6 Sonderformen im Kindesalter 16
1.4 Unfallmechanismus 17
1.4.1 Colles-Fraktur 17
1.4.2 Smith-Fraktur 17
1.4.3 Kombinationsverletzungen 18
1.5 Therapie der distalen Radiusfraktur 19
1.5.1 Wahl des geeigneten Therapieverfahrens 19
1.5.2 Anästhesie 20
1.5.3 Konservative Therapie 20
1.5.4 Operative Therapie 21
1.5.5 Beispiel 23
1.6 Komplikationen 25
1.6.1 Komplexes regionales persistierendes Schmerzsyndrom (CRPS) 25
1.6.2 Karpaltunnelsyndrom 27
1.6.3 Weitere Komplikationen 27
2. Material und Methoden 28
2.1. Eingangskriterien des Patientengutes 28
2.2 Methodik der Nachuntersuchung 29
2.3 Allgemeine Untersuchungstechniken 29
2.3.1 Anamnese 29
2.3.2 Diagnostik 29
2.3.3 Therapie 29
2.3.4 Inspektion 29
2.3.5 Palpation 30
2.3.6 Bewegungsprüfung nach der Neutral-Null-Methode 30
2.3.7 Weitere Bewegungsprüfung 30
2.3.8 Kraftmessung 30
2.4 Spezielle Fragebögen 31
2.4.1 Fotofragebogen 31
2.4.2 MHQ 31
2.5 Röntgen 32
3. Ergebnisse 33
3.1. Geschlechts- und Altersverteilung 33
3.2 Frakturlokalisation und Händigkeit 34
3.3 Abhängigkeit der Frakturhäufigkeit von der Jahreszeit 36
3.4 Unfallort 37

3.4.1 Unfallort in Beziehung zum Geschlecht 37
3.4.2 Unfallort in Beziehung zur Jahreszeit 37
3.5 Frakturtypen 38
3.5.1 Verteilung der Frakturtypen 38
3.5.2 Offene und geschlossene Frakturen 39
3.5.3 Zusatzverletzungen 40
3.6. Therapie 41
3.6.1 Kirschnerdrähte 41
3.6.2 Knochenersatz 43
3.6.3 Anästhesieverfahren 44
3.6.4 Aufenthaltsdauer im Krankenhaus 47
3.6.5 Materialentfernung 49
3.6.6 Komplikationen 52
3.7 Langzeitergebnisse zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 53
3.7.1 MHQ 53
3.7.2 Röntgen 57
3.7.3 Bewegungsmessung 58
3.7.4 Funktionelles Ergebnisse 60
4. Diskussion 61
5. Zusammenfassung 70
6. Anhang 71
6.1 Bögen 71
6.1.1 Anamnese- und Untersuchungsbogen 71
6.1.2 Fotofragebogen 74
6.1.3 Michigan Hand Outcomes Questionnaire (17) 76
6.2 Abbildungsverzeichnis 80
6.3 Tabellenverzeichnis 81
7. Literatur 83
8. Danksagung 89
9. Lebenslauf 90

1. Einleitung

1.1 Einführung und Problemstellung

In den letzten Jahren fand ein deutlicher Wandel des Verletzungsbildes der distalen Radiusfraktur statt. Dieses zeigt sich in den neueren pathophysiologischen, diagnostischen und therapeutischen Erkenntnissen.
Die Weiterentwicklung diagnostischer und therapeutischer Verfahren für eine adäquate Versorgung findet ihre Rechtfertigung sowohl in der steigenden Zahl der Hochrasanzverletzungen jüngerer Patienten mit komplexen Verletzungsmustern, sowie in den steigenden Ansprüchen älterer Patienten betreffend einer vollständigen schmerzfreien Wiederherstellung, als auch in den bleibenden schmerzhaften Funktionsdefiziten nach konservativer Behandlung bestimmter Verletzungstypen. Heutzutage weiß man, dass auch bei distalen Speichenbrüchen „die Funktion der Form folgt“, was im Gegensatz zu Behauptungen mancher, auf kasuistische Einzelfälle beschränkte Beobachtungen und der von Abraham Colles aus dem Jahr 1813 aufgestellten Behauptung „grobe Fehlstellungen werden langfristig wenig Beschwerden verursachen und gehen mit einer befriedigenden Funktion einher“ steht. Die Basis einer bleibenden schmerzfreien Wiederherstellung aller Handgelenksfunktionen ist die anatomische Rekonstruktion aller verletzten Strukturen. (1, 4, 12, 19, 34, 46, 57, 69, 116)

Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist die Darstellung der objektiven und subjektiven Ergebnisse nach Osteosynthese mit Fixateur-externe-Anlage und Kirschner-Draht-Spickung. Ein Schwerpunkt liegt hierbei auf den funktionellen Ergebnissen, sowohl aus Sicht der Patienten als auch aus der einer standardisierten Messung. Hierfür wurden im Zeitraum Januar bis März 2006 Nachuntersuchungen an 112 Patienten sowie eine Aktenrecherche von 312 Fällen des Klinikums Großhadern aus den Jahren 1994 bis 2004 durchgeführt.

Zusätzlich soll die Arbeit zeigen, dass zur Nachevaluation die Verwendung von standardisierten Fragebögen eine aufwändige Untersuchung durch medizinisches Personal ersetzen kann.

1.2 Anatomie

1.2.1 Knöcherne Strukturen

1.2.1.1 Carpus

Es gibt acht Handwurzelknochen (= Ossa carpi), welche in zwei Reihen angeordnet sind.
Die proximale Reihe wird gebildet vom Kahnbein (= Os scaphoideum, alt: Os naviculare), dem Mondbein (= Os lunatum) und dem Dreieckbein (= Os triquetrum). Als vierter Knochen kommt das Erbsenbein (= Os pisiforme) vor, das jedoch nicht als echter Handwurzelknochen sondern als Sesambein angesehen wird und in der Sehne des M. flexor carpi ulnaris eingebettet ist.
Die distale Reihe besteht aus dem großen Vieleckbein (= Os trapezium), dem kleinen Vieleckbein (= Os trapezoideum), dem Kopfbein (= Os capitatum) und dem Hakenbein (= Os hamatum). Letzteres besitzt als Fortsatz den Hamulus ossis hamati. (75)

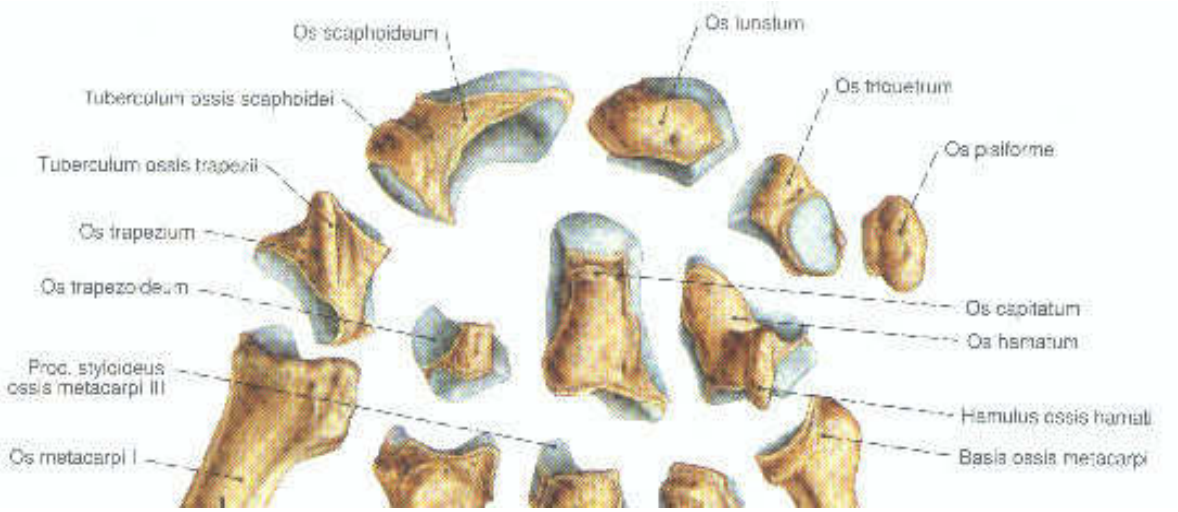


Abbildung 1: Handwurzelknochen der rechten Hand von palmar (87)

Die Handwurzelknochen sind konvex angeordnet, wodurch auf der Hohlhandseite (= palmar) eine Längsrinne (= sulcus carpi) entsteht. An die distalen Ossa carpi grenzen die fünf Mittelhandknochen (= Ossa metacarpi). (75)

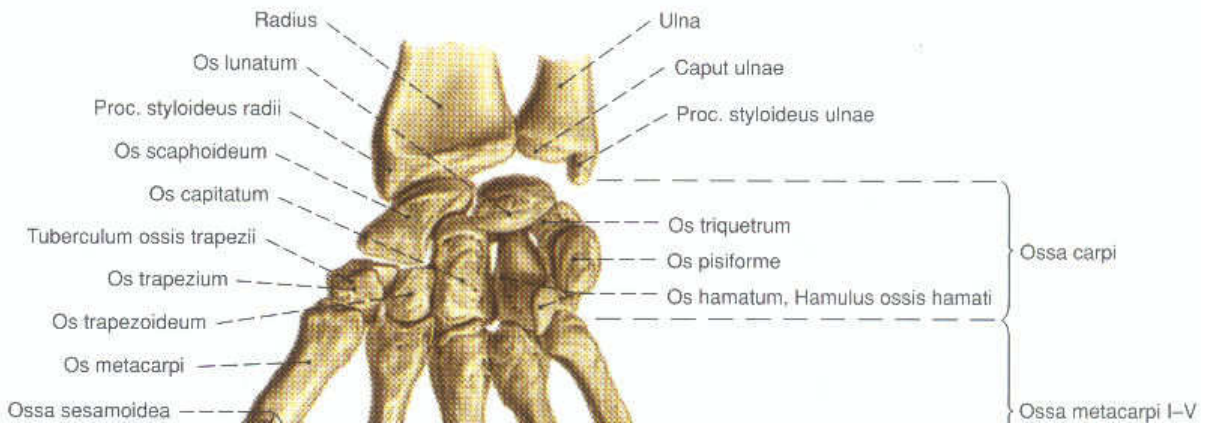


Abbildung 2: Rechte Handwurzel von palmar (87)

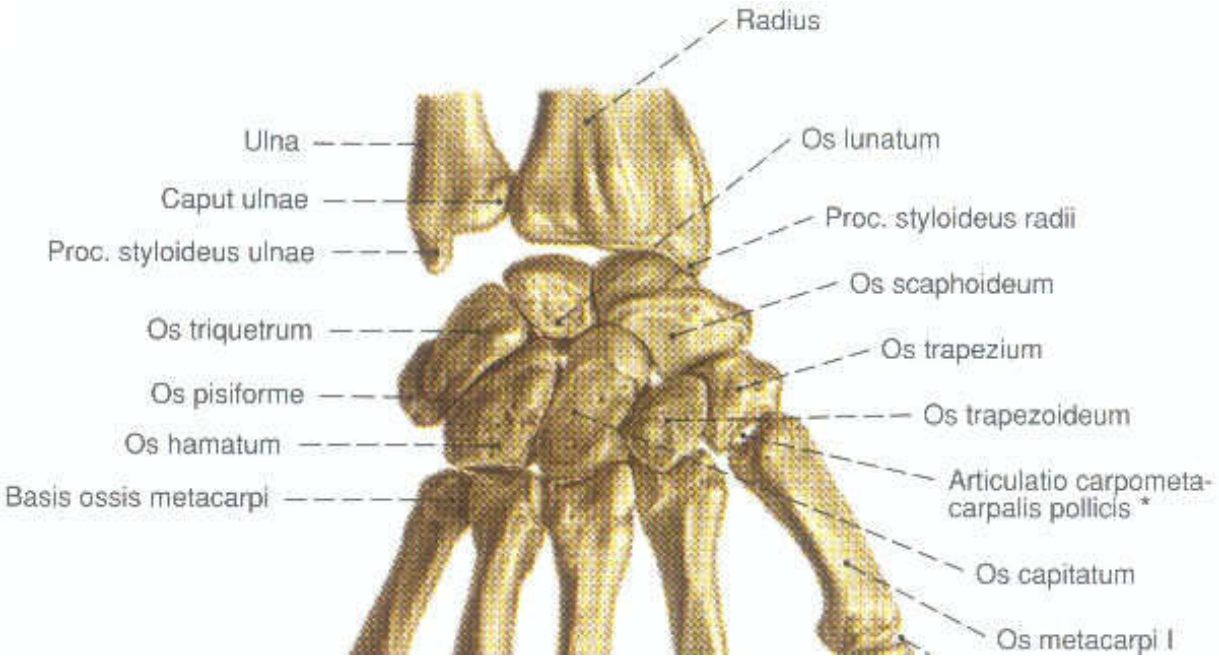


Abbildung 3: Rechte Handwurzel von dorsal (87)

1.2.1.2 Radius

Der Radius (= Speiche) ist ein langer Röhrenknochen, der in seinem distalen Ende (zur Hand hin) stärker ausgebildet ist als in seinem proximalen Ende (zum Oberarm hin gelegenen). Er steht mit dem Os scaphoideum und dem Os lunatum in Verbindung. Wichtige Knochenstrukturen des Radius sind:
Das Caput radii, welches oben zur Fovea articularis abgeflacht ist. Es bildet mit dem Capitulum des Humerus einen Teil des Ellenbogengelenks. Seine Randfläche, die Circumferentia articularis bewegt sich bei Kreiselbewegungen des Unterarms in der Incisura radialis der Ulna, wobei das Caput radii vom Lig. anulare radii gehalten wird.
Als Collum radii wird der Bereich zwischen Caput und Tuberositas radii bezeichnet.
An der Tuberositas radii setzt der M. biceps brachii an.
Am distalen Ende befindet sich als Ausläufer des Radius der Processus styloideus radii. (75)

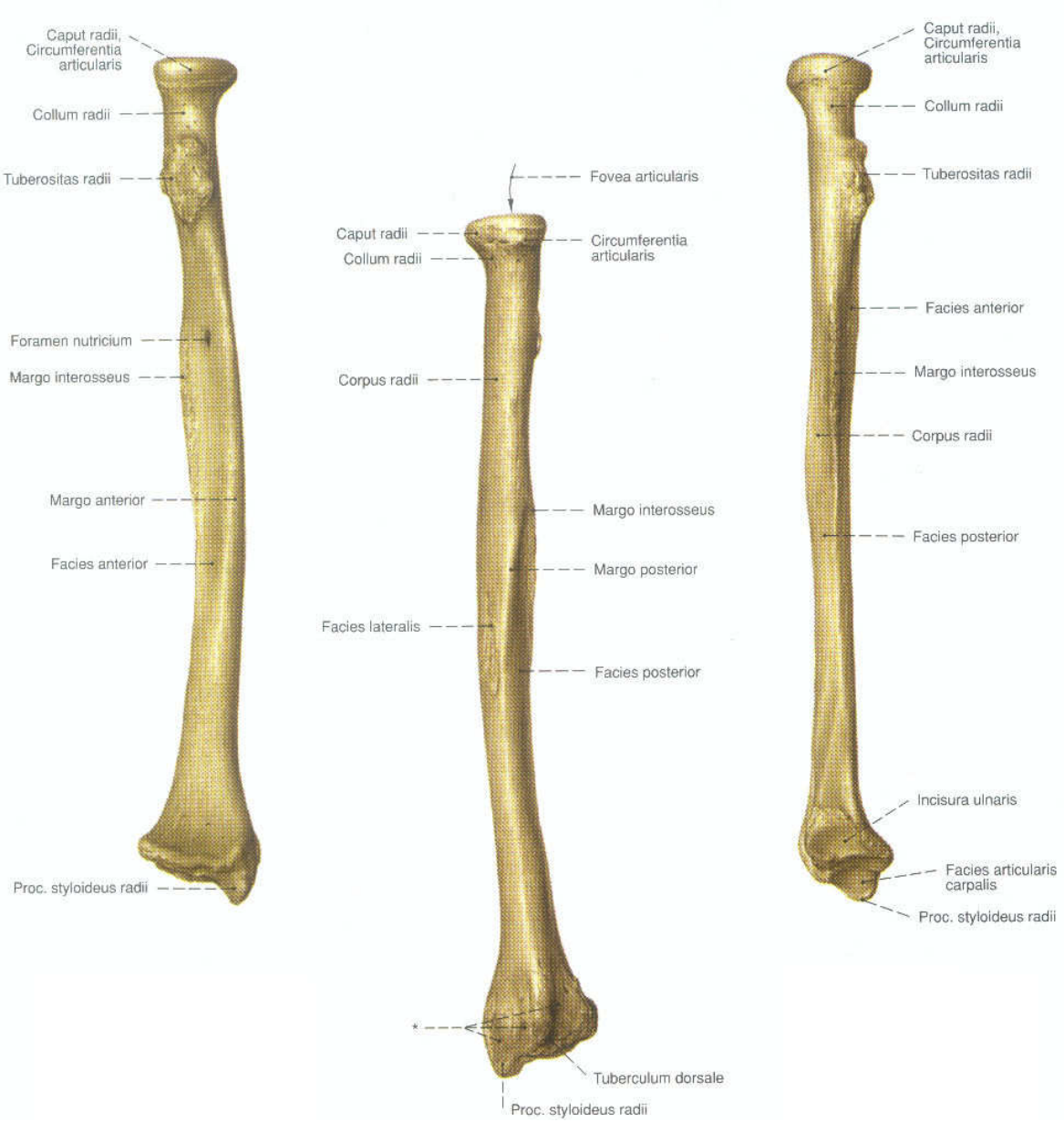


Abbildung 4: Linker Radius von vorne, hinten und ulnar (87)

1.2.1.3 Ulna

Die Ulna ist ein langer Röhrenknochen, der nach distal dünner wird. Dieses wird damit erklärt, dass sie hauptsächlich der Verbindung des Unterarms zum Humerus dient.
Wichtige Knochenstrukturen der Ulna sind:
Die ulnare Gelenkfläche, die in die Trochlea des Humerus passt und als Incisura trochlearis bezeichnet wird. Sie wird dorsal durch das Olecranon und ventral durch den Processus coronoideus, einem Knochenvorsprung am vorderen Ende der Incisura trochlearis, begrenzt.
Das Olecranon (= Ellenbogenknochen) ist stark ausgebildet, es findet bei gestrecktem Arm teilweise Platz in der Fossa olecrani des Humerus und ist der Ansatz des M. triceps brachii.
Die Incisura radialis dient als Gelenkpfanne der Circumferentia articularis des Radius.
Der M. supinator setzt an der Crista musculi supinatoris an und der M. brachialis hat seinen Ansatz an der Tuberositas ulnae.
Am distalen Ende befindet sich als Ausläufer der Ulna der Processus styloideus ulnae. (75)

Abbildung 5: Linke Ulna von vorne, hinten und radial (87

1.2.2 Handgelenke

Die bei Komplexbewegungen der Hand zusammenwirkenden Gelenke im Karpalbereich werden als Handgelenke zusammengefasst.
Die Relevanten Gelenke bei der Betrachtung von Radiusfrakturen sind die proximale Articulatio radiocarpalis und die distale Articulatio mediocarpalis. Da ferner Kombinationsverletzungen mit Frakturen des Processus styloideus ulnae häufig sind und Verbindungen des Radius mit der Ulna (59) oder der Ulna mit dem Carpus anlässlich oder nach distaler Radiusfrakturen auftreten können, soll zusätzlich das Radioulnargelenk beschrieben werden.

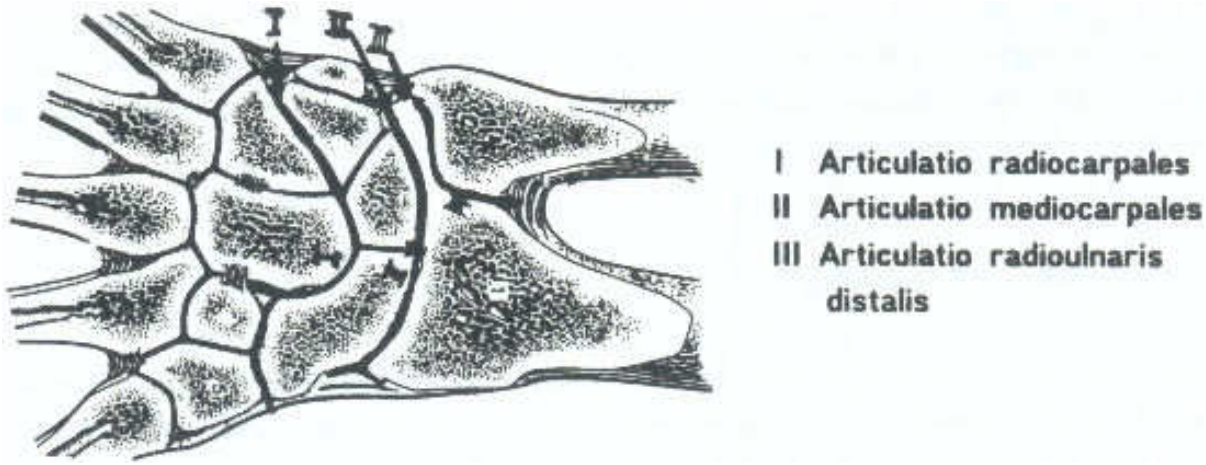


Abbildung 6: Flächenschnitt durch die rechte Hand von dorsal aus (84)

1.2.2.1 Articulatio radiocarpalis

Das proximale Handgelenk ist ein Ellipsoidgelenk, also ein Eigelenk mit zwei Hauptachsen, bei dem der Radius und der Discus articularis die Gelenkpfanne und die proximalen Ossa carpi den Gelenkkopf bilden. Die Ulna ist diesem Gelenk nur über den Discus articularis dezent angelagert. Wie schon unter 1.2.1 erwähnt, steht das Os pisiforme in keiner Beziehung zu den Handgelenken, vielmehr bildet es mit dem Os triquetrum ein eigenes Gelenk. (75)

1.2.2.2 Articulatio mediocarpalis

Das distale Handgelenk ist ein verzahntes Scharniergelenk, das von der proximalen sowie der distalen Handwurzelknochenreihe gebildet wird. Zwischen beiden Knochenreihen verläuft der S-förmige Gelenkspalt. (75)
Das proximale und das distale Handgelenk können funktionell als ein einheitliches Gelenk angesehen werden. Dieses ermöglicht beinahe Bewegungen wie in einem Kugelgelenk. (75)
In den Handgelenken lassen sich Palmarflexion und Dorsalextension um eine quere Achse durchführen, welche die Spitzen der Processus styloidei radii et ulnae schneidet. Daneben sind um eine dorsopalmar durch das Os capitatum verlaufende Achse Abduktionsbewegungen der Hand nach radial und ulnar möglich. (65)

Tabelle 1: Bewegungsausmaße im gesamten Handgelenk nach (65)

Bewegung	*Bewegungsausmaß*
Palmarflexion	80° bis 85°
Dorsalextension	80° bis 85°
Radialabduktion	20°
Ulnarabduktion	40° bis 45°

Tabelle 2: Bewegungsausmaße im proximalen und distalen Handgelenk nach Nigst (79)

	Proximales Handgelenk	*Distales Handgelenk*
Palmarflexion	45° bis 50°	30° bis 35°
Dorsalextension	35°	50°

1.2.2.3 Articulatio radioulnaris distalis

Das distale Radioulnargelenk ist ein Radgelenk, das vom Caput der Ulna und von der Incisura ulnaris des Radius gebildet wird. Zwischen dem Radius und dem Processus styloideus ulnae liegt der mit beiden verwachsene dreieckige Discus articularis, der den Spalt zwischen der Ulna und der Handwurzel ausfüllt und damit das distale Radioulnargelenk vom Handwurzelgelenk trennt (75).
Als Bewegungen ermöglicht das Gelenk Pronation und Supination, wobei die Hand mitbewegt wird. Hierbei bewegt sich der Radius mit der Incisura ulnaris radii um die Circumferentia articularis ulnae (59).
Die Gelenkkapsel des distalen Radioulnargelenks ist schlaff, sie bildet am Radius proximal eine Aussackung, den Recessus sacciformis, der als Reservefalte für die Pronations- und Supinationsbewegungen dient (75).
Es gibt anatomische Längenvarianten von Radius und Ulna, die als Ulnavariante bekannt sind. In der Regel überragt der Processus styloideus radii den Processus styloideus ulnae um 9-12 mm (45, 83).

Tabelle 3: Ulnavarianten nach Hulten (45)

Ulnavariante	*Beschreibung*	*Häufigkeit*
A: Ulnanormalvariante	In der Artikulationsstelle mit dem Os lunatum stehen die Gelenkflächen von Radius und Ulna in gleicher Höhe	61%
B: Ulnaminusvariante	Die Gelenkfläche der Ulna steht proximaler als das Gelenk von Radius und Os lunatum	23%
C: Ulnaplusvariante	Die Gelenkoberfläche der Ulna steht distal des Gelenks von Radius und Os lunatum	16%

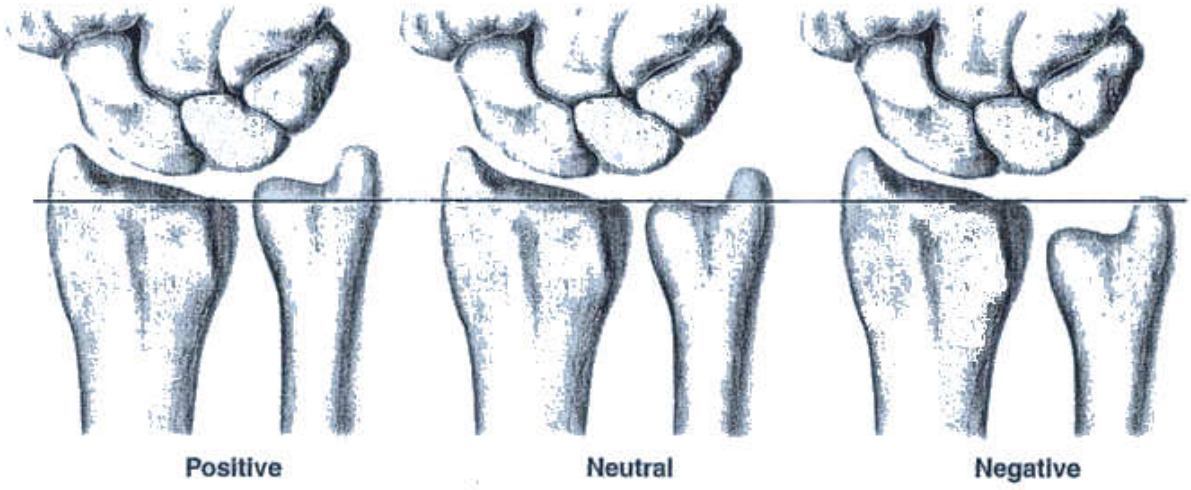


Abbildung 7: Ulnavarianten nach Hulten (45)

1.2.3 Bänder

Die Kapsel des Handgelenks ist palmar straff, während sie dorsal schlaff ist.
Die meisten Bänder des Carpus sind Führungsbänder für die Bewegung in den Handwurzelgelenken. Es kommt deutlich häufiger zu einer Frakturierung statt zu einer Luxation des Handgelenks, da der lokale Bandapparat besonders kräftig ausgebildet ist. Daher führt ein Abriss des Processus styloideus ulnae sowie das Vorliegen mehrerer distaler Fragmente zu einer Verstärkung von Bandverletzung. Dieser Umstand muss bei der Indikationsstellung für das optimale Behandlungsverfahren berücksichtigt werden (85, 86).

Die Unterarmknochen werden mit den Karpalknochen durch folgende Bänder verbunden:

1. Lig. collaterale carpi ulnare
2. Lig. collaterale carpi radiale
3. Lig. radiocarpale palmare
4. Lig. radiocarpale dorsale
5. Lig. ulnocarpale palmare

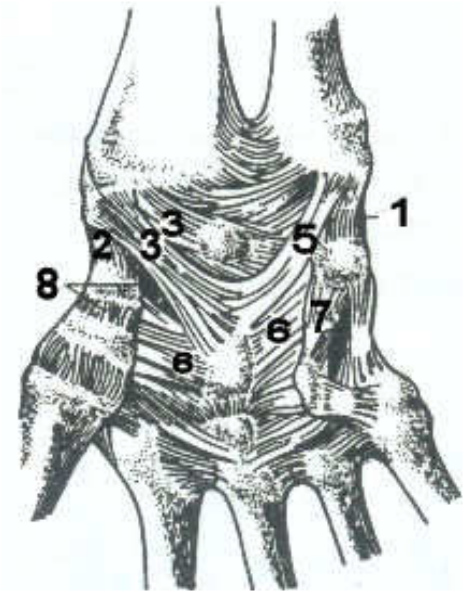


Abbildung 8 Gelenke und Bänder des linken Handgelenks von palmar, nach Platzer (84)

Untereinader werden die Handwurzelknochen durch folgende Bänder verbunden:

6. Lig. carpi radiatum
7. Lig. pisohamtum
8. Lig. intercarpale palmare
9. Lig. intercarpale dorsale

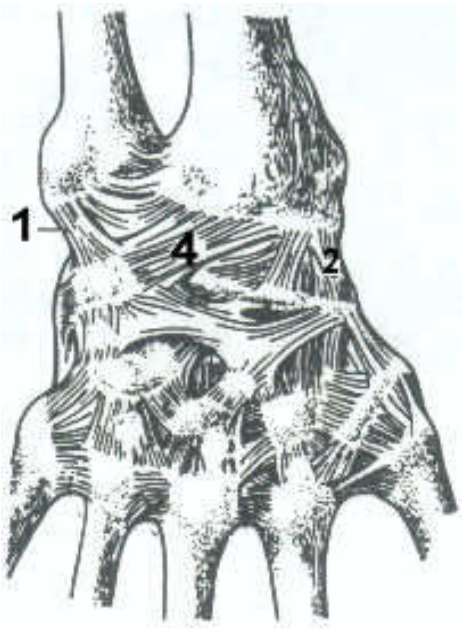


Abbildung 9 Gelenke und Bänder des linken Handgelenks von dorsal, nach Platzer (84)

1.2.4 Röntgenanatomie

Für die Beurteilung dislozierter Radiusfrakturen sowie eines eventuellen Repositionsergebnisses ist die Kenntnis des physiologischen Radiusbasisgelenkwinkels erforderlich. Er beträgt in der anterior-posterioren Ansicht 15° bis 25° und in der Seitenansicht 10° mit volarer Neigung. Folgende Abbildung erklärt Ausmaß und Bestimmung der Winkel:

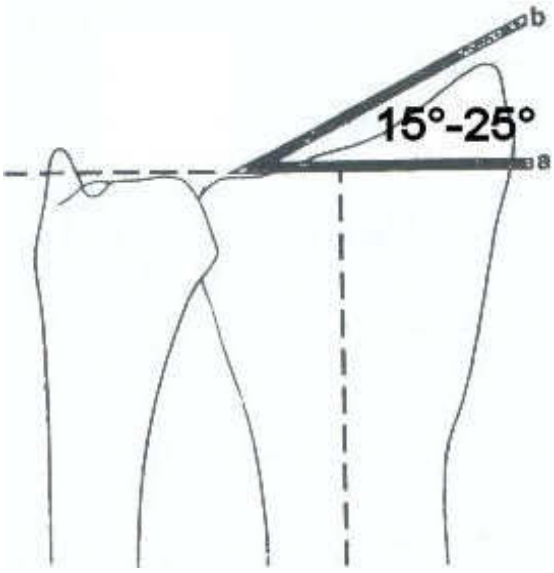


Abbildung 10 Radiusgelenkfläche - ulnar (9)

Die Ulnarabschrägung der Radiusgelenkfläche wird mit dem Handgelenk in Neutralstellung bestimmt. Zwei Linien bestimmen diesen Winkel:
Eine senkrecht zur Radiuslängsachse in Höhe des Radioulnargelenks (a) und eine Tangente an den Proc. Styloideus radii und das ulnare Eck des Radius (b), nach Böhler (9).

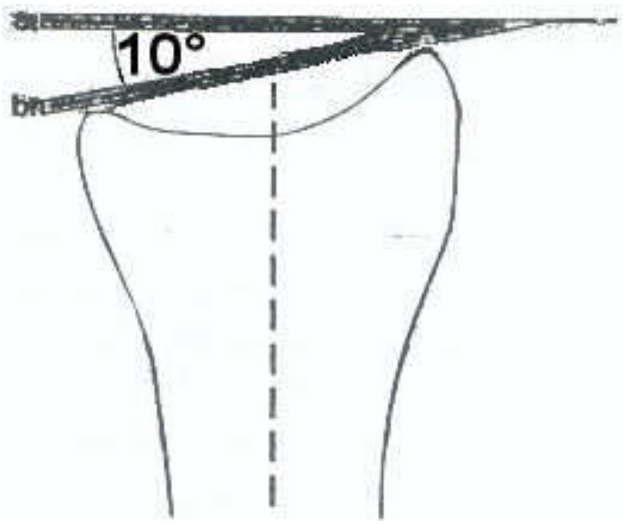


Abbildung 11 Radiusgelenkfläche - palmar [9]

Die Palmarneigung der Radiusgelenkfläche bestimmt man durch Messung des Winkels zwischen einer Senkrechten zur Radiuslängsachse in Höhe des Proc. styloideus radii (a) und einer Tangente an die dorsale und die volare Kante der Radiusgelenkfläche (b), nach Böhler (9).

1.3 Einteilung der Bruchformen

Die Radiusfraktur loco typico nimmt in der Traumatologie eine zentrale Rolle ein, was aus einem Anteil von 10 bis 25% aller Frakturen resultiert (98). Um eine einheitliche und vergleichbare Klassifikation der vielen möglichen Bruchkonfigurationen - sie reichen von einfachen Querfrakturen ohne Gelenkbeteiligung bis hin zu mehrfragmentären vollständigen Gelenkfrakturen - zu erreichen, wurden viele Schemata erstellt, die unterschiedliche Kriterien erfüllen.
Um die Diskussion in der Fachwelt über das anzuwendende Therapieschema und die Prognose auf einem standardisierten Niveau zu halten, hat sich heutzutage die Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (kurz „AO“) durchgesetzt.
Neben dieser gibt es aber noch zahlreiche andere Einteilungen, von denen im Folgenden exemplarisch die Klassifikationen nach Frykman, Melone und Fernandez vorgestellt werden.

1.3.1 Die AO-Klassifikation

Die AO-Klassifikation ist eine alphanumerische Einteilung, die von M.E. Müller für die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen erstellt wurde. Sie beinhaltet Aussagen zur Lokalisation, Morphologie und zum Schweregrad eines Knochenbruchs (76).
An erster Stelle des alphanumerischen Codes steht die Bruchlokalisation, dabei gibt die erste Zahl den Knochen und die zweite das Segment an (Abbildung 12). Für die distale Radiusfraktur ergibt sich also die Ziffernfolge „2.3“.

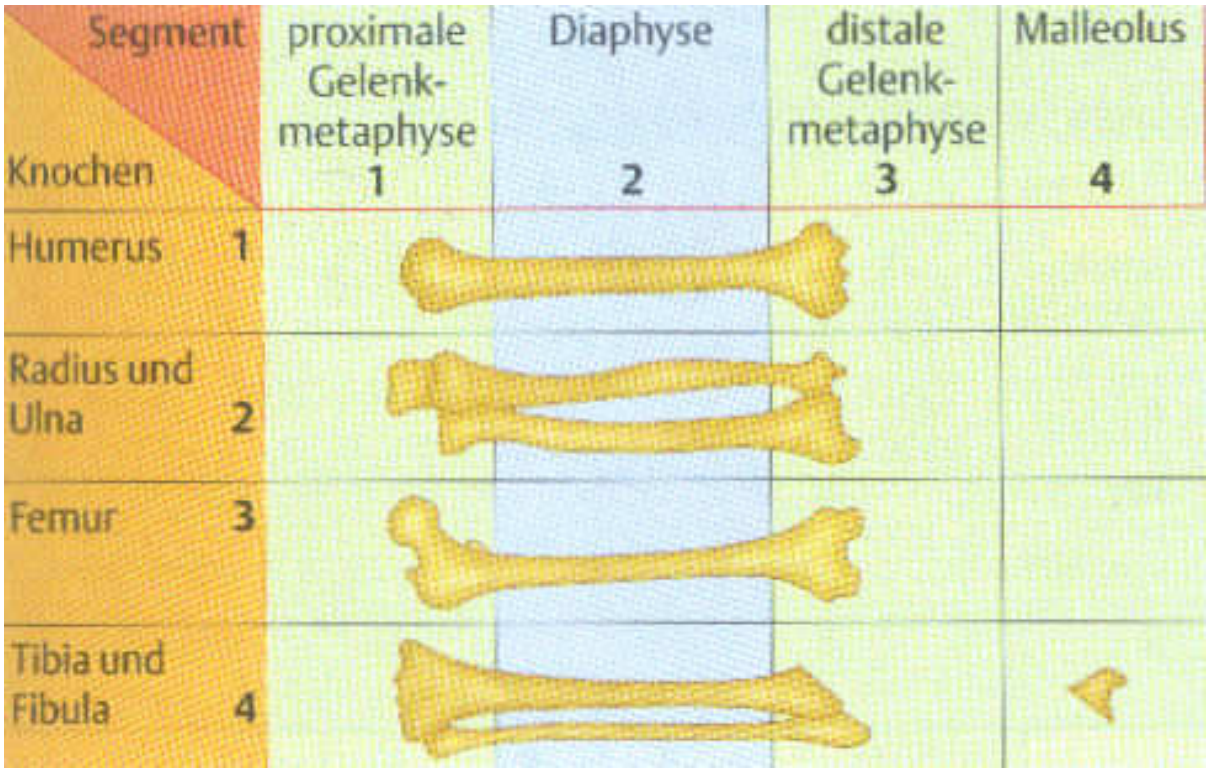


Abbildung 12 AO-Klassifikation der Frakturen nach M.E. Müller, Lokalisation (42)

An zweiter Stelle wird mit den Buchstaben „A“, „B“ und „C“ sowie zweier Zusatzzahlen eine Typisierung der Bruchmorphologie angegeben.
Der Buchstabe „A“ bezeichnet eine extraartikuläre Fraktur, „B“ eine partielle Gelenkfraktur des Radius und „C“ eine vollständige Gelenkfraktur des Radius (Abbildung 13).

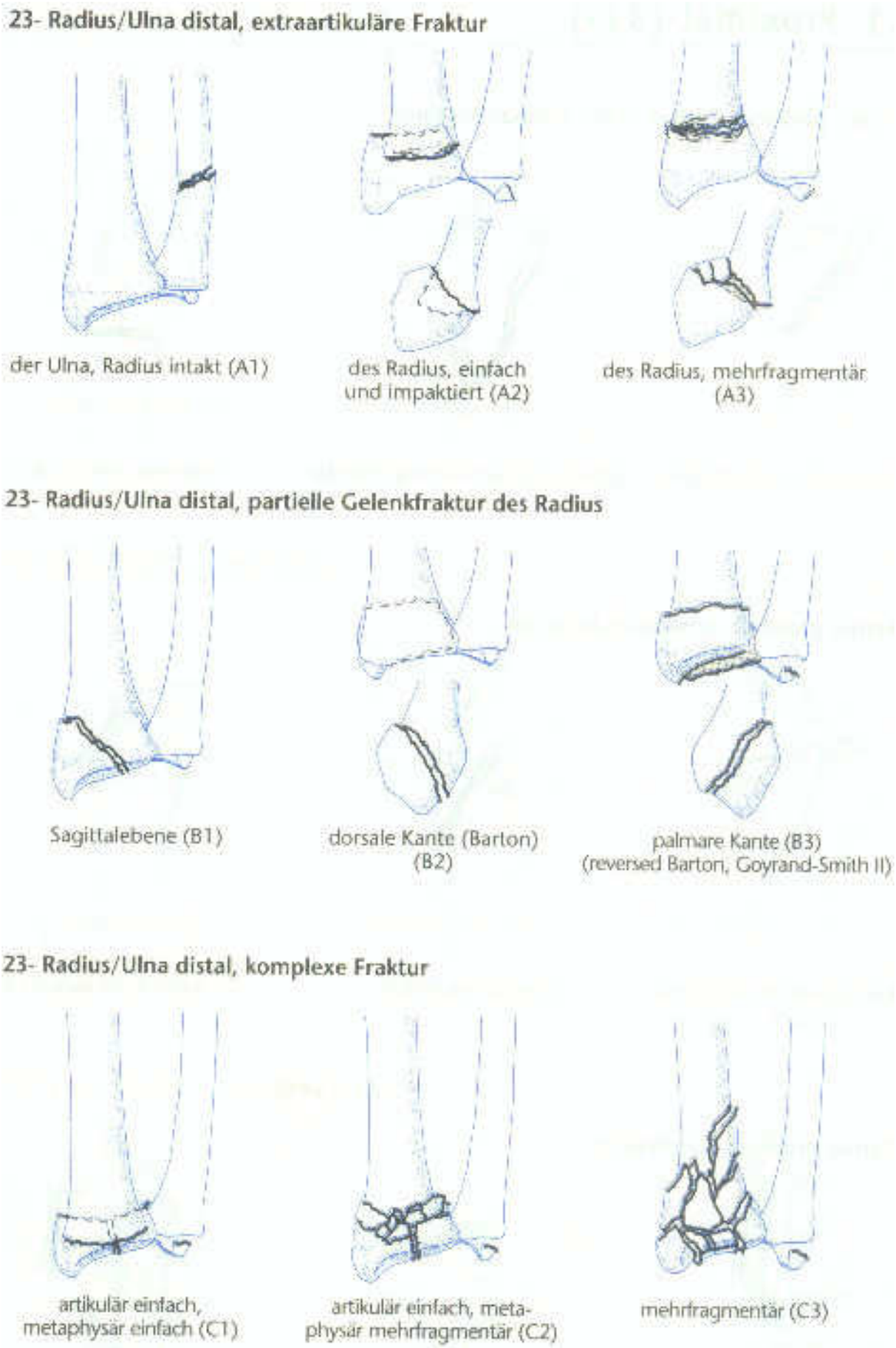


Abbildung 13 AO-Klassifikation der Frakturen nach M.E. Müller, Radius/Ulna, distal (37)

In die „A“-Gruppe werden alle Frakturen eingeteilt, die rein extraartikulär, also ohne Beeinträchtigung der Radiusgelenkfläche liegen:
Die Frakturen der Untergruppe „A-1“ sind eher selten, es handelt sich hierbei um isolierte distale Ulnafrakturen, deren Schweregrad mit einer weiteren Zusatzzahl beschrieben wird. Dieses sind „A-1.1“ (eine einfache Abrissfraktur des Processus styloideus ulnae), „A-1.2“ (eine einfache Ulnametaphysenfraktur) und „A-1.3“ (die komplette distale Ulnafraktur).
Unter der Gruppe „A-2“ werden die extraartikulären Metaphysenfrakturen des Radius ohne Einstauchung oder Trümmerzone zusammengefasst. Bei „A-2.1“ handelt es sich um undislozierte Brüche, bei „A-2.2“ um die von Colles und Pouteau (19) beschriebenen Frakturen mit dorsaler Fragmentverschiebung und bei „A-2.3“ um die palmare Dislokation nach Smith oder Goyrand (107).
Die Gruppe „A-3“ beinhaltet die extraartikulären Frakturen der Radiusmetaphyse, welche eine Einstauchung und/oder Trümmerzone aufweisen. Eine Stauchung der Speichenachse erhält die „A-3.1“, eine Verschiebung des distalen Fragments nach dorsal bekommt den Index „A-3.2“ und die nach palmar den Index „A-3.3“.

Eine Einteilung in die Gruppe „B“ erhalten einfache intraartikulär gelegene Brüche:
Diese sind die Frakturen des Processus styloideus radii „B-1“, der dorsalen Radiuskante „B-2“, auch als „Barton-Fraktur“ bezeichnet, und die Frakturen der palmaren Speichenkante „B-3“, die auch als „reversed Barton“ oder „Goyrand-Smith II“ bezeichnet werden. Die Zusatzzahl gibt die Beschaffenheit des Bruchstücks an. Bei „B-x.1“ (wobei x=1,2 oder 3) handelt es sich um ein kleines, bei „B-x.2“ um ein großes und bei „B-x.3“ um ein in sich gespaltenes Fragment.

Abbildung 14 AO-Klassifikation: 2.3-B-3 (13)

Die Gruppe „C“ beinhaltet die intraartikulären Mehrfragmentbrüche:
Alle „C-1“-Frakturen haben eine erhaltene Gelenkkongruenz, dabei bezeichnet man eine Fraktur mit Dislokation in der Längsachse als „C-1.1“, nach dorsal als „C-1.2“ und nach palmar als „C-1.3“.
Ist durch die Fraktur keine Gelenkkongruenz mehr erhalten, wird diese als „C-2.x“ eingeteilt, wobei der Index „.x“ analog zu den „C-1“-Frakturen die Dislokationsrichtung angibt.
Liegt zusätzlich zur intraartikulären distalen Unterarmfraktur ein Mehrfragmentbruch der Metaphysen vor, so wird sie als „C-3“ beschrieben.
Auch hierbei findet sich eine weitere Unterscheidung in „C-3.1“ (Kombination aus einfacher Ulnafraktur und Zertrümmerung der Metaphyse), „C-3.2“ (Kombination aus einfacher Radiusfraktur und Ulnatrümmerfraktur) und „C.3.3“ (Zertrümmerung der distalen Enden beider Unterarmknochen). (37, 42, 76, 106)

Abbildung 15 AO-Klassifikation: 2.3-C-3 (13)

Wenngleich eine begleitenden Läsion des Processus styloideus ulnae oder des ulnaren Kollateralbandsystems in der AO-Klassifikation keine Berücksichtigung als Indikator der Verletzungsschwere findet, scheint es sinnvoll zu sein, diese anzugeben, da der Nachweis der Bedeutung einer Ulnapseudoarthrose für den Heilungsverlauf, die Funktion und das subjektive Beschwerdebild erbracht wurde (19).

1.3.2 Klassifikationen nach Frykman

Als weitere praktikable Einteilung hat sich die Klassifikation nach Frykman (32) erwiesen. Sie basiert auf Arbeiten von Gartland und Werley (33), Madsen (67) sowie de Palma (23). Da diese Klassifikation mit vergleichsweise einfach objektivierbaren Röntgenbefunden aus Standardaufnahmen die Kriterien der Zuordnung stellt und so die schwere der Verletzung erkennbar wird, wurde sie auch von einigen anderen Autoren übernommen (24, 103, 104, 119, 122). Sie orientiert sich am Fehlen oder Vorliegen einer Begleitläsion des Processus styloideus ulnae und der Bestimmung einer intra- oder extraartikulären Fraktur. Auf diese Weise lassen sich insgesamt acht Frakturtypen in vier Gruppen einteilen.

Tabelle 4 Klassifikation der Radiusfrakturen loco classico nach Frykman (32)

Gruppe	*Typ*	*Beschreibung*
1.	I / II	Keine Gelenkflächenbeteiligung
2.	III / IV	Radiocarpale Gelenkfraktur
3.	V / VI	Fraktur distales Radioulnargelenk
4.	VII / VIII	Fraktur distale Radiocarpal- und Radioulnargelenk

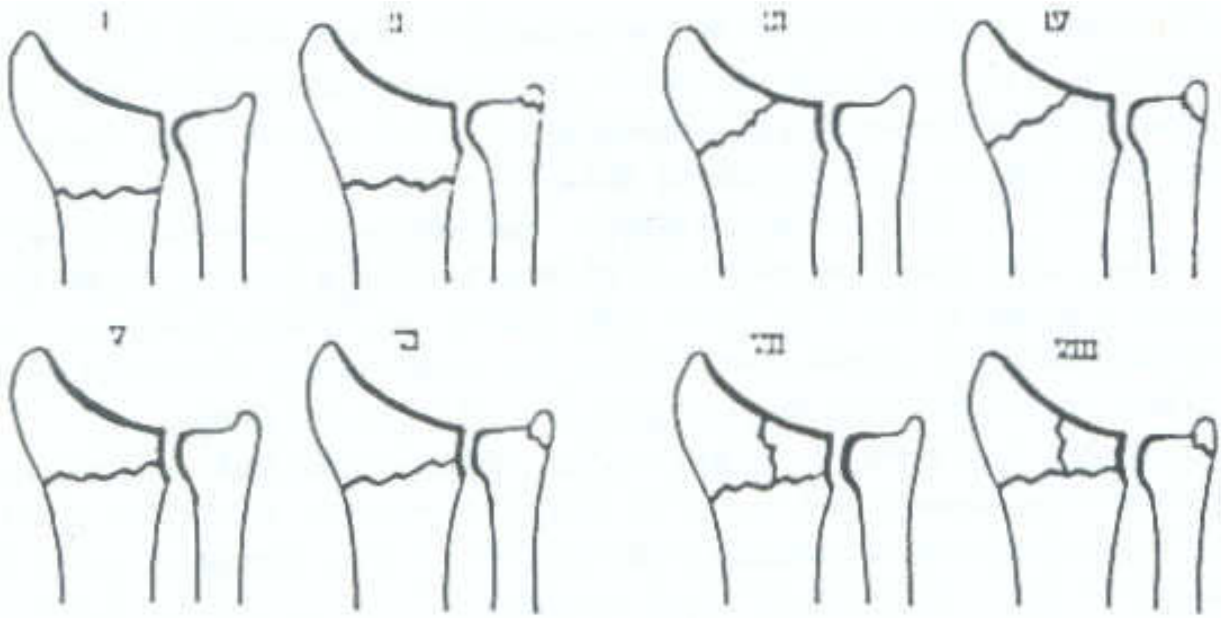


Abbildung 16 Frakturschema nach Frykman (14)

Je höher die Typenzahl, desto schwerer die Verletzung und umso schlechter die Prognose der Verletzung.
Da eine Dislokation der Fragmente in diesem Schema keine Berücksichtigung findet, kann sie nicht als ausschlaggebend bei der Wahl einer konservativen oder operativen Behandlung betrachtet werden.

1.3.3 Einteilung nach Melone

Die Einteilung nach Melone (74) berücksichtigt die verschiedenen Formen der intraartikulären Frakturen, vor allem die ulnar dorsal und ulnar palmar gelegenen so genannten „die-punch-Fragmente“. Sie haben eine Schlüsselfunktion für die Stabilität des distalen Radius und des distalen Radioulnargelenks (74, 106).

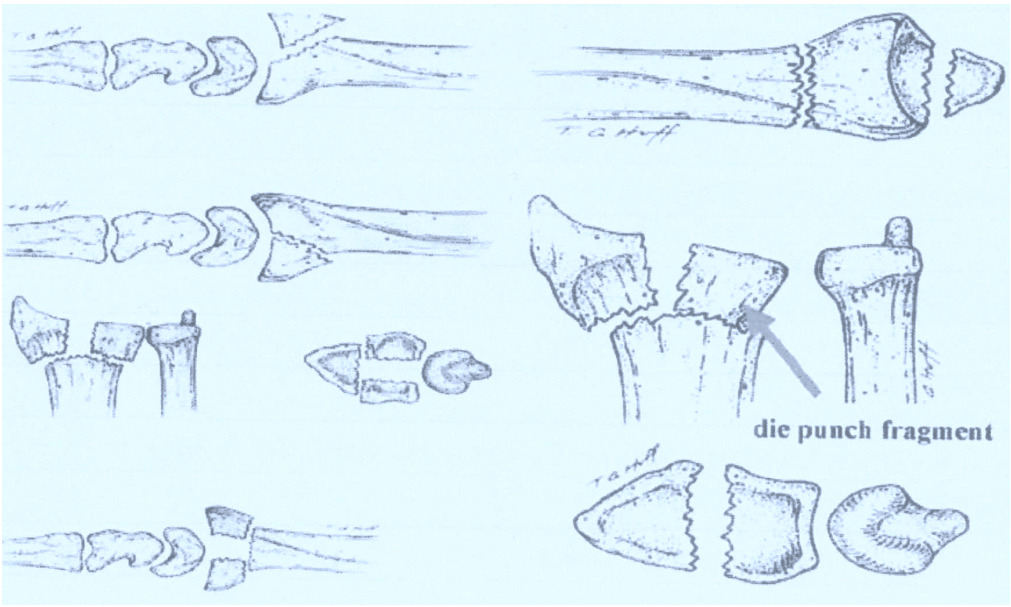
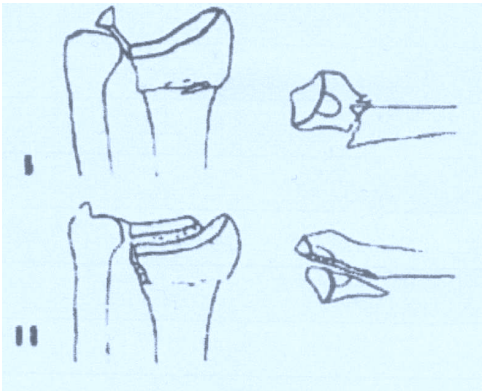


Abbildung 17 Einteilung nach Melone (74, 106)

1.3.4 Fernandez-Einteilung

Die Fernandez-Einteilung beruht auf dem Zusammenhang von Pathophysiologie und Morphologie der Verletzungen. Unterschieden werden die durch indirekte Biegekräfte hervorgerufenen Frakturen (die häufigste Form der extraartikulären Frakturen) von den durch axial einwirkende Kräfte entstehenden Brüche und den seltenen Avulsionsverletzungen.



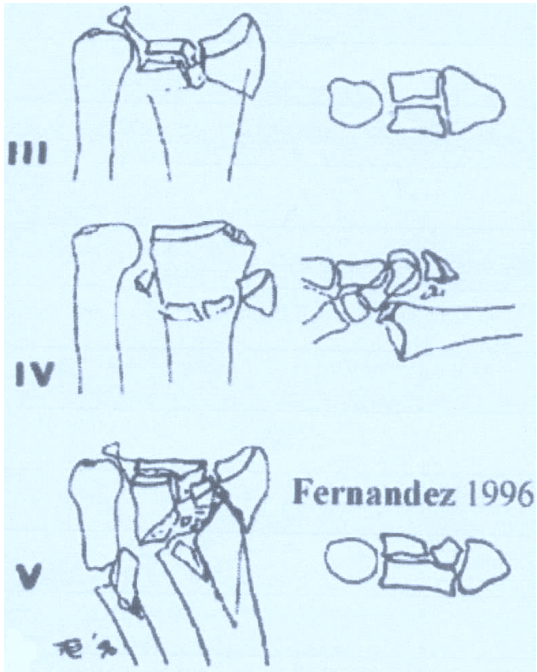


Abbildung 18 Fernandez-Einteilung (27, 106)

1.3.5 Einteilung der offenen Frakturen

Kommt es im Rahmen der Fraktur zu einer Eröffnung der Haut so spricht man von einer offenen Fraktur (37). Diese wird wie folgt eingeteilt:

Tabelle 5: Einteilung der offenen Frakturen (37)

Grad	*Verletzungsmuster*
I°	Minimale Verletzung der Weichteile, Durchspießung von innen nach außen
II°	Ausgedehnte Weichteilverletzung, Kontusion, Durchspießung von außen nach innen
III°	Ausgedehnte Weichteilzerstörung bis auf tiefe Strukturen, freiliegende Fraktur
IV°	Subtotale Amputation

1.3.6 Sonderformen im Kindesalter

Aufgrund der Besonderheiten der kindlichen Anatomie, insbesondere der Wachstumsverhältnisse der Epiphysen, gibt es zwei spezielle Einteilungen für Frakturen im Kindesalter, die die Besonderheiten gegenüber den Frakturen im Erwachsenenalter in Form, Lokalisation, Häufigkeit und Knochenbruchheilung berücksichtigen.
Im deutschsprachigen Raum findet die Einteilung nach Aitken (1) die häufigste Verwendung, während im englischsprachigen der Einteilung nach Salter & Harris (94) mehr Beachtung geschenkt wird.
Da beide ein ähnliches Schema aufweisen, werden sie in der folgenden Tabelle kurz gegenübergestellt.

Tabelle 6: Einteilung epiphysärer Verletzungen nach Aitken und Salter/Harris (1, 42, 94)

Aitken	*Salter/ Harris*	*Verletzung*	*Läsion der Proliferationszone*
I	I	Epiphysenlösungen ohne metaphysären Biegungskeil; die Lyse findet in der metaphysären Schicht statt	Nein
I	II	Epiphysenlösungen mit metaphysärem Fragment; die Lyse findet in der metaphysären Schicht statt	Nein
II	III	Epiphysenfraktur: der Frakturspalt kreuzt die Epiphyse und setzt sich in der metaphysären Schicht der Fuge als partielle Lyse fort	Ja
III	IV	Epiphysen- und Metaphysenfraktur, der Frakturspalt durchkreuzt die Epiphyse, die Fuge und die Metaphyse	Ja
-	V	Stauchungsverletzung der Wachstumsfuge (Crush-Verletzung)	Ja

1.4 Unfallmechanismus

Grundsätzlich unterscheidet man zwei unterschiedliche Unfallmechanismen, die zu einer distalen Radiusfraktur führen: Die durch Abraham Colles 1814 (19) beschriebene Fraktur, welche durch Überstreckung des Handgelenkes bei einem Sturz verursacht wird, und die Beugungsfraktur, wie sie Robert Smith 1847 (107) beobachtete. Seit diesen Erstbeschreibungen gab es unterschiedliche Theorien zur Unfallmechanik der distalen Radiusfraktur, die mit einem Anteil von 10 bis 25% als häufigste Fraktur des Menschen angesehen werden kann (98). Dennoch konnte die Variabilität der Knochenverletzung nicht abschließend erklärt werden.
Frykman stellte in einem experimentellen Ansatz fest, dass eine Hyperextensionsfraktur dann entsteht, wenn beim Aufschlagen auf eine Unterlage das Handgelenk um einen Winkel von 40° bis 90° extendiert ist. Das Ausmaß der radialen oder ulnaren Abduktion des Handgelenks sowie der Grad der Supination oder Pronation der Hand sind mitbestimmend für die resultierende Bruchform. Des Weiteren bestimmte Frykman, dass für eine Fraktur bei Männern eine Bruchlast von 282kp und bei Frauen eine von 195kp erforderlich ist (32). Mitverantwortlich für diese um 30% geringere Resistenz des weiblichen Knochens wird der mit dem Alter abnehmende Hydroxidapatitgehalt des Skeletts gemacht (70).
Ist der Handgelenkextensionswinkel kleiner als 40°, kommt es zu Unterarmschaft- und Ellenbogenfrakturen. Beträgt der Winkel über 90°, treten Handwurzelverletzungen wie Skaphoidfrakturen, perilunäre Luxationen und Luxationsfrakturen auf.
Durch Stauchung des flektierten Handgelenks provozierte Frykman eine Fraktur mit palmarer Dislokation der distalen Fragmente (32).

1.4.1 Colles-Fraktur

Bei der häufigeren Extensionsfraktur findet sich in der p.a.-Ansicht eine „Bajonett-Stellung“ mit dorsaler Fragmentdislokation (Abbildung 19a) als Ausdruck der radialen Abknickung; zusätzlich kommt es auch häufig zu einer im Röntgen sichtbaren Abrissfraktur des Processus styloideus ulnae (37, 42).

1.4.2 Smith-Fraktur

Die seltenere Flexionsfraktur imponiert im Röntgen mit der typischen „Fourchette-Stellung“ mit volarer Fragmentdislokation (Abbildung 19b), bedingt durch ein nach volar disloziertes Radiusfragment (37, 42).

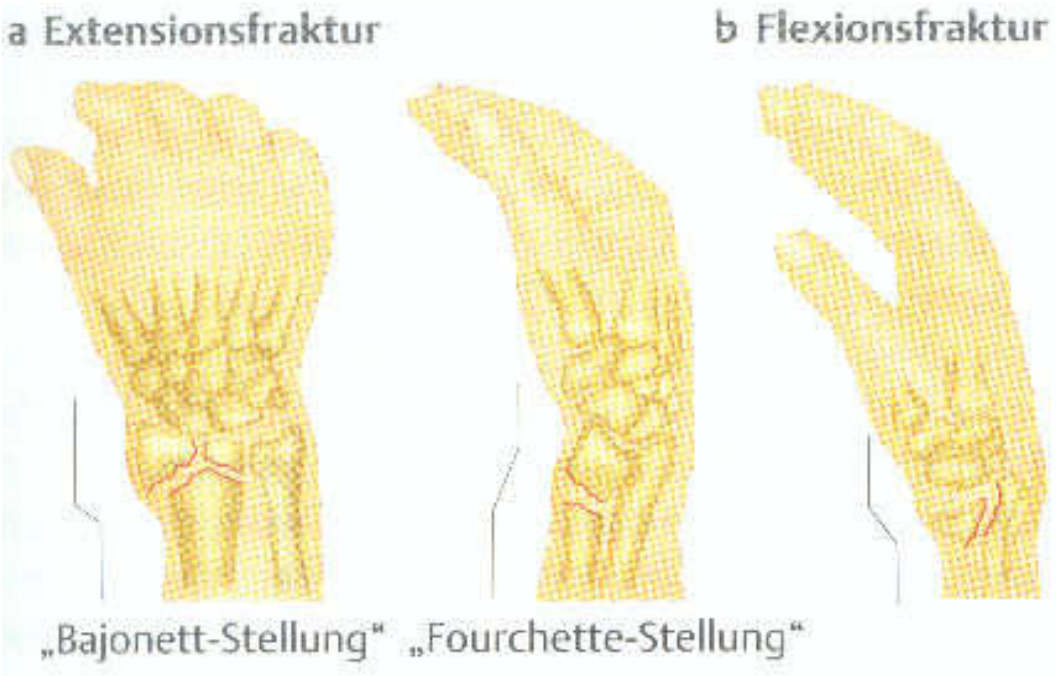


Abbildung 19 Extensions- und Flexionsfraktur (42)

1.4.3 Kombinationsverletzungen

Die Monteggia-Fraktur ist eine proximale Ulnafraktur mit Luxation des Radiusköpfchens (Abbildung 20a). Die Galeazzi-Fraktur hingegen ist eine Radiusschaftfraktur am Übergang des mittleren zum distalen Drittel mit einer Luxation des Ellenköpfchens im distalen Radio-Ulnar-Gelenk (Abbildung 20b) (42).

Abbildung 20 Kombinationsverletzungen des Unterarms (42)

1.5 Therapie der distalen Radiusfraktur

Die Therapie der distalen Radiusfraktur besteht aus Anästhesie, Reposition und Immobilisation. Eine wichtige Entscheidung besteht in der Wahl des geeigneten Therapieverfahrens: Operativ oder konservativ?
Grundsätzlich gibt es einige Ansprüche an die Therapie. Zum einen ist eine exakte Wiederherstellung der Radiuslänge anzustreben, da ein Längenverlust neben einer gestörten Ästhetik zumeist mit einer Instabilität und Inkongruenz des distalen Radioulnargelenks einhergeht. Die relative Überlänge der Ulna kann zum Impingement im ulnokarpalen Gelenk mit einer Zerstörung des triangulären fibrocartilaginären Komplexes (TFCC) führen. Des weiteren ist eine Rekonstruktion der anatomischen Achsen und der radiokarpalen und radioulnaren Gelenkkongruenz entscheidend, um schmerzhaften Bewegungseinschränkungen, vor allem der Pro- und Supination, und einer posttraumatischen Arthrose vorzubeugen.
Eine Fixation des Processus styloideus ulnae ist nur bei einem Abriss an der Basis indiziert.
Prinzipiell sollte eine definitive Therapie schon durch den ersten Eingriff gesichert sein, da jede weitere Manipulation die Möglichkeit zum Auftreten eines komplexen regionalen persistierenden Schmerzsyndroms begünstigt.
Entscheidend für den Therapieerfolg ist es, die Osteosynthese nur bei optimalen Weichteilverhältnissen durchzuführen. (37)

1.5.1 Wahl des geeigneten Therapieverfahrens

Entscheidend für den Erfolg der Therapie ist die Wahl des geeigneten Verfahrens.
Nach Oestern empfiehlt es sich, nur A2-Frakturen konservativ zu behandeln (81). Allerdings sollte mit zunehmender Instabilität der Fraktur die Entscheidung eher in Richtung operativer Versorgung gehen.

Radiologisch lässt sich eine Instabilität anhand von sechs Zeichen erkennen:

1. Dorsalkippung des peripheren Fragmentes über 20°
2. Palmarkippung des peripheren Fragmentes bei schrägem Frakturverlauf
3. Abbruch einer beugeseitigen Gelenklippe
4. Dorsale und/oder palmare dislozierte Kantenfragmente
5. Trümmerzonen mit Verkürzung des Radius um mehr als 4 mm
6. Basisnaher Abbruch des Ellengriffelfortsatzes und/oder dislozierte Trümmerfraktur

Die Indikation zur Schraubenosteosynthese wird bei B1-Frakturen gestellt, wohingegen bei B2-Frakturen eine dorsale und bei B3-Frakturen eine volare Plattenosteosynthese indiziert sind. A3- und C1- Frakturen werden mittels Kirschnerdrähten fixiert.
Die Hauptindikation für den Fixateur externe bilden die C2- und C3- Frakturen. (11, 63, 73, 81, 85)

1.5.2 Anästhesie

Ohne suffiziente Anästhesie ist eine optimale Reposition nicht durchführbar. Auf Grund der peripheren Lage der hier besprochenen Frakturen stehen drei Anästhesieformen zur Verfügung.
Die am wenigsten aufwendige Form stellt die Bruchspaltanästhesie dar. Hierfür wird zunächst das Handgelenk desinfiziert, bevor der Bruchspalt mit einer Kanüle von der Streckseite des Unterarmes aus aufgesucht wird. Die Nadel wird dabei schräg von proximal-dorsal nach distal-volar geführt, um den Bruchspalt trotz Dislokation erreichen zu können, was bei einem senkrechten Einstich selten möglich ist. Nachdem unter Knochenkontakt Blut aspiriert wurde, werden 5 bis 10 ml eines 1 bis 2%igen Lokalanästhetikums appliziert.

Abbildung 21 Bruchspaltanästhesie (44)

Weitere Verfahren stellen die subaxilläre Plexusanästhesie und die Allgemeinanästhesie dar. Letztere findet vor allem bei polytraumatisierten und besonders ängstlichen Patienten Anwendung (81).

1.5.3 Konservative Therapie

Die konservative Therapie beginnt mit dem Aufhängen des Arms im Mädchenfänger an den Digiti II und III gefolgt von einer Bruchspaltanästhesie. Während der Einwirkzeit des Lokalanästhetikums wird ein axialer Zug von drei bis fünf Kilogramm angelegt. Im Anschluss daran findet die Reposition unter Bildwandlerkontrolle statt. Hierbei wird das Handgelenk mit beiden Händen von dorsal umgriffen und mit den Daumen das distale Fragment reponiert.
Im Anschluss daran legt man eine dorso-volare Gipsschiene in leichter Palmarflexion und Ulnarabduktion an. Abschließend wird kurz vor Aushärten des Gipses der Karpus leicht volarisiert, wodurch ein Druck des Lunatums auf die volare Kante erzeugt wird, der die Redislokationsgefahr verringert.
Die Nachbehandlung findet wie folgt statt: Am ersten postoperativen Tag führt man eine Zirkulationskontrolle durch. Am folgenden Tag wird nach Stellungskontrolle per Röntgenbild ein Zirkulärer Gips angelegt. Um eine Redislokation rechtzeitig zu bemerken, sollte am dritten und am zehnten postoperativen Tag erneut ein Kontrollröntgen durchgeführt werden. Etwa vier bis sechs Wochen später wird der Gips wieder entfernt und die endgültige Stellung per Röntgen dokumentiert. (16, 37, 102)

1.5.4 Operative Therapie

Es stehen im Wesentlichen vier Operationsmöglichkeiten und Kombinationen aus diesen zur Verfügung:

1.5.4.1 Perkutane Spickung

Die Perkutane Spickung findet in Plexusanästhesie statt. Zunächst wird analog zur konservativen Therapie der Arm im Mädchenfänger aufgehängt, axialer Zug angelegt und das Fragment reponiert. Danach wird per Inzision ein etwa 1cm großer Zugang von dorsal geschaffen, durch den dann eine stumpfe Präparation bis auf den Knochen durchgeführt wird. Dadurch kann eine Aufspießung gefährdeter Strukturen wie der Arteria radialis, des Nervus radialis oder der Extensorsehnen vermieden werden. Nun werden zwei Kirschnerdrähte über den Processus styloideus radii so eingebracht, dass sie sich im Processus, also nicht im Frakturspalt, kreuzen und die Gegenkortikalis durchbohren. Anschließend wird ein dritter Kirschnerdraht von dorso-ulnar zwischen viertem und fünftem Extensorsehnenfach bis durch die Gegenkortikalis gespickt. Bei der Kapandji-Technik wird ein Kirschnerdraht von dorsal in den Radius eingebracht um ein dorsales Abkippen zu korrigieren. Abschließend wird analog zur Konservativen Therapie mit einem Zirkulären Gips nachbehandelt, bevor dann nach vier bis sechs Wochen die Materialentfernung durchgeführt wird. (37)

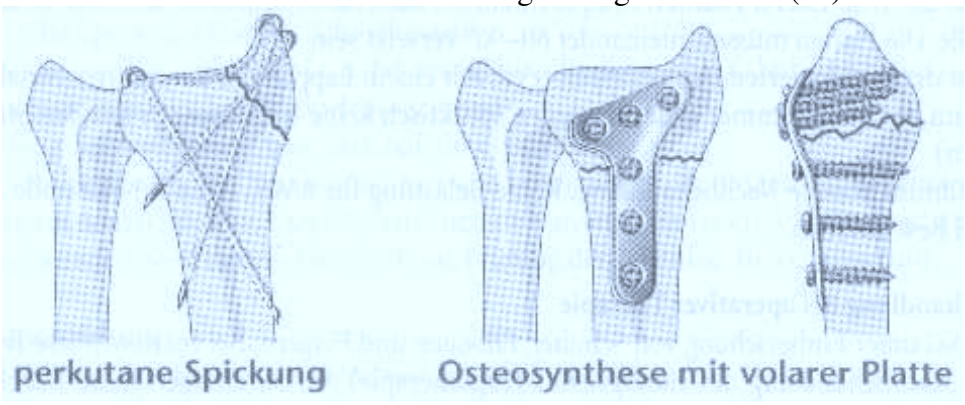


Abbildung 22 Perkutane Spickung und Osteosynthese mit winkelstabiler volarer Platte (37)

1.5.4.2 Fixateur externe (AO-Minifixateur)

In Plexus- oder Allgemeinanästhesie wird die Hand zunächst auf ein Armbänkchen gelagert. Dann werden nach Vorbohren zwei Schanzschrauben ins Metacarpale II und zwei proximal der Fraktur in den Radius eingebracht. Die Schrauben werden so positioniert, dass sowohl die beiden metacarpalen als auch die beiden radialen jeweils parallel zueinander und im 90°-Winkel zu Radius bzw. Metacarpale II stehen. Dabei sollte der Abstand zwischen den beiden radialen Schrauben mindestens der Radiusbreite und der Abstand zwischen den metacarpalen Schrauben mindestens Metacarpusbreite betragen. Anschließend wird die Rohr-zu-Rohrmontage vorbereitet und nach Aufhängung im Mädchenfänger analog zur konservativen Therapie reponiert. Abschließend werden unter Vermeidung einer übermäßigen Gelenkdistraktion sämtliche Backen-Schrauben angezogen. Die Nachbehandlung besteht aus einer frühfunktionellen Krankengymnastik und einer täglichen Pflege der Pineintrittsstellen zur Vermeidung einer Infektion. Sechs bis acht Wochen postoperativ wird der Fixateur nach Röntgenkontrolle entfernt. (37, 121)

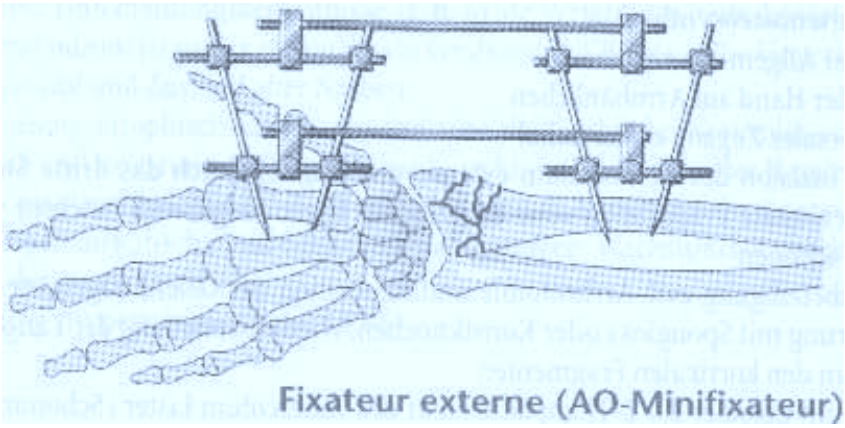


Abbildung 23 Osteosynthese mit Fixateur externe (37)

1.5.4.3 Winkelstabile volare Plattenosteosynthese

In Plexus- oder Allgemeinanästhesie wird die Hand zunächst auf ein Armbänkchen gelagert. Dann wird die Blutsperre angelegt und die Hand über einer Tuchrolle leicht hyperextendiert. Nach Schaffung des Zugangs nach Henry zwischen der A. radialis und der Sehne des M. flexor carpi radialis wird der M. pronator quadratus von radial abgeschoben. Durch Hyperextension der Hand über der Tuchrolle wird nun die Fraktur reponiert. Anschließend wird eine 3,5 T-Platte als Abstützung platziert. Nach besetzen des ovalen Lochs proximal nahe der Fraktur wird per Bildwandler die Position kontrolliert und abschließend werden die restlichen Schrauben eingebracht. Bei Vorliegen eines sehr kurzen distalen Fragmentes oder bei massiver Osteoporose muss auf distale Schrauben verzichtet werden. Die Nachbehandlung besteht in einer frühfunktionellen Physiotherapie ohne Belastung für sechs Wochen. Danach wird die Frakturheilung per Röntgen dokumentiert. Eine Metallentfernung findet in der Regel nicht statt. (37)

1.5.4.4 Dorsale Miniplattenosteosynthese

Als Alternative zur üblichen volaren Platte kann eine dorsale Platte eingebracht werden, die aber eine größere Gefährdung der Extensorensehnen darstellt.
In Plexus- oder Allgemeinanästhesie wird die Hand zunächst auf ein Armbänkchen gelagert. Der Zugang wird gerade und etwas dorsal gewählt, um dann z-förmig das Retinaculum extensorum zu inzidieren. Der Zugang ist dann durch das dritte Strecksehnenfach möglich. Unter Schonung der Sehne des M. extensor pollicis longus wird vom Tuberculum Lister ausgehend subperiostal auf den Frakturspalt präpariert. Liegt eine Gelenkbeteiligung vor muss eventuell arthrotomiert werden, bevor dann unter Sicht die Gelenkfragmente reponiert werden können. Diese werden dann mit Spongiosa oder Kunstknochen unterfüttert, um eine optimale Längenrekonstruktion zu erreichen. Die Fraktur wird dann mit einer dorsalen 2,0 T-Titanplatte ulnar des Tuberculum listeri und einer dorsoradialen 2,0-DCP (Dynamic Compression Plate) abgestützt. Zunächst wird die proximale, frakturnahe Schraube eingebracht, bevor nach Bildwandlerkontrolle die restlichen Plattenlöcher besetzt werden. Der präparierte Periostlappen kann zur Deckung des Metalls verwendet werden, wodurch Interferenzen mit den Strecksehnen praktisch komplett vermieden werden. Da eine Deckung oft nicht möglich ist, wird in der Literatur eher das dorsale Vorgehen beschrieben. Die Nachbehandlung besteht in einer frühfunktionellen Physiotherapie ohne Belastung für sechs Wochen. Danach wird die Frakturheilung per Röntgen dokumentiert. Eine Metallentfernung findet nur bei Beschwerden statt. (37)

1.5.5 Beispiel

Die folgende Serie von Röntgenbildern dokumentiert die operative Therapie einer distalen Radiusfraktur (AO-Klassifikation 2.3-C-2).

Abbildung 24 Frakturbild, AO-Klassifikation C2 (48)

Abbildung 25 Dokumentation nach K-Draht-Spickung (48)

Abbildung 26 Dokumentation nach Fixateur-externe-Anlage (48)

Abbildung 27 Dokumentation nach Materialentfernung (48)

1.6 Komplikationen

Die drei Hauptkomplikationen einer distalen Radiusfraktur und deren Therapie sind das komplexe regionale persistierende Schmerzsyndrom, eine Extensorsehnenruptur vor allem des M. extensor pollicis longus und ein Karpaltunnelsyndrom (37).

1.6.1 Komplexes regionales persistierendes Schmerzsyndrom (CRPS)

Synonyme: Morbus Sudeck, Algodystrophie, sympathische Reflexdystrophie

1.6.1.1 Krankheitsbild

Dieses von Sudeck beschriebene Krankheitsbild (109) tritt vor allem nach Frakturen, jedoch auch nach Weichteilverletzungen, abgelaufenen Infektionen, nach Operationen an den Extremitäten sowie gelegentlich auch ohne jede erkennbare Ursache auf. Der langwierige Verlauf kann in einem bleibenden Funktionsverlust der betroffenen Extremität enden. Eine Literaturzusammenstellung zur Häufigkeit ergibt Werte zwischen 0,3% und 30% (7, 10, 54, 122), je nachdem, welche Einteilung und Symptomatologie der Autor zu Grunde legt.

1.6.1.2 Stadieneinteilung

Die Einteilung des Krankheitsbildes in drei Stadien, wie sie von Sudeck (109, 110) vorgenommen wurde, ist zwar nicht mehr unumstritten (7), jedoch aus therapeutischen Gründen nach wie vor sinnvoll:
Stadium I: In dieser akuten Phase der Erkrankung findet man eine entzündungsähnliche Überwärmung und Schwellung der Weichteile mit zum Teil glänzender und geröteter Haut, anhaltend brennenden Schmerzen in Ruhe und bei Bewegung, eine gesteigerte Schweißsekretion und nach einigen Wochen die ersten röntgenologischen Zeichen einer Entkalkung.
Stadium II: In dieser subakuten Phase (ca. zwei Monate nach Auftreten der ersten Symptome) überwiegen dystrophische Erscheinungen. Die Haut ist kühl und zyanotisch, sie erscheint zunehmend atrophisch mit vermehrter Behaarung und Schweißneigung. Die Schweißsymptomatik geht zurück. Hingegen bestehen ausgeprägte Funktionseinbußen infolge zunehmender Kapselschrumpfung an den mit betroffenen Gelenken und einer Muskelatrophie. Im Röntgenbild haben die Zeichen der Osteoporose zugenommen.
Stadium III: In dieser chronischen Endphase werden im Allgemeinen keine Schmerzen mehr angegeben. Alle Gebilde der betroffenen Extremität sind atrophiert. Die Beweglichkeit der in den Prozess einbezogenen Gelenke ist aufgehoben oder nur noch in geringem Umfang gegeben. Röntgenologisch fallen eine extrem verdünnte Kortikalis und eine verstärkte Zeichnung der in der Zahl verringerten Spongiosabälkchen auf.

Stadium I und II gelten bei geeigneter Behandlung als rückbildungsfähig, Stadium III kann die vollständige Gebrauchsunfähigkeit der Hand darstellen, zumindest bleiben schwere Funktionseinbußen.

1.6.1.3 Ätiologie und Pathogenese

Die große Zahl an Theorien zur Pathogenese zeigt, dass die Ansichten über das Zustandekommen des Krankheitsbildes sehr unterschiedlich sind. Als unterschiedliche Faktoren bei der Entstehung werden vor allem der posttraumatische oder postoperative Schmerz, die schmerzbedingte Schonung und Entlastung sowie das durch die Schädigung ausgelöste Ödem angesehen. Hierbei kommen offenbar neurovegetative Mechanismen in Gang. Eine individuelle Prädisposition, so genannter Sudecktyp (7), ist anzunehmen. Weiterhin diskutiert wurden neben neurogenen (36) und neurovaskulären (28) Abläufen auch abakterielle Entzündungen (109, 110), neurohormonale (8), vaskuläre (also venöse und kapilläre Stase) (95) und biochemische Vorgänge (52) sowie mechanische Faktoren wie Instabilität und Inaktivität (78). Als Faktoren, die das Auftreten einer Algodystrophie begünstigen, sind in jedem Fall anzusehen (7):

1. Eine lange dauernde Inaktivität und übermäßige Schonung
2. Wiederholte gewebstraumatisierende Repositionsmanöver bei Frakturen
3. Unzureichende Frakturreposition

1.6.1.4 Prophylaxe

Die Prophylaxe liegt also in der Vermeidung der obigen Punkte, sowie in dem frühzeitigen Entschluss zur übungsstabilen Osteosynthese bei zur Dislokation neigenden Frakturen. Günstig sind weiterhin das Hochlagern der verletzten Extremität und die frühzeitige Anleitung zu aktiven Bewegungsübungen mit nicht fixierten Gelenken, gegebenenfalls ergänzt durch eine sinnvolle Ergotherapie nach der Gipsabnahme.

1.6.1.5 Therapie

Durch einen möglichst frühen Therapiebeginn lassen sich oftmals die schweren Veränderungen der Stadien II und III verhindern. Alle Therapiemaßnahmen zielen letztendlich darauf ab, mit Hilfe einer wohldosierten funktionellen Beanspruchung ein Abklingen der Atrophie von Weichteilen und Knochen sowie eine Wiederkehr normal regulierter Durchblutungsverhältnisse zu erreichen. Zum Teil kann und muss die hierzu notwendige Physiotherapie medikamentös oder durch Nervenblockaden unterstützt werden. Während im Stadium I und II Erfolge noch zu erwarten sind, sind die therapeutischen Erfolge im Stadium III eher bescheiden. Trotzdem ist zu beachten, dass die Algodystrophie der Hand eine langwierige Komplikation darstellt und bis zum Endstadium oft ein Jahr vergeht. Die Früherkennung erscheint daher als der maßgebliche Erfolgsfaktor.

1.6.2 Karpaltunnelsyndrom

Beim Karpaltunnelsyndrom handelt es sich um eine Kompression des N. medianus im Bereich des Karpaltunnels. Als Symptome treten Daumenballenatrophie, Sensibilitätsstörungen an Hohlhand und der Digiti I bis III einschließlich der radialen Seite des Digitus IV auf. Die Symptome äußern sich insbesondere nachts, so genannte Brachialgia paraesthetica nocturna. Als Therapie wird in der Nacht eine Gipsschiene zur Schonung getragen. Kommt es dennoch nicht zur Besserung der Symptome, wird eine Dekompression durch Spaltung des Lig. carpi transversum durchgeführt. (37)

1.6.3 Weitere Komplikationen

Bei der konservativen Behandlung kann es zu Druckstellen und Hautschäden durch eine insuffiziente Gipsanlage kommen. Des Weiteren ist das Risiko einer Sekundären Dislokation im Vergleich zu den operativen Verfahren erhöht.
Die Osteosynthesen können durch Infektionen und Nerven- oder Gefäßschäden kompliziert werden. Bei der perkutane Spickung und dem Fixateur externe besteht die Gefahr der Pintrack-Infektion. Es sind auch Verletzungen des Ramus superficialis Ni. radialis sowie der A. radialis in der Tabatière möglich. Zusätzlich kann es bei der Fixateuranlage zu einer übermäßigen Gelenkdistraktion kommen. (37)

2. Material und Methoden

2.1. Eingangskriterien des Patientengutes

Zur Schaffung eines adäquaten Patientengutes dieser klinischen Nachuntersuchung mussten die einbezogenen Patienten folgende Kriterien erfüllen:

- Fraktur des distalen Radius in loco typico
- Durchgeführte Fixateur-externe-Anlage und
- Durchgeführte Kirschnerdrahtspickung
- Abgeschlossene Therapie in der Chirurgischen Klinik des Klinikums Großhadern
- Vollständigkeit der Dokumentation inklusive Röntgenaufnahmen
- Mindestalter zum Zeitpunkt der Fraktur von 25 Jahren

Zur Aufstellung der Liste der möglichen Patienten wurden die OP-Protokolle und Stationspläne im Zeitraum vom 01.01.1994 bis zum 31.12.2004 durchgesehen. Hierbei fanden sich 312 Patienten, bei denen eine distale Radiusfraktur mit einem Fixateur externe und einer Kirschdrahtspickung versorgt wurde. Die Patienten wurden alle kombiniert stationär und ambulant behandelt. Es wurde bewusst auf Patienten mit anderen Therapieformen distaler Radiusfrakturen als Vergleichsgruppe verzichtet, da erstens genügend Literatur existiert und zweitens eine parallele Studie zu den weiteren chirurgischen Osteosyntheseverfahren durch einen Kollegen durchgeführt wird.
Von den 312 wurden 9 (2,9%) Patienten aufgrund der unzumutbar langen Anreise ausgeschlossen. Weitere 118 (37,8%) Patienten sind zum Zeitpunkt der Studie schon verstorben. Somit wurde letztendlich versucht 185 (59,3%) Patienten zur Nachuntersuchung ein zu bestellen.
Jeder Patient wurde zweimal Angeschrieben und telefonisch kontaktiert, um eine gewisse persönliche Ebene zu schaffen und um einen Termin für die Nachuntersuchung zu vereinbaren. Um eine vollständige Vergleichbarkeit beider Ergebnisse zu haben, wurde auf eine Zusendung von Fragebögen bewusst verzichtet, da nur vollständige Untersuchungen für diese Studie akzeptiert werden konnten.
Von den 185 Patienten waren 36 (19,5%) weder postalisch noch telefonisch kontaktierbar. Weitere 37 (20%) Patienten konnten zwar erreicht, jedoch nicht für die Studie gewonnen werden. Von diesen sahen sich 13 (35%) gesundheitlich nicht in der Lage, an der Nachuntersuchung teilzunehmen und 24 (65%) Patienten waren nicht bereit, an der Studie zu partizipieren. Begründet wurden die Absagen mit „großer Unzufriedenheit“ in 2 (8,3%) Fällen, mit als „nicht notwendig“ erachteter Untersuchung in 3 (12,5%) Fällen, mit „zu wenig Zeit“ in 5 (20,8%) Fällen, mit einem „zu großen Aufwand“ in 13 (54,2%) Fällen und ohne Angabe von Gründen in 1 (4,2%) Fall.
Letztendlich konnte mit 112 (60,5%) Patienten ein Untersuchungstermin im Zeitraum von Januar bis März 2006 vereinbart werden. Erfreulicherweise wurden alle Termine wahrgenommen, wobei in zwei Fällen ein alternatives Datum ausgemacht werden musste.

2.2 Methodik der Nachuntersuchung

Die Nachuntersuchung wurde hauptsächlich in den ersten zwei Monaten des Jahres 2006 in der Chirurgischen Poliklinik A des Klinikums Großhadern durchgeführt. Der Abstand vom Frakturzeitpunkt bis zum Nachuntersuchungszeitpunkt betrug im Durchschnitt 4 Jahre mit einem Intervall von 13 Monaten bis zu 12 Jahren und 8 Monaten.

2.3 Allgemeine Untersuchungstechniken

Begonnen wurde mit der Erhebung der Anamnese, die in Anamnese, Diagnostik und Therapie der Fraktur unterteilt wurde. Im Anschluss wurde jeder Patient nach dem klassischen Schema Inspektion, Palpation, Bewegungsprüfung und Kraftmessung untersucht. Zur röntgenologisch-anatomischen Beurteilung wurden Röntgenbilder der Handgelenke in zwei Ebenen angefertigt. Vervollständigt wurden die Untersuchungen mit dem Ausfüllen zweier standardisierter subjektiver Fragebögen.

2.3.1 Anamnese

Die Anamnese umfasste Namen, Geschlecht, Alter, Beruf, Unfallort, Unfalldatum und Unfallmechanismus. Der Unfallort wurde eingeteilt in die Kategorien Wohnung, Straße, Schule, Verkehr, Sport und Arbeitsplatz. Zur Differenzierung des Unfallmechanismus wurde zwischen Extensions- und Flexionsbruch unterschieden.

2.3.2 Diagnostik

Unter Diagnostik wurden die Punkte Behandlungsbeginn, Händigkeit und Frakturlokalisation festgehalten. Des Weiteren wurde dokumentiert, ob eine offene oder geschlossene Fraktur vorlag, welche Einteilung nach AO-Klassifikation gestellt wurde und ob es Zusatz- oder Begleitverletzungen gab. Bezüglich der Zusatzverletzungen waren vor allem SL-Dissoziation, Scaphoidfraktur, Ulnafraktur, Abriss des Proc. styloideus ulnae und Läsionen des distalen Radioulnargelenks von besonderem Interesse. Zusätzlich wurden Nervenläsionen, Gefäßverletzungen und der Grad der Weichteilschwellung aus den Akten recherchiert.

2.3.3 Therapie

Folgende Fakten wurden zur Therapie dokumentiert: Art und Dauer der stationären oder ambulanten Behandlung, angewendetes Anästhesieverfahren sowie Zeitpunkt der Materialentfernung.

2.3.4 Inspektion

Bei der Inspektion wurde auf Schwellungen, Deformitäten, Hautschwielen, Durchblutung und Haltung geachtet.
Zusätzlich wurden die Umfangmaße der hängenden oberen Extremitäten an drei definierten Stellen mit der Gegenseite verglichen. Die Punkte waren:

- 10cm distal des Epicondylus lateralis humeri
- Handgelenk
- Mittelhand ohne Daumen

2.3.5 Palpation

Neben Hauttemperatur und Hautturgor wurden noch folgende der Fraktur entsprechende Druckpunkte untersucht:

- Processus styloideus radii
- Processus styloideus ulnae
- Distales Radioulnargelenk
- Carpalkanal
- Beugesehnengleitlager
- Sehnenfächer des Retinaculum extensorum
- Draht- und Pin Eintrittspunkte
- den Zusatzverletzungen entsprechende Druckpunkte

Abschließend wurden eine grobe Sensibilitätsprüfung sowie eine passive Bewegung unter Berücksichtigung von Schmerzen durchgeführt.

2.3.6 Bewegungsprüfung nach der Neutral-Null-Methode

Bei der Neutral-Null-Methoden Messung wurden folgende Bewegungen in ihrem maximalen aktiven Umfang dokumentiert:

- Pronation und Supination
- Palmarflexion und Dorsalextension im Handgelenk
- Radiale und ulnare Abduktion im Handgelenk

2.3.7 Weitere Bewegungsprüfung

Allgemein wurden die Patienten gebeten folgende Bewegungen durchzuführen:

- Spitz-, Schlüssel-, Haken- und Langgriff
- Aktiver Faustschluss
- Bewegung jedes einzelnen Fingers: Spreizen, beugen und strecken)
- Maximale Opposition

2.3.8 Kraftmessung

Eine objektive Kraftmessung mittels Dynamometer war leider nicht durchführbar, jedoch wurde vom Untersucher eine Muskelfunktionsprüfung nach dem in Tabelle 7 dargestellten Schema durchgeführt.

Tabelle 7 Muskelfunktionsprüfung - Einteilung in fünf Kraftgrade (53)

Kraftgrad	Beurteilung	Befund
V	Normal	Bewegung auf dem vollen Bewegungsweg, gegen die Schwerkraft, gegen maximalen Widerstand
IV	Gut	Bewegung auf dem vollen Bewegungsweg, gegen die Schwerkraft, gegen leichten Widerstand
III	Schwach	Volles, aktives Bewegungsausmaß unter Abnahme der Eigenschwere, gegen die Schwerkraft, ohne Widerstand
II	Sehr schwach	Volles, aktives Bewegungsausmaß unter Abnahme der Eigenschwere
I	Anspannung	Muskelanspannung spürbar oder sichtbar, keine Bewegung
0	Keine Kraft	Keine Muskelkontraktion möglich

2.4 Spezielle Fragebögen

Zur subjektiven Bewertung des Ergebnisses der Osteosynthese wurden jedem Patienten zwei standardisierte Fragebögen zur selbständigen Beantwortung ausgehändigt. Die Resultate hieraus wurden dann mit den objektiven Messergebnissen verglichen.

2.4.1 Fotofragebogen

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Fotofragebogen (siehe Anhang) erstellt, der es dem Patienten Anhand von Fotobeispielen ermöglichen soll, eine selbständige Bewertung analog zur Neutral-Null-Methode zu erstellen. Den vom Patienten markierten Fähigkeiten wurden im Anschluss Zahlenwerte zugeordnet und diese im Anschluss mit den objektiven Messwerten verglichen (siehe Tabelle 8). Aufaddiert ergibt sich so ein Score für die Beweglichkeit, der Werte von 0 also keiner Beweglichkeit bis maximal 36 also vollständigem Bewegungsumfang annehmen kann.

Tabelle 8 Vergleich zwischen objektiver und subjektiver Beweglichkeit

Bewegung	*Neutral-Null-Methode*	*Fragebogen*	*Vergleichswert*
Radialabduktion	< 1°	Keine Bewegung	0
	1° bis 5°	Foto 1	1
	6° bis 15°	Foto 2	2
	> 15°	Foto 3	3
Ulnarabduktion	< 1°	Keine Bewegung	0
	1° bis 10°	Foto 1	1
	11° bis 25°	Foto 2	2
	> 25°	Foto 3	3
Dorsalextension	< 1°	Keine Bewegung	0
	1° bis 20°	Foto 1	1
	21° bis 50°	Foto 2	2
	> 50°	Foto 3	3
Palmarflexion	< 1°	Keine Bewegung	0
	1° bis 20°	Foto 1	1
	21° bis 50°	Foto 2	2
	> 50°	Foto 3	3
Supination	< 1°	Keine Bewegung	0
	1° bis 30°	Foto 1	1
	31° bis 60°	Foto 2	2
	> 60°	Foto 3	3
Pronation	< 1°	Keine Bewegung	0
	1° bis 30°	Foto 1	1
	31° bis 60°	Foto 2	2
	> 60°	Foto 3	3

2.4.2 MHQ

Als Anerkannter Fragebogen wurde den Patienten die deutsche Version des „Michigan Hand Outcomes Questionnaire“ (MHQ) (17) (siehe Anhang) zur Beantwortung ausgehändigt. Dieser Beurteilt Anhand numerischer Skalen „die Funktion der Hand / des Handgelenks während der letzten Woche“, „die speziellen Fähigkeiten der Hand während der letzten Woche“, „das Arbeiten während der letzten vier Wochen“, „die Schmerzhäufigkeit in der Hand / dem Handgelenk während der letzten vier Wochen“, „das Aussehen der Hand in der letzten Woche“ und „die Zufriedenheit mit der Hand in der letzten Woche“. Aus den markierten Zahlenwerten kann dann ein Gesamtwert ermittelt werden, welcher Werte im Intervall von „0“ (schlechtestes mögliches Ergebnis) und „100“ (bestes mögliches Ergebnis) ergibt.

2.5 Röntgen

Der Röntgenbefund (siehe Anhang) beurteilt jeweils den Zustand des Frakturbildes, nach Reposition und Spickung, nach Materialentfernung sowie zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Anhand des Frakturbildes erfolgte die Einteilung in das AO-Frakturschema. Des Weiteren wurde bei allen diesen Bildern die Ulnarabschrägung der Radiusgelenkfläche und der Ulnavorschub in der a.p.-Aufnahme und die Palmarneigung der Radiusgelenkfläche in der seitlichen Aufnahme gemessen. Zum Vergleich wurde jeweils die unverletzte Hand mit gemessen. Bei Vorliegen beidseitiger Frakturen wurden Referenzwerte aus der Literatur verwendet.
Gesondert wurde noch der Processus styloideus ulnae in Hinblick auf Frakturierung und Heilung betrachtet.
Anhand dieser Daten wurde dann ein röntgenologisch-anatomisches Ergebnis nach der Lidström-Klassifikation (64) erstellt:

Tabelle 9 Klassifizierung der röntgenologischen-anatomischen Resultate – modifiziert nach Lidström (64)

Note	*Beurteilungskriterien*
sehr gut	• Gelenkwinkel in der a.p.-Aufnahme 20 bis 30 Grad • Gelenkwinkel in der seitlichen Aufnahme 0 bis 10 Grad • Ulnavorschub kleiner 3 mm
gut	• Gelenkwinkel in der a.p.-Aufnahme 10 bis 19 Grad • Gelenkwinkel in der seitlichen Aufnahme -10 bis -1 Grad • Ulnavorschub 3 bis 6 mm
mäßig	• Gelenkwinkel in der a.p.-Aufnahme 0 bis 9 Grad • Gelenkwinkel in der seitlichen Aufnahme -11 bis -14 Grad • Ulnavorschub 7 bis 11 mm
schlecht	• Gelenkwinkel in der a.p.-Aufnahme kleiner 0 Grad • Gelenkwinkel in der seitlichen Aufnahme kleiner/gleich -15 Grad • Ulnavorschub größer 11 mm

3. Ergebnisse

3.1. Geschlechts- und Altersverteilung

Das 312 Patienten umfassende Kollektiv teilte sich mit 253 Frauen und 59 Männern im Verhältnis 4:1 (81% Frauen und 19% Männer) auf (Abbildung 28).

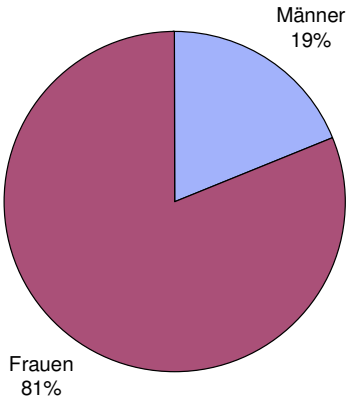


Abbildung 28 Verhältnis Mann (59) / Frau (253) (n=312)

Betrachtet man zusätzlich das Alter des Patienten zum Zeitpunkt des Unfalls (Tabelle 10 und Abbildung 29), zeigt sich in der Gruppe der männlichen Patienten kein Altersgipfel und eine Fallzahlabnahme ab dem 76. Lebensjahr. Anders verhält es sich bei den weiblichen Patienten: In dieser Gruppe gibt es eine deutliche Zunahme der Fallzahlen ab dem 51. Lebensjahr. Es zeigen sich zwei Gipfel in den Altersgruppen von 56 bis 60 Jahren und von 71 bis 80 Jahren. Über dem 80. Lebensjahr nimmt die Anzahl der Patientinnen wieder deutlich ab.

Tabelle 10 Alters- und Geschlechtsverteilung

	Mittelwert	*Minimum*	*Maximum*
weiblich	71,6	25	93
männlich	56,3	25	85
Gesamt	68,7	25	93

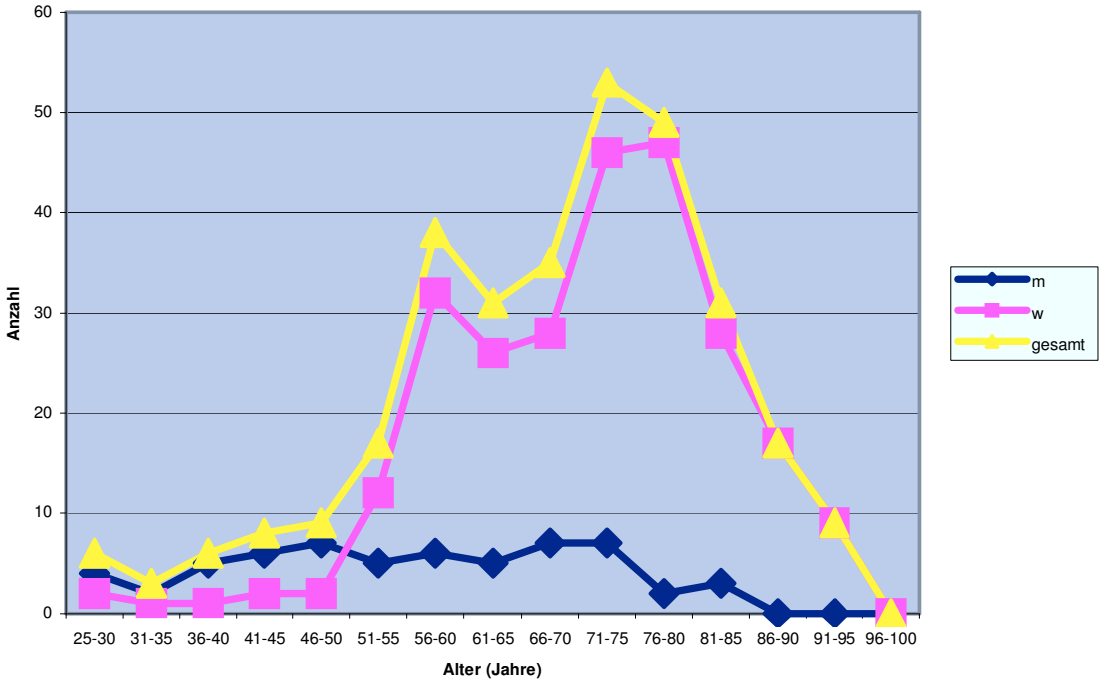


Abbildung 29: Alters- und Geschlechtsverteilung (n=312)

3.2 Frakturlokalisation und Händigkeit

Der Anteil der rechtshändigen Patienten liegt bei 94% gegenüber 6% linkshändigen.

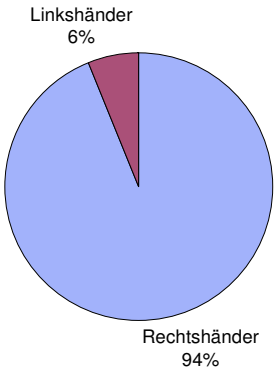


Abbildung 30 Händigkeit

Die Lokalisation der Frakturen verteilt sich bei den weiblichen Patienten mit 54,9% auf den linken und mit 45,1% auf den rechten Arm. In der Gruppe der Männer ist der Unterschied größer, hier beträgt das Verhältnis 62,8% links zu 37,2% rechts (Abbildung 31).
Somit entsprechen die Verhältnisse zwischen linkem und rechtem Arm bei den Frauen ca. 1:1, während es bei den Männern ca. 2:1 ist.

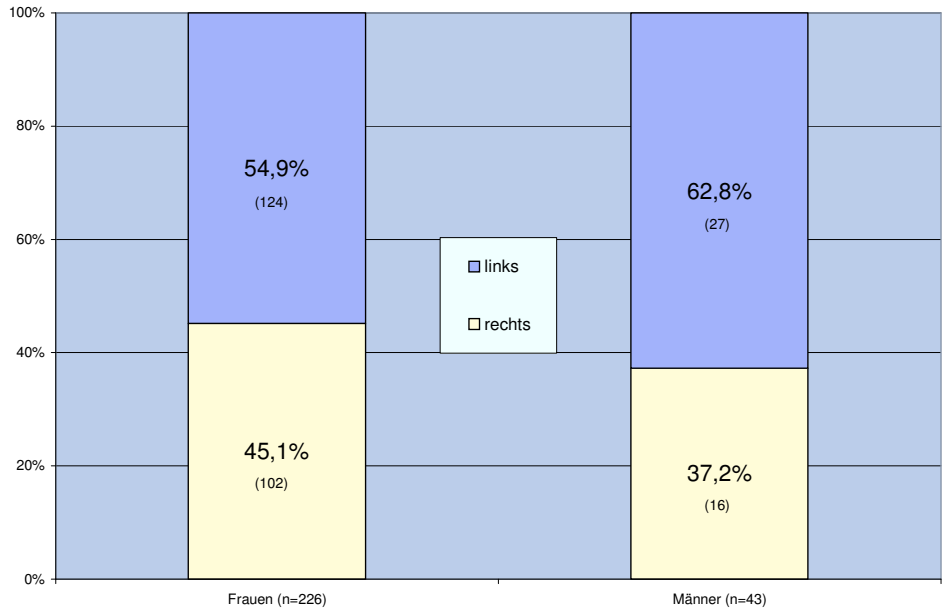


Abbildung 31: Frakturlokalisation

Betrachtet man die Unterschiede der Bruchlokalisation zwischen Links- und Rechtshändern (Abbildung 32), so zeigt sich, dass 55,2% der Rechtshänder eine Fraktur des linken bzw. 44,8% des rechten Armes erlitten. Nahezu analog ist das Bild bei den Linkshändern: Hier brachen sich 42,9 % den linken und 57,1% den rechten Arm.

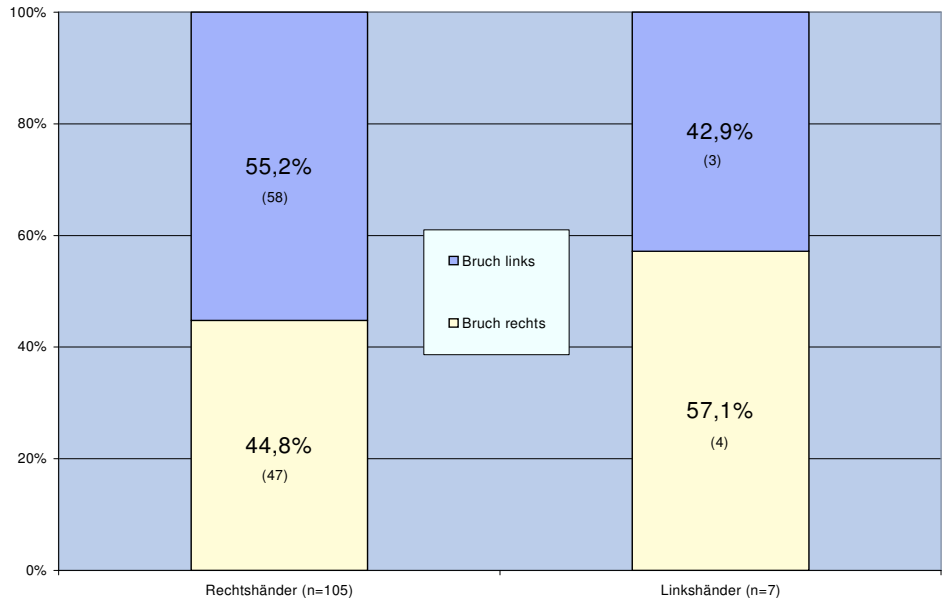


Abbildung 32: Frakturlokalisation nach Händigkeit

3.3 Abhängigkeit der Frakturhäufigkeit von der Jahreszeit

Die folgende Tabelle (Tabelle 11) stellt die Anzahl der Frakturen in den einzelnen Monaten dar. Geschlechtsunabhängig finden sich leicht erhöhte Fallzahlen (>10%) in den Monaten Januar und Februar sowie Mai und August.
In der Gruppe der männlichen Patienten war die Fallzahl mit 22,0% im Mai am höchsten gefolgt von Juli mit 11,9% und Januar mit 10,2%.
Die Werte der weiblichen Patientengruppe entsprechen denen der Gesamtfälle.

Tabelle 11 Abhängigkeit der Frakturhäufigkeit vom Monat (n=312)

Monat	*Gesamt*	*in Prozent*	*Männer*	*in Prozent*	*Frauen*	*in Prozent*
Januar	35	11,2%	6	10,2%	29	11,5%
Februar	32	10,3%	4	6,8%	28	11,1%
März	26	8,3%	5	8,5%	21	8,3%
April	22	7,1%	2	3,4%	20	7,9%
Mai	39	12,5%	13	22,0%	26	10,3%
Juni	19	6,1%	4	6,8%	15	5,9%
Juli	21	6,7%	7	11,9%	14	5,5%
August	35	11,2%	4	6,8%	31	12,3%
September	22	7,1%	3	5,1%	19	7,5%
Oktober	18	5,8%	5	8,5%	13	5,1%
November	18	5,8%	3	5,1%	15	5,9%
Dezember	25	8,0%	3	5,1%	22	8,7%

Zusammenfassend zeigt die folgende Abbildung (Abbildung 33), dass sich die Fallzahlen mit einem Intervall von 5,1% bis 12,5% relativ ausgewogen auf die einzelnen Monate verteilen. Einzig der Monat Mai zeigt bei den männlichen Patienten einen höheren Anteil mit 22,0%.

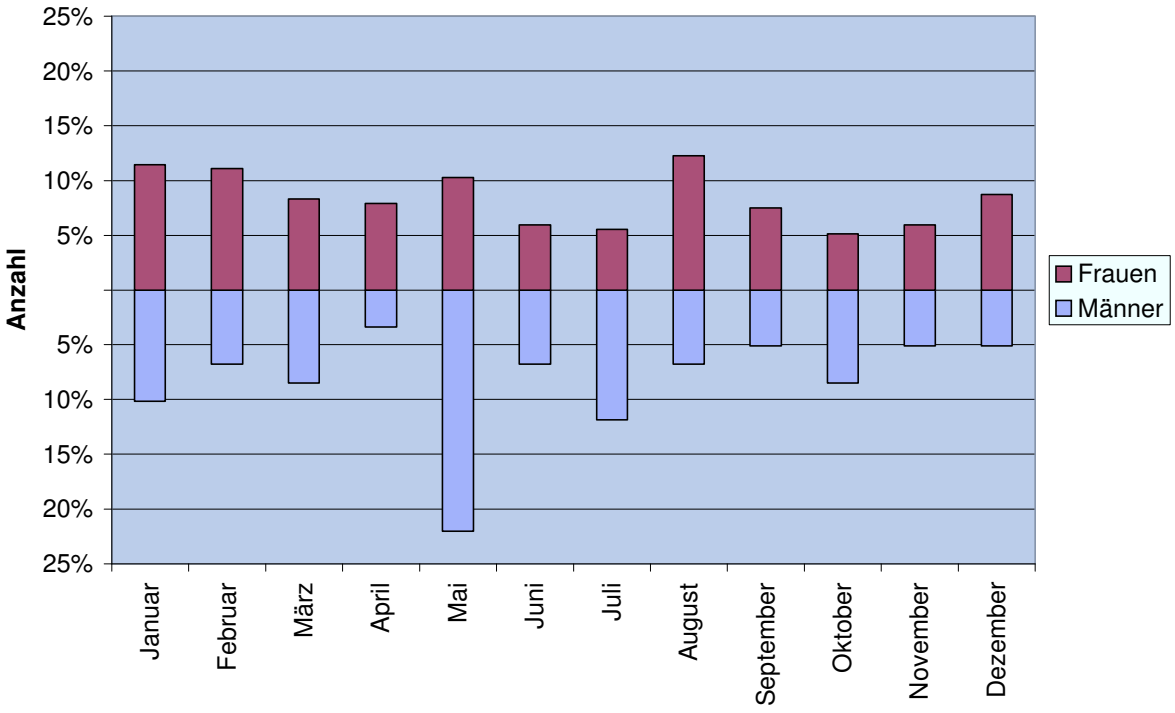


Abbildung 33 Abhängigkeit der Frakturhäufigkeit vom Monat (n=312)

3.4 Unfallort

3.4.1 Unfallort in Beziehung zum Geschlecht

Betrachtet man die Verteilung der Frakturen auf die Unfallorte, zeigt sich, dass die Hälfte (49,8%) aller Frakturen bei Fußgängern im Straßenverkehr auftraten (Tabelle 12). Nach dem Geschlecht aufgegliedert zeigt sich, dass dieser Wert bei Frauen mit 53,5% höher ist als bei Männern mit 30,2%. Am zweithäufigsten war das innerhäusliche Sturzereignis mit 31,2%, auch hier war der Prozentsatz bei den weiblichen Patienten mit 32,7% im Vergleich zu den männlichen mit 23,3% höher.
Bei der Gruppe der Männer fand sich mit 18,6% ein dritter häufiger Unfallort am Arbeitsplatz. In der Gruppe der Frauen findet sich dieser nicht.
Die Übrigen Anteile der Unfallort sind mit einem Intervall von 0,4% bis 4,9% recht ausgeglichen.

Tabelle 12 Unfallort in Beziehung zum Geschlecht (n=269)

Ort	*Gesamt*	*in Prozent*	*Männer*	*in Prozent*	*Frauen*	*in Prozent*
Straße	134	49,8%	13	30,2%	121	53,5%
Wohnung	84	31,2%	10	23,3%	74	32,7%
Verkehr	13	4,8%	2	4,7%	11	4,9%
Arbeitsplatz	10	3,7%	8	18,6%	2	0,9%
Sport	8	3,0%	4	9,3%	4	1,8%
Garten	8	3,0%	2	4,7%	6	2,7%
Urlaub	6	2,2%	1	2,3%	5	2,2%
Nosokomial	3	1,1%	2	4,7%	1	0,4%
Überfall	2	0,7%	0	0,0%	2	0,9%
Suizidversuch	1	0,4%	1	2,3%	0	0,0%

3.4.2 Unfallort in Beziehung zur Jahreszeit

Betrachtet man die Frakturzahlen an den unterschiedlichen Orten zu den vier Jahreszeiten (Tabelle 13), so zeigt sich eine Häufung der Frakturen von Fußgängern im Straßenverkehr in den Wintermonaten. Die innerhäuslichen Sturzereignisse sind bis auf eine leichte Abnahme im Herbst ausgeglichen über das Jahr verteilt. Bei den Verkehrsunfällen von Fahrrad-, Motorrad- und Autofahrern zeigt sich eine Häufung in den Frühlings- und Sommermonaten.

Tabelle 13 Unfallort in Beziehung zur Jahreszeit (n=269)

Ort	*Frühling*	*Sommer*	*Herbst*	*Winter*
Straße	22	32	25	55
Wohnung	26	20	16	22
Verkehr	5	5	2	1
Arbeitsplatz	4	1	4	1
Sport	4	1	1	2
Garten	4	3	0	1
Urlaub	3	1	1	1
Nosokomial	0	0	2	1
Überfall	1	1	0	0
Suizidversuch	0	0	0	1

3.5 Frakturtypen

Die im Folgenden dargestellten Verteilungen der Frakturtypen beziehen sich auf das Studienkollektiv der Patienten mit Fixateur-externe-Versorgung.

3.5.1 Verteilung der Frakturtypen

Die Anteile der einzelnen AO-Typen (Tabelle 14) zeigen ein Intervall von 0,4% bis 12,7%. Am häufigsten vertreten sind die Frakturtypen C3.2 (12,7%), A3.2 (10,8%), A3.1 (9,3%) und C2.1 (9,3%). Am seltensten sind in diesem Patientenkollektiv die Frakturtypen B1.1 und B3.3 mit jeweils 0,4%, sowie die B1.3 und B2.2 mit jeweils 0,7% vertreten.

Tabelle 14 Geschlechtsverteilung der Frakturtypen nach AO-Klassifikation

AO-Klassifikation	*Männer*	*in Prozent*	*Frauen*	*in Prozent*	*Gesamt*	*in Prozent*
A2.1	-	-	-	-	-	-
A2.2	2	0,7%	19	7,1%	21	7,8%
A2.3	-	-	4	1,5%	4	1,5%
A3.1	4	1,5%	21	7,8%	25	9,3%
A3.2	1	0,4%	28	10,4%	29	10,8%
A3.3	2	0,7%	18	6,7%	20	7,5%
B1.1	-	-	1	0,4%	1	0,4%
B1.2	-	-	3	1,1%	3	1,1%
B1.3	-	-	2	0,7%	2	0,7%
B2.1	2	0,7%	1	0,4%	3	1,1%
B2.2	-	-	2	0,7%	2	0,7%
B2.3	2	0,7%	2	0,7%	4	1,5%
B3.1	-	-	-	-	-	-
B3.2	-	-	-	-	-	-
B3.3	-	-	1	0,4%	1	0,4%
C1.1	3	1,1%	10	3,7%	13	4,9%
C1.2	2	0,7%	18	6,7%	20	7,5%
C1.3	1	0,4%	3	1,1%	4	1,5%
C2.1	1	0,4%	24	9,0%	25	9,3%
C2.2	1	0,4%	18	6,7%	19	7,1%
C2.3	3	1,1%	10	3,7%	13	4,9%
C3.1	6	2,2%	10	3,7%	16	6,0%
C3.2	8	3,0%	26	9,7%	34	12,7%
C3.3	5	1,9%	4	1,5%	9	3,4%
Gesamt	43	16,0%	225	84,0%	268	100,0%

Die Altersverteilung zeigt eine zunehmende Anzahl der komplexeren Frakturen bei Patienten mit höherem Lebensalter (Tabelle 15).

Tabelle 15 Altersverteilung der Frakturtypen nach AO-Klassifikation

Alter	*25 - 35*	*36 - 45*	*46 - 55*	*56 - 65*	*66 - 75*	*76 - 85*	*86 - 95*	*Gesamt*
A2.1	-	-	-	-	-	-	-	-
A2.2	-	-	1	5	6	8	1	21
A2.3	-	-	-	1	1	1	1	4
A3.1	-	2	1	4	6	7	5	25
A3.2	-	-	1	8	9	8	3	29
A3.3	-	-	-	8	5	5	2	20
B1.1	-	-	-	-	-	1	-	1
B1.2	-	-	-	1	-	1	1	3
B1.3	-	-	-	-	-	2	-	2
B2.1	-	-	1	1	1	-	-	3
B2.2	-	-	-	1	1	-	-	2
B2.3	-	1	-	1	2	-	-	4
B3.1	-	-	-	-	-	-	-	-
B3.2	-	-	-	-	-	-	-	-
B3.3	-	-	-	-	-	1	-	1
C1.1	-	-	-	4	7	2	-	13
C1.2	1	-	2	9	1	2	5	20
C1.3	-	-	-	-	4	-	-	4
C2.1	-	-	2	4	7	10	2	25
C2.2	1	1	1	5	5	6	-	19
C2.3	1	1	3	2	4	2	-	13
C3.1	-	2	5	2	1	3	3	16
C3.2	-	1	2	7	12	12	-	34
C3.3	1	1	2	-	3	1	1	9

3.5.2 Offene und geschlossene Frakturen

Der Anteil der offenen Frakturen war mit 13 Fällen deutlich geringer als der Anteil der geschlossenen mit 255 Fällen, eine offen Fraktur zweiten Grades lag lediglich einmal vor (Tabelle 16).
Die vorliegenden offenen Frakturen verteilten sich gleichmäßig auf die Altersgruppen über dem 56. Lebensjahr, es lag nur eine offene Fraktur in der Altersgruppe von 25 bis 35 vor.

Tabelle 16 Altersverteilung offener und geschlossener Frakturen

Alter	*25-35*	*36-45*	*46-55*	*56-65*	*66-75*	*76-85*	*86-95*	*Gesamt*
Geschlossene Fraktur	3	9	21	60	73	68	21	255
Offene Fraktur Grad 1	1	-	-	3	2	3	3	12
Offene Fraktur Grad 2	-	-	-	-	-	1	-	1

3.5.3 Zusatzverletzungen

Zusatzverletzungen finden sich in 76,1% der Fälle (Tabelle 17). Am häufigsten lagen ein Abriss des Processus styloideus ulnae (69,4%) und/oder eine Läsion des distalen Radioulnargelenks (33,6%) vor. Eine die distale Radiusfraktur begleitende Nervenläsion lag in 4,1% der Fälle vor, ähnlich ist mit 11,9% die Anzahl der Begleitverletzungen anderer Körperregionen.

Tabelle 17 Vorliegen von Zusatzverletzungen

	Anzahl	*in Prozent*
Vorliegen einer Zusatzverletzung	204	76,1%
Abriss des Proc. styloideus ulnae	186	69,4%
Läsion distales Radioulnargelenk	90	33,6%
Nervenläsion	11	4,1%
Ulnafraktur	10	3,8%
SL-Dissoziation	4	1,5%
Scaphoidfraktur	2	0,7%
Verletzung anderer Körperregionen	32	11,9%

3.6. Therapie

3.6.1 Kirschnerdrähte

3.6.1.1 Anzahl der eingebrachten Kirschnerdrähte

Die Tabelle 18 und Abbildung 34 zeigen die Anzahl der eingebrachten Kirschnerdrähte in Abhängigkeit von der AO-Klassifikation. In 65% der Fälle wurden zwei, in 26% drei und in 9% vier verwendet.
Die A-Frakturen wurden überwiegend und die B-Frakturen beinahe ausschließlich mit zwei Kirschnerdrähten versorgt.
Die Frakturen der Klasse C wurden etwa zu einer Hälfte mit zwei und zur anderen mit drei oder vier Drähten gespickt.

Tabelle 18 Anzahl der eingebrachten Kirschnerdrähte in Abhängigkeit von der AO-Klassifikation

Anzahl	*zwei*	*In Prozent*	*Drei*	*in Prozent*	*vier*	*in Prozent*	*Gesamt*
A2.1	-	-	-	-	-	-	-
A2.2	7	77,8%	2	22,2%	-	-	9
A2.3	2	100,0%	-	-	-	-	2
A3.1	10	100,0%	-	-	-	-	10
A3.2	11	100,0%	-	-	-	-	11
A3.3	5	55,6%	3	33,3%	1	11,1%	9
B1.1	1	100,0%	-	-	-	-	1
B1.2	1	100,0%	-	-	-	-	1
B1.3	1	100,0%	-	-	-	-	1
B2.1	-	-	-	-	-	-	-
B2.2	1	100,0%	-	-	-	-	1
B2.3	1	100,0%	-	-	-	-	1
B3.1	-	-	-	-	-	-	-
B3.2	-	-	-	-	-	-	-
B3.3	-	-	-	-	1	100,0%	1
C1.1	5	71,4%	1	14,3%	1	14,3%	7
C1.2	6	66,7%	2	22,2%	1	11,1%	9
C1.3	-	-	2	66,7%	1	33,3%	3
C2.1	6	46,2%	5	38,5%	2	15,4%	13
C2.2	4	50,0%	3	37,5%	1	12,5%	8
C2.3	4	100,0%	-	-	-	-	4
C3.1	1	33,3%	2	66,7%	-	-	3
C3.2	6	35,3%	9	52,9%	2	11,8%	17
C3.3	1	100,0%	-	-	-	-	1
Gesamt	73	65,2%	29	25,9%	10	8,9%	112

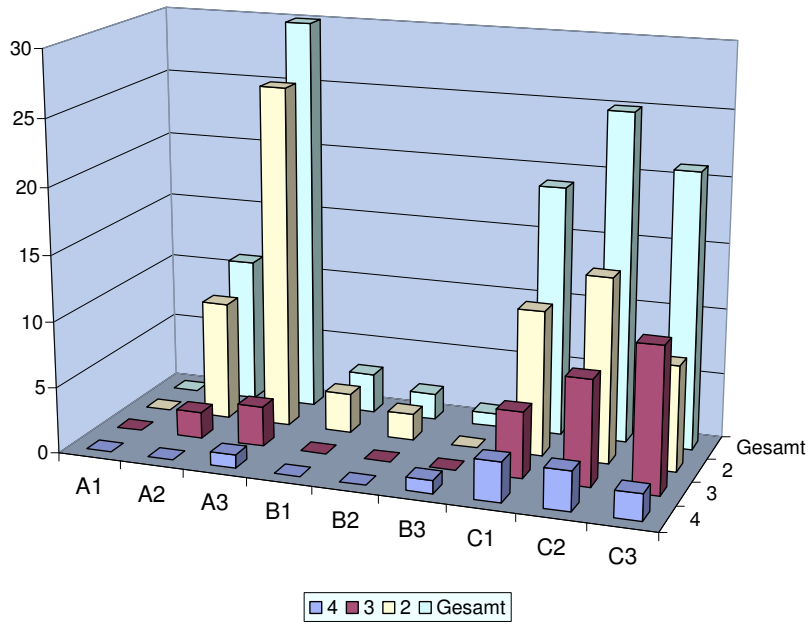


Abbildung 34 Anzahl Kirschnerdrähte in Abhängigkeit von der AO-Klassifizierung

3.6.1.2 Kapandji-Draht-Spickung

In Tabelle 19 ist zu erkennen, dass distale Radiusfrakturen zu 8% mit einer Kapandji-Draht-Spickung fixiert wurden. Diese finden sich bis auf eine Ausnahme in der Klasse der C-Frakturen wieder.

Tabelle 19 Kapandji-Draht-Spickung in Abhängigkeit von der AO-Klassifikation

AO- Klassifikation	*ohne Kapandji-Spickung*	*in Prozent*	*mit Kapandji-Spickung*	*in Prozent*	*Gesamt*
A2.1	-	-	-	-	-
A2.2	9	100,0%	-	-	9
A2.3	2	100,0%	-	-	2
A3.1	10	100,0%	-	-	10
A3.2	11	100,0%	-	-	11
A3.3	8	88,9%	1	11,1%	9
B1.1	1	100,0%	-	-	1
B1.2	1	100,0%	-	-	1
B1.3	1	100,0%	-	-	1
B2.1	-	-	-	-	-
B2.2	1	100,0%	-	-	1
B2.3	1	100,0%	-	-	1
B3.1	-	-	-	-	-
B3.2	-	-	-	-	-
B3.3	-	-	1	100,0%	1
C1.1	6	85,7%	1	14,3%	7
C1.2	8	88,9%	1	11,1%	9
C1.3	2	66,7%	1	33,3%	3
C2.1	10	76,9%	3	23,1%	13
C2.2	7	87,5%	1	12,5%	8
C2.3	4	100,0%	-	-	4
C3.1	3	100,0%	-	-	3
C3.2	17	100,0%	-	-	17
C3.3	1	100,0%	-	-	1
Gesamt	103	92,0%	9	8,0%	112

3.6.2 Knochenersatz

Die Verwendung von synthetischem Knochenersatz wird in Tabelle 20 den Frakturen nach AO-Klassifikation zugeordnet.
Es zeigt sich, dass bei 6% der Frakturen Ersatz eingebracht werden musste. Dieses wurde überwiegend bei den A3- und C-Frakturen durchgeführt.

Tabelle 20 Verwendung von Knochenersatz in Abhängigkeit von der AO-Klassifikation

AO-Klassifikation	*kein Knochenersatz*	*in Prozent*	*mit Knochenersatz*	*in Prozent*	*Gesamt*
A2.1	-	-	-	-	-
A2.2	20	95,2%	1	4,8%	21
A2.3	4	100,0%	-	-	4
A3.1	24	96,0%	1	4,0%	25
A3.2	26	89,7%	3	10,3%	29
A3.3	19	95,0%	1	5,0%	20
B1.1	1	100,0%	-	-	1
B1.2	3	100,0%	-	-	3
B1.3	2	100,0%	-	-	2
B2.1	3	100,0%	-	-	3
B2.2	2	100,0%	-	-	2
B2.3	4	100,0%	-	-	4
B3.1	-	-	-	-	-
B3.2	-	-	-	-	-
B3.3	1	100,0%	-	-	1
C1.1	13	100,0%	-	-	13
C1.2	18	90,0%	2	10,0%	20
C1.3	4	100,0%	-	-	4
C2.1	22	88,0%	3	12,0%	25
C2.2	17	89,5%	2	10,5%	19
C2.3	13	100,0%	-	-	13
C3.1	16	100,0%	-	-	16
C3.2	33	97,1%	1	2,9%	34
C3.3	7	77,8%	2	22,2%	9
Gesamt	252	94,0%	16	6,0%	268

3.6.3 Anästhesieverfahren

In 74% der Fälle wurden die Patienten in Vollnarkose (Intubation oder Larynxmaske) und in 26% in Plexusanästhesie therapiert (siehe Abbildung 35).

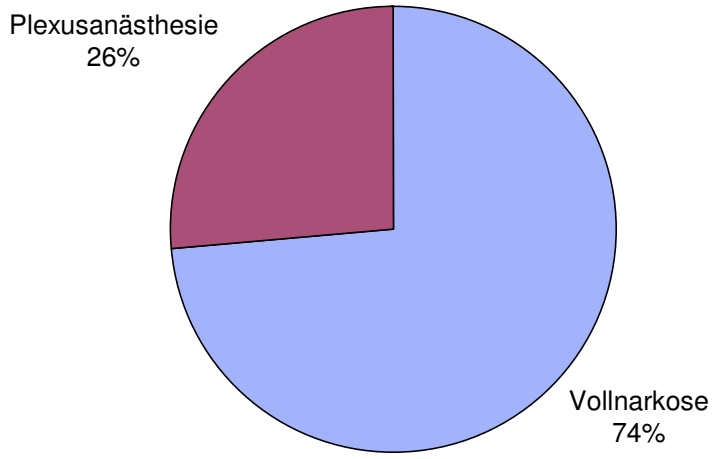


Abbildung 35 Prozentuale Anteile der Anästhesieverfahren

Im Folgenden wird das angewandte Anästhesieverfahren in Abhängigkeit vom Patientenalter dargestellt (Tabelle 21). Vergleicht man die Zahlen der jüngeren mit denen der älteren Patienten, so zeigt sich eine Zunahme der durchgeführten Plexusanästhesien um ca. 10%.

Tabelle 21 Angewandtes Anästhesieverfahren in Abhängigkeit vom Patientenalter

Patientenalter	*Vollnarkose*	*in Prozent*	*Plexusanästhesie*	*in Prozent*	*Gesamt*
25-35	3	75,0%	1	25,0%	4
36-45	8	88,9%	1	11,1%	9
46-55	20	95,2%	1	4,8%	21
56-65	49	77,8%	14	22,2%	63
66-75	55	73,3%	20	26,7%	75
76-85	46	63,9%	26	36,1%	72
86-95	16	66,7%	8	33,3%	24
Gesamt	197	73,5%	71	26,5%	268

Die Tabelle 22 ordnet die angewandten Anästhesieverfahren den einzelnen Frakturtypen nach AO-Klassifikation zu.
Hier zeigen sich vermehrt Operationen in Vollnarkose bei Zunahme der Komplexität der Frakturen.

Tabelle 22 Angewandtes Anästhesieverfahren in Abhängigkeit von der AO-Klassifikation

AO-Klassifikation	*Vollnarkose*	*in Prozent*	*Plexusanästhesie*	*in Prozent*	*Gesamt*
A2.1	-	-	-	-	-
A2.2	12	57,1%	9	42,9%	21
A2.3	2	50,0%	2	50,0%	4
A3.1	17	68,0%	8	32,0%	25
A3.2	24	82,8%	5	17,2%	29
A3.3	12	60,0%	8	40,0%	20
B1.1	1	100,0%	-	-	1
B1.2	3	100,0%	-	-	3
B1.3	1	50,0%	1	50,0%	2
B2.1	3	100,0%	-	-	3
B2.2	1	50,0%	1	50,0%	2
B2.3	2	50,0%	2	50,0%	4
B3.1	-	-	-	-	-
B3.2	-	-	-	-	-
B3.3	-	-	1	100,0%	1
C1.1	9	69,2%	4	30,8%	13
C1.2	13	65,0%	7	35,0%	20
C1.3	3	75,0%	1	25,0%	4
C2.1	20	80,0%	5	20,0%	25
C2.2	17	89,5%	2	10,5%	19
C2.3	12	92,3%	1	7,7%	13
C3.1	14	87,5%	2	12,5%	16
C3.2	25	73,5%	9	26,5%	34
C3.3	6	66,7%	3	33,3%	9
Gesamt	197	73,5%	71	26,5%	268

Dieses Verhältnis wird in Abbildung 36 noch deutlicher dargestellt.

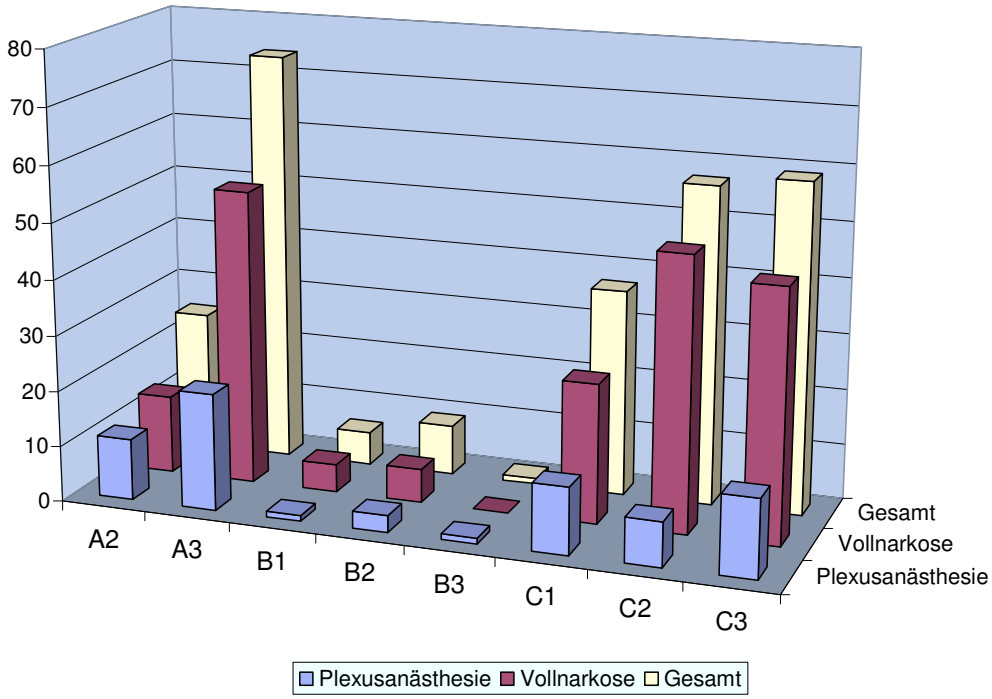


Abbildung 36 Angewandtes Anästhesieverfahren in Abhängigkeit von der AO-Klassifikation

Das Vorliegen einer offenen Fraktur stellte in ca. 92% der Fälle eine Indikation zur Vollnarkose dar, während bei den geschlossenen Frakturen in 27,5% der Fälle eine Plexusanästhesie durchgeführt wurde (Tabelle 23).

Tabelle 23 Angewandtes Anästhesieverfahren in Abhängigkeit vom Vorliegen einer offenen Fraktur

Fraktur	*Vollnarkose*	*in Prozent*	*Plexusanästhesie*	*in Prozent*	*Gesamt*
Geschlossene Fraktur	185	72,5%	70	27,5%	255
Offene Fraktur Grad 1	11	91,7%	1	8,3%	12
Offene Fraktur Grad 2	1	100,0%	-	-	1
Gesamt	197	73,5%	71	26,5%	268

3.6.4 Aufenthaltsdauer im Krankenhaus

Mit zunehmendem Patientenalter stieg die postoperative Verweildauer (Abbildung 37).
In der Gruppe der 46 bis 55 Jahre alten Patienten betrug die durchschnittliche Aufenthaltsdauer 4 Tage, während es bei den 86- bis 95jährigen im Schnitt 9 waren (Tabelle 24).

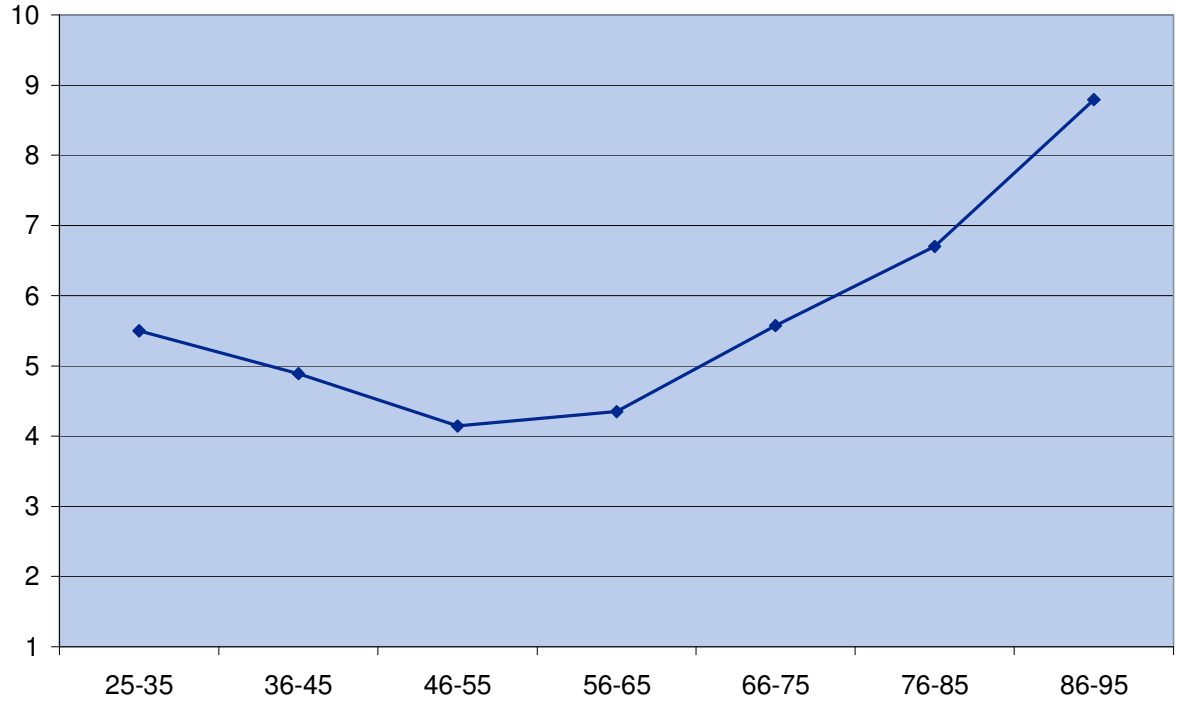


Abbildung 37 Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit vom Patientenalter

Tabelle 24 Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit vom Patientenalter

Patientenalter	*Anzahl (Patienten)*	*Mittelwert (Tage)*	*Minimum (Tage)*	*Maximum (Tage)*	*Standardabweichung*
25-35	4	5,5	2	10	3,2
36-45	9	4,9	2	16	4,2
46-55	21	4,1	1	11	2,3
56-65	63	4,3	1	22	3,5
66-75	73	5,6	2	53	6,9
76-85	71	6,7	1	37	5,2
86-95	24	8,8	1	25	6,4
Gesamt	265	5,7	1	53	5,45

Betrachtet man die Frakturеinteilung nach AO-Klassifikation findet sich kein deutlicher Zusammenhang zwischen Art der Fraktur und stationärer Aufenthaltsdauer der Patienten (Tabelle 25).
Die minimale Verweildauer betrug einen Tag, die maximale 53 Tage.

Tabelle 25 Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit von der AO-Klassifikation

AO-Klassifikation	*Anzahl (Patienten)*	*Mittelwert (Tage)*	*Minimum (Tage)*	*Maximum (Tage)*	*Standardabweichung*
A2.1	-	-	-	-	-
A2.2	21	5,9	1	27	5,9
A2.3	4	9,8	2	22	7,8
A3.1	25	6,2	2	25	5,3
A3.2	28	6,7	2	37	6,9
A3.3	20	5,4	1	17	3,8
B1.1	1	6,0	6	6	0,0
B1.2	3	7,3	4	14	4,7
B1.3	2	8,0	3	13	5,0
B2.1	3	5,3	4	7	1,2
B2.2	2	6,0	5	7	1,0
B2.3	4	3,3	2	4	0,8
B3.1	-	-	-	-	-
B3.2	-	-	-	-	-
B3.3	1	8,0	8	8	0,0
C1.1	13	4,7	2	11	2,6
C1.2	20	3,9	2	13	2,6
C1.3	3	3,0	3	3	0,0
C2.1	25	6,0	2	25	5,1
C2.2	19	5,5	2	17	4,0
C2.3	13	4,8	1	17	4,0
C3.1	16	5,9	2	15	3,7
C3.2	33	5,0	2	15	2,9
C3.3	9	10,0	2	53	15,4
Gesamt	265	5,7	1	53	5,45

Das Vorliegen einer offenen Fraktur verlängerte den stationären Aufenthalt um durchschnittlich 3,5 Tage (Tabelle 26).

Tabelle 26 Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit vom Vorliegen einer offenen Fraktur

Fraktur	*Anzahl (Patienten)*	*Mittelwert (Tage)*	*Minimum (Tage)*	*Maximum (Tage)*	*Standardabweichung*
Geschlossene Fraktur	252	5,6	1	53	5,3
Offene Fraktur Grad 1	12	8,1	1	25	7,3
Offene Fraktur Grad 2	1	8,0	8	8	0,0
Gesamt	265	5,7	1	53	5,45

3.6.5 Materialentfernung

3.6.5.1 Einzeitiges oder zweizeitiges Vorgehen

Die Fixateure und Kirschnerdrähte wurden in 66% der Fälle an zwei Terminen und in 34% an einem Termin entfernt (Abbildung 38).

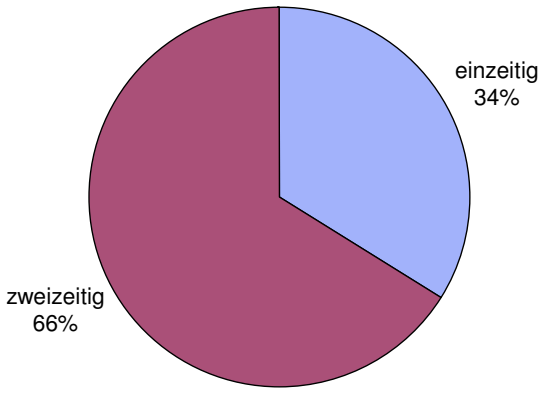


Abbildung 38 Verhältnis zwischen einzeitiger und zweizeitiger Materialentfernung

Abbildung 39 zeigt den Anteil der ein- oder zweizeitigen Materialentfernungen nach Abhängigkeit vom Patientenalter. Hierbei zeigt sich keine Zu- oder Abnahme der Verhältnisse (siehe auch Tabelle 27).

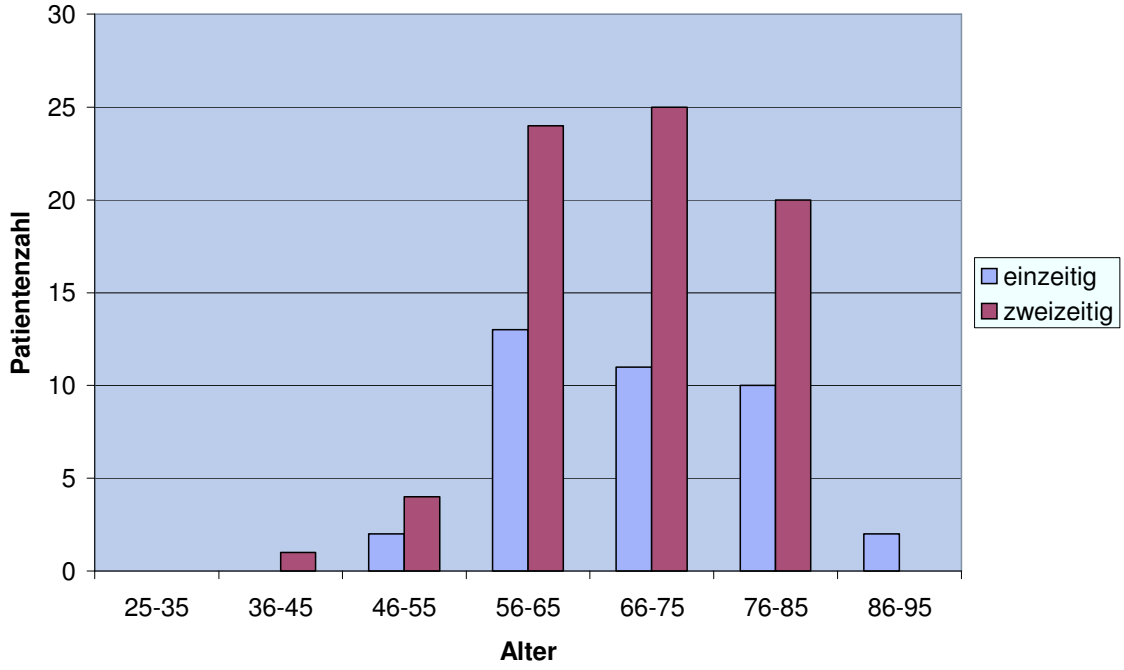


Abbildung 39 Einzeitige und zweizeitige Materialentfernung in Abhängigkeit vom Patientenalter

Tabelle 27 Einzeitige und zweizeitige Materialentfernung nach Alter

	einzeitig	*in Prozent*	*zweizeitig*	*in Prozent*	*Gesamt*
25-35	-	-	-	-	-
36-45	-	-	1	100,0%	1
46-55	2	33,3%	4	66,7%	6
56-65	13	35,1%	24	64,9%	37
66-75	11	30,6%	25	69,4%	36
76-85	10	33,3%	20	66,7%	30
86-95	2	100,0%	-	-	2
Gesamt	38	33,9%	74	66,1%	112

Der Zusammenhang zwischen ein- oder zweizeitigem Vorgehen und dem Frakturtypen nach AO-Klassifikation zeigt die Tabelle 28. Auffallend sind hier die A3.1- und C1.2-Frakturen, bei denen immer eine zweizeitige Materialentfernung erfolgte.

Tabelle 28 Einzeitige und zweizeitige Materialentfernung nach AO-Klassifikation

	Einzeitig	*in Prozent*	*zweizeitig*	*in Prozent*	*Gesamt*
A2.1	0	-	0	-	0
A2.2	1	11,1%	8	88,9%	9
A2.3	1	50,0%	1	50,0%	2
A3.1	0	0,0%	10	100,0%	10
A3.2	7	63,6%	4	36,4%	11
A3.3	2	22,2%	7	77,8%	9
B1.1	0	0,0%	1	100,0%	1
B1.2	1	100,0%	0	0,0%	1
B1.3	0	0,0%	1	100,0%	1
B2.1	0	-	0	-	0
B2.2	0	0,0%	1	100,0%	1
B2.3	1	100,0%	0	0,0%	1
B3.1	0	-	0	-	0
B3.2	0	-	0	-	0
B3.3	1	100,0%	0	0,0%	1
C1.1	4	57,1%	3	42,9%	7
C1.2	0	0,0%	9	100,0%	9
C1.3	1	33,3%	2	66,7%	3
C2.1	3	23,1%	10	76,9%	13
C2.2	3	37,5%	5	62,5%	8
C2.3	2	50,0%	2	50,0%	4
C3.1	2	66,7%	1	33,3%	3
C3.2	8	47,1%	9	52,9%	17
C3.3	1	100,0%	0	0,0%	1
Gesamt	38	33,9%	74	66,1%	112

3.6.5.2 Zeitpunkt der Materialentfernung

Der Zeitpunkt der Materialentfernungen war bei den Fixateuren durchschnittlich der 44. und bei den Kirschnerdrähten der 55. postoperative Tag (Tabelle 29 und Tabelle 30).

Tabelle 29 Zeitpunkt der Metallentfernung der Fixateur externe nach AO-Klassifikation

	Anzahl	*Mittelwert*	*Min*	*Max*	*Standardabweichung*
A1	0	-	-	-	-
A2	11	45,5	36	53	4,7
A3	30	44,9	28	58	5,7
B1	3	47,0	38	56	7,3
B2	2	31,5	29	34	2,5
B3	1	50,0	50	50	0,0
C1	19	43,1	17	49	7,0
C2	25	44,1	29	61	6,8
C3	21	45,0	30	56	6,4
Gesamt	112	44,3	17	61	6,5

Tabelle 30 Zeitpunkt der Materialentfernung der Kirschnerdrähte nach AO-Klassifikation

	Anzahl	*Mittelwert*	*Min*	*Max*	*Standardabweichung*
A1	0	-	-	-	-
A2	11	59,0	47	74	8,5
A3	30	55,7	28	90	12,2
B1	3	61,7	56	71	6,6
B2	2	38,5	34	43	4,5
B3	1	50,0	50	50	0,0
C1	19	55,4	35	65	7,9
C2	25	54,6	35	84	9,6
C3	21	53,5	30	67	9,1
Gesamt	112	55,1	28	90	10,2

Die in Tabelle 29 und Tabelle 30 nicht berücksichtigten Unterschiede zwischen ein- und zweizeitiger Materialentfernung werden in Abbildung 40 nach Patientenalter dargestellt.

Es zeigt sich, dass bei einzeitigem Vorgehen der Tag der Materialentfernung etwa in der Mitte des Intervalls der zweizeitigen Entfernungen liegt.

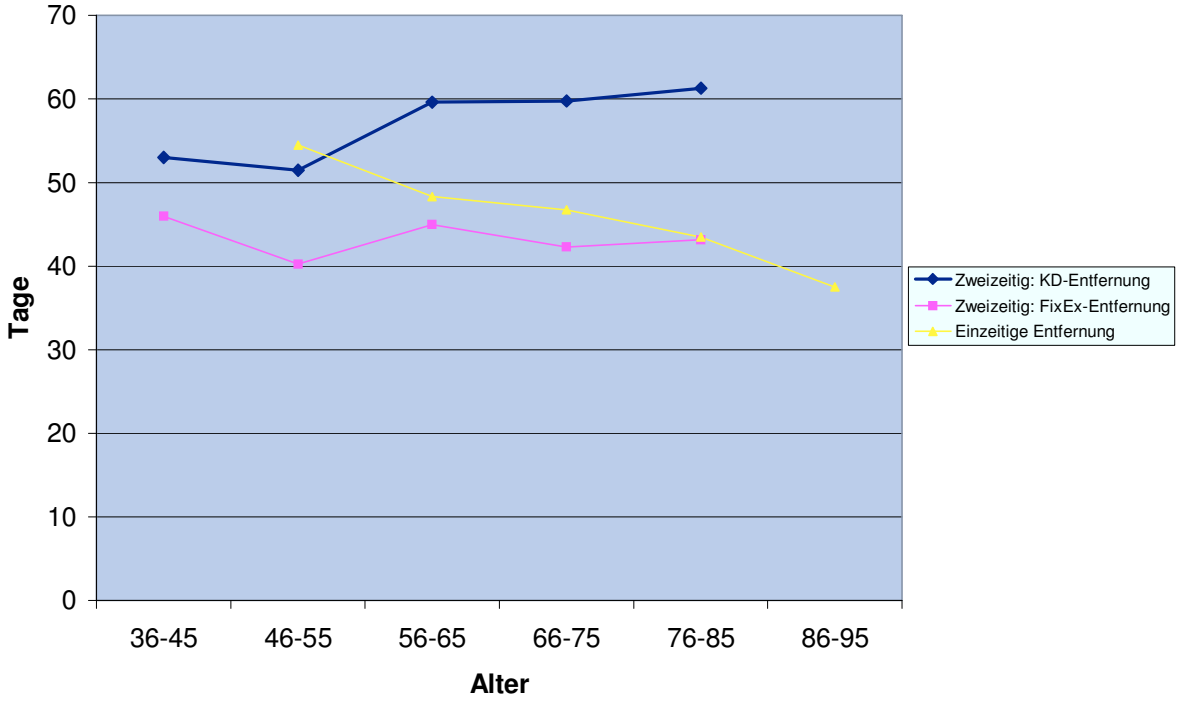


Abbildung 40 Durchschnittliche Zeit bis zur Metallentfernung

3.6.6 Komplikationen

Im Rahmen der Therapie der versorgten Frakturen kam es zu Revisionen wegen:

- Pininfektionen (2/269)
- Sekundäre Fragmentdislokation (2/269)

Nicht-revisionsbedürftige Komplikationen waren:

- Pininfektion (7/269)
- Deutliche Weichteilschwellung (2/269)
- Sensibilitätsstörung in Digitus I (1/269)

Vorzeitiger Therapieabbruch:

- Kirschner-Draht-Dislokation → Entfernung drei Wochen post OP (1/269)

Nosokomiale Probleme:

- Harnwegsinfekt (3/269)
- Sturzereignisse (2/269) davon einer mit Femurfraktur

Das Komplexe regionale persistierende Schmerzsyndrom trat in 2 Fällen (0,7%) auf.

3.7 Langzeitergebnisse zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

In den folgenden Tabellen und Grafiken werden die Ergebnisse sowohl der Nachuntersuchung, als auch der standardisierten Fragebögen dargestellt.

3.7.1 MHQ

Die folgenden Tabellen (Tabelle 31 bis Tabelle 42) zeigen die durchschnittlichen Ergebnisse der ausgewerteten MHQ-Fragebögen in Abhängigkeit von der AO-Klassifikation der therapierten Fraktur. Zunächst werden die Teilergebnisse, abschließend die Gesamtscores aufgezeigt. Die Ergebnisse können Werte zwischen „0“ und „100“ zeigen, wobei „100“ das bestmögliche Resultat darstellt, ausgenommen hiervon ist die Tabelle 37, bei der eine „0“ keine Schmerzen und somit das Optimum bedeutet.

Tabelle 31 MHQ: Funktion der betroffenen Seite

	Anzahl	*Mittelwert*	*Min*	*Max*	*Standardabweichung*
A2	11	77,7	30	100	22,1
A3	30	77,0	25	100	21,7
B1	3	83,3	75	90	6,2
B2	2	85,0	70	100	15,0
B3	1	85,0	85	85	0,0
C1	19	75,8	30	100	23,0
C2	25	80,0	20	100	21,9
C3	21	77,1	40	100	18,9
Gesamt	112	77,9	20	100	21,1

Tabelle 32: MHQ: Funktion der nicht betroffenen Seite

	Anzahl	*Mittelwert*	*Min*	*Max*	*Standardabweichung*
A2	11	82,3	10	100	27,7
A3	30	86,7	35	100	17,9
B1	3	88,3	75	100	10,3
B2	2	100,0	100	100	0,0
B3	1	95,0	95	95	0,0
C1	19	93,7	75	100	10,1
C2	25	88,2	50	100	15,9
C3	21	89,8	45	100	15,2
Gesamt	112	88,7	10	100	17,1

Tabelle 33: MHQ: Fähigkeiten der betroffenen Seite

	Anzahl	*Mittelwert*	*Min*	*Max*	*Standardabweichung*
A2	11	85,8	50	100	22,0
A3	30	92,3	56	100	12,8
B1	3	100,0	100	100	0,0
B2	2	96,9	94	100	3,1
B3	1	93,8	94	94	0,0
C1	19	90,5	63	100	15,2
C2	25	94,5	63	100	10,4
C3	21	91,4	38	100	17,7
Gesamt	112	92,0	38	100	14,9

Tabelle 34: MHQ: Fähigkeiten der nicht betroffenen Seite

	Anzahl	*Mittelwert*	*Min*	*Max*	*Standardabweichung*
A2	11	89,5	35	100	20,7
A3	30	92,8	10	100	18,2
B1	3	100,0	100	100	0,0
B2	2	100,0	100	100	0,0
B3	1	100,0	100	100	0,0
C1	19	95,8	75	100	7,8
C2	25	92,0	50	100	14,8
C3	21	96,2	75	100	7,5
Gesamt	112	93,8	10	100	14,4

Tabelle 35: MHQ: Beidhändige Fähigkeiten

	Anzahl	*Mittelwert*	*Min*	*Max*	*Standardabweichung*
A2	11	85,1	46	100	19,2
A3	30	83,7	14	100	21,0
B1	3	98,8	96	100	1,7
B2	2	98,2	96	100	1,8
B3	1	82,1	82	82	0,0
C1	19	86,8	32	100	19,5
C2	25	89,0	29	100	20,2
C3	21	88,9	39	100	16,5
Gesamt	112	87,2	14	100	19,3

Tabelle 36: MHQ: Beeinflussung der Arbeitsfähigkeit

	Anzahl	*Mittelwert*	*Min*	*Max*	*Standardabweichung*
A2	11	84,1	40	100	20,7
A3	30	86,0	35	100	21,2
B1	3	100,0	100	100	0,0
B2	2	97,5	95	100	2,5
B3	1	95,0	95	95	0,0
C1	19	85,3	25	100	25,9
C2	25	87,6	15	100	22,5
C3	21	91,4	50	100	15,2
Gesamt	112	87,7	15	100	21,1

Tabelle 37: MHQ: Schmerzhaftigkeit

	Anzahl	*Mittelwert*	*Min*	*Max*	*Standardabweichung*
A2	5	15,0	0	80	25,0
A3	9	9,8	0	65	18,3
B1	0	0,0	0	0	0,0
B2	0	0,0	0	0	0,0
B3	1	35,0	35	35	0,0
C1	7	14,5	0	65	23,4
C2	10	11,8	0	80	21,1
C3	6	7,4	0	45	13,1
Gesamt	38	10,9	0	80	19,8

Tabelle 38: MHQ: Kosmetisches Resultat der betroffenen Seite

	Anzahl	*Mittelwert*	*Min*	*Max*	*Standardabweichung*
A2	11	85,8	50	100	22,0
A3	30	92,3	56	100	12,8
B1	3	100,0	100	100	0,0
B2	2	96,9	94	100	3,1
B3	1	93,8	94	94	0,0
C1	19	90,5	63	100	15,2
C2	25	94,5	63	100	10,4
C3	21	91,4	38	100	17,7
Gesamt	112	92,0	38	100	14,9

Tabelle 39: MHQ: Kosmetischer Status der nicht betroffenen Seite

	Anzahl	*Mittelwert*	*Min*	*Max*	*Standardabweichung*
A2	11	92,0	56	100	15,6
A3	30	95,6	56	100	10,2
B1	3	100,0	100	100	0,0
B2	2	100,0	100	100	0,0
B3	1	100,0	100	100	0,0
C1	19	94,7	63	100	10,8
C2	25	94,5	50	100	12,9
C3	21	92,3	38	100	18,4
Gesamt	112	94,5	38	100	13,3

Tabelle 40: MHQ: Zufriedenheit mit dem Resultat und Status der betroffenen Seite

	Anzahl	*Mittelwert*	*Min*	*Max*	*Standardabweichung*
A2	11	74,6	25	100	24,3
A3	30	81,4	21	100	20,1
B1	3	94,4	92	100	3,9
B2	2	93,8	88	100	6,3
B3	1	70,8	71	71	0,0
C1	19	76,5	21	100	28,7
C2	25	82,0	17	100	24,0
C3	21	83,3	42	100	18,5
Gesamt	112	80,9	17	100	22,7

Tabelle 41: MHQ: Zufriedenheit mit dem Status der nicht betroffenen Seite

	Anzahl	*Mittelwert*	*Min*	*Max*	*Standardabweichung*
A2	11	87,9	8	100	26,4
A3	30	89,2	21	100	17,5
B1	3	97,2	92	100	3,9
B2	2	100,0	100	100	0,0
B3	1	100,0	100	100	0,0
C1	19	95,6	75	100	8,5
C2	25	90,2	25	100	19,6
C3	21	92,9	54	100	13,4
Gesamt	112	91,6	8	100	17,1

Tabelle 42: MHQ: Zuordnung der Gesamtscores zur AO-Klassifikation

	Anzahl	*Mittelwert*	*Min*	*Max*	*Standardabweichung*
A2	11	81,6	35	100	19,9
A3	30	85,1	38	100	16,1
B1	3	96,2	96	97	0,5
B2	2	95,0	90	100	5,0
B3	1	81,4	81	81	0,0
C1	19	83,2	35	100	21,1
C2	25	86,7	37	100	18,7
C3	21	87,2	46	100	14,7
Gesamt	112	85,6	35	100	17,6

3.7.2 Röntgen

Die Röntgenuntersuchung ergab einen hohen Anteil der „sehr guten“ (47,2%) und „guten“ (41,5%) Ergebnisse nach der Lidströmklassifikation (Tabelle 43 und Abbildung 41) (64).
Ein „mäßiges“ Ergebnis wiesen 11,3% der Patienten auf, ein „schlechtes“ keiner.

Tabelle 43 Qualitative Röntgenergebnisse modifiziert nach Lidström (64)

	Post-OP		*Prae-ME*		*Post-ME*		*Nachuntersuchung*	
Note	Anzahl	in Prozent	Anzahl	in Prozent	Anzahl	in Prozent	Anzahl	in Prozent
sehr gut	29	54,7%	25	47,2%	29	54,7%	25	47,2%
gut	18	34,0%	22	41,5%	18	34,0%	22	41,5%
mäßig	6	11,3%	6	11,3%	6	11,3%	6	11,3%
schlecht	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Gesamt	53	100,0%	53	100,0%	53	100,0%	53	100,0%

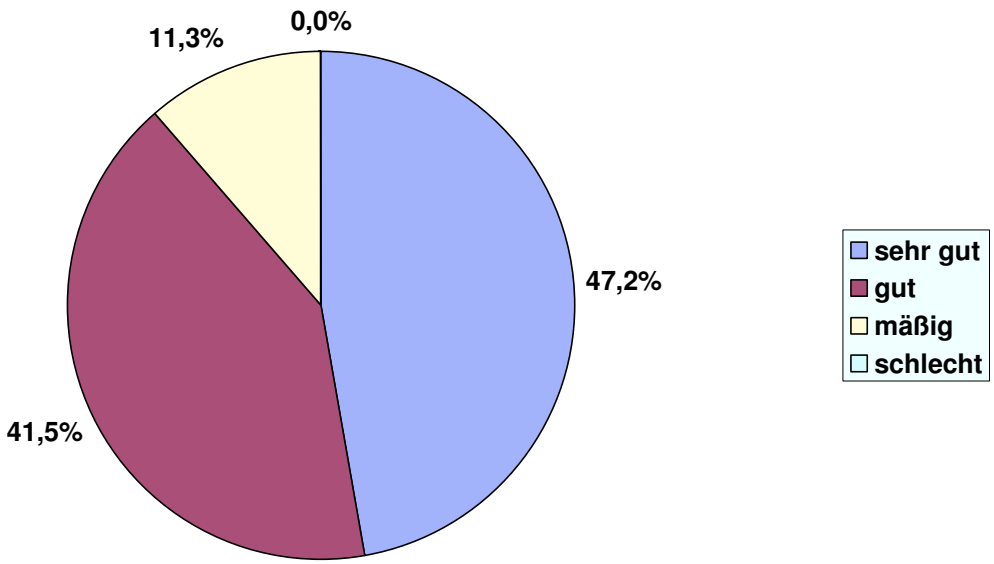


Abbildung 41 Qualitative Röntgenergebnisse modifiziert nach Lidström (64)

3.7.3 Bewegungsmessung

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der standardisierten Neutral-Null-Messung und der Fotofragebögen einzeln dargestellt und im Anschluss miteinander verglichen.
Zum Vergleich wurden den Gradzahlen aus der Messung jeweils Vergleichswerte analog der Abbildungen der Fragebögen zugewiesen. Hierbei gibt der Minimalwert „0“ ein völliges Fehlen von Beweglichkeit und der Maximalwert „3“ den vollen Bewegungsumfang an.

3.7.3.1 Neutral-Null-Methode

Tabelle 44 stellt dar, wie viele der therapierten Frakturen den entsprechenden qualitativen Beweglichkeitsgruppen „0“ bis „3“ zugeordnet werden konnten.
Hierbei zeigt sich, dass in durchschnittlich 9,3% der Fälle nicht das optimale Ergebnis auf der betroffenen Seite erreicht werden konnte, obwohl dieses auf der nicht betroffenen Seite der Status war.

Tabelle 44: Bewegungsmessung nach der Neutral-Null-Methode

	Neutral-Null-Winkel	*Vergleichswert*	*betroffen*	*in Prozent*	*nicht betroffen*	*in Prozent*
Radialabduktion	< 1°	0	0	0,0%	0	0,0%
	1° bis 5°	1	1	0,9%	0	0,0%
	6° bis 15°	2	29	25,9%	22	19,6%
	>15°	3	82	73,2%	90	80,4%
Ulnarabduktion	< 1°	0	0	0,0%	0	0,0%
	1° bis 10°	1	5	4,5%	0	0,0%
	11° bis 25°	2	70	62,5%	52	46,4%
	>25°	3	37	33,0%	60	53,6%
Dorsalextension	< 1°	0	0	0,0%	0	0,0%
	1° bis 20°	1	2	1,8%	0	0,0%
	21° bis 50°	2	31	27,7%	22	19,6%
	>50°	3	79	70,5%	90	80,4%
Palmarflexion	< 1°	0	0	0,0%	0	0,0%
	1° bis 20°	1	0	0,0%	0	0,0%
	21° bis 50°	2	30	26,8%	13	11,6%
	>50°	3	82	73,2%	99	88,4%
Supination	< 1°	0	0	0,0%	0	0,0%
	1° bis 30°	1	0	0,0%	1	0,9%
	31° bis 60°	2	2	1,8%	2	1,8%
	>60°	3	110	98,2%	109	97,3%
Pronation	< 1°	0	0	0,0%	0	0,0%
	1° bis 30°	1	0	0,0%	0	0,0%
	31° bis 60°	2	10	8,9%	6	5,4%
	>60°	3	102	91,1%	106	94,6%

3.7.3.2 Korrelation Neutral-Null-Messung und MHQ

In der Tabelle 45 sind die Ergebnisse der Korrelationsanalyse der Ergebnisse aus Neutral-Null-Messungen und den MHQ-Abschnitten Fähigkeiten, Zufriedenheit und Funktion dargestellt.
Die Analyse wurde mit dem Programm „R“ (88) erstellt.

Tabelle 45 Korrelationsanalyse: Neutral-Null-Messung und MHQ

MHQ-Abschnitt	*r*	*p-Wert*	*95%-Konfidenzintervall*
Fähigkeit der betroffenen Hand	0,38	<0,001	0,21 – 0,53
Zufriedenheit der betroffenen Hand	0,42	<0,001	0,25 – 0,56
Funktion der betroffenen Hand	0,54	<0,001	0,39 – 0,66

3.7.3.3 Fotofragebogen

Als Vergleich zur Neutral-Null-Messung stellt die Tabelle 46 die von den Patienten unter Verwendung des erstellten Fotofragebogens selbst bestimmten Messergebnisse dar.

Tabelle 46: Bewegungsmessung der Patienten anhand des Fotofragebogens

	Neutral-Null-Winkel	*Vergleichswert*	*betroffen*	*in Prozent*	*nicht betroffen*	*in Prozent*
Radialabduktion	< 1°	0	3	2,7%	1	0,9%
	1° bis 5°	1	9	8,0%	11	9,8%
	6° bis 15°	2	40	35,7%	21	18,8%
	>15°	3	60	53,6%	79	70,5%
Ulnarabduktion	< 1°	0	2	1,8%	1	0,9%
	1° bis 10°	1	7	6,3%	9	8,0%
	11° bis 25°	2	43	38,4%	20	17,9%
	>25°	3	60	53,6%	82	73,2%
Dorsalextension	< 1°	0	0	0,0%	1	0,9%
	1° bis 20°	1	4	3,6%	6	5,4%
	21° bis 50°	2	40	35,7%	13	11,6%
	>50°	3	68	60,7%	92	82,1%
Palmarflexion	< 1°	0	0	0,0%	0	0,0%
	1° bis 20°	1	5	4,5%	4	3,6%
	21° bis 50°	2	25	22,3%	10	8,9%
	>50°	3	82	73,2%	98	87,5%
Supination	< 1°	0	0	0,0%	0	0,0%
	1° bis 30°	1	3	2,7%	1	0,9%
	31° bis 60°	2	15	13,4%	9	8,0%
	>60°	3	94	83,9%	102	91,1%
Pronation	< 1°	0	0	0,0%	1	0,9%
	1° bis 30°	1	3	2,7%	1	0,9%
	31° bis 60°	2	15	13,4%	8	7,1%
	>60°	3	94	83,9%	102	91,1%

3.7.3.4 Korrelation Neutral-Null-Messung und Fotofragebogen

In der Tabelle 47 sind die Ergebnisse der Korrelationsanalyse der Ergebnisse aus Neutral-Null-Messungen und Fotofragebögen dargestellt.
Die Analyse wurde mit dem Programm „R“ (88) erstellt.

Tabelle 47 Korrelationsanalyse: Fotofragebogen und Neutral-Null-Messung

	R	*p-Wert*	*95%-Konfidenzintervall*
Fotofragebogen mit NNM	0,54	<0,001	0,39 – 0,66

3.7.4 Funktionelles Ergebnisse

3.7.4.1 Funktionelles Ergebnis in Beziehung zur AO-Klassifikation

Tabelle 48 zeigt die Ergebnisse der Neutral-Null-Messung in Abhängigkeit der vorgelegenen AO-Klassifikation. Es zeigen sich im Mittel Einschränkungen um 0,5 bis 1,0 Punkte beim Vergleich der frakturierten mit der gesunden Seite. Mit Zunahme der Komplexität der Frakturen steigt auch die Streuungsbreite der Scoredifferenzen auf Werte von -8 bis 3.

Tabelle 48 Bewegungseinschränkung Neutralnull (Scoredifferenz) nach AO

	Anzahl	*Mittelwert*	*Min*	*Max*	*Standardabweichung*
A2	11	-0,5	-2	2	1,0
A3	30	-0,8	-8	3	2,2
B1	3	-0,7	-3	1	1,7
B2	2	0,0	0	0	0,0
B3	1	-1,0	-1	-1	0,0
C1	19	-0,7	-3	1	1,2
C2	25	-0,5	-4	2	1,6
C3	21	-0,5	-3	2	1,4
Gesamt	112	-0,6	-8	3	1,6

3.7.4.2 Funktionelles Ergebnis in Beziehung zum röntgenologisch-anatomischen Ergebnis

Das Funktionelle Ergebnis wird in Tabelle 49 den Ergebnissen der Neutral-Null-Messung gegenübergestellt. Auffallend ist hierbei, dass der Mittelwert des „Neutral-Null-Scores“ beim „sehr guten“ funktionellen Ergebnis niedriger ist, als beim „guten“.

Tabelle 49 Funktionelles Ergebnis in Beziehung zum röntgenologisch-anatomischen Ergebnis

	Neutral-Null-Score					
Note	Anzahl Patienten	in Prozent	Mittelwert	Min	Max	Standardabweichung
sehr gut	25	47,2%	32,8	30	36	1,62
gut	22	41,5%	33,5	30	36	1,62
mäßig	6	11,3%	32,0	31	34	1,41
schlecht	0	0,0%	-	-	-	-
Gesamt	53					

Tabelle 50 stellt die Neutral-Null-Score-Differenzen dem röntgenologischen Ergebnis gegenüber. Hierbei zeigt sich eine Abnahme der Bewegungseinschränkung bis hin zur Mehrbeweglichkeit bei zunehmender Verschlechterung des radiologischen Status.

Tabelle 50 Bewegungseinschränkung gegen Lidström

	Neutral-Null-Score					
Note	Anzahl Patienten	in Prozent	Mittelwert	Min	Max	Standardabweichung
sehr gut	25	47,2%	-1,2	-3	2	1,72
gut	22	41,5%	-0,6	-4	2	1,87
mäßig	6	11,3%	0,7	-2	3	2,05
schlecht	0	0,0%	-	-	-	-
Gesamt	53					

4. Diskussion

Die Problematik der Therapie der distalen Radiusfraktur wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Um die jeweiligen Resultate einschätzen zu können, war es erforderlich, die Voraussetzungen zu kennen auf denen sie basieren. Somit war eine Vergleichbarkeit gewährleitstet. Es existieren sehr viele Einordnungs- und Zuordnungsschemata in der Literatur, daher war der Bezug zu anderen Darstellungen nicht immer leicht.

Die Alters- und Geschlechtsverteilung zeigt eine weitgehende Übereinstimmung mit anderen Veröffentlichungen. Die von uns gefundene auffällige Häufigkeit der distalen Radiusfraktur beim weiblichen Geschlecht mit 253 Fällen (81%) gegenüber 59 Fällen (19%) bei den Männern (siehe Abbildung 28) wurde auch von der überwiegenden Mehrzahl der Autoren in der Literatur bestätigt. (6, 11, 43, 51, 61, 63, 89, 101, 104, 105, 111, 119, 122)
Das Durchschnittsalter der Patienten unserer Studie von 68,7 Jahren (siehe Tabelle 10) befindet sich im oberen Bereich der von anderen Autoren gefundenen Mittelwerte in dem Intervall von 31 bis 77 (2, 3, 5, 17, 21, 29, 34, 35, 38, 43, 48, 51, 62, 63, 72, 77, 90, 92, 93, 101, 104, 111, 116, 117, 119).
Die von uns gefundene große Differenz der Mittelwerte der Frauen mit 71,6 und der Männer 56,3 Jahre findet sich auch in der übrigen Literatur (51, 54, 63, 101, 111, 115).
Die Altersverteilung zeigt in unserer Studien eine zweigipfelige Kurve (siehe Abbildung 29. Berücksichtigt man das Geschlecht der Patienten zeigt sich, dass diese Gipfelung lediglich bei den Frauen auftritt, während der Verlauf der Alterskurve bei den Männern eine gleichmäßige Altersverteilung mit einem deutlichen Abfall oberhalb des 75. Lebensjahres aufweist. Der dritte in der Literatur gefunden Altersgipfel in der Altersgruppe von 9 bis 19 Jahren, war in unserem Patientengut nicht enthalten. Ein Grund hierfür ist, dass diese Patienten in der kinderchirurgischen Klinik versorgt wurden. Die von anderen Autoren gefunden Häufung der Frakturen in der Gruppe der 60 bis 80 jährigen Frauen konnte bestätigt werden. (3, 13, 6, 18, 21, 77, 82, 100, 104)
Eine Begründung für den zweigipfeligen Verlauf bietet Ehalt (26) mit dem zumeist höheren relativen Körpergewicht der Frau, sowie dem höheren Unfallrisiko im Haushalt, welches auch von Rikli (90) gezeigt werden konnte. Der letzte Punkt wird auch von unserer Studie bestätigt (siehe Tabelle 12) mit einem Anteil der häuslichen Sturzereignisse von 32,7% insgesamt, beziehungsweise 31,2% bei den Frauen.
Krokowski (56) postulierte auf Grund seiner Untersuchungen, dass es eine deutliche Abhängigkeit zwischen Lebensalter und Apatitgehalt des Knochens gibt. Er fand einen linearen Zusammenhang zwischen der prozentualen Abnahme des Hydroxylapatitgehalts nach dem 35. Lebensjahr bei der Frau beziehungsweise 40. Lebensjahr beim Mann.
Vogt (115) zeigt in ihrer Studie auf, dass ein hohes Patientenalter häufig mit einer Abnahme der kognitiven Leistungen einhergeht und dieses zu einer Verdoppelung der Sturzereignisse und damit zur Zunahme bei Damen in der Altersgruppe ab dem 75. Lebensjahr führt. Ebenso weist sie auf die Erhöhung des Frakturrisikos durch die postmenopausale Abnahme des Estrogenspiegels hin, welches auch von Cauley et al (15) bestätigt wurde.

Der Anteil der Rechtshänder überwiegt in unserem Patientenkollektiv mit 94% (siehe Abbildung 30) deutlich gegenüber dem der Linkshänder, was auch von der Studie Topars (111) bestätigt wird. Ebenso verhält es sich bei der Verteilung der Frakturen auf dominante und nicht-dominante Hand (siehe Abbildung 32). Es zeigt sich, dass ca. 55% einen Speichenbruch der nicht-dominierenden Seite erlitten. Eine Überlegenheit der nicht-führenden Seite, wie sie in der Literatur diskutiert wurde (25, 97, 122), konnten wir daher nicht bestätigen. Unsere Ergebnisse decken sich eher mit der Theorie, dass die nicht-dominierende Seite durch ihren weniger starken Muskelmantel eher zu einer Fraktur neigt als die dominierende (51). Auffallend war der deutlichere Unterschied bei den Männern (siehe Abbildung 31), welchen wir auf den höheren Anteil der Arbeits- und Sportverletzungen zurückführen (siehe Tabelle 12).
Die von Späth (108), Lange (60) und Kirchner (51) gefundene jahreszeitliche Häufung der Radiusfrakturen in den Wintermonaten und der zweiten Häufung zum Herbstbeginn, wie sie von Topar (111) beschrieben wurde, konnte unsere Studie bestätigen (siehe Tabelle 11). Die Tabelle 13 zeigt, dass es im Winter zu mehr als einer Verdoppelung der Frakturen auf der Straße kommt, was wir ebenfalls auf die vereisten Flächen zurückführen. Ein weiterer erheblicher Gipfel im Mai zeigt sich in der Gruppe der männlichen Patienten (siehe Abbildung 33). Ähnliches war nicht in der übrigen Literatur zu finden, wir führen diese jedoch auf die Zunahme der Freizeitaktivitäten in diesem Monat zurück.
Wie schon zuvor diskutiert ereignete sich ein Großteil (49,8%) der Frakturen im Straßenverkehr als Fußgänger, wozu nochmals 4,8% als Auto- oder Radfahrer kommen (siehe Tabelle 12). An zweiter Stelle stehen die innerhäuslichen Sturzereignisse mit 31,2%. Ähnliche Zahlen finden sich in der Studie von Chung (18), der aber mit ca. 10% einen sehr hohen Anteil an Verletzung durch kriminelle Gewalteinwirkung fand, was in unser Studie erfreulicher Weise mit einem Anteil von nur 0,7% kaum vorkam. In beiden Fällen liegen die Zahlen bei den weiblichen Patienten über denen der männlichen, die eine Häufung von Arbeits- und Sportverletzungen aufzeigen. Der höhere Anteil von Sportverletzungen bei Männern wurde auch von den Studien von Lawson (62) und Matsumoto (71) gezeigt.

Der große Anteil einzelner Frakturtypen, in unserem Fall die A3-, C2- und C3-Frakturen (siehe Tabelle 14 und Tabelle 15), ist sicherlich auf die Auswahl unseres Patientenkollektivs mit dessen Indikation, welche Gegenstand dieser Arbeit ist, zurückzuführen. Dieser Umstand findet sich in vielen Veröffentlichungen wieder (30, 51, 55, 63, 81, 96, 119).
Offene Frakturen waren in unserer Studie mit einem Anteil von 5% vertreten (siehe Tabelle 16).

Wie schon in anderen Studien beschrieben, kam es auch bei unseren Patienten in 76,1% (siehe Tabelle 17) der Fälle zu einer Zusatzverletzung (51). Am häufigsten war in unserem Patientengut der Abriss des Processus styloideus ulnae mit 69,4%, gefolgt von den Läsionen des distalen Radioulnargelenks, der mit einem Anteil von 33,6% vertreten war. Der Ellengriffelfortsatzabriss wird auch in der übrigen Literatur als häufigste Begleitverletzung mit Anteilen von 34% bis 80% angegeben (32, 39, 40, 51, 60, 105, 120, 122).
Zu diesen Zahlen kommen noch 3,8% komplette Unterarmfrakturen. Da sich in dem Bereich dieser Zusatzverletzungen der Ansatz der Faserknorpelscheibe befindet, muss dieses als zusätzlicher Instabilitätsfaktor angesehen werden (51, 58, 111). Dass ligamentäre Begleitverletzungen häufig sind zeigten neben Poigenfürst (85) auch einige andere Arbeiten (25, 31, 40, 68). Die zunehmende Wichtigkeit der Berücksichtigung dieses Faktors wurde von Martinek (68), aber auch von anderen aufgezeigt (51, 85, 86, 112).

Ein zum Untersuchungszeitpunkt pseudarthrotisch verheilter Processus styloideus ulnae ging nach unseren Ergebnissen nicht mit einer Funktionseinschränkung einher, was durch die Studien von Seiler (105) und Kirchner (51) bestätigt wird. Die Bedeutung dieser Begleitverletzung scheint ein wenig geringer für das Therapieergebnis zu sein. Betrachtet man aber das Vorliegen von Dislokationen, so zeigt sich, dass ein Abriss häufiger zur radialen Deviation führt. Diese kann zwar laut Buck-Gramcko (14) gut reponiert werden, aber nicht einer konservativen Therapie im Gips zugeführt werden. Daraus ergibt sich, dass bei Vorliegen eines Processus-styloideus-ulnae-Abrisses eine chirurgische Intervention erfolgen sollte.

Die Therapie der Patienten unserer Studie bestand aus einer Immobilisation mit dem AO-Minifixateur und einer Kirschnerdrahtspickung, zum Teil nach Kapandji (50), wie es auch Trumble in seiner Studie darstellte (114). Die Anzahl der eingebrachten K-Drähte variierte und nahm mit der Komplexität der Frakturen zu (siehe Tabelle 18 und Abbildung 34). Das Setzen eines Kirschnerdrahtes in der Technik nach Kapandji (49) fand sich vor allem bei den komplexen A3.3-, B3.3-, sowie die C1- und C2-Frakturen.
Die Verwendung von Knochenersatzstoffen war in 6% der Fälle notwendig (siehe Tabelle 20), was nur der Hälfte im Vergleich zur Studie von Joosten (48) entspricht. Diese 16 Fälle verteilten sich überwiegend auf die A3- und C-Frakturen und spiegeln damit deren Komplexität bzw. das Ausmaß des Knochendefekts wieder.

Von unseren 268 Patienten wurden 74% in Vollnarkose und 26% in Plexusanästhesie operiert (siehe Abbildung 35). Vergleichbare Daten fand auch Topar (111). Betrachtet man die Zahlen in Abhängigkeit vom Patientenalter (Tabelle 21) fällt eine Häufung der Plexusanästhesien mit Zunahme des Patientenalters auf. Ist das Verhältnis zwischen Vollnarkose und Plexusnarkose in der Altersgruppe von 46 bis 55 noch bei 9:1, so ist es bei den 76 bis 85 jährigen nur noch 2:1. Diese liegt vermutlich an dem mit Zunahme des Patientenalters steigenden Narkoserisiko.
Vergleicht man die Anteile der beiden Verfahren mit der Fraktureinteilung nach AO (siehe Tabelle 22 und Abbildung 36), so fällt auf, dass die einfacheren Frakturen deutlich häufiger ohne Vollnarkose operiert werden konnten, als es bei den komplexen möglich war.
Der deutlichste Unterschied wird in Tabelle 23 mit der Berücksichtigung von offenen Frakturen gezeigt. Diese wurden mit nur einer einzigen Ausnahme bei einer 81 jährigen Patientin immer in Vollnarkose therapiert.
Eine Bruchspaltenanästhesie findet bei der Fixateur-Osteosynthese der distalen Radiusfraktur keine Verwendung, da sie dem Patienten keine Schmerzfreiheit beim Einbringen der Fixateur-Pins bieten würde. Damit schied in unserem Patientengut auch das von Cooney (22) beschriebene signifikant höhere Risiko für das Auftreten von Spätkomplikationen wie dem komplexen regionalen persistierenden Schmerzsyndrom aus. Dieser Umstand könnte das später beschriebene seltene Vorkommen des Morbus Sudeck in unserer Studie erklären.
Die Plexusanästhesie findet bei einigen Autoren eine größere Beliebtheit (63, 99, 118), jedoch verspricht die Vollnarkose eine bessere Relaxierungsmöglichkeit, womit ihr häufig der Vorzug gegeben wird (111).

Zur Aufenthaltsdauer der Patienten im Krankenhaus lässt sich bei Betrachtung von Abbildung 37 und Tabelle 24 sagen, dass die mittlere postoperative stationäre Verweildauer mit dem Patientenalter zunimmt. Sind es in der Altersgruppe der 46 bis 55 jährigen noch durchschnittlich 4,1 Tage, so benötigen die 66 bis 75 jährigen schon 6,7 und die über 86 jährigen schon 8,8 Tage. Die minimale Hospitalisierungsdauer war 1 Tag, während Komplikationen einen Aufenthalt von maximal 53 Tagen nach sich zogen.
Die Tabelle 25 zeigt, dass die stationäre Verweildauer ebenfalls mit der Schwere der Fraktur zunimmt. Sind es bei der unkomplizierten C1.3-Fraktur im Mittel lediglich 3 Tage, so findet sich bei den komplexen C3.3-Frakturen ein Median von 10 Tagen.
Ein weiterer Faktor für die Dauer des stationären Aufenthalts scheint die offene Fraktur zu sein: Aus Tabelle 26 ist ersichtlich, dass bei Vorliegen einer offenen Fraktur der Patient im Schnitt 2,5 Tage mehr im Krankenhaus verbringen muss. Ein Unterschied zwischen erst- und zweitgradig offenen Frakturen konnte unsere Studie nicht ermitteln; es lag aber auch nur eine einzelne zweitgradige vor.

Für die Materialentfernung gab es zwei Vorgehensweisen: Bei 34% der Patienten wurden nach Röntgenkontrolle sowohl Fixateur externe als auch die Kirschnerdrähte in einer Sitzung entfernt, während dies bei 66% in zwei Sitzungen geschah (siehe Abbildung 38).
Um eine Begründung für die Entscheidung zum ein- oder zweizeitigen Entfernen zu finden, verglichen wir zunächst das Patientenalter mit der Vorgehensweise. Abbildung 39 und Tabelle 27 konnten hierbei keinen Zusammenhang nachweisen. Das Verhältnis bleibt in allen Altersgruppen stabil, lediglich bei den 36 bis 45 jährigen und den 86 bis 95 jährigen Patienten gab es eine deutliche Abweichung, die jedoch aus den geringen Fallzahlen von eins beziehungsweise zwei resultiert.
Ein weiterer Verdacht war, dass die Notwendigkeit für ein oder zwei Sitzungen aus der AO-Klassifikation abzuleiten wäre. Hierbei zeigt Tabelle 28, dass das Material bei einigen Frakturtypen ausschließlich zweizeitig entfernt wurde. Dieses waren die Frakturen der Klassen A3.1 und C1.2 sowie einige B-Frakturen, letztere waren aber jeweils mit nur einem Fall vertreten. Bei den A2.2-, A3.3- und C2.1 zeigten sich auch deutliche Trends zu zwei Sitzungen mit Anteilen von 76,9% bis 88,9%. Einzeitige Materialentfernungen fanden bei einigen B- sowie der C3.3-Fraktur statt, hier lagen aber erneut jeweils nur einzelne Fälle vor, bei denen komplexere Frakturen, eine verzögerte Frakturheilung oder ein höheres Patientenalter vorlagen. Leider ergaben Nachforschungen in der Literatur keine Vergleichsdaten.

Zu den Zeitpunkten der Materialentfernung zeigen die Tabelle 29 und die Tabelle 30 Mittelwerte vom 44. postoperativen Tag bei den Fixateuren und vom 55. bei den Kirschnerdrähten. Diese Daten werden von der Studie von Topar (111) bestätigt.
Betrachtet man die Verteilung der Entfernungstage der Fixateure auf die einzelnen Gruppen der AO-Klassifikation, so finden sich keine auffälligen Abweichungen vom Mittelwert. Die Streubreite liegt relativ homogen bei 30 bis 60 Tagen. Ähnlich sieht es bei den Kirschnerdrähten aus, wobei sich hier eine deutlich größere Varianz von 30 bis 90 Tagen gibt. Dieses Resultiert aus dem alternativen Vorgehen in ein oder zwei Sitzungen.

Im Rahmen dieser Studie wurden die Patientenakten auch nach dokumentierten Komplikationen durchsucht. Es fanden sich bei insgesamt 20 der 269 (7,6%) betrachteten Fälle Komplikationen. Dieser Wert liegt unter dem von Westphal gefunden Anteil von 15,6% (117). Die Probleme lassen sich in vier Gruppen einteilen:
In die erste Gruppe fallen vier revisionspflichtige Fälle, davon zwei Major-Pintrack-Infektionen und zwei sekundäre Fragmentdislokationen.

Die zweite Gruppe beinhaltet die nicht-revisionsbedürtigen Komplikationen. Dieses waren sieben Minor-Pin-Infektionen, zwei Fälle deutlicher Weichteilschwellung und eine Sensibilitätsstörung am Digitus I.
Die Dritte Gruppe ist mit einem einzigen Fall eines Therapieabbruchs besetzt. Hier kam es in der dritten postoperativen Woche zu einer Kirschner-Draht-Dislokation, deren Konsequenzen eine vorzeitige Materialentfernung und Umstieg auf eine konservative Therapie waren.
In der vierten Gruppe finden sich drei therapiebedürftige nosokomiale Harnwegsinfekte sowie zwei Sturzereignisse im Patientenzimmer, von denen eines zu einer operationsbedürftigen Femurfraktur führte.
Unsere Zahlen für Pintrack-Infektionen mit einem Anteil von 1,5% decken sich mit der übrigen Literatur, in der sich Werte zwischen 0,0% und 10,8% finden (13, 35, 48, 54, 66, 117, 122).
Die sekundäre Fragmentdislokation, die in der Literatur für sämtliche Therapieverfahren mit einer Häufigkeit von durchschnittlich 2,4% angegeben wird (51, 54, 101, 119, 122), war in unseren Nachuntersuchungen mit weniger als 1% vertreten. Ein Grund für diese Zahl könnte Verwendung einer Kombination aus Fixateur externe und Kirschnerdraht sein.
Mit einem einzigen Fall einer Nervenläsion liegen die Ergebnisse unserer Studie deutlich unter denen anderer Autoren, die Raten von 5,2% bis 7,2% angeben (51, 54).
Ein Karpaltunnelsyndrom trat bei keinem unserer Patienten auf. Ein Grund hierfür könnte die adäquate und frühzeitige Versorgung der Frakturen sein.
Die in der Literatur beschriebenen intraoperative Komplikation der Läsion der Arteria radialis oder der Sehne des Musculus extensor pollicis longus (54, 89) trat bei den Patienten unserer Studie nicht auf. Dass dieses eher seltene Komplikationen sind bestätigen auch die Untersuchungen von Knigge-Barrios (54), Schmit-Neuerburg (101) und Willmen (119).
Die gefürchtete Komplikation eines komplexen regionalen persistierenden Schmerzsyndroms trat in unserer Studie bei 0,7% der Patienten auf. Dieser Wert liegt im unteren Bereich der teilweise Erschreckenden Daten der Literatur, die insgesamt Zahlen von 0% (41) bis 15% (9) nach distalen Radiusfrakturen angibt. Rikli spricht in seinem Artikel in der „Schweizerischen Medizinischen Wochenschrift“ 1999 sogar von Literaturwerten zwischen 0% und 66% (91). Die Folgende Tabelle 51 gibt eine Übersicht über die Daten der von uns betrachteten Literaturstellen:

Tabelle 51 Auftreten des CRPS aus der Literatur

Autor	*Auftreten des CRPS*
Hermichen (41)	0%
Joosten (48)	0,6%
Brug (13)	1,1%
Westphal (117)	2,6%
Topar (111)	3,1%
Grewal (35)	3,2%
Rehn (89)	7,1%
Kirchner (51)	7,2%
Böhler (10)	2-15%
Rikli (91)	0%-66%

Das seltene Auftreten des Morbus Sudeck in unserer Studie bestätigt die Theorien über die Bevorzugung einer Regional- bzw. Allgemeinanästhesie gegenüber der Bruchspaltanästhesie in Bezug auf das Auftreten von Komplikationen (41, 51, 96, 111, 119).

Zur standardisierten Erfassung der subjektiven Ergebnisse aus Patientensicht haben wir den Michigan Hand Outcomes Questionnaire (MHQ) (17) verwendet.
Vergleicht man hierbei die Funktion der betroffenen Seite (siehe Tabelle 31) mit der Funktion der nicht betroffenen Seite (siehe Tabelle 32), so ergibt sich eine durchschnittliche Verschlechterung der ehemals gebrochenen Hand um 11 von 100 möglichen Punkten. Hierbei zeigen sich bei den Mittelwerten je nach Frakturtyp Abweichungen um bis zu 5 Punkte in beide Richtungen. Die Varianz der Ergebnisse ist sehr groß: Bei den betroffenen Seiten finden sich Werte von 20 bis 100, auf den nicht betroffenen sogar von 10 bis 100. An dieser Stelle wird deutlich, dass die subjektive Funktion bei vielen Patienten auch ohne Fraktur schon deutliche reduziert sein kann.
Betrachtet man nun die Fähigkeiten der betroffenen Seite (siehe Tabelle 33) und vergleicht diese wiederum mit der unverletzten Seite (siehe Tabelle 34), liegt der mediane Unterschied nur noch bei 1,8 Zählern. Erfreulich ist, dass mit Ausnahme der A2-Frakturen bei allen Frakturtypen im Mittel eine normale Fähigkeit wiederhergestellt werden konnte. Das etwas schlechtere Ergebnis der A2-Frakturen wird allerdings durch die Ergebnisse der nicht betroffenen wieder aufgewertet. Hier war also die Patientengruppe auch ohne Fraktur schon eingeschränkter. Wenn man weiterführend die bimanuellen Fähigkeiten in Tabelle 35 betrachtet finden sich mittlere Scores von 87,2, was einem „guten“ bis „sehr guten“ Ergebnis entspricht.
Aus Tabelle 36 wird ersichtlich, dass die Mehrzahl der Patienten durch ihre Fraktur keine bleibende Einschränkung der Arbeitsfähigkeit erlitt, was aus dem „guten“ bis „sehr guten“ Mittelwert von 87,7 abgelesen werden kann. Kritisch sei hierbei natürlich angemerkt, dass sich viele der Befragten altersbedingt im Ruhestand befanden und sich damit die Beantwortung der Fragen auf Haus- und Gartenarbeiten beschränkten.

Ein von vielen Patienten betonter Punkt war das Vorhandensein von chronischen Schmerzen der operierten Seite. Tabelle 37 gibt hier einen Mittelwert von 10,9 von 100 möglichen Punkten, was auf Grund der umgedrehten Auftragung einem „sehr guten“ Mittelwert entspricht. Betrachtet man aber die Maximalwerte mit Bezug zu den Frakturtypen nach AO, so zeigen sich in den Gruppen A3 und C1 Scores von bis zu 65, in den Gruppen A2 und C2 sogar bis zu 80. Dieses bedeutet, dass die Gefahr von bleibenden Schmerzen bei fast allen Frakturtypen gegeben ist.
Die Patientin mit CRPS, die bereit war unsere Fragebögen zu beantworten, kam hier auf einen Wert von 20, was, vernachlässigt man, dass das Vorhandensein von Schmerz nie gut sein kann, immer noch einem „guten“ Ergebnis entspricht.
Die Tabelle 38 und Tabelle 39 vergleichen das subjektive kosmetische Resultat der operierten Seite mit der nicht operierten. Hierbei zeigen sich in der Mittelwertdifferenz von 2,5 Punkten hervorragende Ergebnisse. Auch die betroffenen Seiten für sich allein betrachtet liefern mit 92 Punkten ein „sehr gutes“ Ergebnis. Dieser Wert entspricht dem von Topar (111) gefundenen. Ähnlich wie bei den zuvor beschriebenen Fähigkeiten findet sich auch hier nur ein minimaler Ausreißer in der Gruppe der A2-Frakturen, mit wiederum immer noch „gutem“ bis „sehr gutem“ Ergebnis.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass die Struktur der Fragen nach dem kosmetischen Resultat bzw. Status bei den meisten Patienten zu Problemen führte, da die Zuordnung nach der ersten Frage von „1“ für ein optimales Ergebnis und „5“ für ein besonders schlechtes Ergebnis auf „5“ für das optimale und „1“ für das schlechte Ergebnis wechselt.

Die Abschließenden Fragenblöcke bezogen sich auf die Zufriedenheit der Patienten mit dem aktuellen Status der operierten (Tabelle 40) beziehungsweise nicht operierten Seite (Tabelle 41). Der Vergleich zeigt hier analog zum Block der Funktionsfragen eine Differenz der Mittelwerte von 10,7 Punkten. Der Mittelwert der nicht verletzten Seiten liegt mit 91,6 Punkten im „sehr guten“ Bereich, während die ehemals gebrochenen mit einem Score von 80,9 nur noch im „guten“ Bereich liegen.
Dieser Fragenblock dient im Wesentlichen der Zusammenfassung der anderen Blöcke. Errechnet man hieraus den Mittelwert, so ergibt sich ein Wert von 86,25.
Betrachtet man nun den eigentlichen Gesamtscore, so wird dieser mit einer Punktzahl von 85,6 von 100 bestätigt. Dieses Ergebnis zeigt, dass Patienten, die eine distale Radiusfraktur erlitten haben, welche mit einem AO-Minifixateur und Kirschnerdrähten versorgt wurde, im Mittel ein „gutes“ bis „sehr gutes“ subjektives Resultat erreichen.

Ähnlich wie bei der Arbeit von Kirchner (51), war es schwierig in der Literatur Aussagen zu den subjektiven Ergebnissen zu finden. Nach unserer Ansicht ist es durchaus für den Patienten entscheidend, wie er die Funktion seiner Arme und Hände selber bewertet.
Die Resultate von Hertz (43) und Kirchner (51), die Wetterfühligkeit und Schmerzen als häufigste subjektive Beschwerden angeben, können wir mit dieser Arbeit bestätigen.

Zu den objektivierbaren Ergebnissen standen uns zwei Mittel zur Verfügung: Zum einen die Röntgenuntersuchung und zum anderen die Bewegungsmessung nach der Neutral-Null-Methode.
Die radiologischen Befunde der ehemaligen Frakturen wurden nach Lidström (64) bewertet. Hierbei fanden sich in 47,2% der Fälle „sehr gute“ und in 41,5% „gute“ Resultate. „Mäßige“ Ergebnisse gab es bei 11,3% der Untersuchten, „schlechte“ fanden sich keine (siehe Tabelle 43 und Abbildung 41). Diese Zahlen werden von vielen Studien bestätigt (3, 33, 51, 111). Lediglich die Daten von Roumen (92) weisen auf etwas schlechtere Ergebnisse hin.
Die Resultate der Neutral-Null-Messungen wurden in vier Qualitätsgruppen von „0“ für „keine Beweglichkeit“ bis „3“ für volles Bewegungsausmaß eingeteilt, um einen späteren Vergleich mit dem von uns erstellten Fotofragebogen zu ermöglichen.
Aus Tabelle 44 wird ersichtlich, dass sich ähnlich wie bei der Studie von Kirchner (51) die Bewegungseinschränkungen zumeist auf beide Richtungen einer Ebene bezogen. An erster Stelle lagen hier die Einschränkungen in der Frontalebene, was von den meisten Autoren bestätigt wird (3, 13, 20, 21, 47, 54, 61, 80, 85, 101). Tränkle (113) stellte bei seinen Patienten fest, dass die schlechtesten Resultate in der Sagitaleben zu finden seien. Dieses können wir zwar nicht bestätigen, aber auch wir fanden deutliche Einschränkungen insbesondere der Ulnarabduktion. Nimmt man beide Befunde zusammen, so stehen unsere Resultate im Einklang mit den Arbeiten von Hertz (43) und Kirchner (51), die postulieren, dass häufig eine Kombination aus Bewegungseinschränkungen der Frontal- mit der Sagitalebene bestehen.

Um auf die Frage, ob eine objektive Messung mit einer subjektiven Beeinträchtigung einhergeht, führten wir eine Korrelationsanalyse zwischen den Messungen der Neutral-Null-Methode und dreier MHQ-Abschnitte durch (siehe Tabelle 45). Hierbei zeigt sich, dass nur eine mäßige bis schlechte Korrelation zwischen den Fähigkeiten der betroffenen Hand und den Messergebnissen besteht. Etwas mehr korrelieren schon die Patientenzufriedenheit und die Bewegungsausmaße. Die vielversprechendste Beziehung besteht zwischen dem Grad der Bewegungseinschränkung und der Funktion der betroffenen Seite. Hier bestätigen sich die Daten einiger Autoren, die der Aussage Colles (19) „Grobe Fehlstellungen werden langfristig wenig Beschwerden verursachen und gehen mit einer befriedigenden Funktion einher." widersprechen (3, 4, 12, 34, 57, 69, 116).
Die Ergebnisse unseres Fotofragebogens werden in Tabelle 46 dargestellt und ihr Zusammenhang mit den Messungen nach der Neutral-Null-Methode zeigt die Korrelationsanalyse in Tabelle 47. Mit einem „r" von 0,54 bei einem „p" von <0,0001 zeigt sich hier ein viel versprechender Zusammenhang zwischen unseren und den Messungen der Patienten. Daher lässt sich annehmen, dass eine größer angelegte Nachuntersuchung von Unterarms- und Handgelenksverletzungen durchaus mit einer Serie von Fragebögen anstelle einer aufwändigen Einbestellung durchgeführt werden könnte.

Stellt man die Bewegungsausmaße der Handgelenke unserer Patienten der vorgelegenen AO-Klassifikation gegenüber, so zeigt Tabelle 48 , dass die Zunahme der Komplexität einer Fraktur nicht zwingend mir einer Abnahme der Handgelenksbeweglichkeit einhergeht. Ähnliche Ergebnisse beschrieb auch Topar (111). Dieses wird ersichtlich aus der größeren Varianz der Scores bei den höhergradigen A3- und C-Frakturen.

Um die Aussage Colles' (19) weiter zu überprüfen stellten wir die Ergebnisse der Neutral-Null-Messung noch einmal denen der Lidström-Einteilung (64) gegenüber (siehe Tabelle 49). Hierbei zeigt sich überraschenderweise, dass die durchschnittlichen Bewegungsausmaße nahezu unabhängig vom radiologischen Resultat waren. Hier spiegelt sich aber auch die von Topar (111) beschrieben Hypermobilität wieder, die bei einigen der „mäßigen" Lidströmergebnisse vorliegen kann. Zusätzlich zeigt aber der Vergleich der Bewegungseinschränkung mit den Ergebnissen nach Lidström (64) in Tabelle 50, dass mit Abnahme der aus der Bildgebung erhaltenen Werte auch die Beweglichkeit der ehemals verletzten Seite abnimmt. Somit wird deutlich, dass eine Bestätigung von Colles' Aussage vermutlich nur bei Vernachlässigung des Vergleichs zwischen den beiden Händen eines Patienten und einer Verwendung von reinen statistischen Daten gefunden werden kann.
Unsere Studie ergibt, wie auch viele andere, das „die Funktion der Form folgt" (3, 4, 12, 34, 57, 69, 116).

Fotofragebogen zur Evaluation des Bewegungsausmaßes im Handgelenk:

In Kooperation mit Herrn Andreas Schmeller erstellten wir einen Fotofragebogen, dessen Aufgabe es sein sollte, mit minimalem Aufwand die Beweglichkeit der Handgelenke einer großen Anzahl von Probanden zu evaluieren.
Analog zur Messung nach der Neutral-Null-Methode wurden sechs Serien von jeweils drei Bildern mit den einzelnen Bewegungsrichtungen angefertigt. So wurde für jeweils beide Richtungen sowohl der Sagital-, Frontal- und der Axialebene ein Foto mit leichtem, halbem und vollem Bewegungsausmaß aufgenommen.
Die Aufgabe der Patienten war es nun, die Möglichkeiten der eigenen Handgelenke anhand dieser Bilder zu beurteilen.
Zusätzlich zum selbständigen Ausfüllen der Bögen durch die Probanden wurde von geschulten Personen das jeweilige Bewegungsausmaß nach der Neutral-Null-Methode bestimmt.
Die Ergebnisse beider Analysen wurden daraufhin mit einander in Verbindung gebracht, und die Korrelationsanalyse (88) ergab ein viel versprechendes Resultat, so dass unsere Empfehlungen beziehungsweise eigenen Bemühungen darauf abzielen werden, diesen Fotofragebogen noch weiter zu entwickeln, so dass das Aufwändige Einbestellen einer großen Anzahl von Patienten für weitere Nachuntersuchungen entfallen kann.
Kombiniert man unseren Bogen noch mit einem standardisierten Bogen wie dem MHQ (17), so ist es sicherlich möglich eine nachfolgende Untersuchung mit einem großen Patientenkollektiv bei geringstem personellen Aufwand zu realisieren.
Dass die Evaluation traumatologischer und orthopädischer Therapien unter Verwendung standardisierter Fragebögen sinnvoll ist zeigen auch die Studien von Chung (17), Foster (29) und Gliatis (34).

5. Zusammenfassung

Es wurden 112 distale Radiusfrakturen nach Versorgung mit einem Fixateur externe und Kirschnerdrahtspickung im Zeitraum von 1994 bis 2004 nachuntersucht, und zusätzlich wurde eine Aktenrecherche von 312 Patienten aus diesem Zeitraum durchgeführt. Die Daten wurden aus dem umfangreichen Krankengut der Chirurgischen Klinik und Poliklinik des Klinikums Großhadern ermittelt.

Die Klassifikation der Frakturen erfolgte nach den Kriterien der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, und die radiologische Beurteilung fand nach dem Schema von Lidström statt. Die gefundenen Daten standen überwiegend im Einklang mit der Literatur.

Als Resultat ergaben sich 88,7% zufrieden stellende („sehr gut“ bis „gut“) anatomische, 94,6% zufrieden stellende funktionelle und 92,0% zufrieden stellende ästhetische Ergebnisse. Hierbei zeigte sich eine Korrelation zwischen röntgenologisch-anatomischen und funktionellem Ergebnis. Die Hauptkomplikation bestand in einer Infektion der Fixateur externe Eintrittstellen mit einem Anteil von 3,3%. Die gefürchtete Komplikation des Komplexen regionalen persistierenden Schmerzsyndroms trat nur bei einer (0,9%) der nachuntersuchten Patienten auf. Dieses entspricht der vergleichbaren Literatur.

Zusätzlich wurde die Bestimmung der Funktion nach der Neutral-Null-Methode durch einen von uns erstellten Fotofragebogen ergänzt. Die Korrelationsanalyse der beiden Resultate ergab viel versprechende Ergebnisse, so dass wir zu dem Schluss kommen, dass ein Fotovergleichsbogen in Kombination mit einem zweiten standardisierten Patientenfragebogen wie dem „Michigan Hand Outcomes Questionnaire“ in einigen Fragestellungen eine aufwändige Einbestellung größerer Patientenkollektive ersetzen kann.

Abschließend können wir auf Grund unserer Ergebnisse die Empfehlung aussprechen, durchaus Nachuntersuchungen nur unter Verwendung von standardisierten Fragebögen durchzuführen.

6. Anhang

6.1 Bögen

6.1.1 Anamnese- und Untersuchungsbogen

1. Aktenlage:

1.1 Anamnese

Name:_____ Vorname:_____ Beruf:_____
Geschlecht: ❑ männlich ❑ weiblich Geburtsdatum:_____ Alter:_____
Straße:_____ Ort:_____ Tel:_____

Unfallort: ❑ Wohnung ❑ Straße ❑ Schule ❑ Verkehr ❑ Sport ❑ Arbeitsplatz
Unfalldatum:_____ Unfallmechanismus: ❑ Extensionsbruch ❑ Flexionsbruch

1.2 Diagnostik

Behandlungsbeginn:_____
Händigkeit: ❑ Rechtshänder ❑ Linkshänder
Frakturlokalisation: ❑ rechts ❑ links
❑ geschlossene ❑ offene Fraktur Grad _____

a) Fraktureinteilung der AO:

❑ A-1.1	❑ A-1.2	❑ A-1.3	❑ B-1.1	❑ B-1.2	❑ B-1.3
❑ A-2.1	❑ A-2.2	❑ A-2.3	❑ B-2.1	❑ B-2.2	❑ B-2.3
❑ A-3.1	❑ A-3.2	❑ A-3.3	❑ B-3.1	❑ B-3.2	❑ B-3.3

❑ C-1.1	❑ C-1.2	❑ C-1.3
❑ C-2.1	❑ C-2.2	❑ C-2.3
❑ C-3.1	❑ C-3.2	❑ C-3.3

b) Zusatzverletzungen: ❑ SL-Dissoziation ❑ Scaphoidfraktur
❑ Ulna ❑ Proc. styl. ulnae
❑ distales Radioulnargelenk
❑ sonstige: _____

c) Nervenläsion ❑ N. medianus ○ sensibel ○ mototrisch ○ passager
❑ N. radialis ○ sensibel ○ mototrisch ○ passager
❑ N. ulnaris ○ sensibel ○ mototrisch ○ passager

d) Gefäßverletzung:_____

e) Weichteilschwellung: ❑ keine ❑ mäßig ❑ stark

1.3 Therapie

❑ ambulant ❑ stationär ____ Tage ❑ stationär ____Tage / ambulant
Versorgungsart: ❑ Fixateur externe ❑ Gipsverband
❑ Plattenosteosynthese ❑ Kirschnerdraht: ○ Titan ○ Metall
❑ Knochenersatz: ❑ synthetisches Implantat ❑ alloplastische oder ❑ autologe Plastik
❑ Verfahrenswechsel (Zeitpunkt:_____ urspr. Verfahren_____)
Datum der Operation: _____ Datum der Materialentfernung: _____
Anästhesieform: Anästhesieform:
❑ Bruchspaltenanästhesie ❑ Bruchspaltenanästhesie
❑ Plexusanästhesie ❑ Plexusanästhesie
❑ Intubationsnarkose ❑ Intubationsnarkose
Immobilisation: ❑ Oberarmgips ____ Tage ❑ Gipsschale ____ Tage
❑ Unterarmgips ____ Tage ❑ sonstiger Gips ____ Tage

1.4 Röntgenbild zum Zeitpunt des Unfalls:

Art der Bildgebung: ❑ CT ❑ konventionelles Röntgen
Beteiligung dist. Radioulnargelenk: ❑ ja ❑ nein
Fraktur Processus styloideus ulnae: ❑ ja ❑ nein

Gelenkflächenwinkel: (vor der Reposition)
Radiuswinkel (in Grad): _____
(Ulnarneigung der Radiusgelenkflächen)
Palmare Inklination (in Grad): _____
(Volarneigung der Radiusgelenkfläche)

Gelenkflächenwinkel: (nach Reposition und Fixierung)
Radiuswinkel (in Grad): _____
Palmare Inklination (in Grad): _____

Gelenkflächenwinkel: (nach Fixierung ex)
Radiuswinkel (in Grad): _____
Palmare Inklination (in Grad): _____

1.5.dokumentierte postoperative Komplikationen

❑ Frühsekundäre Dislokation ❑ Drahtwanderung ❑ Implantatlockerung
❑ Kompressionsneuropathien ❑ Sehnenruptur ❑ Metacarpale-II-Frakturen
❑ Schmerzzustände ❑ Infekt ❑ Pin-Infektion
❑ Tendovaginitiden ❑ Sudeck
❑ Heilung in Fehlstellung ❑ andere Komplikationen: _____

1.6.Krankengymnastik

_____Termine im Zeitraum von _____

2. Nachuntersuchung

2.1.Körperliche Untersuchung

Bewegungsumfang (nach der Neutral-0-Methode):

Pronation /Supination	rechts	/	/	/	links	/	/	/
Handgelenke:								
palmar / dorsal	rechts	/	/	/	links	/	/	/
radial / ulnar	rechts	/	/	/	links	/	/	/

Umfangmaße in cm: (hängender Arm)

10cm unter äußerem Humerus	rechts	_____	cm	links _____	cm
Handgelenk	rechts	_____	cm	links _____	cm
Mittelhand (ohne Daumen)	rechts	_____	cm	links _____	cm

Fingergelenke:

Fingerhohlhandabstand	rechts	_____	mm	links _____	mm

Kraftmessung:

Dynamometermessung	rechts	_____	kg	links _____	kg

2.2 Röntgenbild zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung:

Röntgen beider Hände: ❑ Ja ❑ Nein

Art der Bildgebung: ❑ CT ❑ konventionelles Röntgen

Heilung in Fehlstellung
- ❑ Dislocatio ad latus (Parallelverschiebung)
- ❑ Dislocatio ad longitudinem (Längsverschiebung)
  Ulnarer Ellenvorschub (in mm): _____
- ❑ Dislocatio ad axim (Achsenabknickung)
- ❑ Dislocatio ad peripheriam (Rotationsfehlstellung)

Frakturlinie: ❑ knöchern durchbaut ❑ Pseudoarthrose

Processus styloideus ulnae: ❑ knöchern durchbaut ❑ Pseudoarthrose

Pseudarthrosezeichen:
- ❑ hypertrophische Pseudarthrose (übermäßige Kallusbildung)
- ❑ atrophische Pseudarthrose (mangelnde Kallusbildung)
- ❑ Knochennekrose (Verdichtung/Verkleinerung der Fragmente)
- ❑ Sudecksche Knochenatrophie (Entkalkung)

Radioulnargelenk: ❑ anatomisch ❑ disloziert

Gelenkflächenwinkel:
Radiuswinkel (in Grad): _____
Palmare Inklination (in Grad): _____

Stufenbildung im Gelenk: ❑ ja ❑ nein

Arthrose radiologisch:
- ❑ nein
- ❑ Stadium I (Gelenkspaltverschmälerung ohne/mit beginnender Sklerosierung)
- ❑ Stadium II (Deutliche Gelenkspaltverschm. mit deutlicher Sklerosierung und beginnender Osteophytenbildung)
- ❑ Stadium III (Gelenkspaltverschm. mit ausgeprägten Osteophyten, subartikulärer Zystenbildung und stärkerer Sklerosierung)
- ❑ Stadium IV (Schwere deformierende Veränd. mit erheblicher Gelenkspaltverschm., ausgedehnten Sklerosen und größeren Zysten)

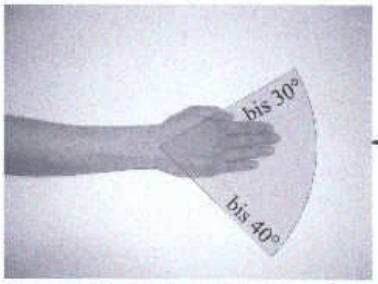
Sonstiges: _____

6.1.2 Fotofragebogen

Bitte schätzen sie bei den folgenden Tests die Beweglichkeit Ihrer Handgelenke in der abgebildeten Richtung. Kreuzen sie das Foto an, das Ihren Fähigkeiten am nächsten kommt.

1

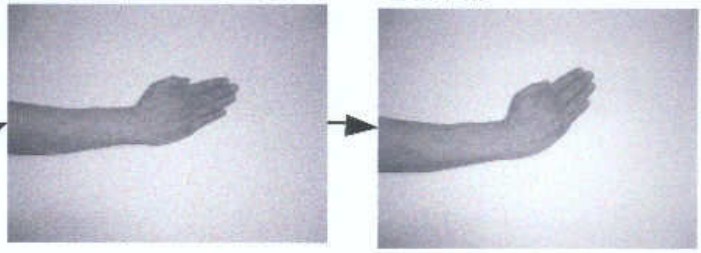
Richtung Speiche und Elle



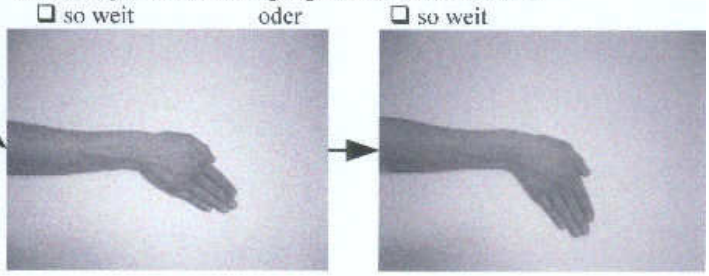
Können Sie In dieser Richtung Ihre Hand überhaupt bewegen?

Rechte Hand: ❑ ja ❑ nein
Linke Hand: ❑ ja ❑ nein

Wie weit können Sie Ihre **rechte Hand zum Daumen hin** abwinkeln?
❑ so weit oder ❑ so weit
Und wie weit können Sie so Ihre **linke Hand** maximal abwinkeln?
❑ so weit oder ❑ so weit

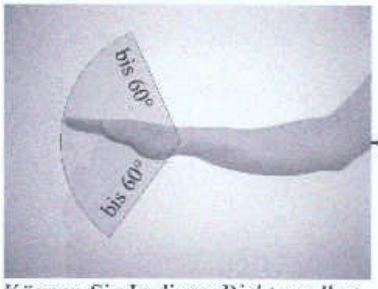


Wie weit können Sie Ihre **rechte Hand vom Daumen weg** biegen?
❑ so weit oder ❑ so weit
Wie weit geht diese Bewegung mit der **linken Hand**?
❑ so weit oder ❑ so weit



2

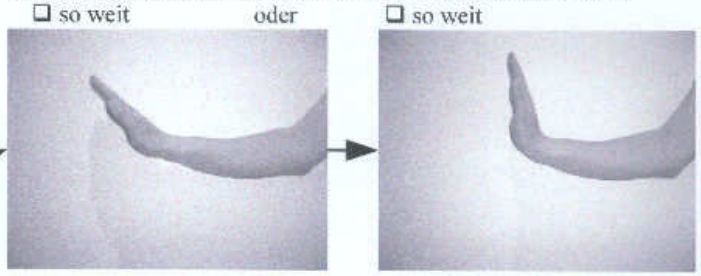
Richtung Handfläche und Handrücken



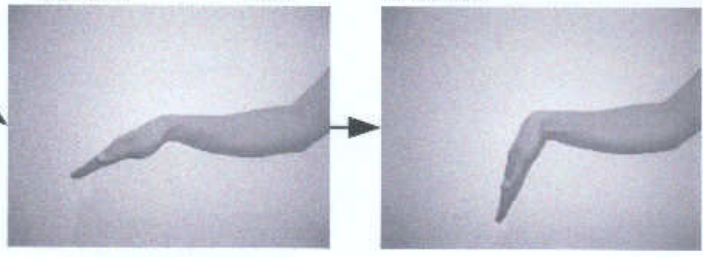
Können Sie In dieser Richtung Ihre Hand überhaupt bewegen?

Rechte Hand: ❑ ja ❑ nein
Linke Hand: ❑ ja ❑ nein

Wie weit können Sie Ihre **rechte Hand nach oben** hin abwinkeln?
❑ so weit oder ❑ so weit
Und wie weit können Sie Ihre **linke Hand** maximal abwinkeln?
❑ so weit oder ❑ so weit



Wie weit können Sie Ihre **rechte Hand** in die andere Richtung biegen?
❑ so weit oder ❑ so weit
Wie weit geht diese Bewegung mit der **linken Hand**?
❑ so weit oder ❑ so weit

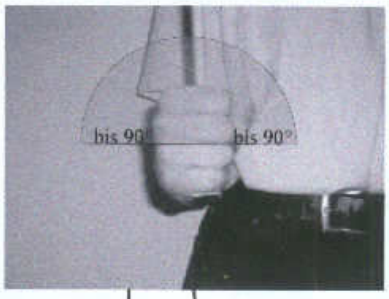


Bitte schätzen sie bei diesem Test die Dreh-Beweglichkeit Ihres Unterarm, wie auf dem Foto abgebildet. Nehmen Sie dazu am besten auch einen Stift in die Hand, beugen Sie den Ellenbogen und halten sie Ihr Handgelenk gerade. Kreuzen sie auch hier das Foto an, das Ihren Möglichkeiten am nächsten kommt.

3

Können Sie In dieser Richtung Ihre Hand überhaupt bewegen?

Rechte Hand: ❑ ja ❑ nein
Linke Hand: ❑ ja ❑ nein



Wie weit können Sie Ihre Hand **nach außen drehen**, dass die **Handfläche nach oben** zeigt?

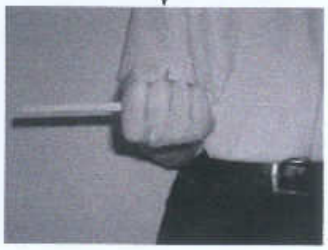
Wie weit können Sie ihre Hand **nach innen drehen**, so dass die **Handfläche nach unten** zeigt?

Linke Hand:
❑ wie auf dem Foto oben
oder
❑ wie auf dem Foto unten

Rechte Hand:
❑ wie auf dem Foto oben
oder
❑ wie auf dem Foto unten

Linke Hand:
❑ wie auf dem Foto oben
oder
❑ wie auf dem Foto unten

Rechte Hand:
❑ wie auf dem Foto oben
oder
❑ wie auf dem Foto unten



6.1.3 Michigan Hand Outcomes Questionnaire (17)

5.2 Die folgenden Fragen betreffen Ihre **linke** Hand.

Den folgenden Sachverhalten stimme ich...	sehr zu	zu	weder noch zu	nicht zu	überhaupt nicht zu
a) Ich war zufrieden mit dem Ausschen meiner linken Hand	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
b) Das Aussehen meiner linken Hand führte manchmal zu Unwohlsein in der Öffentlichkeit	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
c) Das Aussehen meiner linken Hand machte mich manchmal depressiv	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
d) Das Aussehen meiner linken Hand beeinträchtigte mein soziales Leben	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑

6. Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre Zufriedenheit mit Ihrer Hand in der letzen Woche.

6.1 Die folgenden Fragen betreffen Ihre **rechte** Hand.

	sehr zufrieden	zufrieden	weder noch	unzufrieden	sehr unzufrieden
a) Funktion insgesamt der rechten Hand	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
b) Beweglichkeit der Finger Ihrer rechten Hand	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
c) Beweglichkeit Ihres rechten Handgelenks	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
d) Kraft Ihrer rechten Hand	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
e) Schmerzgrad Ihrer rechten Hand	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
f) Gefühl in Ihrer rechten Hand	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑

6.2 Die folgenden Fragen betreffen Ihre **linke** Hand.

	sehr zufrieden	zufrieden	weder noch	unzufrieden	sehr unzufrieden
a) Funktion insgesamt der linken Hand	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
b) Beweglichkeit der Finger Ihrer linken Hand	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
c) Beweglichkeit Ihres linken Handgelenks	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
d) Kraft Ihrer linkenen Hand	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
e) Schmerzgrad Ihrer linken Hand	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
f) Gefühl in Ihrer linken Hand	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑

Patientenetikett

Anleitung:

Dieser Fragebogen dient der Beurteilung Ihrer Handfunktion und somit Ihrer Gesundheit.

Die gewonnenen Ergebnisse helfen den Verlauf Ihrer Erkrankung zu beurteilen sowie spezifische Probleme beim Gebrauch ihrer Hand im täglichen Leben aufzudecken.

Bitte beantworten sie jede Frage wie angegeben. Sollten Sie unsicher bei der Beantwortung einer Frage sein, so geben Sie bitte die bestmögliche Antwort.
Bitte kreuzen Sie pro Frage nur eine Antwort an.

Name: _____

Vorname: _____

Geburtsdatum: _____

Händigkeit: _____

Beruf: _____

Geschlecht: _____

Datum der Befragung: _____

1. Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Funktion Ihrer Hand/Handgelenk während der letzten Woche.

1.1 Die folgenden Fragen betreffen Ihre **rechte** Hand/Handgelenk.

	sehr gut	gut	befriedigend	ungenügend	schlecht
a) Alles in allem, wie funktioniert Ihre rechte Hand?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
b) Wie gut konnten Sie die Finger der rechten Hand bewegen?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
c) Wie gut konnten Sie Ihr rechtes Handgelenk bewegen?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
d) Wie war die Kraft in Ihrer rechten Hand?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
e) Wie war das Gefühl in Ihrer rechten Hand?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑

1.2 Die folgenden Fragen betreffen Ihre **linke** Hand/Handgelenk.

	sehr gut	gut	befriedigend	ungenügend	schlecht
a) Alles in allem, wie funktioniert Ihre linke Hand?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
b) Wie gut konnten Sie die Finger der linken Hand bewegen?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
c) Wie gut konnten Sie Ihr linkes Handgelenk bewegen?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
d) Wie war die Kraft in Ihrer linken Hand?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
e) Wie war das Gefühl in Ihrer linken Hand?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑

2. Die folgenden Fragen beziehen sich auf spezielle Fähigkeiten Ihrer Hand während der letzten Woche. (bitte pro Frage nur eine Antwort!)

2.1 Wie schwierig war es für Sie, die folgenden Tätigkeiten mit Ihrer **rechten** Hand auszuführen?

	nicht schwierig	kaum schwierig	etwas schwierig	schwierig	sehr schwierig
a) Öffnen einer Tür	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
b) Aufheben einer Münze	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
c) Halten eines Glases	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
d) Drehen eines Schlüssels im Schloss	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
e) Halten einer Bratpfanne	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑

2.2 Wie schwierig war es für Sie, die folgenden Tätigkeiten mit Ihrer **linken** Hand auszuführen?

	nicht schwierig	kaum schwierig	etwas schwierig	schwierig	sehr schwierig
a) Öffnen einer Tür	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
b) Aufheben einer Münze	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
c) Halten eines Glases	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
d) Drehen eines Schlüssels im Schloss	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
e) Halten einer Bratpfanne	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑

2.3 Wie schwierig war es für Sie, die folgenden Tätigkeiten mit **beiden Händen** auszuführen?

	nicht schwierig	kaum schwierig	etwas schwierig	schwierig	sehr schwierig
a) Öffnen eines Einmachglases	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
b) Zuknöpfen eines Hemdes/Bluse	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
c) Essen mit Besteck	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
d) Tragen einer Tasche	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
e) Abspülen	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
f) Haare waschen	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
g) Schuhe binden	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑

3. Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre Arbeit während der letzten 4 Wochen.

	immer	oft	manchmal	selten	nie
a) Wie oft konnten sie wegen Problemen mit Ihrer Hand/ Handgelenk **nicht** arbeiten?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
b) Wie oft mussten Sie **vorzeitig aufhören** zu arbeiten aufgrund von Problemen mit Ihrer Hand/ Handgelenk?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
c) Wie oft mussten Sie **Rücksicht** auf Ihre Hand/Handgelenk nehmen?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
d) Wie oft haben sie **weniger geschafft** aufgrund von Problemen mit Ihrer Hand/Handgelenk?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
e) Wie oft haben Sie **länger gebraucht** aufgrund von Problemen mit Ihrer Hand/Handgelenk?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑

4. Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Schmerzhäufigkeit in Ihrer Hand/Handgelenk während der letzten Woche. *(Sollten Sie die **Frage a) mit „nie“** beantworten, überspringen Sie bitte die nächsten Fragen und fahren bei Frage 5.1 fort)*

	immer	oft	manchmal	selten	nie
a) Wie oft hatten Sie Schmerzen in Ihrer Hand/Handgelenk?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
b) Wie oft waren schmerzbedingte Schlafstörungen?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
c) Wie oft hatten Sie Schwierigkeiten im täglichen Leben?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
d) Wie oft waren sie schmerzbedingt unglücklich?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
	sehr schwach	schwach	mittel	schwer	sehr schwer
e) Bitte beschreiben Sie die Schmerzen, die Sie in Ihrer Hand/Handgelenk hatten?	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑

5. Die folgenden Fragen beziehen sich auf das Aussehen Ihrer Hand in der letzen Woche.

5.1 Die folgenden Fragen betreffen Ihre **rechte** Hand.

Den folgenden Sachverhalten stimme ich...	sehr zu	zu	weder noch zu	nicht zu	überhaupt nicht zu
a) Ich war zufrieden mit dem Aussehen meiner rechten Hand	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
b) Das Aussehen meiner rechten Hand führte manchmal zu Unwohlsein in der Öffentlichkeit	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
c) Das Aussehen meiner rechten Hand machte mich manchmal depressiv	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑
d) Das Aussehen meiner rechten Hand beeinträchtigte mein soziales Leben	1 ❑	2 ❑	3 ❑	4 ❑	5 ❑

6.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Handwurzelknochen der rechten Hand von palmar (87) 2
Abbildung 2: Rechte Handwurzel von palmar (87) 2
Abbildung 3: Rechte Handwurzel von dorsal (87) 3
Abbildung 4: Linker Radius von vorne, hinten und ulnar (87) 4
Abbildung 5: Linke Ulna von vorne, hinten und radial (87 5
Abbildung 6: Flächenschnitt durch die rechte Hand von dorsal aus (84) 6
Abbildung 7: Ulnavarianten nach Hulten (45) 7
Abbildung 8 Gelenke und Bänder des linken Handgelenks von palmar, nach Platzer (84) 8
Abbildung 9 Gelenke und Bänder des linken Handgelenks von dorsal, nach Platzer (84) 8
Abbildung 10 Radiusgelenkfläche - ulnar (9) 9
Abbildung 11 Radiusgelenkfläche - palmar [9] 9
Abbildung 12 AO-Klassifikation der Frakturen nach M.E. Müller, Lokalisation (42) 10
Abbildung 13 AO-Klassifikation der Frakturen nach M.E. Müller, Radius/Ulna, distal (37). 11
Abbildung 14 AO-Klassifikation: 2.3-B-3 (13) 12
Abbildung 15 AO-Klassifikation: 2.3-C-3 (13) 13
Abbildung 16 Frakturschema nach Frykman (14) 14
Abbildung 17 Einteilung nach Melone (74, 106) 15
Abbildung 18 Fernandez-Einteilung (27, 106) 15
Abbildung 19 Extensions- und Flexionsfraktur (42) 18
Abbildung 20 Kombinationsverletzungen des Unterarms (42) 18
Abbildung 21 Bruchspaltanästhesie (44) 20
Abbildung 22 Perkutane Spickung und Osteosynthese mit winkelstabiler volarer Platte (37) 21
Abbildung 23 Osteosynthese mit Fixateur externe (37) 22
Abbildung 24 Frakturbild, AO-Klassifikation C2 (48) 23
Abbildung 25 Dokumentation nach K-Draht-Spickung (48) 23
Abbildung 26 Dokumentation nach Fixateur-externe-Anlage (48) 24
Abbildung 27 Dokumentation nach Materialentfernung (48) 24
Abbildung 28 Verhältnis Mann (59) / Frau (253) (n=312) 33
Abbildung 29: Alters- und Geschlechtsverteilung (n=312) 34
Abbildung 30 Händigkeit 34
Abbildung 31: Frakturlokalisation 35
Abbildung 32: Frakturlokalisation nach Händigkeit 35
Abbildung 33 Abhängigkeit der Frakturhäufigkeit vom Monat (n=312) 36
Abbildung 34 Anzahl Kirschnerdrähte in Abhängigkeit von der AO-Klassifizierung 42
Abbildung 35 Prozentuale Anteile der Anästhesieverfahren 44
Abbildung 36 Angewandtes Anästhesieverfahren in Abhängigkeit von der AO-Klassifikation 46
Abbildung 37 Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit vom Patientenalter 47
Abbildung 38 Verhältnis zwischen einzeitiger und zweizeitiger Materialentfernung 49
Abbildung 39 Einzeitige und zweizeitige Materialentfernung in Abhängigkeit vom Patientenalter 49
Abbildung 40 Durchschnittliche Zeit bis zur Metallentfernung 52
Abbildung 41 Qualitative Röntgenergebnisse modifiziert nach Lidström (64) 57

6.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bewegungsausmaße im gesamten Handgelenk nach (65) 6
Tabelle 2: Bewegungsausmaße im proximalen und distalen Handgelenk nach Nigst (79) 7
Tabelle 3: Ulnavarianten nach Hulten (45) 7
Tabelle 4 Klassifikation der Radiusfrakturen loco classico nach Frykman (32) 14
Tabelle 5: Einteilung der offenen Frakturen (37) 16
Tabelle 6: Einteilung epiphysärer Verletzungen nach Aitken und Salter/Harris (1, 42, 94) ... 16
Tabelle 7 Muskelfunktionsprüfung - Einteilung in fünf Kraftgrade (53) 30
Tabelle 8 Vergleich zwischen objektiver und subjektiver Beweglichkeit 31
Tabelle 9 Klassifizierung der röntgenologischen-anatomischen Resultate – modifiziert nach Lidström (64) 32
Tabelle 10 Alters- und Geschlechtsverteilung 33
Tabelle 11 Abhängigkeit der Frakturhäufigkeit vom Monat (n=312) 36
Tabelle 12 Unfallort in Beziehung zum Geschlecht (n=269) 37
Tabelle 13 Unfallort in Beziehung zur Jahreszeit (n=269) 37
Tabelle 14 Geschlechtsverteilung der Frakturtypen nach AO-Klassifikation 38
Tabelle 15 Altersverteilung der Frakturtypen nach AO-Klassifikation 39
Tabelle 16 Altersverteilung offener und geschlossener Frakturen 39
Tabelle 17 Vorliegen von Zusatzverletzungen 40
Tabelle 18 Anzahl der eingebrachten Kirschnerdrähte in Abhängigkeit von der AO-Klassifikation 41
Tabelle 19 Kapandji-Draht-Spickung in Abhängigkeit von der AO-Klassifikation 42
Tabelle 20 Verwendung von Knochenersatz in Abhängigkeit von der AO-Klassifikation 43
Tabelle 21 Angewandtes Anästhesieverfahren in Abhängigkeit vom Patientenalter 44
Tabelle 22 Angewandtes Anästhesieverfahren in Abhängigkeit von der AO-Klassifikation .. 45
Tabelle 23 Angewandtes Anästhesieverfahren in Abhängigkeit vom Vorliegen einer offenen Fraktur 46
Tabelle 24 Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit vom Patientenalter 47
Tabelle 25 Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit von der AO-Klassifikation 48
Tabelle 26 Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit vom Vorliegen einer offenen Fraktur 48
Tabelle 27 Einzeitige und zweizeitige Materialentfernung nach Alter 50
Tabelle 28 Einzeitige und zweizeitige Materialentfernung nach AO-Klassifikation 50
Tabelle 29 Zeitpunkt der Metallentfernung der Fixateur externe nach AO-Klassifikation 51
Tabelle 30 Zeitpunkt der Materialentfernung der Kirschnerdrähte nach AO-Klassifikation .. 51
Tabelle 31 MHQ: Funktion der betroffenen Seite 53
Tabelle 32: MHQ: Funktion der nicht betroffenen Seite 53
Tabelle 33: MHQ: Fähigkeiten der betroffenen Seite 54
Tabelle 34: MHQ: Fähigkeiten der nicht betroffenen Seite 54
Tabelle 35: MHQ: Beidhändige Fähigkeiten 54
Tabelle 36: MHQ: Beeinflussung der Arbeitsfähigkeit 55
Tabelle 37: MHQ: Schmerzhaftigkeit 55
Tabelle 38: MHQ: Kosmetisches Resultat der betroffenen Seite 55
Tabelle 39: MHQ: Kosmetischer Status der nicht betroffenen Seite 55
Tabelle 40: MHQ: Zufriedenheit mit dem Resultat und Status der betroffenen Seite 56
Tabelle 41: MHQ: Zufriedenheit mit dem Status der nicht betroffenen Seite 56
Tabelle 42: MHQ: Zuordnung der Gesamtscores zur AO-Klassifikation 56
Tabelle 43 Qualitative Röntgenergebnisse modifiziert nach Lidström (64) 57
Tabelle 44: Bewegungsmessung nach der Neutral-Null-Methode 58
Tabelle 45 Korrelationsanalyse: Neutral-Null-Messung und MHQ 59

Tabelle 46: Bewegungsmessung der Patienten anhand des Fotofragebogens 59
Tabelle 47 Korrelationsanalyse: Fotofragebogen und Neutral-Null-Messung 59
Tabelle 48 Bewegungseinschränkung Neutralnull (Scoredifferenz) nach AO 60
Tabelle 49 Funktionelles Ergebnis in Beziehung zum röntgenologisch-anatomischen Ergebnis 60
Tabelle 50 Bewegungseinschränkung gegen Lidström..... 60
Tabelle 51 Auftreten des CRPS aus der Literatur 65

7. Literatur

1.	Aitken AP	Fractures of the Epiphyses. Clin. Orthop. 41 (1965): 19
2.	Altissimi M, Mancini GB, Azzarà A et al	Early and late displacement of fractures of the distal radius. The prediction of instability. International Orthopaedics (1994) 18: 61–65
3.	Altissimi M, Antenucci R, Fiacca C et al.	Long-term results of conservative treatment of fractures of the distal radius. Clin. Orthop 206 (1986): 202-210
4.	Bade H, Lehmann J	Morphologische Ursachen und Konsequenzen der Fraktur des distalen Radius. Unfallchirurgie 19 (1993): 195-201
5.	Batra S, Gupta A	The effect of fracture-related factors on the functional outcome at 1 year in distal radius fractures. Injury, Int. J. Care Injured 33 (2002): 499 – 502
6.	Eck E	Die konservative Behandlung des Handgelenknahen Speichenbruches. Orthopädie 4 (1975): 19 - 22
7.	Bircher JL	Schmerzsyndrome. Aus: Handchirurgie Band I, Hrsg von Nigst, D. Buck-Gramcko, H. Millesi Thieme Stuttgart (1981)
8.	Blumensaat C	Der heutige Stand der Lehre vom Sudeck Syndrom. Hefte Unfallheilkunde 51 (1956): 1
9.	Böhler L	Die funktionelle Behandlung der typischen Radiusbrüche auf anatomischer und physiologischer Grundlage. München. Med. Wochenschr. 66 (1919): 1185
10.	Böhler L	Ist das Sudeck Syndrom nach geschlossenen Verletzungen eine unabwendbare Unfallfolge oder eine vermehrte Behandlungsfolge? Langenbecks Arch. Klein. Chir. 284 (1956): 43
11.	Boszotta H, Helperstorfer E, Sauer G	Zur Operationsindikation bei der distalen Radiusfraktur. Unfallchirurg 94 (1991): 417-427
12.	Bronstein AJ, Trumble TE, Tencer AF	The effects of distal radius fracture malalignment in forearm rotation: a cadaveric study. J. Hand Surg. 22 (1997): 258-262
13.	Brug E., Joosten U., Püllen M.	Brüche am distalen Unterarm. Welche Therapie ist wann indiziert? Orthopäde (2000) 29: 318-316
14.	Buck-Gramcko D, Nigst H	Frakturen am distalen Radiusende. Hippokrates-Verlag Stuttgart (1987)
15.	Cauley JA, Seeley DG, Ensrud K et al	Estrogen replacement therapy and fractures in older women. Ann. Intern. Med. 122 (1995): 9-16
16.	Charnley J	Die konservative Therapie der Extremitätenfrakturen. Springer-Verlag (1968)
17.	Chung KC, Pillsbury MS, et al	Reliability and Validity Testing of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire. J. Hand. Surg. 23 (1998): 575 - 583
18.	Chung KC, Spilson SV, Arbor A	The Frequency and Epidemiology of Hand and Forearm Fractures in the United States. J Hand Surg [Am] (2001) 26: 908-915
19.	Colles A	On the Fracture of the Extremity of the Radius. Edinburgh Med. Surg. J. 10 (1813): 182
20.	Cooney WP	External Fixation of Distal Radial Fractures. Clin Orthop (1983) 180: 44-49

21.	Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH	External pin fixation for unstable Colles' fractures. J bone Joint Surg (1979) 61A: 840-845
22.	Cooney WP et al	Complications of Colles' fractures. J bone Joint Surg (1980) 62A: 613-617
23.	De Palma AF, Gartland JJ, Dowling JJ	Colles' Fracture. Pens. Med. J. 69 (1966): 72-75
24.	Dobronisz H	Bedeutung der Pseudoarthrose des Processus styloideus ulnae für die Beschwerden nach Radiusfrakturen loco classico. Dissertation, Basel (1978)
25.	Ehalt W	Die Bruchformen am unteren Ende der Elle und Speiche. Arch. Orthop. Unfallchir. 35 (1935): 297-442
26.	Ehalt W	Behandlungsergebnisse der Brüche am unteren Speichenende. Arch. Orthop. Unfallchir. 35 (1935): 443
27.	Fernandez DL, Jupiter JB	Fractures of the distal radius. Springer, Berlin Heidelberg New York (1997)
28.	Fontaine R	Contribution a la physiopathologie de l'ostéoporose post traumatique. Recherches expérimentales personnelles. Acta chir. Belg. Suppl. 1 (1956): 173
29.	Foster DE, Kopta JA	Update on External Fixators in the Treatment of Wrist Fractures. Clin Orthop (1986) 204: 177-183
30.	Freising S, Walter B	Zur konservativen und operativen Behandlung der Radiusfraktur loco classico. Chirurg 54 (1983): 742-748
31.	Freundlich B	Unusual Fractures of the Distal Radius. J Trauma 24 (1984): 274
32.	Frykman G	Fracture of the distal Radius including Sequelae-Shoulder-Hand-Finger Syndrome, Disturbance in the Distal Radio-Ulnar Joint and Impairment of Nerve Function. Acta Orthop. Scand. Suppol. 108 (1967)
33.	Gartland JJ, Werley CW	Evaluation of Healed Colles' Fractures. J. Bone Joint Surg. 33-A (1951): 895
34.	Gliatis JD, Plessas SJ, Davis TRC	Outcome of distal radial fractures in young adults. J Hand Surg [Br] (2000) 25: 535-543
35.	Grewal R, Perey B, Wilmink M et al	A Randomized Prospective Study on the Treatment of Intra-Articular Distal Radius Fractures: Open Reduction and Internal Fixation With Dorsal Plating Versus Mini Open Reduction, Percutaneous Fixation, and External Fixation J Hand Surg (2005) 30A: 764-772
36.	Hackethal KH	Das Sudeck'sche Syndrom Medizin I (1958): 1
37.	Hasse F-M, Nürnberger H	Klinikleitfaden Chirurgie. Urban & Fischer (2002)
38.	Hegeman JH, Oskam J, Vierhout PAM, ten Duis HJ et al	External fixation for unstable intra-articular distal radial fractures in women older than 55 years. Acceptable functional end results in the majority of the patients despite significant secondary displacement. Injury, Int. J. Care Injured (2005) 36: 339-334
39.	Heiple KG, Freehafer AA, Van't Hof A	Isolated Traumatic Dislocation of the Distal End of the Ulna or Distal Radio-Ulnar Joint. Surg (1962) 44: 1387-1391
40.	Hempfling H	Die Läsionen des Handgelenkdiskus. Pathologie, Diagnostik und Therapie. Orthopäde (2004) 33: 657-675

41.	Hermichen HG, Hansis M	Die Bohrdraht Osteosynthese bei distalen Radiusfrakturen. Akt Traumat 17 (1987): 109 - 112
42.	Hirner A, Weise K	Chirurgie Schnitt für Schnitt. Thieme (2004)
43.	Hertz H, Scharf W, Niederle B	Ergebnisse nach percutaner Bohrdrahtfixation bei distalen Speichenbrüchen. Unfallheilkunde 85 (1982): 79 - 83
44.	Holz H	Vor- und Nachteile der verschiedenen Anästhesieformen zur Reposition der distalen Radiusfraktur. Langenbecks Arch. Chir. Suppl. II (1990): 643-646
45.	Hulten O	Die anatomischen Variationen der Handgelenksknochen. Acta. Radiol. 9 (1928): 155
46.	Irmen P	Die Radiusfraktur loco typico (classico) Dissertation, Köln (1986)
47.	Jeong GK, Kaplan TD, Liporace F et al	An Evaluation of Two Scoring Systems to Predict Instability in Fractures of the Distal Radius J Trauma (2004) 57: 1043-1047
48.	Joosten U, Joist A, Frebel T, Rieger H	Die Behandlung instabiler distaler Radiusfrakturen mit einem transarticulären Fixateur externe. Ergebnisse einer Langzeitbeobachtung. Chirurg (1999) 70: 1315-1322
49.	Kapandji A	Bone fixation by double percutaneus pinning. Functional treatment of non-articular fractures of the lower end of the radius. Ann Chir Main (1976) 6: 903 - 908
50.	Kapandji A	Internal fixation by double intrafocal pinning. Functional treatment of non-articular fractures of the lower end of the radius. Ann Chir Main (1987) 6: 57 - 63
51.	Kirchner R	Ergebnisse nach percutaner intramedullärer Bohrdrahtspickung bei distalen Radiusfrakturen. Dissertation, München (1994)
52.	Kirsch K	Zur Klinik, Röntgenologie und Histologie des Sudeck'schen Syndroms. Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 46 (1958): 376
53.	Kloster BC, Ebelt- Paprotny G	Leitfaden Physiotherapie. Urban & Fischer (4. Auflage, 2002): 501
54.	Knigge-Barrios H, Rudolph H	Die Bohrdrahtosteosynthese bei distaler Radiusfraktur. Akt. Traumat. 17 (1987): 105-108
55.	Kongsholm J, Olerud C	Comminuted Colles' Fractures Treated with External Fixation. Arch Orthop Trauma Surg (1987) 106: 220-225
56.	Krokowski E	Die typische Radiusfraktur. Analyse von 2000 Beobachtungen. Schweiz. Med. Wochenschr. 92 (1962): 1120
57.	Kwasny O, Kdolsky R, Schabus R et al	Ergebnisse und Analysen von Misserfolgen der konservativen Therapie der distalen Radiusfraktur. Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 23 (1991): 240-244
58.	Lafontaine M, Hardy D., Delince Ph	Stability assessment of distal radius fractures. Injury (1989) 20: 208-210
59.	Lang F	Das distale Radioulnargelenk: Seine Bedeutung in der Unfallmedizin. Unfallheilkunde 36 (1942): 1
60.	Lange V	Spätergebnisse nach distalen Radiusfrakturen. Dissertation, Marburg (1971)
61.	Langenberg R	Die konservative Behandlung von distalen Radiusfrakturen. Ergebnisse einer retrospektiven Studie. Unfallchir. 92 (1989): 1 - 5

62.	Lawson GM, Hajducka C, McQueen MM	Sports fractures of the distal radius. Epidemiology and outcome. Injury (1995) 26: 33-36
63.	Letsch R, Schmit- Neuerburg KP, Schux M	Zur Wahl des Operationsverfahrens am distalen Radius. Bohrdraht versus Platte. Akt. Traumat. 17 (1987): 113 – 119
64.	Lidström, A	Fractures of the distal end of the radius. A Clinical and Statistical Study of End Results. Acta. Orthop. Scand. (Suppl.) 41 (1959)
65.	Loeweneck H	Funktionelle Anatomie für Krankengymnasten. Pflaum Verlag München (1985): 180
66.	MacDermid JC, Donner A, Richards RS, Roth JH	Patient versus injury factors as predictors of pain and disability six months after a distal radius fracture. J Clin Epidemiol (2002) 55: 849-854
67.	Madsen KP	Colles' Fracture. J. Amer. Osteopath. Ass. 58 (1959): 484 zit nach Frykman
68.	Martinek H	Zur Traumatologie des Discus Articularis des Handgelenks. Arch Orthop Unfall-Chir (1977) 87: 285-297
69.	Martini KA, Fromm B	Die sekundäre Arthrose des Handgelenkes bei in Fehlstellung verheilter und nicht korrigierter distaler Radiusfraktur. Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 23 (1991): 249-254
70.	Mason ML	Colles' Fracture. A Survey of End Results. Brit. J. Surg. 40 (1953): 340
71.	Matsumoto K, Sumi H, Sumi Y, Shimizu K	Wrist Fractures From Snowboarding A Prospective Study for 3 Seasons From 1998 to 2001 Clin J Sport Med (2004) 14: 64-71
72.	May MM, Lawton JN, Balzar PE	Ulnar Styloid Fractures Associated With Distal Radius Fractures: Incidence and Implications for Distal Radioulnar Joint Instability. J Hand Surg [Am] (2002) 27: 965-971
73.	Mehara AK, Rastogi S, Bhan S, Dave PK	Classification and treatment of volar Barton fractures. Injury (1993) 24: 55-59
74.	Melone C	Distal Radius Fractures: Patterns of Fragmentation. Orthop. Clin. N. Am. 24 (1993): 239-253
75.	Moll KJ, Moll M	Kurzlehrbuch Anatomie. Urban & Fischer (2000): 158, 159, 166
76.	Müller M.E., Nazarin S., Koch P.	Klassifikation AO der Frakturen. Springer-Verlag (1979)
77.	Nesbitt KS, Failla JM, Les C	Assessment of Instability Factors in Adult Distal Radius Fractures J Hand Surg [Am] (2004) 29: 1128-1138
78.	Nicole R	Über die Ursache der Sudeck'schen Atrophie bei Frakturen. Helv. Med. Acta. 11 (1944): 533
79.	Nigst H	Handgelenksnahe Speichenbrüche des Erwachsenen. Unfallheilkunde 82 (1979): 1-6
80.	Ochman S, Frerichmann U, Armsen N et al	Ist die Behandlung der instabilen distalen Radiusfraktur beim älteren Menschen mittels Fixateur externe nicht mehr indiziert? Unfallchirurg (2006) 109: 1050-1057
81.	Oestern H-J	Distale Radiusfrakturen Chirurg 70 (1999): 1180-1192
82.	O'Neill TW, Cooper C et al	Incidence of Distal Forearm Fracture in British Men and Women. Osteoporosis Int (2001) 12: 555-558
83.	Palmer AK, Glisson BS et al	Ulnar variance determination. J Hand Surg [Am] (1982) 7: 376-379

84.	Platzer W	Taschenatlas der Anatomie. Bewegungsapparat, Band I. Thieme (1986)
85.	Poigenfürst J, Tuchmann A	Die Bedeutung der ulnaren Bandverletzung bei Speichenbruch an typischer Stelle. Handchir. 220 (1978): 121-124
86.	Poigenfürst2 J	Brüche am distalen Unterarmende. Einteilung der Bruchform und Indikation. Unfallheilkunde 148 (1979): 53
87.	Putz R, Pabst R	Sobotta – Atlas der Anatomie des Menschen. Urban & Fischer (2000): Band 1: 174,175, 179, 180, 181
88.	R	R Development Core Team (2007). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org.
89.	Rehn J	Behandlungsergebnisse typischer Radiusfrakturen. Der Chirurg 36, H-5 (1965): 206
90.	Rikli DA, Kupfer K, Bodoky A	Long-Term Results of the External Fixation of Distal Radius Fractures J Trauma (1998) 44: 970-976
91.	Rikli D, Regazzoni P	Distale Radiusfrakturen Schweiz Med Wochenschr (1999) 129: 776-785
92.	Roumen RMH, Hesp WLEM, Bruggink EDM	Unstable Colles' Fractures in Elderly Patients. A randomised trial of external fixation for redisplacement. J Bone Joint Surg (1991) 73: 307-311
93.	Rozental TD, Branas CC et al	Survival Among Elderly Patients After Fractures of the Distal Radius. J Hand Surg [Am] (2002) 27: 948-952
94.	Salter RB, Harris RW	Injuries involving the epiphyseal plate. J. Bone Joint Surg. (1963): 587
95.	Scheibe G, Karitzky B	Das funktionelle Hautkapillarbild bei der Sudeck'schen Krankheit. Chirurg 25 (1954): 202
96.	Schicker N	Zur Behandlung distaler Radiusfrakturen. Akt. Traumatol. 12 (1982): 129-133
97.	Schima E	Der Heilungsverlauf der Frakturen im distalen Unterarmbereich und seine röntgenologische Überwachung. Arch. Orthop. Unfallchir. Bd 50 (1959): 400-410
98.	Schleicher C, Neumann R	Zur Häufigkeit von Röntgenuntersuchungen beim Heilungsverlauf distaler Radius- und Fibulafrakturen. Radiolog. Diagn. 25 (1984): 425
99.	Schlosser D	Sudecksche Dystrophie nach Verletzungen des distalen Radiusendes und der Handwurzel. Langenbecks Arch Chir (1973) 334: 203-209
100.	Schmalholz A	Epidemiology of Distal Radius Fracture in Stockholm 1981-1982. Acta Orthop. Scand. 59(6) (1988): 701-703 Unfallheilkunde 148 (1979): 70-80
101.	Schmit-Neuerburg KP, Weiss H, Oestern HJ	Die Bohrdrahtosteosynthese. Unfallheilkunde 148 (1979): 70 - 80
102.	Schweiberer L	Frakturen des distalen Radiusendes: Klassifizierung und konservative Behandlung Langenbecks Arch Chir (1973) 334: 171-180
103.	Schweiberer L	Rundgespräch zum Thema Frakturen und Luxation im Bereich des distalen Radiusendes und der Handwurzel. Langenbecks Arch. Klein. Chir. 334 (1973b): 221-223
104.	Seiler H	Eine Nachuntersuchung von 169 Patienten mit typischer Radiusfraktur aus den Jahren 1960-1967. Dissertation Saarbrücken (1970)

105.	Seiler H, Omlor G, Betz A	Zur operativen Therapie bei der frischen distalen Radiusfraktur. Unfallheilkunde 84 (1981): 139 - 149
106.	Siebert HR, Klonz A	Distale Radiusfraktur. Unfallchirurg (2005) 108: 135-153
107.	Smith RW	A Treatise on Fractures in the Vincity of Joints and a Certain Form of Accidental and Congenital Dislocations. Dublin, Hudges and Smith (1947)
108.	Späth O	Über Radiusfrakturen an typischer Stelle. Dissertation, München (1970)
109.	Sudeck P	Über die akute, entzündliche Knochentherapie. Langenbecks Arch. Klein. Chir. 62 (1900): 148
110.	Sudeck P	Die so genannte akute Knochenatrophie als Entzündungsvorgang. Chirurg 14 (1942): 449
111.	Topar CD	Ergebnisse nach Osteosynthese distaler Radiusfrakturen mit dem Fixateur externe. Dissertation, München (2006)
112.	Tscherne H, Jähne J	Aktueller Stand der distalen Radiusfraktur. Unfallchirurg 93 (1990): 157 bis 164
113.	Tränkle M, v Schoonhoven J Krimmer H, Lanz U	Indikation und Ergebnisse der Ulnaverkürzungsosteotomie bei ulnokarpalem Handgelenkschmerz. Unfallchirurg (2000) 103: 197-202
114.	Trumble TE, Wagner W, Hanel DP et al	Intrafocal (Kapandji Pinning of Distal Radius Fractures With and Without External Fixation. J Hand Surg [Am] 23: 381-394
115.	Vogt MT, Cauley JA, Tomaino MM, Stone K et al	Distal Radius Fractures in Older Women: A 10-Year Follow-Up Study of Descriptive Characteristics and Risk Factors. The Study of Osteoporotic Fractures. J Am Geriatr Soc (2002) 50: 97-103
116.	Warwick D, Field J et al	Function Ten Years After Colles Fracture. Clin. Orthop. 295 (1993): 270-274
117.	Westphal T, Piatek S, Schubert S, Winckler S	Outcome after surgery of distal radius fractures: No Differences between external fixation and ORIF Arch Orthop Trauma Surg (2005) 125: 507-514
118.	Willenegger H, Guggenbühl A	Zur operativen Behandlung bestimmter Fälle von distalen Radiusfrakturen. Helv Chir Acta 26 (1959): 81 - 85
119.	[*Willmen] HR, Eggerath A	Die percutane intramedulläre Bohrdrahtspickung dislokationsgefährdeter Radiusfrakturen loco typico. Chirurg 54 (1983): 98-102
120.	Zacharias J	Beiträge zur Therapie der Fraktur des Radius an typischer Stelle. Zentralbl Chir 91(5) (1966): 141 - 146
121.	Ziegler J-P, Remiger A	Die Behandlung instabiler distaler Radiusfrakturen mit dem nicht gelenküberbrückenden kleinen AO-Fixateur externe. Unfallchirurg (1996) 99: 836-840
122.	Zwack M, Kempf P, Stelzig HH	Distale Radiusfraktur – Behandlungsergebnisse, Indikation zur konservativen, halboperativen und operativen Therapie. Unfallchir. 14 (1988): 125-132 (Nr3)

8. Danksagung

Danken möchte ich Herrn Privatdozenten Dr. S. Piltz für die freundliche Überlassung des Themas.

Besonderer Dank Gebührt Herrn Dr. R. Kirchner und Herrn Dr. J. Zaspel für die exzellente Betreuung und ihre ständige Bereitschaft mit Rat und Tat zur Stelle zu sein.

Ganz herzlich danken möchte ich Herrn A. Schmeller für die gute Kooperation bei gemeinsamen Arbeiten.

Mein spezieller Dank gilt Herrn F. Siegel für die vielen Stunden hingebungsvoller Bemühungen um meine statistische Auswertung.

Vielen Dank an die Ärzte der Unfallchirurgie des Klinikums Großhadern für die fachlichen Beratungen, die Mitarbeiter der Chirurgischen Poliklinik A für ihre Geduld und Unterstützung während meiner Untersuchungen und an die Mitarbeiter der Röntgenabteilung B für die raschen Befundungen.

Bedanken möchte ich mich auch bei meiner Familie: Meinem Vater für die Anspornenden Worte, meiner Mutter für das stets offene Ohr, meiner Schwester und ihrem Ehemann für ihre konstruktive Unterstützung und meiner Ehefrau Astrid Frenssen für ihre unerschütterliche Geduld.

9. Lebenslauf

Name	Noweck
Vorname	Christian
Geburtstag und -ort	10.09.1979 in Brunsbüttel
Familienstand	verheiratet
Vater	Professor Dr. Klaus Friedrich Noweck, Diplom Chemiker
Mutter	Hildegard Noweck, geb. Kampmeyer, Grundschullehrerin
Geschwister	Dr. Kathrin Wittmann, geb. Noweck, Unfallchirurgin
Schulbesuch	1986 bis 1990: Grundschule West – Brunsbüttel 1990 bis 1999: Gymnasium Brunsbüttel Juni 1999: Abitur
Zivildienst	Juli 1999 bis Juni 2000 – Krankenpflege im WKK Brunsbüttel
Studium	Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München: Beginn zum Sommersemester 2001 Ärztliche Vorprüfung im August und September 2003 Praktisches Jahr vom August 2006 bis zum Juli 2007 Zweiter Teil der ärztlichen Prüfung im Herbst 2007 Approbation am 27.11.2007 Seit Oktober 2008: Masterstudiengang „Gesundheits-Management“ an der Hochschule Ingolstadt
Berufsausbildung	Seit April 2008: Allgemein-, Viszeral-, Thorax- und Endokrine Chirurgie & Chirurgische Intensivüberwachung des Klinikums Ingolstadt

Eching, im Februar 2010

Christian Noweck