

# Erstellung eines Frakturregisters und Analyse des Outcomes nach operativer Versorgung von distalen Radiusfrakturen mittels Patient Reported Outcome Measures (PROM).

Johannes Rüdiger Rammensee

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung eines  
Doktors der Medizin (Dr. med.)  
genehmigten Dissertation.

Vorsitz: Prof. Dr. Gabriele Multhoff

Prüfer\*innen der Dissertation:

1. Priv. – Doz. Dr. Helen Abel
2. Priv. – Doz. Dr. Peter Prodingner

Die Dissertation wurde am 26.08.2023 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 21.02.2023 angenommen.

Meiner Ines gewidmet

<b>1</b>	<b>Inhalt</b>	
2	Abkürzungsverzeichnis .....	8
3	Synopsis .....	9
4	Einleitung .....	12
4.1	Die distale Radiusfraktur .....	12
4.1.1	Anatomie .....	13
4.1.1.1	Radioulnargelenk .....	14
4.1.1.2	Radiocarpalgelenk.....	14
4.1.1.3	Muskeln.....	15
4.1.1.4	Innervation .....	16
4.1.1.5	Blutversorgung .....	17
4.1.2	Klassifikation.....	18
4.1.2.1	Eponyme.....	18
4.1.2.2	AO-Klassifikation .....	19
4.1.3	Begleitverletzungen .....	21
4.1.4	Therapiemöglichkeiten .....	23
4.1.4.1	Konservative Therapie .....	23
4.1.4.2	Operative Therapie.....	25
4.1.4.2.1	Postoperative Komplikationen.....	27
4.2	Vorhandene postoperative Evaluierungskonzepte zur Beurteilung des postoperativen Outcomes.....	29
4.2.1	Telefonanrufe.....	29
4.2.2	Nachuntersuchungen in der Klinik.....	30
4.2.3	Fragebögen .....	30
4.3	Zielsetzung .....	31
5	Patienten und Methoden.....	33
5.1	Munich Wrist Questionnaire .....	33

5.1.1	Subjektiver Abschnitt .....	33
5.1.2	Objektiver Abschnitt .....	33
5.2	Aufbau eines Frakturregisters.....	34
5.2.1	Patientenakquise .....	34
5.2.1.1	Definierung des Frakturkollektivs.....	34
5.2.1.2	Rekrutierung des Kontrollkollektivs .....	35
5.3	Auswertung.....	35
5.3.1	Deskriptive Auswertung .....	35
5.3.2	Vergleichende Analysen.....	36
5.3.2.1	Mann-Whitney-U-Test .....	36
5.3.2.2	Altersvergleich der Frakturtypen .....	36
5.3.2.3	Kruskal Wallis One way analysis of variances (ANOVA).....	36
5.3.2.4	Funktionsunterschiede innerhalb der Fraktur- und Kontrollkohorte.	37
5.3.2.4.1	Geschlecht.....	37
5.3.2.4.2	Alter .....	37
5.3.2.4.3	Untersuchte Handseite .....	37
5.3.2.4.4	Dominanz des Handgelenkes .....	37
5.3.2.4.5	Vergleich mit der Kontrollgruppe.....	37
5.3.2.4.6	Frakturtypen.....	37
6	Ergebnisse .....	39
6.1	Aufbau eines Frakturregisters.....	39
6.1.1	Kontrollgruppe .....	39
6.1.1.1	Geschlecht .....	39
6.1.1.2	Alter.....	39
6.1.1.3	Untersuchte Handseite.....	40
6.1.1.4	Dominanz des Handgelenkes .....	40

6.1.2	Gesamte Frakturgruppe .....	40
6.1.2.1	Geschlecht .....	41
6.1.2.2	Alter.....	41
6.1.2.3	Untersuchte Handseite.....	42
6.1.2.4	Dominanz des Handgelenkes .....	42
6.1.2.5	Klassifikation .....	42
6.1.2.6	Komplikationen.....	42
6.1.3	Typ A-Frakturen.....	43
6.1.3.1	Geschlecht .....	43
6.1.3.2	Alter.....	43
6.1.3.3	Untersuchte Handseite.....	44
6.1.3.4	Dominanz des Handgelenkes .....	45
6.1.4	Typ B-Frakturen .....	45
6.1.4.1	Geschlecht .....	45
6.1.4.2	Alter.....	45
6.1.4.3	Untersuchte Handseite.....	46
6.1.4.4	Dominanz des Handgelenkes .....	46
6.1.5	Typ C-Frakturen .....	46
6.1.5.1	Geschlecht .....	46
6.1.5.2	Alter.....	47
6.1.5.3	Untersuchte Handseite.....	47
6.1.5.4	Dominanz des Handgelenkes .....	48
6.1.5.4.1	Altersvergleich.....	48
6.2	Funktionsmessungen .....	49
6.2.1	Kontrollgruppe .....	49
6.2.1.1	Geschlecht .....	49

6.2.1.2	Alter.....	50
6.2.1.3	Untersuchte Handseite.....	51
6.2.1.4	Dominanz des Handgelenkes .....	52
6.2.2	Gesamte Frakturgruppe .....	53
6.2.2.1	Geschlecht .....	53
6.2.2.2	Alter.....	54
6.2.2.3	Untersuchte Handseite.....	55
6.2.2.4	Dominanz des Handgelenkes .....	56
6.2.2.5	Vergleich mit Kontrollgruppe .....	57
6.2.3	Typ A Frakturen .....	60
6.2.3.1	Geschlecht .....	60
6.2.3.2	Alter.....	60
6.2.3.3	Untersuchte Handseite.....	61
6.2.3.4	Dominanz des Handgelenkes .....	62
6.2.3.5	Vergleich mit Kontrollgruppe .....	63
6.2.4	Typ B Frakturen .....	65
6.2.4.1	Geschlecht .....	65
6.2.4.2	Alter.....	65
6.2.4.3	Untersuchte Handseite.....	66
6.2.4.4	Dominanz des Handgelenkes .....	67
6.2.4.5	Vergleich mit Kontrollgruppe .....	68
6.2.5	Typ C Frakturen .....	70
6.2.5.1	Geschlecht .....	70
6.2.5.2	Alter.....	70
6.2.5.3	Untersuchte Handseite.....	71
6.2.5.4	Dominanz des Handgelenkes .....	72

6.2.5.5	Vergleich mit Kontrollgruppe .....	73
6.2.6	Vergleich der Frakturtypen.....	75
7	Diskussion .....	76
7.1	Methodik.....	76
7.1.1	Munich Wrist Questionnaire .....	76
7.2	Aufbau eines Frakturregisters.....	77
7.2.1	Patientenakquise .....	77
7.2.2	Kontrollgruppe .....	80
7.2.3	Epidemiologische Daten.....	80
7.2.4	Behandlung.....	83
7.2.5	Komplikationen .....	84
7.2.6	Typ A Frakturen .....	85
7.2.7	Typ B Frakturen .....	86
7.2.8	Typ C Frakturen .....	88
7.3	Funktionsmessungen .....	89
7.3.1	Kontrollgruppe .....	89
7.3.2	Gesamte Frakturgruppe .....	90
7.3.3	Typ A Frakturen .....	92
7.3.4	Typ B Frakturen .....	92
7.3.5	Typ C Frakturen .....	93
7.3.6	Vergleich der Frakturtypen.....	94
8	Fazit.....	96
9	Zusammenfassung.....	97
10	Literatur.....	99
11	Publikationen auf Grundlage des Frakturregisters .....	105
12	Danksagung.....	106

## 2 Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Abb.	Abbildung
ANOVA	Kruskal Wallis one way analysis of variances
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
Art.	Articulatio
BMC	BioMed Central
CRPS	complex regional pain syndrome/komplex-regionales Schmerzsyndrom
CTS	Carpal tunnel syndrome
DASH	disabilities of the arm, shoulder and hand
DRF	distale Radiusfraktur
Lig.	Ligamentum
LT-Band	lunotriquetales Band
M.	Muskulus
Mm.	Musculi
MRI	Klinikum Rechts der Isar München
MRT	Magnetresonanztomographie
MW	Mittelwert
MWQ	Munich Wrist Questionnaire, Munich Wrist Questionnaire
MWUT	Man-Whitney-U-Test, Mann-Whitney-U-Test
N.	Nervus
OP	Operation
ORIF	Open Reposition and Internal Fixation
PCORI	Patient-Centered Outcomes Research Institute
PROM	patient reported outcome measure
PRWE	Patient-Rated Wrist Evaluation
ROM	Range of motion
SAP	Systeme, Anwendungen, Produkte
SD	Standard Deviation/ Standardabweichung
SL-Band	Scapholunäre Band
TFCC	triangular fibrocartilage complex of the wrist

### **3 Synopsis**

Die distale Radiusfraktur ist die häufigste Fraktur des Menschen. Während Inzidenzen von 100 bis 400/100.000 die klinische Bedeutung unterstreichen, wird der optimale Therapieansatz weiterhin kontrovers diskutiert, wie beispielsweise von Bartl et al. in der ORCHID-Studie [1, 2]. Allgemeines Therapieziel sollte bei meist hohem funktionellem Anspruch die schmerzlose Wiederherstellung der Funktion sein.

Um eine hohe Versorgungsqualität und Patientenzufriedenheit herstellen zu können bzw. beizubehalten, ist es von essenzieller Bedeutung, die Behandlungsergebnisse zu analysieren, um für ein besseres Outcome (subjektiv und objektiv) gegebenenfalls die Therapie anpassen zu können. Hierzu eignen sich PROMs (patient reported outcome measures), die sowohl das funktionelle Ergebnis als auch die Patientenzufriedenheit und ggf. Einschränkungen im Alltag untersuchen.

Derzeit existieren in Deutschland keine zentralen Frakturregister, wie beispielsweise das von Rundgren et al. veröffentlichte aus Schweden [3, 4]. Registeranalysen haben durch ihre hohe Probandenzahl eine hohe Aussagekraft und sollten so in der Qualitätssicherung und der Therapieplanung eine maßgebende Rolle spielen. In unserer Studie wurde ein Frakturregister mittels PROM erstellt und die gesammelten Daten analysiert. Wir nutzten den Munich Wrist Questionnaire (MWQ), welcher sowohl subjektive (Zufriedenheit, Einschränkungen im Alltag) als auch objektive (ROM, Griffstärke) Parameter nach einer Verletzung des Handgelenkes misst.

Alle 1796 Patienten, die im Zeitraum vom 01.01.2006 und dem 18.07.2016 aufgrund einer distalen Radiusfraktur im Universitätsklinikum Rechts der Isar München operativ behandelt worden sind, wurden in der Studie angeschrieben. Am Ende konnten 339 verwertbare Fragebögen ausgewertet werden. Teile der Arbeit sind bereits in zwei Arbeiten veröffentlicht worden [5, 6].

Die Fragestellungen ließen sich wie folgt beantworten:

1. *Lässt sich durch eine retrospektiv Outcomeanalyse mittels PROM bei der distalen Radiusfraktur ein Frakturregister aufbauen?*

Mit 339 eingeschlossenen Patienten ist es uns gelungen, ein lokales Frakturregister für den Untersuchungszeitraum zu erstellen. Die Anzahl an eingeschlossenen Patienten reicht erwartungsgemäß nicht an Registerstudien oder Metaanalysen heran, lässt aber dennoch aussagekräftige Rückschlüsse auf Behandlungsergebnisse zu. Zudem kann das Register weitergeführt werden und so auch in Zukunft bzw. über einen längeren Zeitraum Daten über die Behandlungsergebnisse und epidemiologischen Zahlen geben.

2. *Gibt es funktionelle und/oder epidemiologische Unterschiede zwischen Männern und Frauen?*

Unsere Daten bestätigen den prozentual deutlich höheren Anteil an weiblichen Patienten aus der Literatur (72% vs. 28% männlich). Zudem waren Frauen durchschnittlich älter als männliche Patienten (weiblich:  $60 \pm 15$  Jahre vs. männlich:  $50 \pm 16$  Jahre). Die am seltensten auftretenden Typ B Frakturen haben einen größeren männlichen Anteil als Typ A oder Typ C Frakturen (Typ B: 45%, Typ A: 20%, Typ C: 30%). Das funktionelle postoperative Ergebnis war statistisch sehr ähnlich (männlich und weiblich  $91 \pm 11\%$ ).

3. *Gibt es funktionelle und/oder epidemiologische Unterschiede abhängig von der betroffenen Seite?*

Es traten etwas mehr Frakturen der linken Handhälfte auf (57%). Ebenso war die nicht-dominante Handhälfte etwas häufiger betroffen (57%). Hinsichtlich der Funktion wiesen die Patienten weder in Bezug auf die Handseite (rechts  $90 \pm 12\%$  vs. links  $92 \pm 11\%$ ) noch auf die Dominanz des betroffenen Handgelenkes (dominant  $90 \pm 12\%$  vs. nicht-dominant  $92 \pm 11\%$ ) einen signifikanten Unterschied auf.

4. *Unterscheiden sich junge und alte Patienten im postoperativen Outcome?*

Während in der Kontrollgruppe die älteren Probanden einen schlechteren MWQ-Wert aufwiesen ( $< 65$  Jahre:  $98 \pm 4\%$  vs.  $> 64$  Jahre:  $92 \pm 7\%$ ), zeigten sich die Patienten nach Fraktur mit ähnlichen Werten im Altersvergleich ( $< 65$  Jahre:  $92 \pm 12\%$  vs.  $> 64$  Jahre:  $90 \pm 11\%$ ). Lediglich in den nach AO klassifizierten

Untergruppen zeigte sich bei Typ B Frakturen ein signifikant schlechteres Ergebnis der über 64-jährigen ( $> 64$ :  $83 \pm 11\%$  vs.  $< 65$ :  $96 \pm 9\%$ ).

5. *Ist das funktionelle Outcome des Patientenkollektivs schlechter als die Funktion des Kontrollkollektivs?*

Die Frakturgruppe zeigte insgesamt eine schlechtere Funktion als die Kontrollgruppe (Fraktur:  $91 \pm 11\%$  vs. Kontrolle:  $96 \pm 6\%$ ). Während die jungen Patienten ( $< 65$  Jahre) mit Fraktur ein schlechteres Ergebnis erzielten als ihre Kontrolle (Fraktur:  $92 \pm 12\%$  vs. Kontrolle:  $98 \pm 4\%$ ), zeigten sich bei den älteren Patienten ( $> 64$  Jahre) keine signifikanten Unterschiede (Fraktur:  $90 \pm 11\%$  vs. Kontrolle  $92 \pm 7\%$ ).

6. *Lässt sich anhand der Klassifikation nach AO eine Aussage über das spätere postoperative Outcome treffen?*

Die Frakturtypen haben einen Einfluss auf die Funktion. Typ A Frakturen haben ein besseres Outcome als Typ B Frakturen, die wiederum ein besseres Outcome als Typ C Frakturen haben. Der Unterschied zwischen Typ A und Typ C Frakturen ist signifikant ( $95 \pm 7\%$  vs.  $91 \pm 11\%$ ).

Zusammenfassend haben wir mit unserer Studie erfolgreich ein lokales Frakturregister über distale Radiusfrakturen erstellt. Das postoperative Monitoring des Behandlungsergebnisses mittels PROM und hierbei die Erstellung/ Weiterführung eines Frakturregisters ist in der Qualitätssicherung unabdingbar.

Während sich auch in unserer Studie altbekannte epidemiologische Verteilungsmuster erkennen lassen (Frauen häufiger betroffen als Männer, Frauen im Schnitt älter) hat auch das Alter einen starken Einfluss auf die Funktion im Handgelenk. Während in der Normalbevölkerung mit steigendem Alter die Funktion abnimmt, sind insbesondere junge Patienten nach Fraktur stärker eingeschränkt als entsprechend im Handgelenk Gesunde. Diesbezüglich sollte das postoperative Outcome insbesondere bei jungen Patienten kritisch kontrolliert werden, und Therapien ggf. angepasst werden.

## **4 Einleitung**

### **4.1 Die distale Radiusfraktur**

Die distale Radiusfraktur, im folgenden DRF genannt, ist die häufigste Fraktur des menschlichen Körpers [4, 7, 8] und nimmt damit eine bedeutende Rolle im unfallchirurgischen Alltag ein.

Insgesamt variieren die Inzidenzangaben in der Literatur zwischen 100/100.000 und 400/100.000 für Frakturen in Skandinavien, Großbritannien und Deutschland [9-12]. Es gibt verschiedene signifikante Abweichungen, unter anderem schwanken die Werte je nach Jahreszeit, Wochentag und Wetterbedingungen [4, 9, 10]. Da es kein zentrales Frakturregister gibt, sind genauere Fallzahlen innerhalb Deutschlands schwierig zu erheben.

Geschlecht und Alter spielen eine wichtige Rolle in Bezug auf die Inzidenzen von distalen Radiusfrakturen. Bei Kindern und Jugendlichen unter 18 Jahren sind Jungen häufiger betroffen als Mädchen [4, 13, 14]. Dabei steigt die Häufigkeit einer distalen Radiusfraktur mit steigendem Alter, mit der höchsten Auftrittswahrscheinlichkeit zwischen ca. 10 bis 12 Jahren für Mädchen und ca. 12 bis 14 Jahren für Jungen. Hier schreitet in der Pubertät das Knochenwachstum schneller voran, als die Mineralisation und die Knochendichte ist so im Vergleich zu anderen Altersgruppen relativ niedrig [14-16]. Auch im jungen Erwachsenenalter sind männliche Patienten häufiger betroffen als weibliche Patienten [13, 17, 18]. Während distale Radiusfrakturen bei jungen Erwachsenen und Jugendlichen ab der Pubertät gehäuft vorkommen, sind sie im weiteren Erwachsenenalter eher selten, bevor sie im älteren Erwachsenenalter ihre höchste Inzidenz erreichen [13, 17-20]. Im Gegensatz zum Inzidenzhöhepunkt bei jungen männlichen Erwachsenen tritt bei älteren Erwachsenen die DRF bei Frauen um den Faktor 4:1 häufiger auf als bei Männern. Ausschlaggebend hierfür ist unter anderem die Osteoporose [4, 12, 13, 17, 18, 21]. Insgesamt nimmt die Inzidenz der distalen Radiusfrakturen mit steigendem Lebensalter zu [17]. Ab dem Alter von 60 Jahren beträgt die Restlebenszeitprävalenz 15% für Frauen und 2% für Männer [22]. Studien, in denen die untersuchten Patienten in eine ältere und eine jüngere Gruppe unterteilt werden, trennen die Gruppen daher meist ungefähr im Alter von 60 Jahren [8] bzw. 65 Jahren [22-24]. Die Mehrzahl der untersuchten Patienten fällt nach dieser Teilung in die jüngere Kohorte: 74% [8] bzw. 63% [23]. Während die

distale Radiusfraktur des älteren Erwachsenen häufig nach Stürzen aus dem Stand und anderen niedrigenergetischen Traumata entsteht, liegt bei jüngeren Patienten meist ein höherenergetischer Unfallmechanismus vor (Sport, Autounfall...)[4, 13, 22]. Der Unfallmechanismus der Jugendlichen gleicht dem der jüngeren Erwachsenen[4, 13].

In der Literatur gibt es unterschiedliche Inzidenzangaben bezüglich der betroffenen Seite einer distalen Radiusfraktur. Insbesondere in Ländern ohne Frakturregister ist es schwierig, statistisch signifikante Ergebnisse ohne Selektionsbias zu bekommen. Während im schwedischen Register von Rundgren et al. das linke Handgelenk häufiger betroffen ist (56%), geben andere Autoren ausgeglichene bis gegensätzliche Verteilungen an (Ahmed et al.: links 43%; Bartl et al.: links 51%) [1, 4, 25].

Koo et al. beschreiben das Verteilungsmuster zwischen dominanten und nicht-dominanten distalen Radiusfrakturen als ähnlich. Sie konnten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der betroffenen Handseite und der Dominanz derselben finden [8].

Bei einem insgesamt hohen funktionellen Anspruch an das Handgelenk und die Griffkraft in beinahe jeder täglichen Aktivität ist es von größtem Interesse, eine möglichst schmerzlose Wiederherstellung der Funktion des Handgelenkes zu erlangen [12]. Die schmerzfreie Funktion des Handgelenkes ist sowohl für den Wiedereinstieg ins Berufsleben als auch für den Alltag von essentieller Bedeutung [26].

#### **4.1.1 Anatomie**

„Die distale Radiusfraktur ist eine Verletzung eines „komplexen Gelenks“, das funktionell aus vier Teilgelenken besteht und den multidirektionalen Einsatz des Handgelenkes gewährleistet.“ [12]

Im Handgelenk interagieren Radius, Ulna sowie Carpalknochen miteinander und bilden den Übergang von Unterarm zur Hand. Radioulnar-, Radiocarpal- und Mediocarpalgelenk ermöglichen das Greifen und Halten verschiedener Objekte in drei Freiheitsgraden [27].

#### **4.1.1.1 Radioulnargelenk**

Im Radioulnargelenk artikulieren die beiden distalen knöchernen Anteile des Unterarmes miteinander. Der distale Radius und die distale Ulna bilden ein Radgelenk, welches zusammen mit dem proximalen Radioulnargelenk die Bewegungen Pronation und Supination ermöglicht. Stabilisiert wird dieses Gelenk sowohl durch den Musculus pronator quadratus, der bei Supination seine größte Kontraktion erreicht [28, 29], als auch durch verschiedene Bandstrukturen. Besonders hervorzuheben ist hier der von Palmer und Werner 1981 beschriebene „triangular fibrocartilage complex of the wrist“ (TFCC), der sowohl den Diskus triangularis zwischen Ulna und proximalen Handwurzelknochen als auch einige Bänder beinhaltet. Damit stabilisiert es das distale Radioulnargelenk und sorgt für eine gleichmäßigere axiale Druckverteilung auf Radius und Ulna [28, 30, 31].

#### **4.1.1.2 Radiocarpalgelenk**

In der Art. radiocarpalis, interagieren in einem Ei- bzw. Ellipsoidgelenk distaler Radius mit Os lunatum und Os scaphoideum. Dieses Gelenk ist Teil des proximalen Handgelenkes. Die karpale Gelenkseite des Radius ist durch einen First in zwei Facetten unterteilt [27]. Der Ulnakopf ist auf gleicher Höhe wie die ulnare Facette mit einer Varianz von zwei Millimeter. Abweichungen von dieser Varianz werden *Minus-* bzw. *Plusvariante* bezeichnet [12]. Die Art. radiocarpalis ist vor allem an der Flexion und Extension beteiligt und Ihre Kapsel wird mit muskulären und ligamentären Strukturen stabilisiert. Unter anderem zählen hierzu nach Lig. collaterale carpi radiale, das Lig. radiocarpale palmare sowie das Lig. scapholunatum [27, 32].

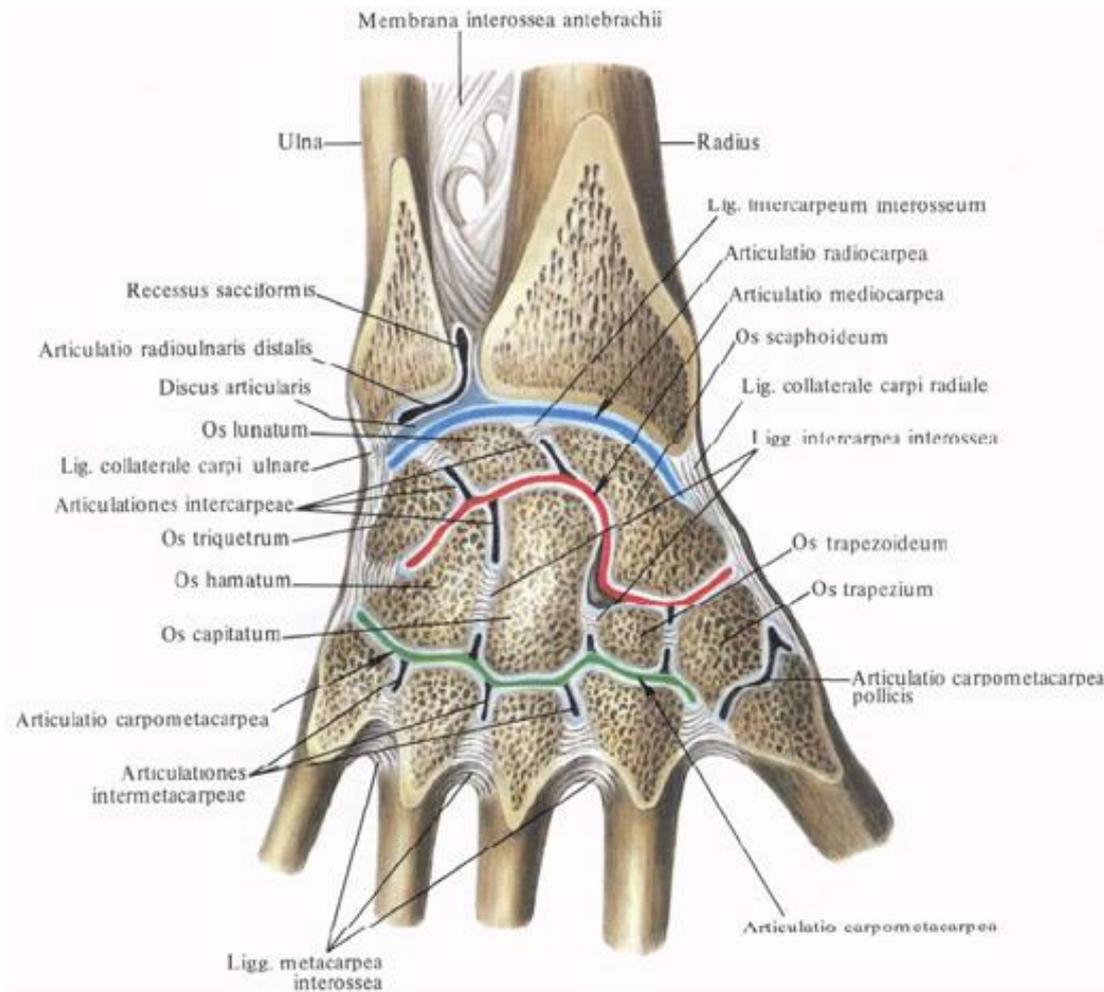


Abbildung 1: Anatomie des Handgelenkes

(Quelle: [https://anatomy\\_atlas.academic.ru/pictures/anatomy\\_atlas/aa/258.jpg](https://anatomy_atlas.academic.ru/pictures/anatomy_atlas/aa/258.jpg); Stand 01.08.2020)

#### 4.1.1.3 Muskeln

Die meisten der 19 Unterarmmuskeln des Menschen bewegen das Handgelenk in irgendeiner Art und Weise. Sie lassen sich in fünf verschiedene Gruppen gliedern [33]:

Die Gruppe der oberflächlichen und der tiefen Flexoren, der Radialismuskulatur, den oberflächlichen und den tiefen Extensoren [33]. Auch der M. biceps brachii spielt als Oberarmmuskel eine Rolle in der Supination bei gebeugtem Ellenbogengelenk [33].

#### **4.1.1.4 Innervation**

Die Hand wird sensibel und motorisch von allen „langen Ästen“ des Plexus brachialis innerviert.

Der N. radialis ist vor allem motorisch für die Extensoren zuständig. Sensibel innerviert er auf der dorsalen Seite Daumen, Zeigefinger außer Fingerkuppe und radiale Seite des Mittelfingers außer Fingerkuppe, auf der palmaren Seite die radiale Außenseite des Thenars [33].

Der N. ulnaris innerviert am Unterarm einige Flexoren, bevor er auf dem Retinaculum musculorum flexorum radial des Os pisiforme durch die Guyon-Loge zieht [33]. Danach teilt er sich in einen sensiblen Ramus superficialis und einen motorischen Ramus profundus auf und gibt kleine Äste zu den ulnar liegenden Muskeln ab [33].

Nachdem der N. medianus bereits einige Muskeln am Unterarm innerviert, zieht er geschützt durch die Sehnenscheiden zusammen mit den Mm. flexores digitorum superficialis und profundus, sowie M. flexor pollicis longus und M. flexor carpi radialis durch den Karpaltunnel. Sensibel innerviert er palmar den Thenar, ulnarseitig den Daumen, palmar Zeige- und Mittelfinger, palmar radiale Seite den Mittelfinger, dorsal die Fingerkuppen von DII, DIII und die radiale Seite der DIV Fingerkuppe [33].

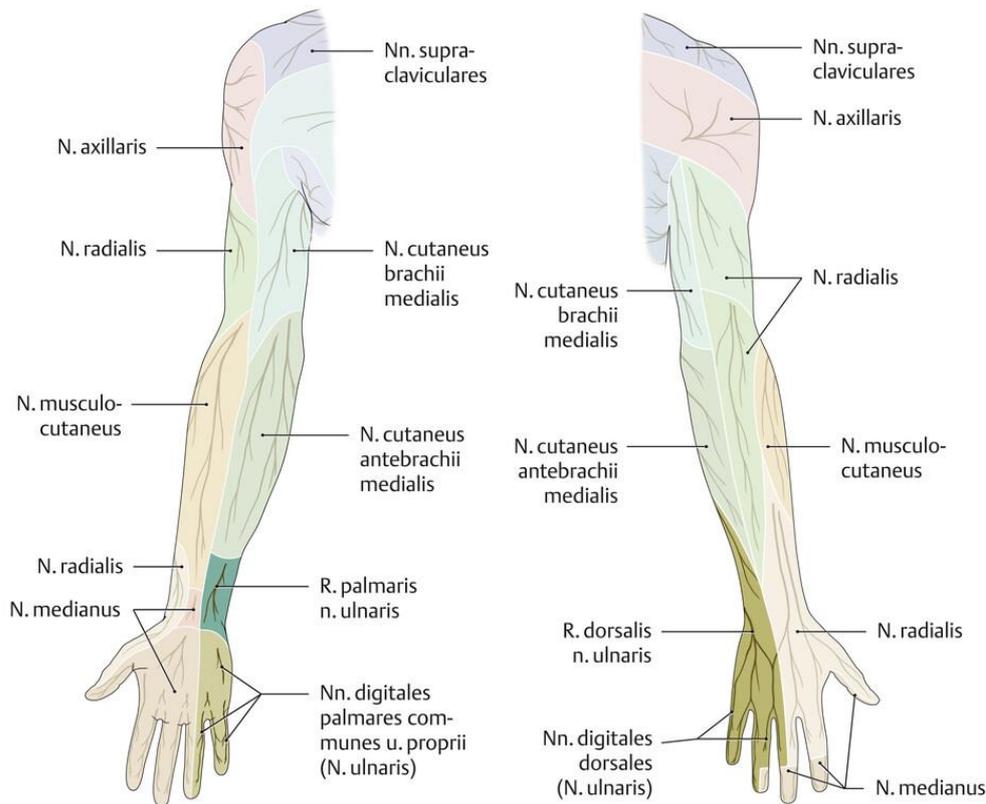


Abbildung 2: Innervation des Armes

(Quelle: <https://eref.thieme.de/cockpits/clAna0001/0/coAna00089/4-10585>)

Stand 11.04.2021)

#### 4.1.1.5 Blutversorgung

Die Blutversorgung der Hand wird durch Äste der Arteriae radialis und ulnaris gewährleistet, welche aus der A. brachialis aus der A. axillaris aus der A. subclavia entspringen. Palmar bilden A. radialis und A. ulnaris einen oberflächlichen und einen tiefer liegenden Gefäßbogen, dorsal den Rete carpalum dorsale. Die A. ulnaris läuft zusammen mit N. ulnaris durch die Guyon-Loge, welche ulnar palmar des Karpaltunnels liegt. Die A. radialis verläuft in der Tiefe radial des M. flexor carpi radialis, oberhalb des M. pronator quadratus und wird beim Tasten radial vom M. brachioradialis bzw. M. abductor pollicis longus begrenzt [33].

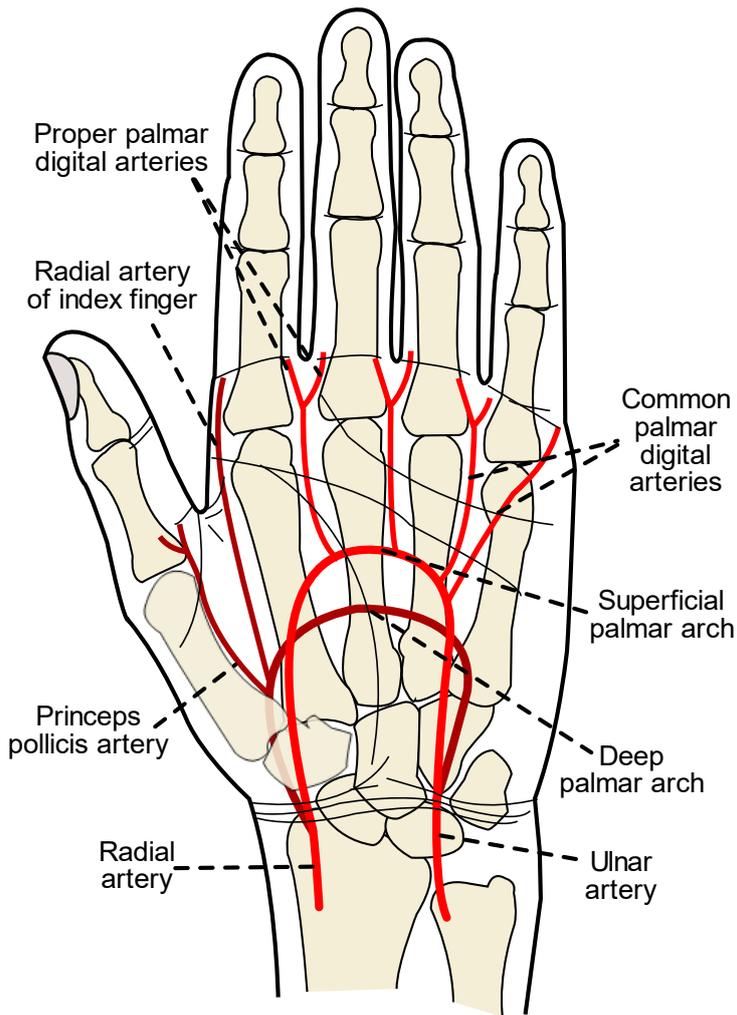


Abbildung 3: Gefäßversorgung der Hand  
 (Quelle: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a9/Gray1237.svg>, Stand 30.08.2020)

## 4.1.2 Klassifikation

### 4.1.2.1 Eponyme

Im allgemeinen Sprachgebrauch haben sich verschiedene Eponyme für die Klassifikationsbezeichnung durchgesetzt. Einer der ältesten und gleichzeitig bekanntesten Namen dürfte auf die Klassifikation nach Abraham Colles aus dem Jahre 1814 zurückzuführen sein, der eine DRF ohne intraartikuläre Beteiligung mit einer Abkipfung der Frakturfragmente nach dorsal beschrieb (Colles-Fraktur) [13, 34-36]. Die „umgekehrte“ Colles-Fraktur ist die von Robert William Smith 1847 beschriebene Smith-Fraktur mit einer volaren Abkipfung der Fragmente [13, 37-39].

Die initial von John Rhea Barton 1838 beschriebene, von Hamilton 1860 überarbeitete, Barton Fraktur beinhaltet eine volare oder dorsale Dislokation des Frakturfragmentes an der jeweiligen Kante des Radius [13, 38, 39]. Es gibt Überschneidungen zur Colles- und Smith-Fraktur.

Später wurde die Smith-Fraktur durch Thomas (1957) und Ellis (1965) in 3 Untertypen geteilt, von denen sich Typ 2 als sogenannte Barton Fraktur etablierte [13, 38, 39].

Als Hutchinson-Fraktur bzw. Chauffeur-Fraktur nach Jonathan Hutchinson von 1866 wird eine DRF bezeichnet, dessen Proc. Styloideus radii nach lateral abgeschert wird. Diese Bezeichnung entwickelte sich aus der Beobachtung der Chauffeure, die den Motor des Autos mit der Hand starten mussten, und dabei teilweise einen heftigen Rückstoß mit der Hand abfederten, welcher gelegentlich zu einer distalen Radiusfraktur führte [13, 40].

#### **4.1.2.2 AO-Klassifikation**

Die AO-Klassifikation nach Müller wird weltweit mit am häufigsten zur Einteilung von distalen Radiusfrakturen genutzt [41-43]. Sie beschreibt Frakturen aller menschlichen langen Röhrenknochen, welche durchnummeriert werden, und jeweils in proximale, diaphysäre und distale Frakturen unterteilt werden. So ist der Humerus zum Beispiel der Röhrenknochen mit der Nummer 1 und der Unterarm mit Nummer 2 beschrieben. Die weitere Aufteilung der Lagebezeichnung der Fraktur wird mit der 2. Zahl in der Klassifikation mit den Zahlen 1 für proximal bis 3 für distal unterschieden [44]. Die distale Radiusfraktur wird in der AO-Klassifikation mit den Nummern „23“ beschrieben, 2 für den Unterarm und 3 für das distale Ende davon.

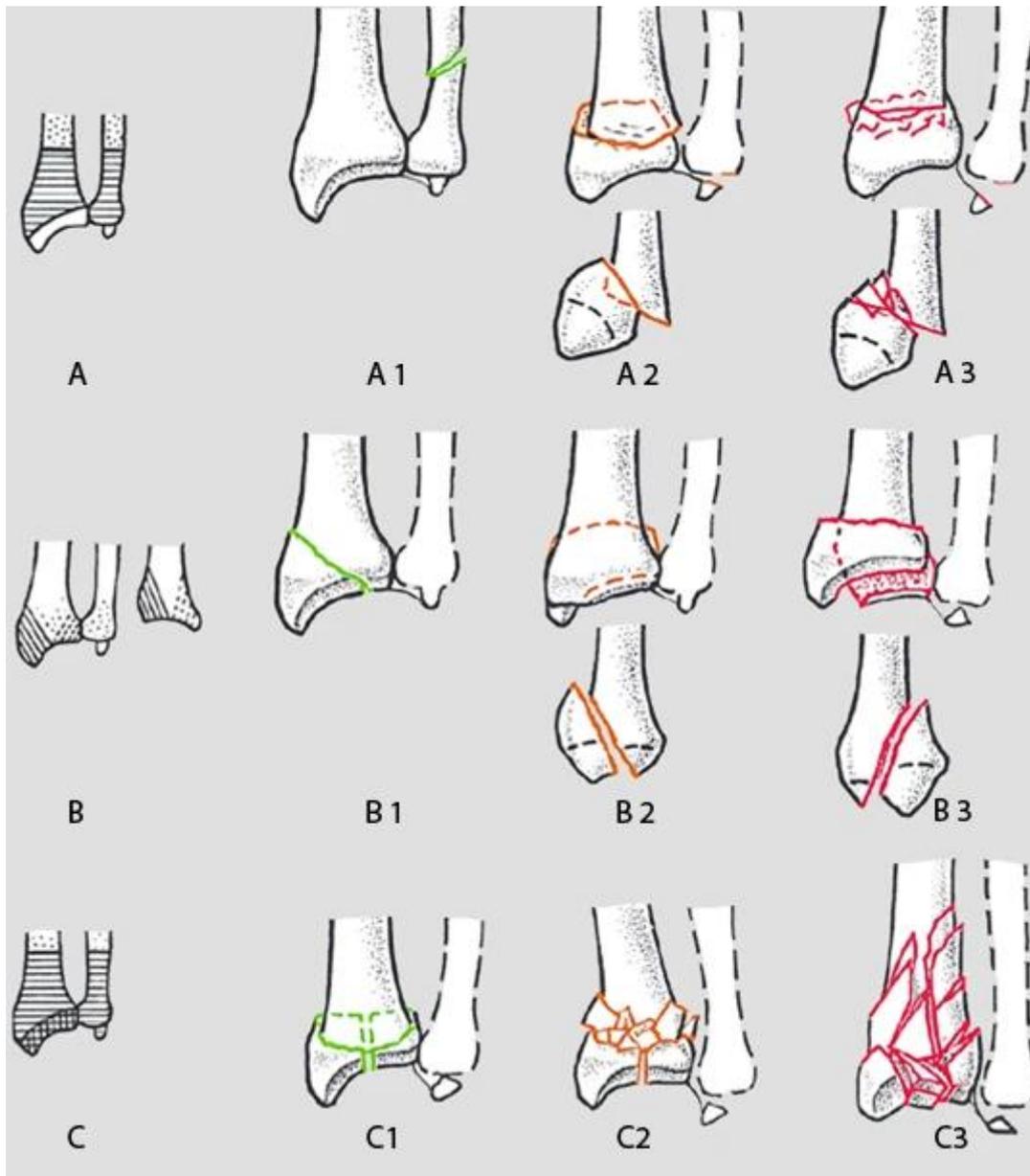


Abbildung 4: AO-Klassifikation nach Müller der distalen Radiusfrakturen

(Quelle: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10039-013-1982-1/figures/1> , Stand: 06.02.2021)

Die AO-Klassifikation nach Müller unterteilt die Patienten in extraartikuläre (Typ A), teilweise intraartikuläre (Typ B) und intraartikuläre (Typ C) Frakturen. In zweiter Instanz werden die entsprechenden Frakturtypen nach der Beschaffenheit der Lokalisation, Dislokation und der Anzahl der Frakturfragmente unterteilt [45, 46].

Auch die Therapieplanung wird von vielen Operateuren in Abhängigkeit der AO-Einteilung vorgenommen [43]. Dabei weist sie eine höhere Verlässlichkeit im Vergleich zu anderen Klassifikationssystemen auf [41].

Ein neuerer Ansatz der Therapieplanung distaler Radiusfrakturen ist die Identifikation von sogenannten „Schlüssel-Fragmenten“ nach Hintringer et al., welche die Richtung des Behandlungsansatzes vorgeben. Dabei helfen vor allem die genaue Untersuchung des Unfallmechanismus und der Krafteinwirkung auf das Handgelenk [47].

### **4.1.3 Begleitverletzungen**

Bei einer distalen Radiusfraktur können verschiedene Begleitverletzungen auftreten.

Verletzungen des TFCC treten in 35% bis 53% auf, und werden nach Palmer klassifiziert. Unentdeckte oder unbehandelte TFCC-Läsionen können zu chronischen Schmerzen, Grifffschwäche, Funktions- und Stabilitätsverlust trotz operativ versorgter bzw. geheilter DRF führen [7, 48, 49]. Daher ist ein Erkennen einer solchen Begleitverletzung auch in Hinsicht auf das funktionelle Outcome sehr wichtig. Die (zusätzliche) arthroskopische Versorgung richtet sich nach dem Schweregrad der Verletzung und kann einen zusätzlichen ulnaren Zugang notwendig machen [7, 30, 48, 50]. Das scapholunäre Band (SL-Band) bzw. das lunotriquetrale Band (LT-Band) sind ebenfalls häufig betroffen. Die Inzidenzen sind bei intraartikulären DRF deutlich erhöht (21,5% vs. 6,7% bei SL-Band Läsionen und 13,3% vs. 6,7% für LT-Band-Läsionen). Klinisch imponieren sie häufig durch Schmerzen und manchmal auch Instabilität, entsprechend des Rupturgrades [48, 51]. Auf Röntgenbildern lässt sich nur in 40% der Fälle eine Erweiterung des SL-Spaltes erkennen. Finden sich in diesem Spalten oder Stufen  $>1$  mm im Gelenkplateau, freie Gelenkkörper oder Impaktions Hohlräume, empfehlen Deiler et. al die arthroskopisch assistierte Versorgung [7, 48, 50]. Hierbei dient die Arthroskopie als Goldstandard der Diagnostik zum Ausschluss und Erkennen einer SL-/LT-Band-Läsion, da mit direktem Blick auf die Strukturen die Verletzung bestmöglich beurteilt, die Stabilität geprüft und die Läsion ggf. therapiert werden kann [48]. Bei komplexeren Frakturen kann die Diagnostik um ein MRT erweitert werden, welches eine gute Beurteilung der Bänderstrukturen ermöglicht. Der TFCC kann ggf. entsprechend der Verletzungsart genäht oder teilreseziert werden. Während SL-Bandläsionen Geissler I (oberflächliche Verletzungen) mittels Immobilisation therapiert werden können, werden Geissler II-Läsionen (Teilrupturen) arthroskopisch mittels temporärer Arthrodese durch K-Drähte oder Ankerfixation versorgt. Geissler III/IV Läsionen (Komplettrupturen) sollten ggf. offen chirurgisch fixiert oder mittels Bandplastik versorgt werden. [7, 48, 52-54].

Die Scaphoidfraktur bei distaler Radiusfraktur tritt in 0,5% bis 6% der Fälle auf. Der Unfallmechanismus der isolierten Scaphoidfraktur ist meist derselbe wie bei der DRF [55]. Die Symptomatik wird neben Schmerzen durch eine Bewegungseinschränkung dominiert [56]. Die Klassifikation wird nach Krimmer/Herbert vorgenommen, welche die Scaphoidfraktur in eine stabile (Typ A) und eine instabile (Typ B) unterteilt [56, 57]. Während die distale Radiusfraktur disloziert und nicht disloziert auftreten kann, ist die Scaphoidfraktur meist nicht disloziert. Frakturen treten häufiger am Übergang vom proximalen zum mittleren Drittel auf als am Übergang vom mittleren zum distalen Drittel [58]. Da die Blutversorgung von distal kommt, besitzt der proximale Teil keine eigenständige Versorgung, weshalb es bei unbehandelten Frakturen zu Nekrosen kommen kann. Insbesondere proximale, dislozierte und instabile Frakturen haben unbehandelt ein erhöhtes Risiko der Ausbildung einer Scaphoidpseudarthrose. Diese zeigt sich meist in Form von anhaltenden Schmerzen, aber auch Schwellungen, Bewegungseinschränkungen, Kraftverlust bis hin zu einem karpalen Kollaps („SNAC wrist“ – scaphoid nonunion advanced collapse) können auftreten. Grundsätzlich können alle stabilen Scaphoidfrakturen (Krimmer/Herbert A) konservativ mittels Ruhigstellung therapiert werden. Instabile Kahnbeinfrakturen (Krimmer/Herbert B) werden eher operativ versorgt, da sie ein höheres Risiko für Nekrosen und Pseudarthrosen aufweisen. Die operative Fixation wird meist mit einer minimalinvasiven Verschraubung, mittels Herbert-Schrauben durchgeführt. Bei instabilen Pseudarthrosen kommen entsprechend der Restvaskularisation und der Lage Spongiosaplastiken oder vaskularisierte Späne zum Einsatz. In Einzelfällen kommen andere Verfahren wie die Plattenosteosynthese zum Einsatz [56-59].

Der N. Medianus kann im Rahmen einer distalen Radiusfraktur z.B. in Form eines Karpaltunnelsyndroms (CTS: carpal tunnel syndrome) in Mitleidenschaft gezogen werden. Dabei kann es sich sowohl um ein präoperatives Syndrom als auch eine postoperative Komplikation handeln [60]. Die Inzidenz für ein begleitendes CTS beträgt 4,3%, während es nach erfolgter Behandlung lediglich in 0,3% der Fälle auftritt. Männliche, junge (unter 50 Jahre) und polytraumatisierte Patienten haben ein höheres postoperatives Risiko für ein CTS. Die Therapie der Wahl ist die operative Spaltung [61, 62].

Durch eine Druckerhöhung im Rahmen des Traumas, z.B. durch ein Hämatom im 1. Strecksehnenfach kann es durch Minderdurchblutung zu Sehnenläsionen bis hin zu Rupturen kommen [12]. Operative Verfahren bieten hier die Möglichkeit, dieses Hämatom zu entlasten.

#### **4.1.4 Therapiemöglichkeiten**

In der Literatur findet sich kein eindeutiger Konsens auf die Frage, welche DRF konservativ und welche operativ versorgt wird oder welche Operationsmethode angewandt wird [1, 20, 22, 63, 64]. Seit der Einführung der winkelstabilen Plattenosteosynthese hat die operative Therapie mittels palmarer ORIF (open reposition and internal fixation) erheblich zugenommen, wird aber kontrovers diskutiert. Zum Beispiel ist die Wahl des Therapieregimes gerade bei älteren Patienten mit nicht dislozierten Frakturen nicht immer einfach [22, 64].

Es gibt viele verschiedene Behandlungsoptionen der distalen Radiusfraktur, die allesamt das Ziel haben, die anatomischen Verhältnisse (stufenlose Reposition, Rekonstruktion des Böhlerwinkels) und die Funktion des Handgelenkes wiederherzustellen [64]. Im Folgenden werden die Möglichkeiten knapp erläutert.

##### **4.1.4.1 Konservative Therapie**

Die Indikation zur konservativen Behandlung sind eine fehlende bzw. geringe Dislokation, eine stabile extraartikuläre Fraktur sowie Kontraindikationen für eine operative Versorgung [43, 62]. So lassen sich beispielsweise manche Typ A2 Frakturen nach AO Klassifikation konservativ behandeln, während wiederum andere während der konservativen Therapie sekundär dislozieren [43, 64]. Die konservative Behandlung grenzt sich zur invasiven, operativen Behandlung ab. Sie steht für eine Reposition und Ruhigstellung des Handgelenkes mittels Gipsschiene für vier bis sechs Wochen, die dem Knochen die Möglichkeit gibt, in möglichst guter Stellung zu verheilen. Zur Reposition können sogenannte „Mädchenfänger“ zum Einsatz kommen. Diese kann in Bruchspalt- oder in seltenen Fällen durch Plexus Anästhesie erfolgen [12, 62, 65, 66]. Der Unterarm kann initial zum Beispiel durch eine den distalen Radius dorso-radialseitig umfassende Unterarmgipsschiene ruhiggestellt werden. Nach Abschwellung kann ggf. die Anlage eines zirkulär an modellierten Unterarmgipses erfolgen [2, 12, 67, 68].

Es ist neben dem Röntgenbild nach Gipsanlage während der gesamten Behandlungsdauer eine engmaschige Röntgenkontrolle nach vier, sieben und elf Tagen notwendig, da es nach Gips-Anlage zu einem Repositionsverlust kommen kann [65]. Die „kritische Phase“ der sekundären Dislokation ist um den 8. bis 10. Tag nach dem Unfall, wenn die Frakturzone resorbiert wird [62]. Sollte es zu einem solchen Verschieben der Fraktur kommen, spricht dies für eine Instabilität der Fraktur und indiziert so einen Verfahrenswechsel [22, 43]. Nach einem solchen Wechsel des Therapieregimes zeigen Patienten ein Jahr nach der Behandlung ähnlich gute Ergebnisse wie nach primärer operativer Therapie [22]. In der gesamten Behandlungsdauer und insbesondere zu Beginn der Behandlung sind neben den radiologischen auch engmaschige klinische Kontrollen zur Vermeidung schwellungsbedingter Kompressionssyndrome, Druckstellen sowie motorischer Funktionsdefizite nötig.

Die konservative Therapie ist kostengünstiger als die operative Therapie und erspart dem Patienten einige perioperative Risiken wie zum Beispiel Infektionen, im Krankenhaus erworbene Pneumonien, narkosespezifische Risiken etc. Die Nachteile dieses Verfahrens liegen aufgrund der Immobilisation in einer reduzierten Möglichkeit zur Beübung für die ersten vier bis sechs Wochen und einer dementsprechend längeren Dauer bis zur Restitutio at integrum [22]. Auch wenn Langzeitergebnisse bei anatomisch korrekt verheilten Frakturen ähnliche funktionelle Ergebnisse zu den operativ versorgten zeigen, sind doch insbesondere ältere Patienten und die mit einem hohen funktionellen Anspruch aufgrund der früheren Wiederherstellung der Beweglichkeit und Belastbarkeit eher operativ zu versorgen. Ältere Patienten haben mit einem angelegten Gips bei konservativer Behandlung häufig mehr Probleme im Alltag, und brauchen länger ihre Funktion nach Atrophie der Muskeln wiederherzustellen als jüngere Patienten [22, 43, 64]. Aufgrund des häufig benötigten Repositionsmanövers ist das Entstehen eines chronisch-regionalen Schmerzsyndroms, im folgenden CRPS genannt, begünstigt [12]. Hierbei treten Schmerzen, sensorische Veränderungen und andere autonome oder motorische Störungen auf [69]. Bei zu eng angelegtem Gips oder einer anderen Druckerhöhung in den Sehnenfächern kann es durch Minderdurchblutung selten zu Reizungen bis hin zu Rupturen kommen [20].

Daher gilt es, in engmaschigen klinischen und radiologischen Kontrollen aufgrund der räumlichen Begrenzung Kompressionssyndrome, Druckstellen, sowie sensomotorische Defizite zu erkennen.

#### **4.1.4.2 Operative Therapie**

Ist eine konservative Therapie nicht möglich oder versagt diese, wird ein operatives Verfahren angewandt [31, 43, 62]. Während ältere Patienten früher aufgrund von mehr (kardialen) Vorerkrankungen oft ein erhöhtes Narkoserisiko trugen, kann die operative Therapie heute auch diesen Patienten durch Anwendung einer Regionalanästhesie (Blockade des Plexus axillaris) angeboten werden [70]. Insbesondere diese älteren Patienten, aber auch solche mit hohem funktionellem Anspruch können nach Plattenosteosynthese schneller die Funktion des Handgelenkes wiedererlangen als durch eine konservative Therapie [22, 64, 71]. Hochgradig dislozierte Frakturen müssen zeitnah reponiert und operiert werden. Eine begleitende Verletzung des N. medianus und offene Frakturen sind schnellstmöglich operativ zu versorgen, diese Szenarien stellen eine Notfallindikation dar [60, 72, 73].

Zur primär temporären Therapie kann in Ausnahmefällen ein Fixateur externe angebracht werden, bis die Fraktur mit einer operativen Behandlung ausversorgt wird. Indikationen hierfür sind massive Weichteilschäden, Schwellung und hochgradige Instabilität [62, 72]. Auch wenn man hiermit alle Frakturtypen stabilisieren kann, so wird doch versucht, alle Frakturen primär auszuversorgen. Treffen z.B. im Rahmen eines Hochrasanztraumas mehrere oder viele Instabilitätskriterien zu, kann die Anlage eines Fixateurs trotzdem indiziert sein.

Weiter kann die distale Radiusfraktur entsprechend dem Frakturtyp geschlossen versorgt werden, beispielsweise durch Kirschner-Draht oder Schrauben. Die Indikationen hierfür (gute Knochenqualität, großes Fragment ohne metaphysäre Trümmerzone) sind im Erwachsenenalter äußerst selten, im Kindesalter jedoch häufiger erfüllt [12, 62, 72].

Das bei der operativen Versorgung am häufigsten verwendete Verfahren stellt die offene Reposition und interne Fixation (ORIF) dar [43, 64, 70]. Hierbei wird durch einen volaren oder dorsalen Zugang z.B. mittels winkelstabiler Plattenosteosynthese die Fraktur nicht nur abgestützt, sondern durch die Plattenosteosynthese dauerhaft in der gewollten

Stellung gehalten [12, 74]. Bei Zutreffen mehrerer folgender Instabilitätskriterien, wird ein offener Zugang zur Versorgung gewählt [12, 72]:

- Initiale Dislokation  $>20^\circ$  nach dorsal,
- Verkürzung der Radiusbasis von mehr als 3mm,
- Dislozierte Basisfrakturen des Processus styloideus ulnae,
- Palmare und dorsale metaphysäre Trümmerzonen,
- Dislozierte intraartikuläre Fraktur,
- Dislozierte Flexionsfraktur.[12]

Dieser kann entweder von volar oder dorsal vorgenommen werden, wobei der dorsale Zugang durch potenzielle mehr postoperative Komplikationen im Sinne einer möglichen Strecksehnenreizung deutlich seltener genutzt wird [75]. Der Vorteil des dorsalen Zuganges liegt vor allem im direkten Einblick in den Gelenkspalt, wenn Fragmente von palmar nicht zu fassen sind. Aufgrund der vermehrten Komplikationen ist eine ME jedoch immer notwendig [64, 72, 76, 77]. Hierbei kommen vor allem polyaxiale winkelstabile Plattenosteosynthesen zum Einsatz [74, 78]. Gegebenenfalls kann die Trümmerzone mit Knochenersatzmaterial aufgefüllt werden [62]. Bei komplexeren Frakturen kann die Kombination verschiedener Platten/Schrauben/Kirschner-Drähte notwendig sein [62]. Die Plattenosteosynthese ermöglicht eine frühe funktionelle Beübung, und somit eine schnellere Restitutio at integrum. Diskutiert wird aber, ob die langfristigen funktionellen Ergebnisse bei konservativer Behandlung nicht ähnlich gut abschneiden [1, 64].

Insbesondere bei begleitenden Bandverletzungen (SL-Band oder LT-Band) kann die Operation arthroskopisch assistiert durchgeführt werden, um Bandläsionen intraoperativ besser beurteilen und therapieren zu können [48, 50].

Die postoperative Nachbehandlung beinhaltet neben einer adäquaten Schmerzbehandlung, der Hochlagerung der operierten Extremität und einer frühzeitigen Beübung des Handgelenkes auch die regelmäßige klinische Kontrolle, um Komplikationen erkennen zu können [12, 62]. Der Unterarm wird ein bis zwei Wochen postoperativ mittels Gipsschiene ruhiggestellt, wobei die Finger bereits beübt werden können. An diese Immobilisation schließen sich physio- und ggf. ergotherapeutische Maßnahmen an. Dabei sollte der Unterarm für 6 - 8 Wochen nicht belastet, sondern nur bewegt werden (z.B. kein Tragen von Einkäufen)[22, 64].

Die operative Therapie hat trotz seiner Invasivität den Vorteil einer größeren Stabilität und der Möglichkeit zur früheren Beübung [64]. Weiter kann der Operateur die anatomischen Verhältnisse durch einen direkten Zugang leichter wiederherstellen [78]. Eine mehrfache Reposition, die ggf. bei konventioneller Behandlung nötig wäre, ist somit nicht nötig und das damit steigende Risiko eines CRPS wird vermindert [64].

#### **4.1.4.2.1 Postoperative Komplikationen**

Unter anderem können folgende postoperative Komplikationen auftreten [62]:

##### Infektionen:

Postoperativ kann es zu einer Infektion im Wundgebiet kommen. In einer Metaanalyse von Mathews et al. über 1520 Studien zeigten 11% der Patienten nach externer Fixation sowie 0,8% bei Interner Fixation Anzeichen einer postoperativen Infektion [79]. Mathews et al. weisen auf ein häufigeres Auftreten einer Infektion bei K-Drähten hin (34% vs. 7% für Patienten mit interner Fixation). Dazu identifizierten sie eine offene Fraktur und eine größere absolute Wundfläche als Risikofaktor für eine solche Komplikation und empfehlen engmaschige klinische Kontrollen [80].

##### Repositionsverlust:

Ein postoperativer Repositionsverlust kann eine Revisionsoperation notwendig machen. Dieser ist selten und wird mit Inzidenzen von 0,26% bis 2,2% angegeben. Um diese zu vermeiden, wird intraoperativ darauf geachtet, die palmare Kortikalis anatomisch wiederherzustellen, die distalen Plattenschrauben gelenksnah im subchondralen Knochen anzubringen, mindestens eine winkelstabile Schraube proximal der Frakturzone im Radiuschaft und mindestens eine winkelstabile Schraube in der proximalen Plattenlochreihe zu besetzen. Tritt eine solche sekundäre Disklokation trotzdem auf, wird die operative Versorgung je nach funktioneller Einschränkung, funktionellem Anspruch und radiologisch kontrolliertem Ausmaß des Repositionsverlustes revidiert [62, 81, 82].

##### Karpaltunnelsyndrom (CTS):

Das oben beschriebene Karpaltunnelsyndrom kann auch postoperativ auftreten. Insgesamt liegt die Inzidenz in verschiedenen Studien bei bis zu 6% [75, 81, 83]. Männliche, junge (unter 50 Jahre) und polytraumatisierte Patienten haben ein höheres

postoperatives Risiko für ein CTS. Die Therapie der Wahl ist hier die operative Spaltung und ggf. Materialentfernung [61, 62].

#### Complex regional pain syndrome (CRPS):

Das Complex regional pain syndrome (CRPS), auch „Morbus Sudeck“ genannt, ist eine gefürchtete Komplikation nach Verletzungen der Extremitäten [69]. Neben einer klinischen Entzündung treten häufig Schmerzen, Sensibilitätsstörungen, motorische Störungen, distale Ödeme sowie autonome und trophische Störungen auf [69, 84]. Es kann in zwei Untertypen auftreten, wobei sich bei Typ I keine Nervenläsion nachweisen lässt, bei Typ II hingegen schon. Bei der distalen Radiusfraktur tritt häufiger Typ I des CRPS auf [62]. Die Inzidenz wird in der Literatur sehr variabel zwischen 0,2% und 37% angegeben [69, 84]. Risikofaktoren für das Auftreten sind hierbei sowohl in der konservativen Behandlung als auch der operativen Therapie mehrfache, bruske Repositionsmanöver unter nicht ausreichender Schmerztherapie und Ischämie. Frühmobilisation, Analgesie, gewebeschonendes Operieren, sowie eine Ruhigstellung (postoperativ oder zur konservativen Therapie) ohne zu starke Kompression durch Schienen oder Verbände, ein Vermeiden starker Temperaturschwankungen und der Abbau von Angst wirken sich hingegen prophylaktisch auf das Entstehen eines CRPS aus [62, 64, 85]. Die Therapie des CRPS besteht aus einem multimodalen Ansatz, der eine medikamentöse Behandlung, Physiotherapie und Psychotherapie beinhaltet [69, 85].

#### Sehnenirritationen bis hin zur Sehnenruptur:

Zu Sehnenirritationen bis hin zu Sehnenrupturen kann es neben dem konservativen Therapieansatz (Druckerhöhung) auch bei operativen Versorgungen kommen [20]. Beugeseitig ist dies vor allem der Fall, wenn die volar implantierte Platte distal der „Watershed line“ (prominente knöcherne Linie am distalen volaren Radius) fixiert wurde [62, 76, 86]. Diese Linie entspricht dem „First des distal-palmaren Radius“ [62]. Änderungen im Plattendesign, die das Reiben der Beugesehnen, vor allem des M. flexor pollicis longus, vermeiden, können hier helfen, die Wahrscheinlichkeit einer Ruptur zu verringern [62]. Soong et al. beschreiben eine „kritische Linie“, die den am weitesten volar gelegenen Teil des Radius darstellt. Plattenosteosynthesematerial, welches diese Linie, sichtbar in einer lateralen Aufnahme, nicht überschreiten wurde als Klasse 0 definiert. Platten, die zwar volar der Linie aber proximal davon zum Liegen kamen, sind

Klasse 1 und Platten die auf oder hinter der „kritischen Linie“ zum Liegen kamen, Klasse 2 zugeordnet. Dabei haben Klasse 2 versorgte Patienten ein sechsmal höheres Risiko einer notwendigen Plattenentfernung als jene aus Klasse 0 [87, 88].

Streckseitig können Schraubenüberstände über die dorsale Kortikalis die Muskulatur irritieren. Die intraoperative Kontrolle zur Vermeidung der Perforation der dorsalen Kortikalis mittels „Skyline-view-Durchleuchtung“ kann diese Komplikation minimieren.

Insbesondere bei dorsalem Zugang können Sehnenirritationen bis hin zu Sehnenrupturen auftreten. Der volare Zugang hat durch Weichteilgewebe und den M. pronator quadratus eine wesentlich niedrigere Wahrscheinlichkeit für eine solche Komplikation, wenn die Platte proximal der „Watershed line“ angebracht wird [62].

Neben einer Metallentfernung kann eine Rekonstruktion mittels Sehnentransfer nötig werden [62].

## **4.2 Vorhandene postoperative Evaluierungskonzepte zur Beurteilung des postoperativen Outcomes**

Für Patienten ist es elementar wichtig, nach einer erfolgten Behandlung zeitnah wieder möglichst schmerzfrei, „gesund“ und funktionsfähig zu werden. Um dem Patienten diesen Wunsch im Rahmen des Möglichen zu erfüllen, ist es im ersten Schritt wichtig, die bereits behandelten Patienten auf ihre Behandlungsergebnisse hin zu untersuchen, um in einem zweiten Schritt ggf. Therapiekonzepte anzupassen bzw. auf die Erwartungen des Patienten auszurichten [89-91]. Dafür gibt es mehrere Nachuntersuchungskonzepte:

### **4.2.1 Telefonanrufe**

Das postoperative Outcome durch eine Befragung mittels Telefonats durchzuführen, ist einfach, schnell und benötigt außer einem Telefon keine weiteren Materialien. Durch diese Methode lassen sich auch weit entfernt wohnende Probanden befragen. Der Komplexität der Fragestellungen sind durch Worte Grenzen gesetzt. Objektive Daten wie das Bewegungsausmaß sind schwierig zu evaluieren. Der zeitliche Aufwand richtet sich nach der Erreichbarkeit der Patienten, und der entsprechenden Anzahl an nötigen Anrufen, bis man sie sprechen kann.

#### **4.2.2 Nachuntersuchungen in der Klinik**

In der klinischen Nachuntersuchung lassen sich durch Fachpersonal objektive Ergebnisse wie das Bewegungsausmaß darstellen. Die Patienten haben eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, an der Studie teilzunehmen, wenn ein Untersucher vor Ihnen sitzt. Die klinische Evaluation ist zeitaufwändig, nur für potenzielle Probanden aus dem näheren Umfeld wahrzunehmen und würde somit eine lange Zeit benötigen, bis man genügend Probanden für eine große Studie untersucht hat. Meist ist kein langer Nachuntersuchungszeitraum möglich, da die Motivation der Patienten, sich für eine Studie Zeit zu nehmen mit zunehmendem Abstand zu der Operation abnimmt. Älteren Patienten ist es durch Schwäche, Krankheit oder Versterben oft nicht mehr möglich in die Klinik zu kommen. Durch Reisekosten und Zeitaufwand können für die Patienten finanzielle Belastungen entstehen [26]. Der Untersucher kann durch das Wissen, Teil einer Studie zu sein, wissentlich und unwissentlich Einfluss auf die erhobenen Daten haben („observer-BIAS“) [92].

#### **4.2.3 Fragebögen**

„Bei der Beurteilung von Behandlungsergebnissen stellt die Patientenzufriedenheit den zu erfassenden Parameter dar. Oft entspricht die subjektive Patientenzufriedenheit nicht dem klinischen Untersuchungsbefund“ [26, 93]. Dementsprechend kann ein Fragebogen den Erfolg der Behandlung mit gezielten Fragen der Lebensqualität und Patientenzufriedenheit untersuchen. Ein PROM (patient reported outcome measures) bietet die Möglichkeit, sowohl das funktionelle Ergebnis als auch die Patientenzufriedenheit und ggf. Einschränkungen im Alltag untersuchen. PROMs sind aber nicht nur eine Evaluation der Patientenzufriedenheit in Hinblick auf Ihre Erwartungen, sondern auch ein Instrument zur Qualitätssicherung. Auch wenn dies noch selten umgesetzt wird, ist es möglich, mit ihnen ein Frakturregister aufzubauen, sollten beispielsweise alle Patienten nach einer Operation standardmäßig einen PROM erhalten [89, 91, 94].

Patienten können die Fragen in Ruhe zu Hause beantworten [95]. Es können weit entfernt wohnende Patienten angeschrieben werden. Hiermit lässt sich eine große Studienkohorte akquirieren. Es entsteht durch die bereits frankierten Rücksendeumschläge kein finanzieller Nachteil für die Probanden. Der „Observer-BIAS“ der klinischen

Untersuchung entfällt, da kein Untersucher eingesetzt, sondern lediglich vordefinierte Zahlen/Werte des Fragebogens erfasst und analysiert werden.

Es gibt viele verschiedene PROMs, wie zum Beispiel den DASH [96], einer der bekanntesten Fragebögen für die gesamte obere Extremität [97]. Ein anderer PROM ist der PRWE („patient rating of wrist Evaluation“), der sowohl Schmerzen als auch Funktion des Handgelenkes evaluiert [98]. Der Munich Wrist Questionnaire (MWQ) von Beirer et. al adressiert explizit das Handgelenk und analysiert die Funktion sowohl subjektiv als auch objektiv [26].

### **4.3 Zielsetzung**

Frakturregister bieten Möglichkeiten zur Ergebniskontrolle nach einer Behandlung, der Erfassung epidemiologischer Daten, sowie die Detektion von Häufigkeitsverteilungen und Inzidenzen [3]. Dabei könnten diese sowohl in der Qualitätssicherung der Therapieoptionen, Diagnostik und der Langzeitergebnisse gute und notwendige Daten liefern [99]. Auch epidemiologische Daten, die Rückschlüsse auf Risikofaktoren und andere Einflussfaktoren liefern sind von höchstem Interesse [94]. Daher ist es verwunderlich, dass derzeit in Deutschland kein nationales Frakturregister existiert, wie beispielsweise in Schweden [3, 100, 101]. In diesen Registern lassen sich durch die enorm große Probandenanzahl aussagekräftige Schlüsse ziehen. So kamen zum Beispiel Mattisson et al. durch ihre Frakturregisteranalyse über proximale Femurfrakturen zu dem Schluss, dass die eine Sturzprophylaxe bei älteren Patienten als wirksam einzustufen ist, und eine möglichst schnelle operative Versorgung die Mortalitätsrate senkt [101]. Rundgren et al. erkannten den typischen Patienten mit distaler Radiusfraktur in einer älteren Dame, welche sich durch einen einfachen Sturz zuhause eine distale Radiusfraktur zuzog [4].

Daher ist es unser Anliegen, in dieser Studie ein erstes solches primär lokales Register aufzubauen [91]. Im Rahmen einer PCORI-Studie (Patient-Centered Outcomes Research Institute) - „Komprehensive retro-und prospektive Analyse der subjektiven Behandlungsergebnisse nach konservativer und operativer Frakturbehandlung“- über gelenksnahe Frakturen (Sprunggelenk, Hüftgelenk, Schultergelenk und Handgelenk) steuern wir den Abschnitt des Handgelenkes in Form distaler Radiusfrakturen bei.

Die distale Radiusfraktur spielt somit nicht nur aufgrund der Fallzahlen eine sehr wichtige Rolle im klinischen Alltag, sondern auch, weil die Wahl der Therapie immer noch intensiv diskutiert wird. Wie in vielen Handlungsprozessen auch außerhalb der Medizin ist auch hier die Qualitätssicherung und Re-evaluation der durchgeführten Prozesse elementar. Hierzu eignet sich die Analyse eines Frakturregisters, welches mittels PROM erstellt wurde, aufgrund seiner geringen Kosten, der einfachen Verfügbarkeit, der großen Reichweite (räumlich und quantitativ) sowie dem reduzierten Risiko eines Untersucherbias. Zusammenfassend kommen wir auf folgende Zielsetzungen in unserer Studie:

1. Lässt sich durch eine retrospektive Outcomeanalyse mittels PROM bei der distalen Radiusfraktur ein Frakturregister aufbauen?
2. Gibt es funktionelle und/oder epidemiologische Unterschiede zwischen Männern und Frauen?
3. Gibt es funktionelle und/oder epidemiologische Unterschiede abhängig von der betroffenen Seite?
4. Unterscheiden sich junge und alte Patienten im postoperativen Outcome?
5. Ist das funktionelle Outcome des Patientenkollektivs schlechter als die Funktion des Kontrollkollektivs?
6. Lässt sich anhand der Klassifikation nach AO eine Aussage über das spätere postoperative Outcome treffen?

## **5 Patienten und Methoden**

### **5.1 Munich Wrist Questionnaire**

Der „Munich Wrist Questionnaire“ (MWQ) ist ein im Jahr 2016 von M. Beirer et al. bei BioMed Central (BMC) Musculoskeletal Disorders erschienener, vom Patienten selbst auszufüllender Fragebogen („patient reported outcome measure“ (PROM)) zur subjektiven und objektiven Beurteilung des Handgelenkes [26]. Er kann im Falle einer Verletzung des distalen Unterarmes eingesetzt werden. Der MWQ korreliert gut mit etablierten Fragebögen [26] wie zum Beispiel dem „disabilities of the arm, shoulder and hand“ (DASH) [96, 102], oder der „Patient-Rated Wrist Evaluation“ (PRWE) [98, 103].

In einem ersten Schritt werden unter anderem Geschlecht, betroffenes Handgelenk und dominante Handseite erfragt. Danach werden mit insgesamt 16 verschiedenen Fragestellungen Daten über die drei Bereiche Schmerzen, Beeinträchtigung im Alltag und funktionelle Beweglichkeit erhoben. Es können maximal 250 Punkte erreicht werden, die nach Erfassung in Prozent umgerechnet werden. Der MWQ kann in einen subjektiven und einen objektiven Abschnitt unterteilt werden. Die Gewichtung der beiden Abschnitte in der prozentualen Bewertung der Funktionalität ist in etwa gleich.

#### **5.1.1 Subjektiver Abschnitt**

Der subjektive Abschnitt des MWQ befasst sich mit Fragen nach Schmerzen (4 Fragen), der Behandlungszufriedenheit (1 Frage), sowie der Beeinträchtigung im alltäglichen Leben (7 Fragen). In diesen insgesamt 12 Fragen können vom Patienten jeweils 0 bis 10 Punkte angegeben werden. Dies resultiert in einer maximal erreichbaren Punktzahl von 120 Punkten, was einer subjektiv kompletten Beschwerdefreiheit entspricht.

#### **5.1.2 Objektiver Abschnitt**

Der objektive Abschnitt des MWQ befragt die Patienten nach der Griffstärke (1 Frage). Den Probanden wird mithilfe von Zeichnungen zur Bewegungsfreiheit im Sinne der „Range of motion“ (ROM) befragt, und soll hierbei ankreuzen, ob er Pronation und Supination, bzw. wie gut er Dorsalextension, Palmarflexion, Radialabduktion und Ulnarabduktion ausführen kann.

Für die Griffstärke können 0 bis 10 Punkte erreicht werden, für jeder der oben aufgeführten Bewegungen im Rahmen der ROM-Untersuchung 0 bis 20 Punkte. Dadurch ergibt sich eine maximal erreichbare Punktzahl von 130 Punkten.

## **5.2 Aufbau eines Frakturregisters**

### **5.2.1 Patientenakquise**

In einem ersten Schritt wurden alle Patienten, die im Zeitraum vom 01.01.2006 und dem 18.07.2016 aufgrund einer distalen Radiusfraktur (DRF) im Universitätsklinikum Rechts der Isar München (MRI) operativ behandelt worden sind, identifiziert. Dies geschah durch eine Extraktion aus dem in der Klinik benutzten „SAP“-Programm (Systeme, Anwendungen, Produkte).

Zur Evaluation der postoperativen Funktion der Patienten wurde der von Beirer et al. veröffentlichte PROM „Munich Wrist Questionnaire“ (MWQ) verwendet, welcher an unserem Klinikum entwickelt worden war. Die Kontaktaufnahme zu den Patienten erfolgte über ein Anschreiben mit Erläuterungen zur Studie, einer Patienteneinwilligungserklärung und einer Kopie des MWQ. Hierbei wurde jeder Patientennamen einer fortlaufenden Zahl zugeordnet, welche später den Fragebogen mit dem jeweiligen Patientennamen/Fall/Röntgenbild in Verbindung bringen ließ.

#### **5.2.1.1 Definierung des Frakturkollektivs**

Durch häufig falsch oder unvollständig ausgefüllte Fragebögen, teils falscher Kollektivzuordnung (z.B. Materialentfernungen, externer operativen Versorgung bei Nachbehandlung im Haus, konservative Behandlung etc.) und teils fehlender Unterschrift der Patienteneinverständniserklärung dezimierte sich die Patientenkohorte.

Bei einer niedrigen Response-Rate wurden diejenigen Patienten, die nicht geantwortet hatten, telefonisch kontaktiert und erneut gebeten, an der Studie teilzunehmen. Patienten mit positiver Rückmeldung zur Teilnahme sowie diejenigen, die telefonisch nicht zu erreichen waren, erhielten erneut postalisch einen Fragebogen mit Anschreiben.

Unter den primär angeschriebenen Personen waren auch Verstorbene und Verzogene, deren Adresse im Rahmen des Datenschutzes nicht mehr zu ermitteln war. Diese Patienten wurden in weiteren Anschreiben ausgelassen.

Auch Patienten, die einen nicht ganz korrekt ausgefüllten Fragebogen zurückgeschickt hatten, wurden telefonisch kontaktiert. Bedingung hierfür war, dass die „Fehler“ ausschließlich in dem subjektiven Fragenteil begangen wurden, da ohne Schablonen die Bestimmung der ROM im objektiven Teil telefonisch nicht möglich ist. Patienten, die die

Patienteneinverständniserklärung nicht unterschrieben hatten, wurden telefonisch gebeten diese nachzureichen. Patienten, die diesbezüglich nicht zu erreichen waren, wurde diese erneut zugesandt.

### **5.2.1.2 Rekrutierung des Kontrollkollektivs**

Für den Vergleich des Frakturkollektivs mit der im Handgelenk gesunden Bevölkerung wurden zufällig Probanden mittels MWQ untersucht. Ausschlusskriterien waren Verletzungen oder Operationen des Handgelenkes in der Vergangenheit, rheumatoide Arthritis, sowie aktuelle Verletzungen der oberen Extremität. Jeder Proband wurde für beide Handgelenke befragt, um sowohl dominante als auch nichtdominante Handgelenke erfassen zu können. Die Patienten, die ein Ausschlusskriterium nur einer oberen Extremität erfüllten, wurden an der gesunden anderen Seite untersucht.

Die 110 untersuchten Probanden der Kontrollgruppe wurden mit der gesamten Frakturgruppe entsprechend nach Geschlecht, Alter sowie Dominanz des untersuchten Handgelenkes gematcht. Dies diente dazu, ungefähr ähnliche Altersverhältnisse wie in der Frakturgruppe herzustellen, um die Gruppen aussagekräftiger miteinander vergleichen zu können.

## **5.3 Auswertung**

### **5.3.1 Deskriptive Auswertung**

Im ersten Schritt wurden die Fragebögen anhand der fortlaufenden Zahl dem Fall/Patientennamen zugeordnet. Mit den vorliegenden Daten aus Fragebogen und dem SAP wurden das OP-Datum, der Geburtstag bzw. das Alter zur Operation, das Nachuntersuchungsintervall, das Geschlecht, die betroffene Seite, die Seite der dominanten Hand, die Dominanz der betroffenen Seite sowie aufgetretene Komplikationen ermittelt. Der Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurde hierfür auf den 15.06.2016 für die primäre Studienkohorte und auf den 01.01.2017 für die nachträglich akquirierten Patienten festgelegt. Die Frakturkohorte wurde nach AO-Klassifikation in Typ A-, B- und C-Frakturen unterteilt. All dies wurde in einer Exceltabelle festgehalten.

Es wurde das Nachuntersuchungsintervall aller nach AO klassifizierten Frakturen dargestellt. Weiter wurden Fraktur- und Kontrollkollektiv nach Geschlecht (männlich/weiblich), Alter (< 65/ > 64 Jahre), untersuchter Handseite (rechts/links) und Dominanz des betroffenen Handgelenkes (dominant/nicht dominant) einer

entsprechenden Untergruppe zugeordnet. Die Anzahl der Probanden in der jeweiligen Gruppe wurde tabellarisch dargestellt. Das Durchschnittsalter mit Standardabweichung ( $\pm$ SD) wurde errechnet und die Altersunterschiede der männlichen und weiblichen Probanden miteinander verglichen. Die Frakturgruppe wurde nach AO klassifiziert und ebenso wie das gesamte Frakturkollektiv in Gruppen unterteilt und nachuntersucht. Mit diesen Daten lassen sich epidemiologische Einflüsse auf die Inzidenz detektieren. Zum Beispiel lässt sich so herausfinden, ob das Geschlecht (männlich oder weiblich) einen Einfluss auf die Frakturhäufigkeit hat (z.B. weibliche Personen sind häufiger von einer DRF betroffen als männliche).

Des Weiteren wurden die Komplikationen und Revisionsoperationen der Patienten erfasst und zusammengetragen. Explizit wurde auf folgende Komplikationen geachtet: Repositionsverlust, Karpaltunnelsyndrom, „complex regional pain syndrome“ (CRPS), Sehnenruptur und Materialversagen.

### **5.3.2 Vergleichende Analysen**

#### **5.3.2.1 Mann-Whitney-U-Test**

Obwohl der meistgenutzte Test zum Vergleich zweier unabhängiger Gruppen der t-test ist, ist dessen Gebrauch insofern limitiert, als dass er von einer Normalverteilung ausgeht [104, 105]. Da dies im Falle unserer Kohorten meistens nicht der Fall ist, benutzen wir den Mann-Whitney-U-Test (MWUT), auch Wilcoxon-Mann-Whitney-Test genannt. Dies ist ein Test, der die Mittelwerte zweier unabhängiger Gruppen, die nicht normalverteilt sind, vergleicht [104-106]. Es wurden Ergebnisse mit einem p-Wert  $< 0,05$  als signifikant akzeptiert.

#### **5.3.2.2 Altersvergleich der Frakturtypen**

Die Altersmittelwerte mit Standardabweichung ( $MW \pm SD$ , Mittelwert  $\pm$  Standarddeviation) der Frakturtypen und der gesamten Frakturkohorte wurden miteinander mittels MWUT verglichen, um ggf. einen Funktionsunterschied zwischen den beiden Gruppen entdecken zu können.

#### **5.3.2.3 Kruskal Wallis One way analysis of variances (ANOVA)**

Um die Funktion mehrerer Gruppen miteinander vergleichen zu können (Frakturtypen und gesamte Frakturgruppe gegeneinander), haben wir den Kruskal Wallis one way analysis of variances (ANOVA) benutzt [107]. Sobald hier statistisch signifikante

Unterschiede festgestellt worden waren, wurde die post-hoc-Untersuchung nach Dunn durchgeführt, um die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen genauer identifizieren zu können. Es wurden Ergebnisse mit einem p-Wert  $< 0,05$  als signifikant akzeptiert.

#### **5.3.2.4 Funktionsunterschiede innerhalb der Fraktur- und Kontrollkohorte**

##### **5.3.2.4.1 Geschlecht**

Sowohl Kontroll- als auch Frakturkohorte wurde geschlechtsabhängig in Gruppen unterteilt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels MWUT.

##### **5.3.2.4.2 Alter**

Die Funktion der Altersgruppen  $< 65$  Jahre und  $> 64$  Jahre der Kontroll- sowie Frakturkohorte wurden mittels MWUT miteinander verglichen, um Unterschiede der Funktion in den jeweiligen Altersgruppen erkennen zu können.

##### **5.3.2.4.3 Untersuchte Handseite**

Die Funktion der rechten bzw. linken Hand der Kontroll- und Frakturkohorte wurde mittels MWUT miteinander verglichen. Dies soll überprüfen, ob die beiden Handseiten eine unterschiedliche Funktion (postoperativ bzw. ohne Vorbehandlung) besitzen.

##### **5.3.2.4.4 Dominanz des Handgelenkes**

Die Funktion der dominanten und der nichtdominanten Handgelenke wurden mittels MWUT verglichen, um herauszufinden, ob die Dominanz des Handgelenkes Einfluss auf die postoperative Funktion hat.

##### **5.3.2.4.5 Vergleich mit der Kontrollgruppe**

Der MWQ-Wert der gesamten Frakturgruppe wurde mit der Kontrollkohorte mittels MWUT verglichen. Des Weiteren wurden die jungen ( $< 65$  Jahre) und alten ( $> 64$  Jahre) Patienten nach Fraktur mit der jeweiligen Kontrollgruppe verglichen, um funktionelle Unterschiede der beiden Gruppen erkennen zu können.

##### **5.3.2.4.6 Frakturtypen**

Die unterschiedlichen Frakturtypen nach AO-Klassifikation (Typ A/B/C- Frakturen) wurden oben genannten Untergruppen zugeordnet, und eine vergleichende MWQ Analyse der einzelnen Untergruppen (männlich vs. weiblich,  $< 65$  vs.  $> 64$ , rechts vs. links, dominant vs. nicht-dominant) durchgeführt.

Die Frakturtypen wurden sowohl im gesamten Altersspektrum (z.B. alle Typ A Frakturen) als auch in den Altersgruppen (< 65 Jahre und > 64 Jahre) mit der Kontrollgruppe mittels MWUT verglichen.

Die Mittelwerte der Frakturtypen wurden mittels Kruskal Wallis one way ANOVA on ranks miteinander verglichen, und bei signifikanten Unterschieden um ein post-hoc Verfahren nach Dunn ergänzt.

## 6 Ergebnisse

### 6.1 Aufbau eines Frakturregisters

#### 6.1.1 Kontrollgruppe

Es wurden 110 im Handgelenk gesunde Probanden zwischen 21 und 91 Jahren eingeschlossen und füllten den MWQ aus.

##### 6.1.1.1 Geschlecht

Die Kontrollgruppe bestand aus 39 männlichen (35%) und 71 weiblichen (65%) Probanden. Die Ergebnisse hierzu zeigt Tabelle 1 (Tab.1).

*Tabelle 1: Geschlechterverteilung Kontrollkohorte*

<b>Geschlecht</b>	<b>männlich</b>	<b>weiblich</b>	<b>gesamt</b>
<b>Anzahl n</b>	39	71	110

Tabelle 1 (Tab.1): Diese Tabelle zeigt die Geschlechterverteilung der Kontrollkohorte

##### 6.1.1.2 Alter

Die Probanden der Kontrollkohorte waren durchschnittlich  $55 \pm 19$  Jahre alt (MW $\pm$ SD). 74 Kontrollen waren unter 65 Jahre alt (67%) und 36 über 64 Jahre alt (33%). Das Ergebnis zeigt Tabelle 2 (Tab.2).

*Tabelle 2: Altersverteilung Kontrollkohorte*

<b>Altersgruppe in Jahren</b>	<b>Anzahl n (%)</b>
<b>&lt;65</b>	74 (67%)
<b>&gt;64</b>	36 (33%)
<b>gesamt</b>	110 (100%)

Tabelle 2 (Tab.2): Diese Tabelle zeigt die Altersverteilung der Kontrollkohorte

Weibliche und männliche Kontrollprobanden zeigten keinen signifikanten Altersunterschied ( $p > 0,05$  im MWUT). Das Ergebnis zeigt Tabelle 3 (Tab.3).

*Tabelle 3: Durchschnittsalter der Patienten nach Geschlecht*

<b>Geschlecht</b>	<b>männlich</b>	<b>weiblich</b>	<b>gesamt</b>
<b>Alter [MW<math>\pm</math>SD]</b>	53 $\pm$ 16	56 $\pm$ 20	55 $\pm$ 19

Tabelle 3: (Tab.3): Diese Tabelle zeigt das Durchschnittsalter der männlichen und weiblichen Kontrollprobanden. Sie weisen keinen signifikanten Unterschied auf (MWUT  $p > 0,05$ )

### 6.1.1.3 Untersuchte Handseite

Von den untersuchten Handgelenken der Kontrollkohorte waren 56 auf der rechten (51%) und 54 auf der linken Seite (49%). Das Ergebnis zeigt Tabelle 4 (Tab.4).

*Tabelle 4: Untersuchte Handseite der Kontrollkohorte*

<b>Untersuchte Handseite</b>	<b>rechts</b>	<b>links</b>	<b>gesamt</b>
<b>Anzahl n</b>	56	54	110

Tabelle 4 (Tab. 4): Die Tabelle zeigt die Verteilung der untersuchten Handseite in der Kontrollkohorte

### 6.1.1.4 Dominanz des Handgelenkes

Die Kontrollgruppe bestand aus 55 dominanten (50%) und 55 nicht-dominanten (50%) untersuchten Handgelenken. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 5 (Tab.5).

*Tabelle 5: Verteilung der Kontrollkohorte nach Dominanz der Hand*

<b>Dominanz</b>	<b>dominant</b>	<b>nicht-dominant</b>	<b>gesamt</b>
<b>Anzahl n</b>	55	55	110

Tabelle 5 (Tab.5): Diese Tabelle zeigt die Verteilung der Kontrollkohorte nach Dominanz des untersuchten Handgelenkes

### 6.1.2 Gesamte Frakturgruppe

Im Rahmen der Studie wurden 1796 Patienten identifiziert und angeschrieben. Das Anschreiben beantworteten 476 Patienten. Dies entspricht einer primären Rücklaufquote von 27%. Es wurden für die Studie 339 verwertbare Fragebögen mit vollständiger Bearbeitung des Bogens sowie gültiger Einverständniserklärung zugesandt. Dies entspricht einer finalen Rücklaufquote von 19%.

Das durchschnittliche Nachuntersuchungsintervall aller Patienten betrug  $66 \pm 31$  Monate (MW $\pm$ SD). Das Ergebnis zeigt Tabelle 6 (Tab.6).

*Tabelle 6: Nachuntersuchungsintervall der Frakturkohorte*

<b>Frakturtyp</b>	<b>A-Frakturen</b>	<b>B-Frakturen</b>	<b>C-Frakturen</b>	<b>alle Frakturen</b>
<b>Nachuntersuchungsintervall in Monaten (MW<math>\pm</math>SD)</b>	66 $\pm$ 29	68 $\pm$ 33	65 $\pm$ 33	66 $\pm$ 31

Tabelle 6 (Tab.6): Diese Tabelle zeigt die Nachuntersuchungsintervalle der gesamten Frakturkohorte sowie der einzelnen nach AO klassifizierten Kohorten

### 6.1.2.1 Geschlecht

243 Patienten der Frakturkohorte waren weiblich (72%), 96 waren männlich (28%). Dies entspricht einer Ratio von 2,5:1. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 7 (Tab.7).

*Tabelle 7: Geschlechterverteilung Frakturkohorte*

<b>Geschlecht</b>	<b>männlich</b>	<b>weiblich</b>	<b>gesamt</b>
<b>Anzahl n</b>	96	243	339

Tabelle 7 (Tab.7): Diese Tabelle zeigt die Geschlechterverteilung der Frakturkohorte

### 6.1.2.2 Alter

Die Probanden der Frakturgruppe waren durchschnittlich  $57 \pm 16$  Jahre alt (MW $\pm$ SD). 216 Patienten waren < 65 Jahre alt (64%) und 123 über 64 Jahre alt (36%). In der jüngeren Gruppe zeigte sich ein prozentual höherer Anteil an männlichen Patienten gegenüber der älteren Gruppe (36% vs. 15%). Das Ergebnis zeigt Tabelle 8 (Tab.8).

*Tabelle 8: Altersverteilung Frakturkohorte nach Geschlecht*

<b>Altersgruppe in Jahren</b>	<b>männlich</b>	<b>weiblich</b>	<b>Anzahl n (%)</b>
<b>&lt;65 [n (%)]</b>	78 (36%)	138 (64%)	216 (64%)
<b>&gt;64 [n (%)]</b>	18 (15%)	105 (85%)	123 (36%)
<b>gesamt [n (%)]</b>	96 (28%)	243 (72%)	339 (100%)

Tabelle 8 (Tab.8): Diese Tabelle zeigt die Altersverteilung der Frakturkohorte und die Geschlechterverteilung innerhalb dieser Gruppen

Die männlichen Patienten der Frakturgruppe waren durchschnittlich jünger ( $50 \pm 16$  Jahre (MW $\pm$ SD)) als die weiblichen ( $60 \pm 15$  Jahre (MW $\pm$ SD)); MWUT  $p < 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Tabelle 9 (Tab. 9).

*Tabelle 9: Durchschnittsalter der Patienten nach Geschlecht*

<b>Geschlecht</b>	<b>männlich</b>	<b>weiblich</b>	<b>gesamt</b>
<b>Alter [MW<math>\pm</math>SD]</b>	$50 \pm 16$	$60 \pm 15$	$57 \pm 16$

Tabelle 9: (Tab.9): Diese Tabelle zeigt das Durchschnittsalter der männlichen und weiblichen Patienten mit DRF. Sie weisen einen signifikanten Unterschied auf (MWUT  $p < 0,05$ )

### 6.1.2.3 Untersuchte Handseite

Von den untersuchten Handgelenken der Frakturkohorte waren 147 auf der rechten (43%) und 192 (57%) auf der linken Seite betroffen. Das Ergebnis zeigt Tabelle 10 (Tab.10).

*Tabelle 10: Untersuchte Handseite der Frakturkohorte*

<b>Untersuchte Handseite</b>	<b>rechts</b>	<b>links</b>	<b>gesamt</b>
<b>Anzahl n</b>	147	192	339

Tabelle 10 (Tab. 10): Die Tabelle zeigt die Verteilung der untersuchten Handseite in der Frakturkohorte

### 6.1.2.4 Dominanz des Handgelenkes

Es fanden sich 145 Probanden (43%) deren dominantes Handgelenk und 194 Probanden (57%) deren nicht-dominantes Handgelenk nach einer Fraktur evaluiert wurde (Frakturkohorte). Die Ergebnisse zeigt Tabelle 11 (Tab.11).

*Tabelle 11: Verteilung der Frakturkohorte nach Dominanz der Hand*

<b>Dominanz</b>	<b>dominant</b>	<b>nicht-dominant</b>	<b>gesamt</b>
<b>Anzahl n</b>	145	194	339

Tabelle 11 (Tab.11): Diese Tabelle zeigt die Verteilung der Frakturkohorte nach Dominanz des betroffenen Handgelenkes

### 6.1.2.5 Klassifikation

110 Patienten (32%) wurden als Typ A-Fraktur, 31 (9%) als Typ B-Fraktur und 198 (58%) als Typ C-Fraktur klassifiziert. Die Ergebnisse hierzu zeigt Tabelle 12 (Tab.12).

*Tabelle 12: Verteilung der Frakturtypen nach AO-Klassifikation*

<b>Frakturtyp</b>	<b>A-Frakturen</b>	<b>B-Frakturen</b>	<b>C-Frakturen</b>	<b>alle Frakturen</b>
<b>Anzahl n</b>	110	31	198	339

Tabelle 12 (Tab.12): Die Tabelle zeigt die Verteilung der Frakturen nach AO-Klassifikation

### 6.1.2.6 Komplikationen

Insgesamt traten 25 postoperative Komplikationen auf (7%). Bei 13 dieser Patienten (4% aller Frakturen) musste eine Revisionsoperation durchgeführt werden. 2% (n=7) der Patienten zeigten postoperativ einen Repositionsverlust, 3% (n=10) ein Karpaltunnelsyndrom, 1% (n=3) ein complex regional pain syndrome, 1% (n=3)

Materialversagen und weniger als 1% (n=2) eine Sehnenruptur. Die genaue Aufteilung der Komplikationen zeigt Abbildung 5 (Abb.5).

Abbildung 5: Komplikationen der Frakturgruppe

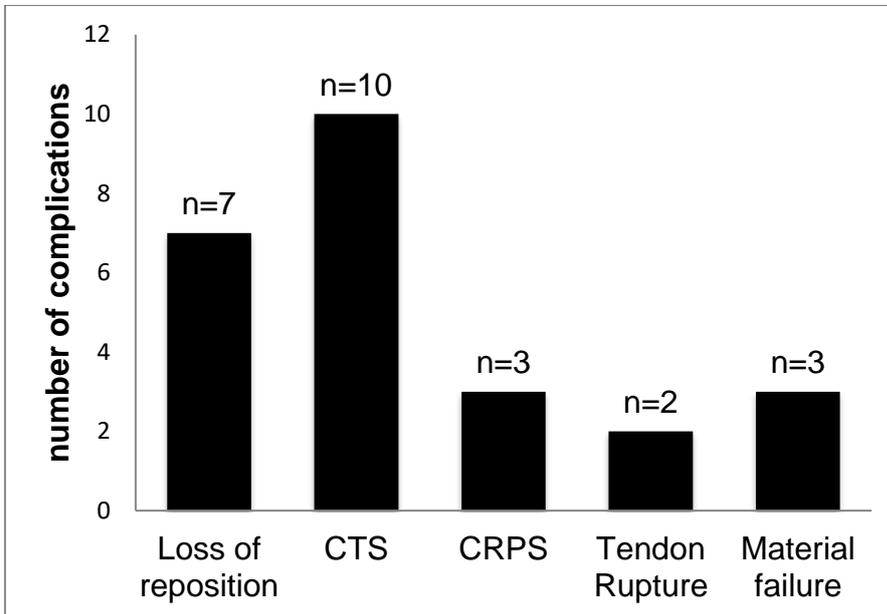


Abbildung 5 (Abb.5): Diese Abbildung zeigt die Verteilung der Komplikationen in der Frakturgruppe

### 6.1.3 Typ A-Frakturen

#### 6.1.3.1 Geschlecht

88 Patienten der Typ A Frakturen waren weiblich (80%), 22 waren männlich (20%). Dies entspricht einer Ratio von 4:1. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 13 (Tab.13).

Tabelle 13: Geschlechterverteilung Typ A Frakturen

Geschlecht	männlich	weiblich	gesamt
Anzahl n	22	88	110

Tabelle 13 (Tab.13): Diese Tabelle zeigt die Geschlechterverteilung der Typ A Frakturen

#### 6.1.3.2 Alter

Das Durchschnittsalter der 110 A-Frakturen betrug  $56 \pm 16$  Jahre (MW $\pm$ SD). 74 Patienten waren unter 65 Jahre alt (67%) und 36 über 64 Jahre alt (33%). Das Ergebnis zeigt Tabelle 14 (Tab.14).

*Tabelle 14: Altersverteilung A-Frakturen*

<b>Altersgruppe in Jahren</b>	<b>Anzahl n (%)</b>
<b>&lt;65</b>	74 (67%)
<b>&gt;64</b>	36 (33%)
<b>gesamt</b>	110 (100%)

Tabelle 14 (Tab.14): Die Tabelle zeigt die Altersverteilung der Typ A-Frakturen

Die männlichen Patienten der Typ A Frakturen waren durchschnittlich jünger ( $47 \pm 17$  Jahre (MW $\pm$ SD)) als die weiblichen ( $59 \pm 15$  Jahre (MW $\pm$ SD)); MWUT  $p < 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Tabelle 15 (Tab. 15).

*Tabelle 15: Durchschnittsalter der Typ A Frakturen nach Geschlecht*

<b>Geschlecht</b>	<b>männlich</b>	<b>weiblich</b>	<b>gesamt</b>
<b>Alter [MW<math>\pm</math>SD]</b>	$47 \pm 17$	$59 \pm 15$	$56 \pm 16$

Tabelle 15: (Tab.15): Diese Tabelle zeigt das Durchschnittsalter der männlichen und weiblichen Patienten mit Typ A Fraktur. Sie weisen einen signifikanten Unterschied auf (MWUT  $p < 0,05$ )

### **6.1.3.3 Untersuchte Handseite**

Von den untersuchten Handgelenken der Typ A Frakturen waren 44 auf der rechten (40%) und 66 (60%) auf der linken Seite betroffen. Das Ergebnis zeigt Tabelle 16 (Tab.16).

*Tabelle 16: Untersuchte Handseite der Typ A Frakturen*

<b>Untersuchte Handseite</b>	<b>rechts</b>	<b>links</b>	<b>gesamt</b>
<b>Anzahl n</b>	44	66	110

Tabelle 16 (Tab. 16): Die Tabelle zeigt die Verteilung der untersuchten Handseite bei Typ A Frakturen

#### 6.1.3.4 Dominanz des Handgelenkes

Unter den Typ A Frakturen fanden sich 47 Probanden (43%) deren dominantes Handgelenk und 63 Probanden (57%) deren nicht-dominantes Handgelenk betroffen war. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 17 (Tab.17).

*Tabelle 17: Verteilung der Typ A Frakturen nach Dominanz der Hand*

<b>Dominanz</b>	<b>dominant</b>	<b>nicht-dominant</b>	<b>gesamt</b>
<b>Anzahl n</b>	47	63	110

Tabelle 17 (Tab.17): Diese Tabelle zeigt die Verteilung der Typ A Frakturen nach Dominanz des betroffenen Handgelenkes

#### 6.1.4 Typ B-Frakturen

##### 6.1.4.1 Geschlecht

17 Patienten der Typ B Frakturen waren weiblich (55%), 14 waren männlich (45%). Dies entspricht einer Ratio von 1,2:1. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 18 (Tab.18).

*Tabelle 18: Geschlechterverteilung Typ B Frakturen*

<b>Geschlecht</b>	<b>männlich</b>	<b>weiblich</b>	<b>gesamt</b>
<b>Anzahl n</b>	14	17	31

Tabelle 18 (Tab.18): Diese Tabelle zeigt die Geschlechterverteilung der Typ B Frakturen

##### 6.1.4.2 Alter

Die B-Frakturen waren durchschnittlich  $48 \pm 17$  Jahre alt (MW $\pm$ SD). 22 Patienten waren < 65 Jahre alt (71%) und 9 > 64 Jahre alt (29%). Das Ergebnis zeigt Tabelle 19 (Tab.19).

*Tabelle 19: Altersverteilung B-Frakturen*

<b>Altersgruppe in Jahren</b>	<b>Anzahl n (%)</b>
<b>&lt;65</b>	22 (71%)
<b>&gt;64</b>	9 (29%)
<b>gesamt</b>	31 (100%)

Tabelle 19 (Tab.19): Die Tabelle zeigt die Altersverteilung der Typ B Frakturen

Das Alter der männlichen und weiblichen Typ B Frakturen unterschied sich statistisch nicht signifikant (männlich:  $45 \pm 14$  vs. weiblich:  $50 \pm 19$  (MW $\pm$ SD); MWUT:  $p > 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Tabelle 20 (Tab. 20).

*Tabelle 20: Durchschnittsalter der Typ B Frakturen nach Geschlecht*

<b>Geschlecht</b>	<b>männlich</b>	<b>weiblich</b>	<b>gesamt</b>
<b>Alter [MW±SD]</b>	45±14	50±19	48±17

Tabelle 20: (Tab.20): Diese Tabelle zeigt das Durchschnittsalter der männlichen und weiblichen Patienten mit Typ B Fraktur. Sie weisen keinen signifikanten Unterschied auf (MWUT  $p > 0,05$ )

#### **6.1.4.3 Untersuchte Handseite**

Von den untersuchten Handgelenken der Typ B Frakturen waren 11 auf der rechten (35%) und 20 (65%) auf der linken Seite betroffen. Das Ergebnis zeigt Tabelle 21 (Tab.21).

*Tabelle 21: Untersuchte Handseite der Typ B Frakturen*

<b>Untersuchte Handseite</b>	<b>rechts</b>	<b>links</b>	<b>gesamt</b>
<b>Anzahl n</b>	11	20	31

Tabelle 21 (Tab. 21): Die Tabelle zeigt die Verteilung der untersuchten Handseite bei Typ B Frakturen

#### **6.1.4.4 Dominanz des Handgelenkes**

Unter den Typ B Frakturen fanden sich 8 Probanden (43%) deren dominantes Handgelenk und 23 Probanden (57%) deren nicht-dominantes Handgelenk betroffen war. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 22 (Tab.22).

*Tabelle 22: Verteilung der Typ B Frakturen nach Dominanz der Hand*

<b>Dominanz</b>	<b>dominant</b>	<b>nicht-dominant</b>	<b>gesamt</b>
<b>Anzahl n</b>	8	23	31

Tabelle 22 (Tab.22): Diese Tabelle zeigt die Verteilung der Typ B Frakturen nach Dominanz des betroffenen Handgelenkes

### **6.1.5 Typ C-Frakturen**

#### **6.1.5.1 Geschlecht**

138 Patienten der Typ C Frakturen waren weiblich (70%), 60 waren männlich (30%). Dies entspricht einer Ratio von 2,3:1. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 23 (Tab.23).

*Tabelle 23: Geschlechterverteilung Typ C Frakturen*

<b>Geschlecht</b>	<b>männlich</b>	<b>weiblich</b>	<b>gesamt</b>
<b>Anzahl n</b>	60	138	198

Tabelle 23 (Tab.23): Diese Tabelle zeigt die Geschlechterverteilung der Typ C Frakturen

### 6.1.5.2 Alter

Die 198 C-Frakturen waren durchschnittlich  $59 \pm 15$  Jahre alt (MW $\pm$ SD). 120 Patienten waren jünger als 65 Jahre (61%) und 78 älter als 64 Jahre (39%). Das Ergebnis zeigt Tabelle 24 (Tab.24).

*Tabelle 24: Altersverteilung C-Frakturen*

<b>Altersgruppe in Jahren</b>	<b>Anzahl n (%)</b>
<b>&lt;65</b>	120 (61%)
<b>&gt;64</b>	78 (39%)
<b>gesamt</b>	198 (100%)

Tabelle 24 (Tab.24): Die Tabelle zeigt die Altersverteilung der Typ C-Frakturen

Die männlichen Patienten der Typ C Frakturen waren durchschnittlich jünger ( $51 \pm 15$  Jahre (MW $\pm$ SD)) als die weiblichen ( $62 \pm 13$  Jahre (MW $\pm$ SD)); MWUT  $p < 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Tabelle 25 (Tab. 25).

*Tabelle 25: Durchschnittsalter der Typ C Frakturen nach Geschlecht*

<b>Geschlecht</b>	<b>männlich</b>	<b>weiblich</b>	<b>gesamt</b>
<b>Alter [MW<math>\pm</math>SD]</b>	$51 \pm 15$	$62 \pm 13$	$59 \pm 15$

Tabelle 25: (Tab.25): Diese Tabelle zeigt das Durchschnittsalter der männlichen und weiblichen Patienten mit Typ C Fraktur. Sie weisen einen signifikanten Unterschied auf (MWUT  $p < 0,05$ )

### 6.1.5.3 Untersuchte Handseite

Von den untersuchten Handgelenken der Typ C Frakturen waren 92 auf der rechten (46%) und 106 (54%) auf der linken Seite betroffen. Das Ergebnis zeigt Tabelle 26 (Tab.26).

*Tabelle 26: Untersuchte Handseite der Typ C Frakturen*

<b>Untersuchte Handseite</b>	<b>rechts</b>	<b>links</b>	<b>gesamt</b>
<b>Anzahl n</b>	92	106	198

Tabelle 26 (Tab. 26): Die Tabelle zeigt die Verteilung der untersuchten Handseite bei Typ C Frakturen

#### 6.1.5.4 Dominanz des Handgelenkes

Unter den Typ C Frakturen fanden sich 87 Probanden (44%) deren dominantes Handgelenk und 111 Probanden (56%) deren nicht-dominantes Handgelenk betroffen war. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 27 (Tab.27).

Tabelle 27: Verteilung der Typ C Frakturen nach Dominanz der Hand

Dominanz	dominant	nicht-dominant	gesamt
Anzahl n	87	111	198

Tabelle 27 (Tab.27): Diese Tabelle zeigt die Verteilung der Typ C Frakturen nach Dominanz des betroffenen Handgelenkes

#### 6.1.5.4.1 Altersvergleich

Das Alter der A-Frakturen, C-Frakturen und der gesamten Frakturkohorte unterschieden sich statistisch nicht signifikant voneinander. B-Frakturen waren durchschnittlich jünger als A-Frakturen, C-Frakturen und die gesamte Frakturkohorte ( $p < 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 6 (Abb.6).

Abbildung 6: Altersvergleich der Frakturtypen

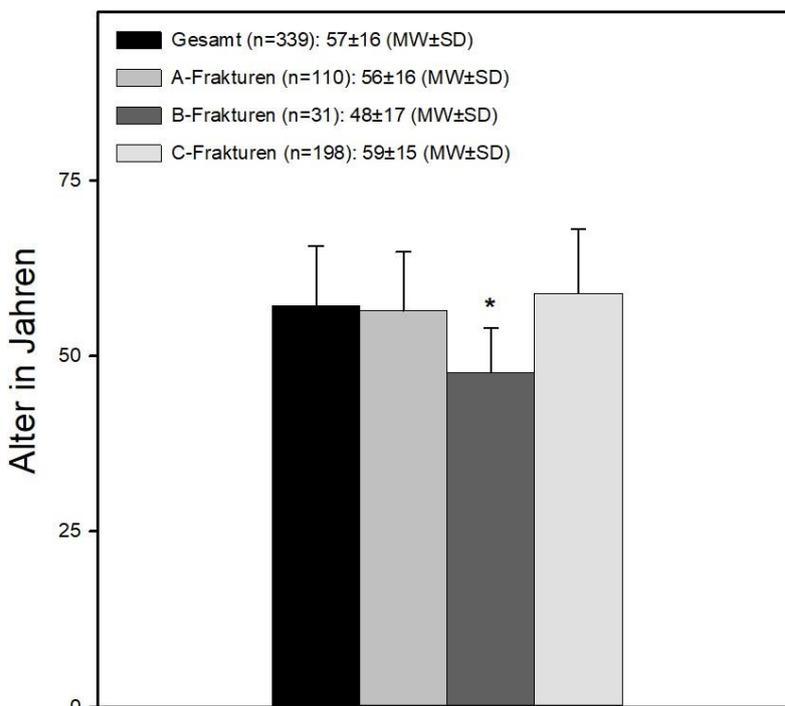


Abbildung 6 (Abb.6): Diese Abbildung zeigt das durchschnittliche Alter der einzelnen Frakturtypen und gesamten Frakturkohorte

(\* MWUT  $p < 0,05$ : B-Frakturen vs. A-Frakturen, B-Frakturen vs. C-Frakturen, B-Frakturen vs. gesamte Frakturkohorte)

## 6.2 Funktionsmessungen

### 6.2.1 Kontrollgruppe

Die Kontrollkohorte hatte einen durchschnittlichen MWQ-Wert von  $96 \pm 6\%$  ( $MW \pm SD$ ).

#### 6.2.1.1 Geschlecht

Die männlichen Kontrollprobanden hatten einen signifikant höheren MWQ-Wert ( $97 \pm 6\%$  ( $MW \pm SD$ )) als die weiblichen ( $95 \pm 6\%$  ( $MW \pm SD$ ));  $p < 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 7 (Abb.7).

Abbildung 7: Funktion der Kontrollkohorte nach Geschlecht

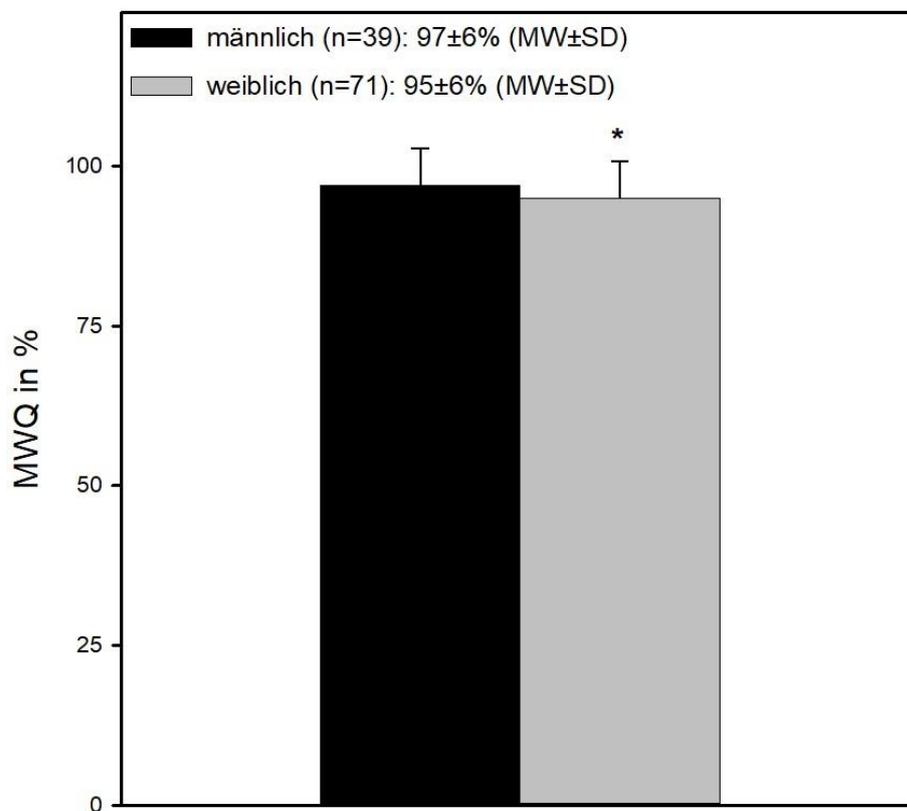


Abbildung 7 (Abb.7): Diese Abbildung zeigt die Funktion in Abhängigkeit des Geschlechtes in der Kontrollkohorte mittels MWQ-Prozentwertes ( $MWUT$   $p < 0,05$ ).

### 6.2.1.2 Alter

Die Probanden unter 65 Jahren zeigten durchschnittlich einen statistisch signifikant höheren MWQ-Wert ( $98 \pm 4\%$  (MW $\pm$ SD)) als diejenigen über 64 Jahren ( $92 \pm 7\%$  (MW $\pm$ SD)). Das Ergebnis zeigt Abbildung 8 (Abb.8).

Abbildung 8: Funktion der Kontrollkohorte nach Alter

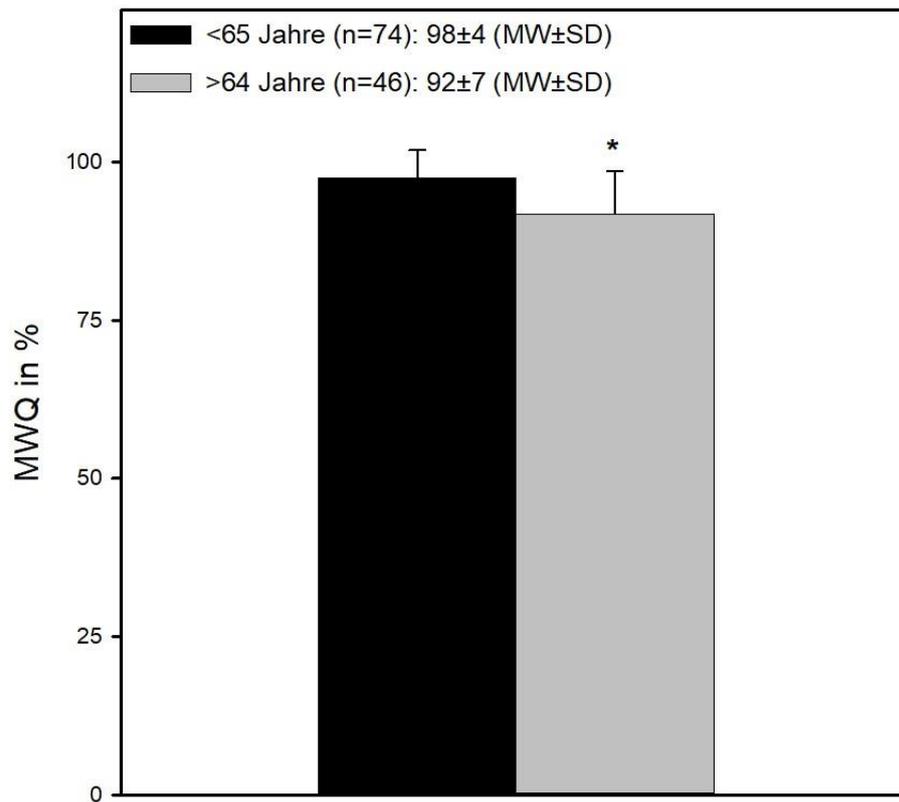


Abbildung 8 (Abb.8): Diese Abbildung zeigt den Funktionsunterschied der Kontrollkohorte zwischen < 65- und > 64-jährigen (\*MWUT p < 0,05)

### 6.2.1.3 Untersuchte Handseite

Die Handgelenke der rechten Hand hatten einen durchschnittlichen MWQ-Wert von  $96 \pm 6\%$  (MW $\pm$ SD), diejenigen der linken Hand einen Wert von  $96 \pm 6\%$  (MW $\pm$ SD). Die Gruppen unterschieden sich nicht statistisch signifikant. Das Ergebnis zeigt Abbildung 9 (Abb.9).

Abbildung 9: Funktion der Kontrollkohorte nach untersuchten Handseite

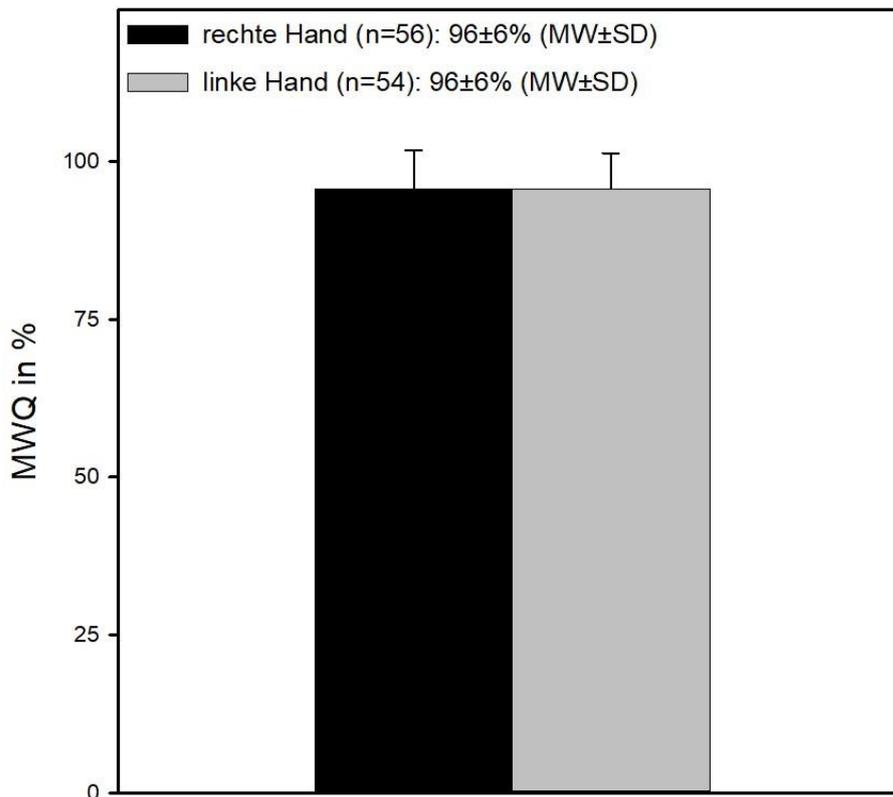


Abbildung 9 (Abb.9): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Handseite des jeweils untersuchten Handgelenkes (MWUT  $p > 0,05$ )

#### 6.2.1.4 Dominanz des Handgelenkes

Die dominanten Handgelenke hatten einen durchschnittlichen MWQ-Prozentwert von  $96 \pm 5\%$  (MW $\pm$ SD). Der durchschnittliche Wert der nicht-dominanten Handgelenke betrug  $95 \pm 6\%$  (MW $\pm$ SD). Zwischen beiden Gruppen ließ sich kein statistisch signifikanter Unterschied feststellen. Das Ergebnis zeigt Abbildung 10 (Abb.10).

Abbildung 10: Funktion der Kontrollkohorte nach Dominanz des Handgelenkes

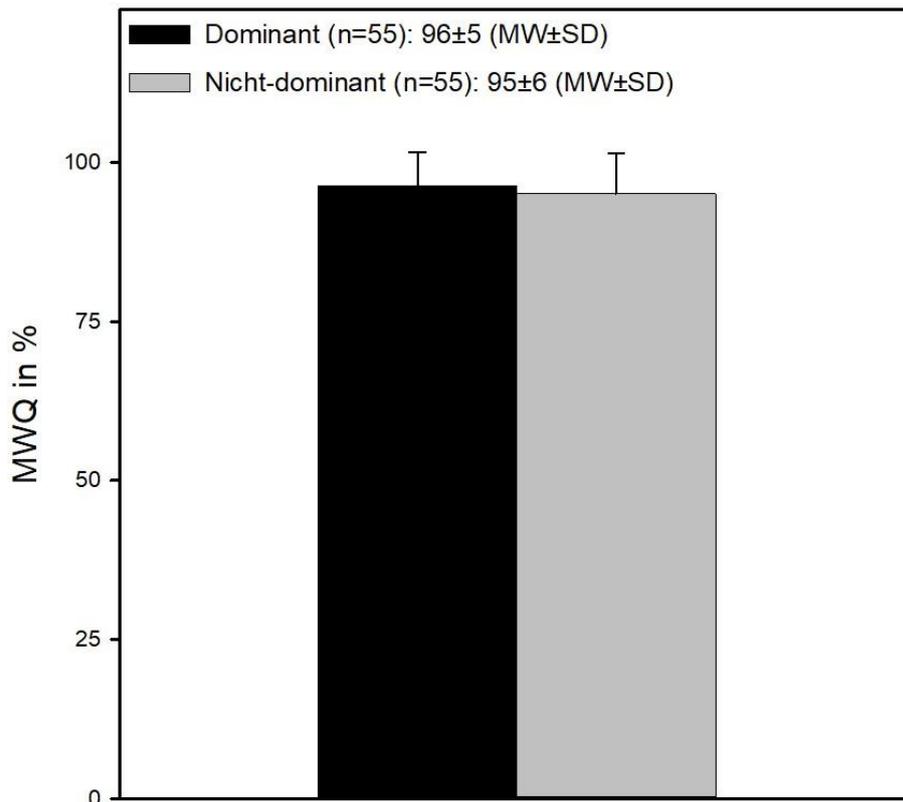


Abbildung 10 (Abb.10): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Kontrollkohorte der dominanten und nichtdominanten Handgelenke in der Kontrollgruppe (MWUT  $p > 0,05$ )

## 6.2.2 Gesamte Frakturgruppe

Die Frakturgruppe hatte einen durchschnittlichen MWQ-Prozentwert von  $91 \pm 11\%$  (MW $\pm$ SD).

### 6.2.2.1 Geschlecht

Die männlichen Patienten hatten einen durchschnittlichen MWQ-Prozentwert von  $91 \pm 11\%$  (MW $\pm$ SD), die Weiblichen einen durchschnittlichen Wert von  $91 \pm 11\%$  (MW $\pm$ SD). Die beiden Gruppen unterschieden sich nicht signifikant. Das Ergebnis zeigt Abbildung 11 (Abb.11).

Abbildung 11: Funktion der Frakturkohorte nach Geschlecht

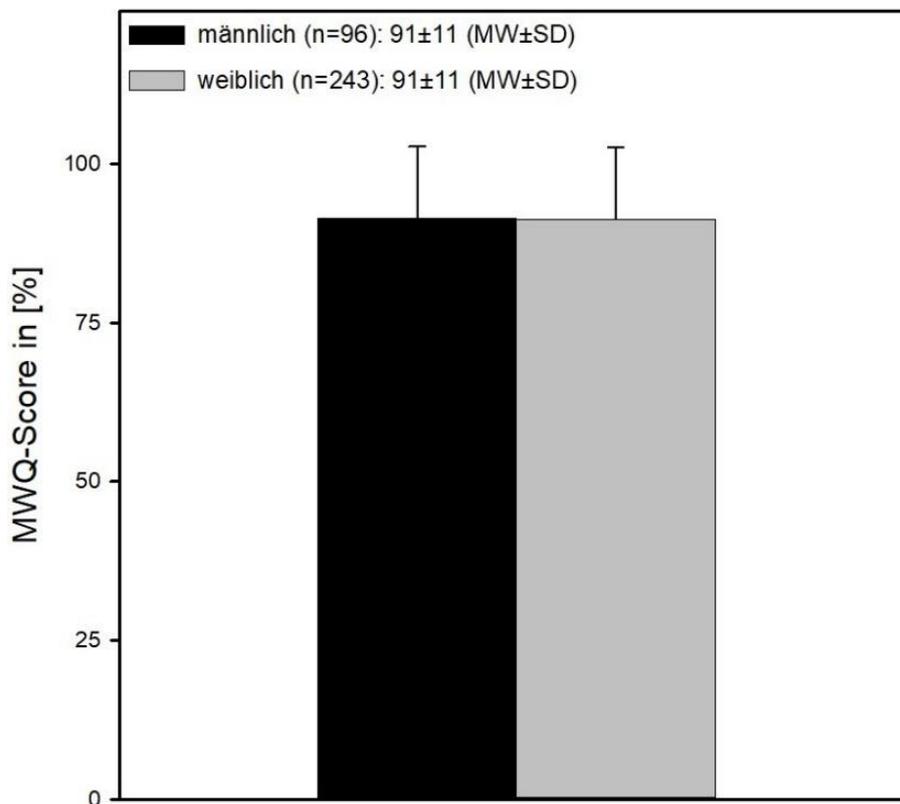


Abbildung 11 (Abb.11): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Frakturkohorte nach Geschlecht (MWUT  $p > 0,05$ )

### 6.2.2.2 Alter

Die Patienten, die jünger als 65 Jahre alt waren, hatten einen durchschnittlichen MWQ-Wert von  $92 \pm 12\%$  (MW $\pm$ SD). Diejenigen, die älter als 64 Jahre alt waren, einen durchschnittlichen Wert von  $90 \pm 11\%$  (MW $\pm$ SD). Die beiden Altersgruppen unterschieden sich statistisch nicht signifikant ( $p > 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 12 (Abb.12).

Abbildung 12: Funktion der Frakturkohorte nach Alter

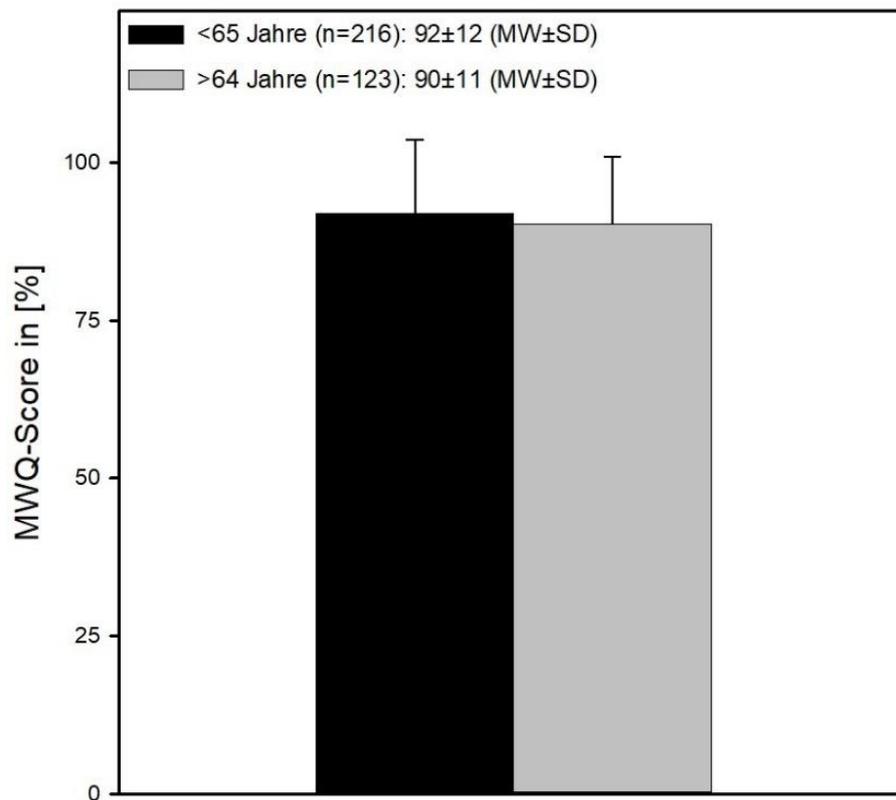


Abbildung 12 (Abb.12): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Frakturkohorte zwischen < 65- und > 64-jährigen (MWUT  $p > 0,05$ )

### 6.2.2.3 Untersuchte Handseite

Die Patienten mit Fraktur auf der rechten Seite des Handgelenks zeigten durchschnittlich keinen statistisch signifikant unterschiedlichen MWQ-Prozentwert ( $90 \pm 12\%$  (MW $\pm$ SD)) gegenüber denjenigen mit Fraktur auf der linken Seite ( $92 \pm 11\%$  (MW $\pm$ SD)  $p > 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 13 (Abb.13).

Abbildung 13: Funktion der Frakturkohorte nach untersuchter Handseite

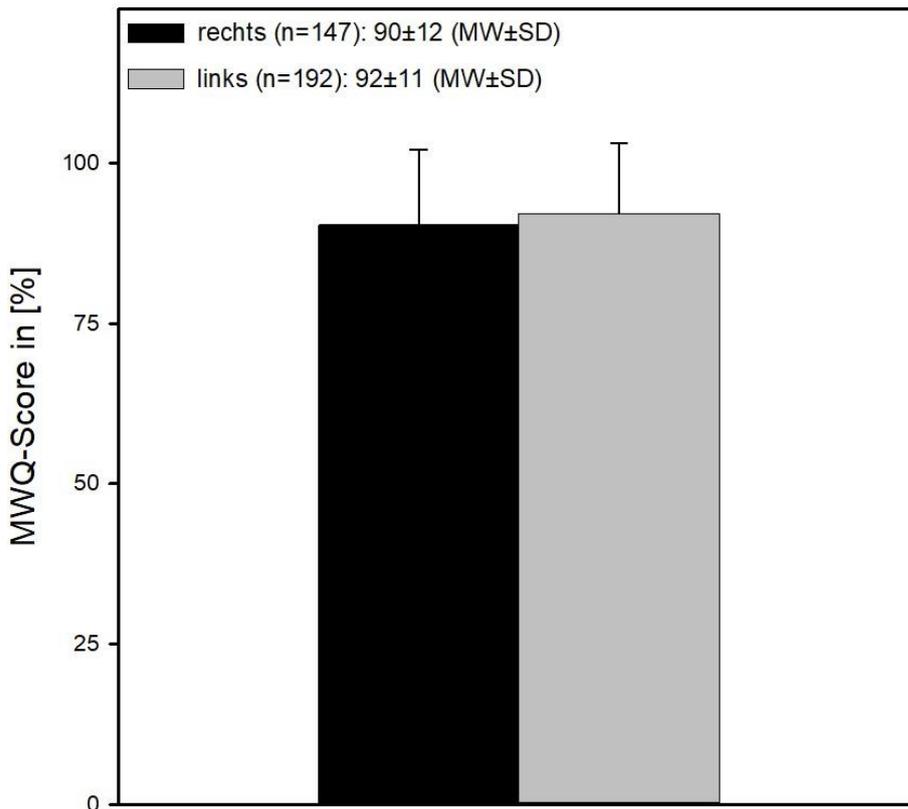


Abbildung 13 (Abb.13): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Frakturkohorte aufgeteilt nach untersuchter Handseite (MWUT  $p > 0,05$ )

#### 6.2.2.4 Dominanz des Handgelenkes

Der MWQ-Prozentwert der dominanten Handgelenksfrakturen unterschied sich mit  $90 \pm 12\%$  (MW $\pm$ SD) nicht von den nichtdominanten Frakturen mit einem Wert von  $92 \pm 11\%$  (MW $\pm$ SD) ( $p > 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 14 (Abb.14).

Abbildung 14: Funktion der Frakturkohorte nach Dominanz des Handgelenkes

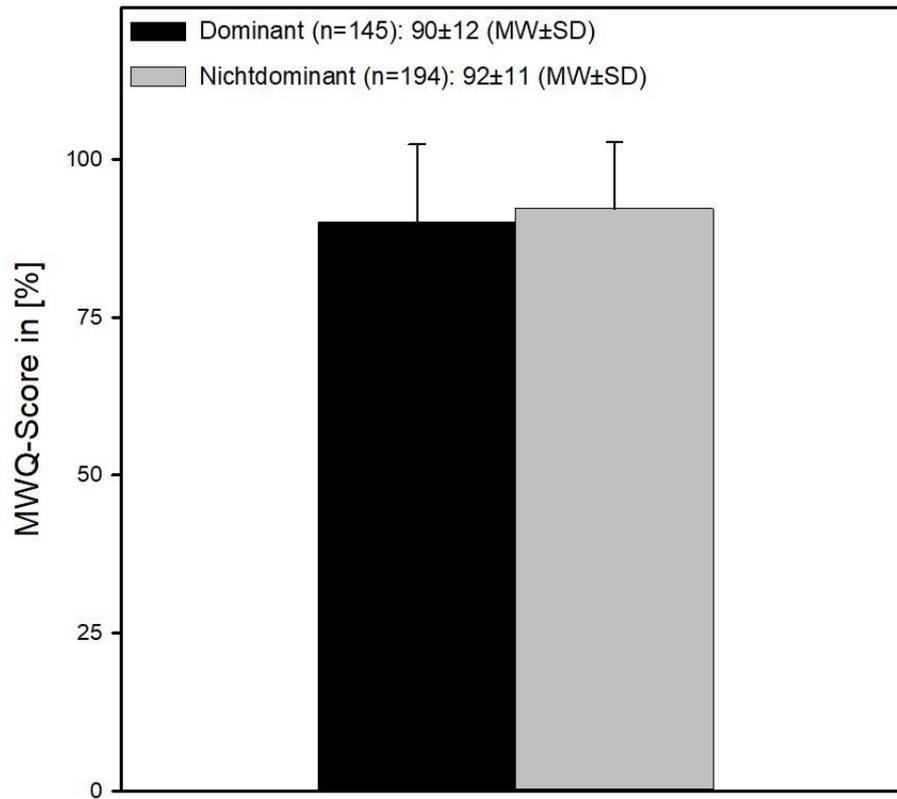


Abbildung 14 (Abb.14): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Frakturkohorte nach Dominanz des Handgelenkes (MWUT  $p > 0,05$ )

### 6.2.2.5 Vergleich mit Kontrollgruppe

Die Frakturgruppe ( $91 \pm 11\%$  (MW $\pm$ SD)) zeigt einen statistisch signifikant schlechteren MWQ-Prozentwert als die Kontrollkohorte ( $96 \pm 6\%$  (MW $\pm$ SD)); MWUT  $p < 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 15 (Abb.15).

Abbildung 15: Funktion Fraktur- vs. Kontrollkohorte

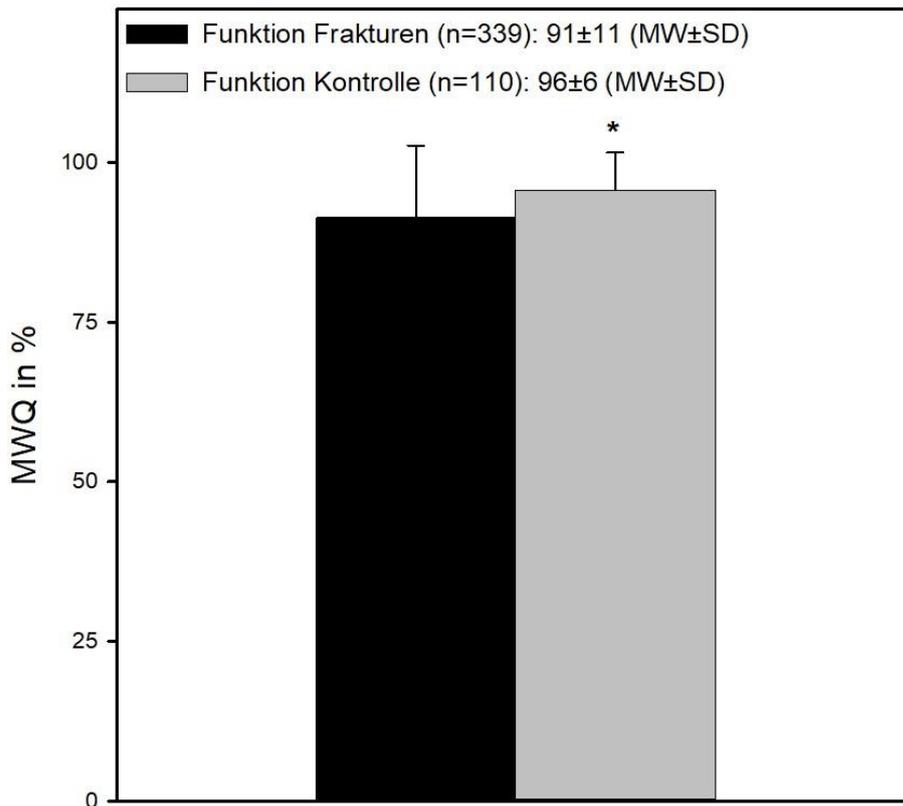


Abbildung 15 (Abb.15): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Fraktur- und Kontrollkohorte (\*MWUT  $p < 0,05$ )

Die Funktion der Frakturkohorte der unter 65-jährigen war mit einem MWQ-Prozentwert von  $92 \pm 12\%$  (MW $\pm$ SD) statistisch signifikant schlechter als die Kontrollkohorte ( $98 \pm 4\%$  (MW $\pm$ SD)); MWUT  $p < 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 16 (Abb.16).

Abbildung 16: Funktion der < 65-jährigen Fraktur- und Kontrollkohorte

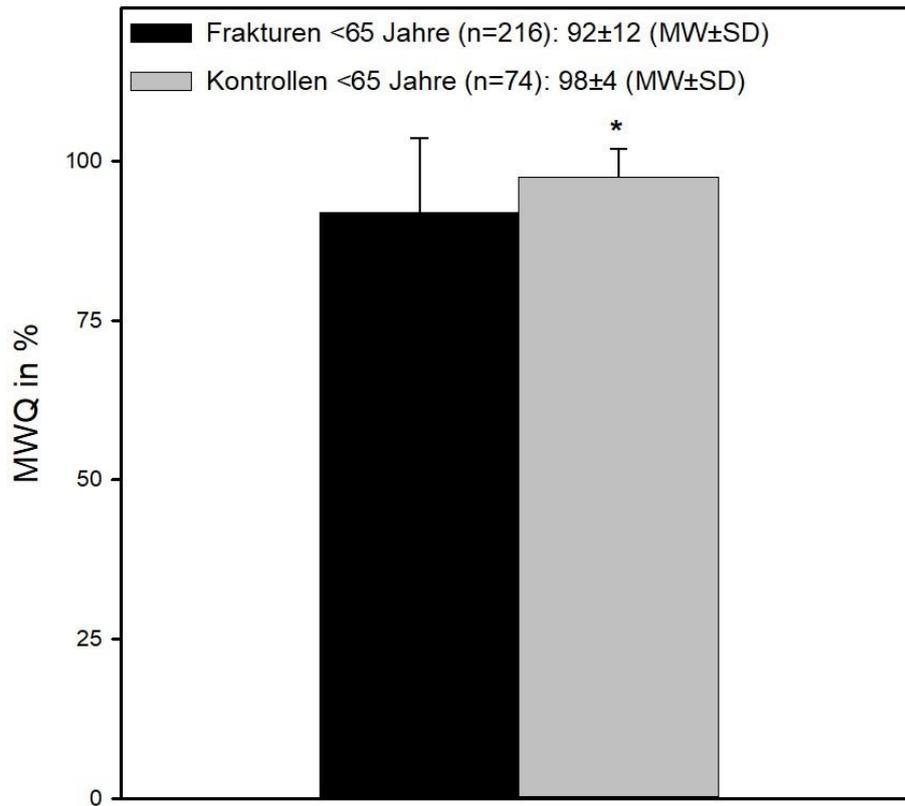


Abbildung 16 (Abb.16): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Fraktur- und Kontrollkohorte der Probanden unter 65 Jahre (\*MWUT  $p < 0,05$ )

Die Funktion der > 64-jährigen Frakturkohorte war mit einem Wert von  $90\pm 11\%$  (MW±SD) statistisch nicht signifikant unterschiedlich zur gleichaltrigen Kontrollkohorte mit einem Wert von  $92\pm 7\%$  (MW±SD). Das Ergebnis zeigt Abbildung 17 (Abb.17).

Abbildung 17: Funktion der > 64-jährigen Fraktur- und Kontrollkohorte

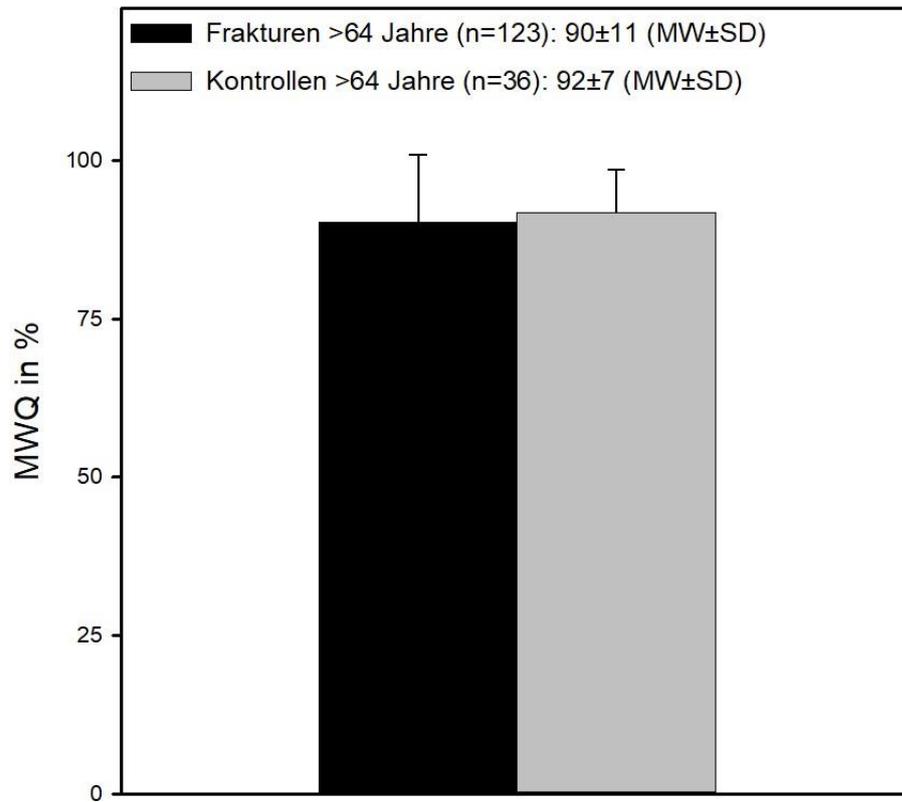


Abbildung 17 (Abb.17): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Fraktur- und Kontrollkohorte der Probanden über 64 Jahre (MWUT  $p > 0,05$ )

### 6.2.3 Typ A Frakturen

Typ A Frakturen hatten einen durchschnittlichen MWQ von  $95 \pm 7\%$  (MW $\pm$ SD).

#### 6.2.3.1 Geschlecht

Der MWQ von männlichen ( $97 \pm 2\%$  MW $\pm$ SD) und weiblichen ( $94 \pm 8\%$  MW $\pm$ SD) Typ A Frakturen wies keinen signifikanten Unterschied auf ( $p > 0,05$  im MWUT).

#### 6.2.3.2 Alter

Die Altersgruppen  $< 65$  Jahre ( $95 \pm 6\%$  MW $\pm$ SD) und  $> 64$  Jahre ( $93 \pm 9\%$  MW $\pm$ SD) wiesen keinen statistisch signifikanten Unterschied auf. Das Ergebnis zeigt Abbildung 18 (Abb.18).

Abbildung 18: Funktion der Typ A Frakturen nach Alter

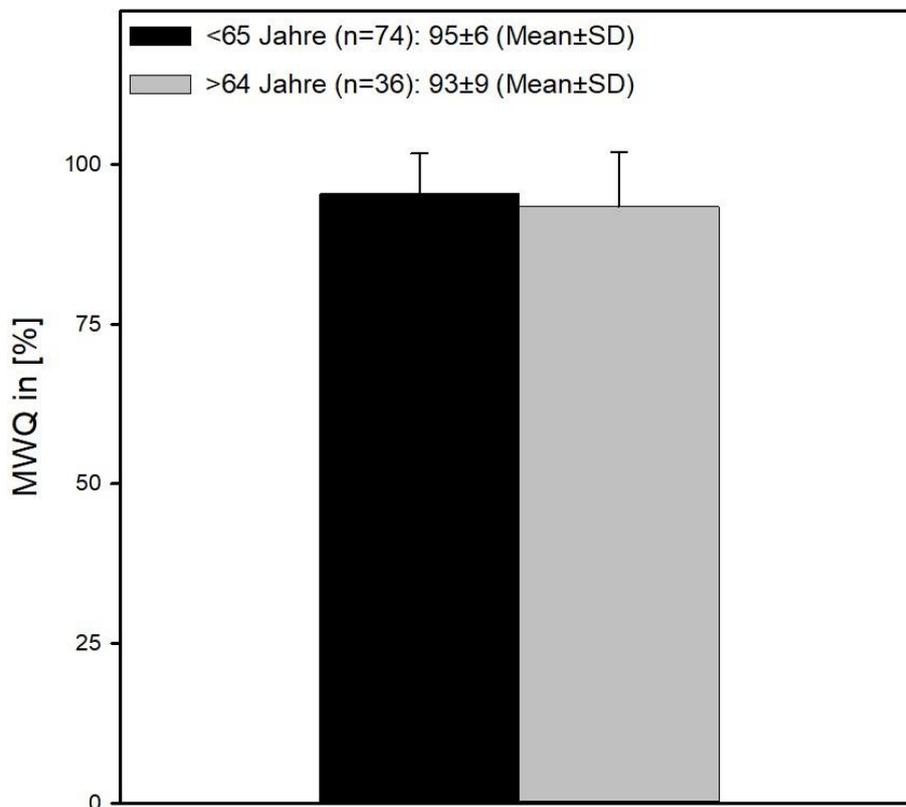


Abbildung 18 (Abb.18): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Typ A Frakturen von  $< 65$ - und  $> 64$ -jährigen (MWUT  $p > 0,05$ )

### 6.2.3.3 Untersuchte Handseite

Typ A Frakturen unterschieden sich statistisch nicht signifikant in Hinblick auf die betroffene Handseite ( $94\pm 8\%$  rechts vs.  $95\pm 6\%$  links (MW $\pm$ SD)). Das Ergebnis zeigt Abbildung 19 (Abb.19).

Abbildung 19: Funktion der Typ A Frakturen nach untersuchter Handseite

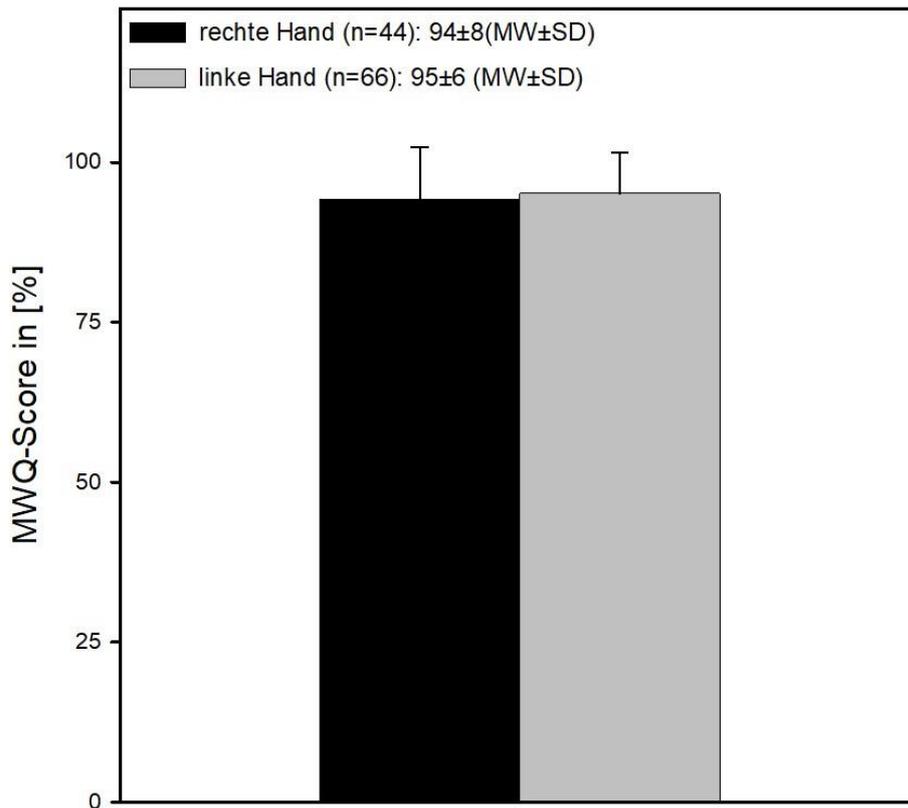


Abbildung 19 (Abb.19): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Typ A Frakturen aufgeteilt nach untersuchter Handseite (MWUT  $p > 0,05$ )

#### 6.2.3.4 Dominanz des Handgelenkes

Der MWQ-Prozentwert der dominanten Typ A Handgelenksfrakturen war mit  $94\pm 8\%$  (MW $\pm$ SD) statistisch nicht signifikant unterschiedlich zu dem Wert der nichtdominanten Frakturen mit einem Wert von  $95\pm 6\%$  (MW $\pm$ SD) ( $p > 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 20 (Abb.20).

Abbildung 20: Funktion der Typ A Frakturen nach Dominanz des Handgelenkes

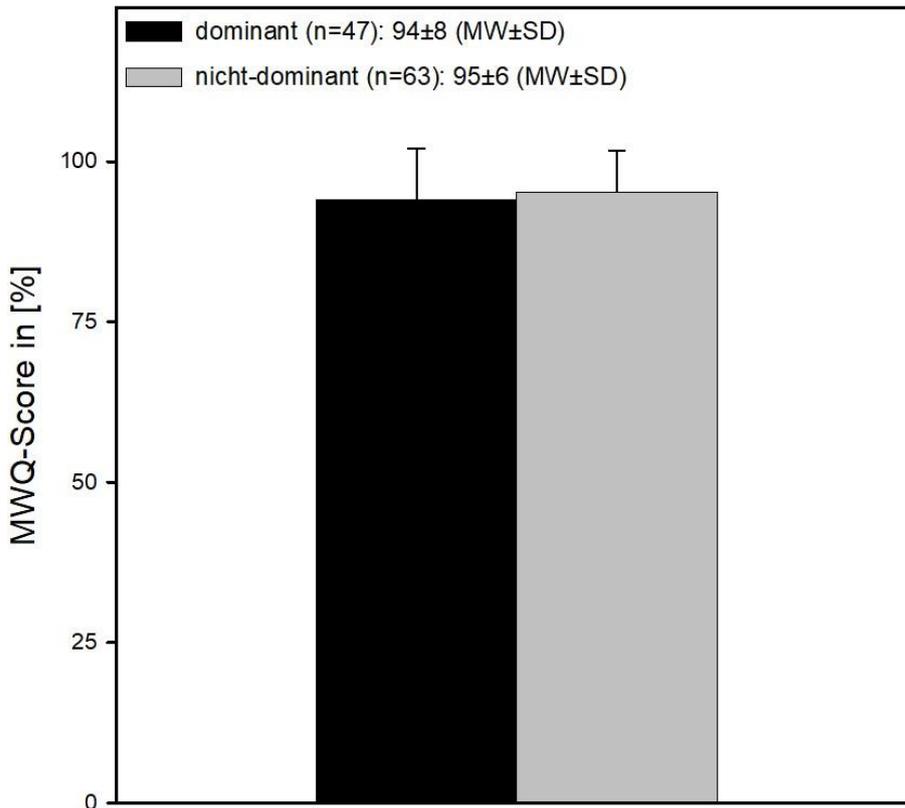


Abbildung 20 (Abb.20): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Typ A Frakturen entsprechend der Dominanz des Handgelenkes (MWUT  $p > 0,05$ )

### 6.2.3.5 Vergleich mit Kontrollgruppe

Typ A Frakturen zeigten keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe ( $95\pm 7\%$  MW $\pm$ SD vs.  $96\pm 6\%$  MW $\pm$ SD). Das Ergebnis zeigt Abbildung 21 (Abb.21).

Abbildung 21: Vergleich der Funktion von Typ A Frakturen vs. Kontrolle

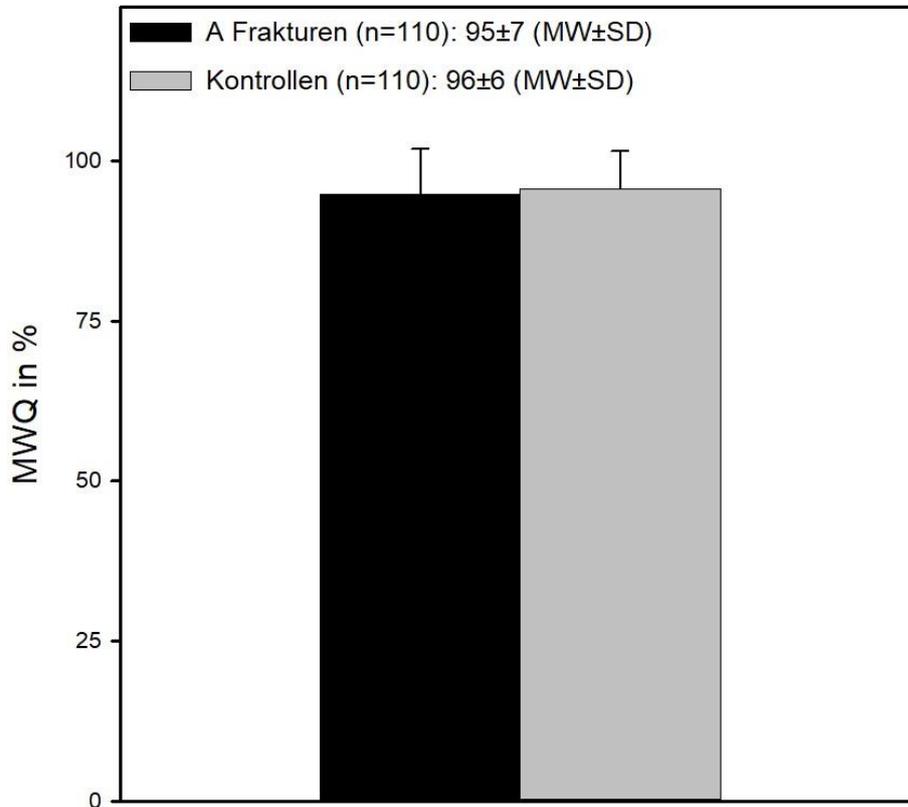


Abbildung 21 (Abb.21): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Typ A Frakturen gegenüber den Kontrollen (MWUT  $p > 0,05$ )

Während in der jüngeren Patientengruppe ( $< 65$  Jahre) Typ A Frakturen signifikant schlechtere MWQ Werte als die Kontrolle hatten ( $95\pm 6\%$  vs.  $98\pm 4\%$  MW $\pm$ SD), zeigten sich in der älteren Gruppe ( $> 64$  Jahre) keine signifikanten Unterschiede ( $93\pm 9\%$  vs.  $92\pm 7\%$  MW $\pm$ SD;  $p > 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 22 (Abb.22).

Abbildung 22: Vergleich der Funktion von Typ A Frakturen vs. Kontrolle in Altersgruppen eingeteilt

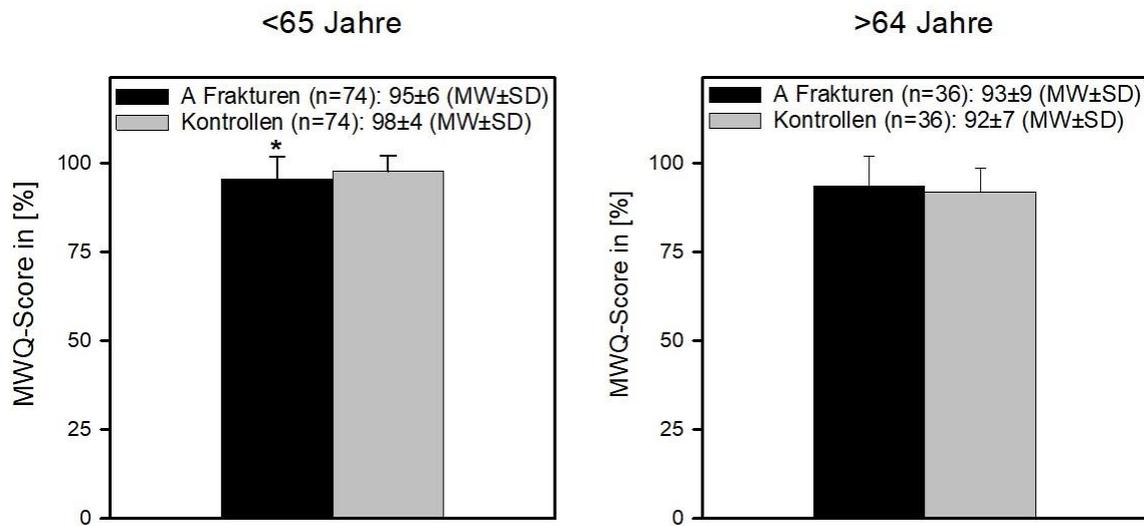


Abbildung 22 (Abb.22): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Typ A Frakturen gegenüber den Kontrollen in den Altersgruppen < 65 (\*MWUT p < 0,05) und >64 (MWUT p > 0,05)

## 6.2.4 Typ B Frakturen

Typ B Frakturen hatten einen durchschnittlichen MWQ von  $92 \pm 11\%$  (MW $\pm$ SD).

### 6.2.4.1 Geschlecht

Der MWQ von männlichen ( $96 \pm 4\%$  MW $\pm$ SD) und weiblichen ( $89 \pm 14\%$  MW $\pm$ SD) Typ B Frakturen wies keinen signifikanten Unterschied auf ( $p > 0,05$  im MWUT).

### 6.2.4.2 Alter

Die Altersgruppen  $< 65$  Jahre ( $96 \pm 9\%$  MW $\pm$ SD) und  $> 64$  Jahre ( $83 \pm 10\%$  MW $\pm$ SD) unterscheiden sich statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 23 (Abb.23).

Abbildung 23: Funktion der Typ B Frakturen nach Alter

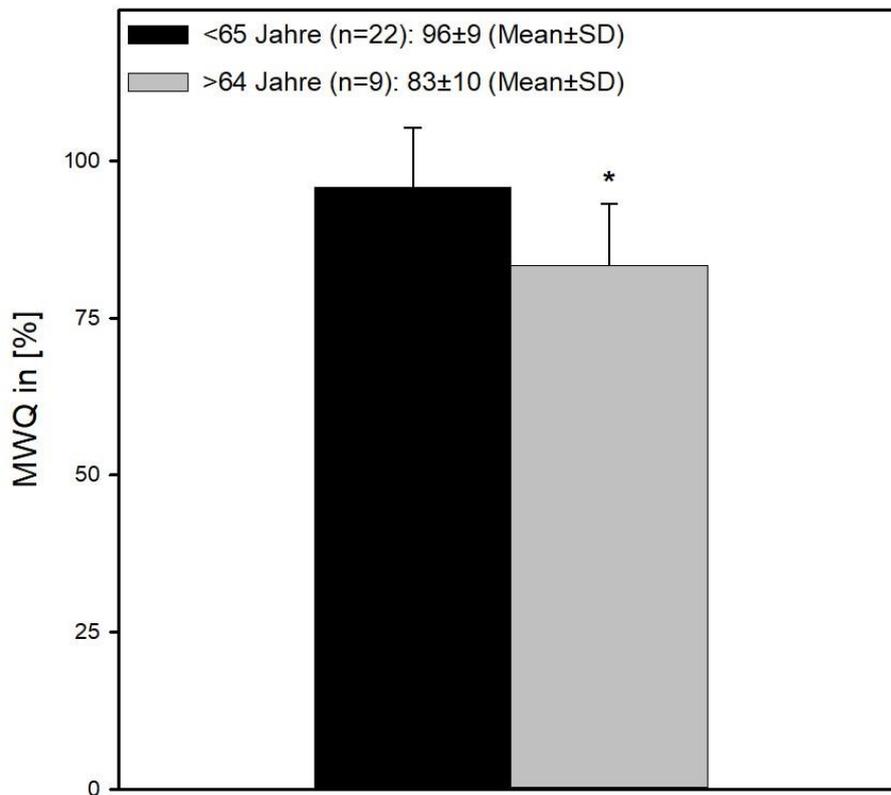


Abbildung 23 (Abb.23): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Typ B Frakturen von  $< 65$ - und  $> 64$ -jährigen (\*MWUT  $p < 0,05$ )

### 6.2.4.3 Untersuchte Handseite

Die MWQ-Werte der rechten ( $96 \pm 7\%$  MW $\pm$ SD) und der linken ( $90 \pm 12\%$  MW $\pm$ SD) Typ B Frakturen waren statistisch nicht signifikant unterschiedlich ( $p > 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 24 (Abb.24).

Abbildung 24: Funktion der Typ B Frakturen entsprechend der untersuchten Handseite

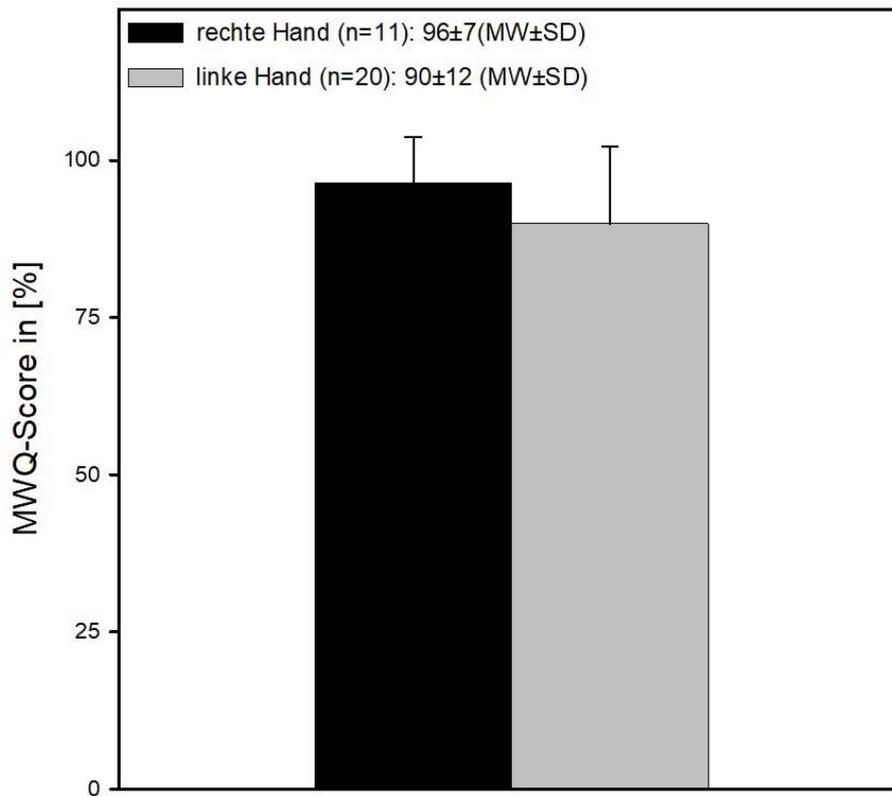


Abbildung 24 (Abb.24): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Typ B Frakturen entsprechend der untersuchten Handseite (MWUT  $p > 0,05$ )

#### 6.2.4.4 Dominanz des Handgelenkes

Der MWQ-Prozentwert der dominanten Typ B Handgelenksfrakturen war mit  $98\pm 2\%$  ( $MW\pm SD$ ) statistisch nicht signifikant unterschiedlich zu dem Wert der nichtdominanten Frakturen mit einem Wert von  $90\pm 12\%$  ( $MW\pm SD$ ) ( $p > 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 25 (Abb.25).

Abbildung 25: Funktion der Typ B Frakturen nach Dominanz des Handgelenkes

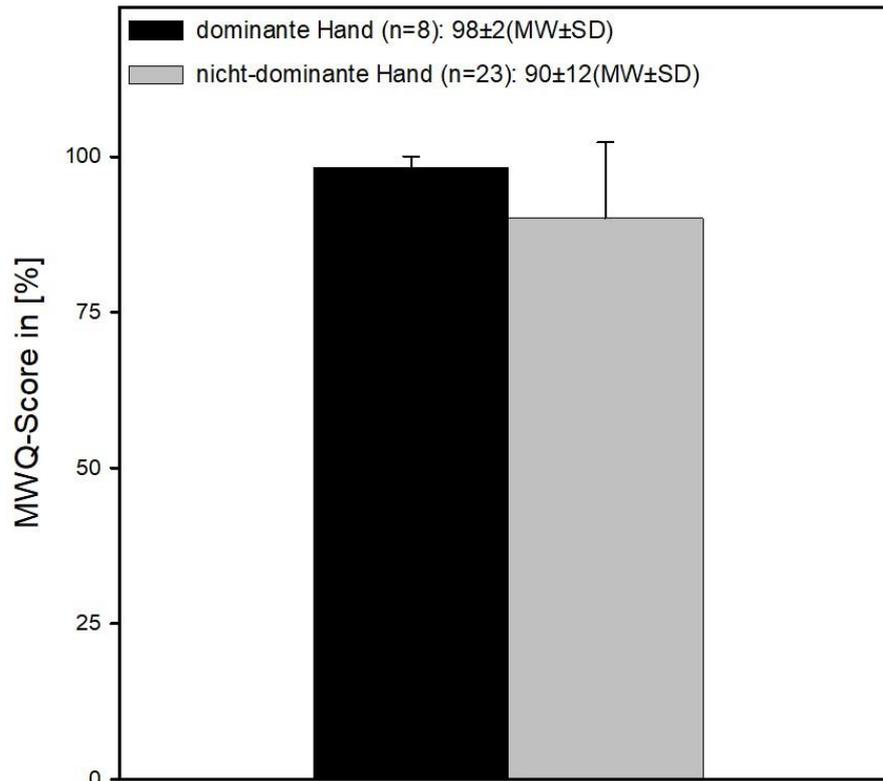


Abbildung 25 (Abb.25): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Typ B Frakturen eingeteilt nach Dominanz des Handgelenkes (MWUT  $p > 0,05$ )

#### 6.2.4.5 Vergleich mit Kontrollgruppe

Typ B Frakturen zeigten keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe ( $92 \pm 11\%$  MW $\pm$ SD vs.  $96 \pm 6\%$  MW $\pm$ SD). Das Ergebnis zeigt Abbildung 26 (Abb.26).

Abbildung 26: Vergleich der Funktion von Typ B Frakturen vs. Kontrolle

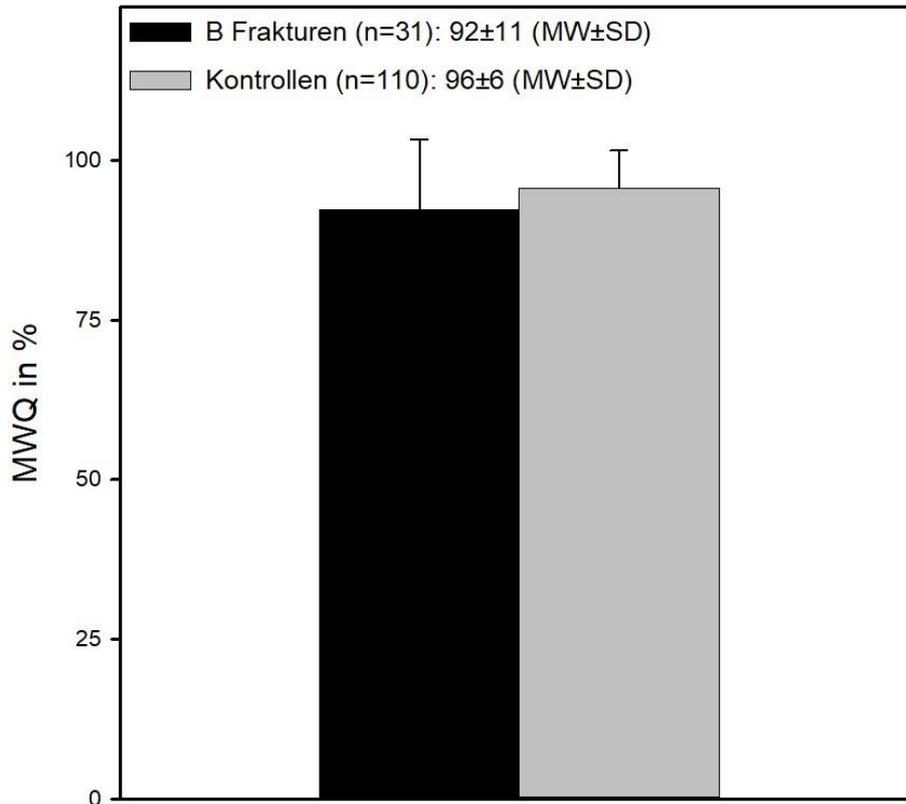


Abbildung 26 (Abb.26): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Typ B Frakturen gegenüber den Kontrollen (MWUT  $p > 0,05$ )

Während in der jüngeren Patientengruppe ( $< 65$  Jahre) Typ B Frakturen keine signifikant schlechteren MWQ Werte als die Kontrolle hatten ( $96 \pm 9\%$  vs.  $98 \pm 4\%$  MW $\pm$ SD), zeigten sich in der älteren Gruppe ( $> 64$  Jahre) signifikante Unterschiede ( $83 \pm 10\%$  vs.  $92 \pm 7\%$  MW $\pm$ SD;  $p > 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 27 (Abb.27).

Abbildung 27: Vergleich der Funktion von Typ B Frakturen vs. Kontrolle in Altersgruppen geteilt

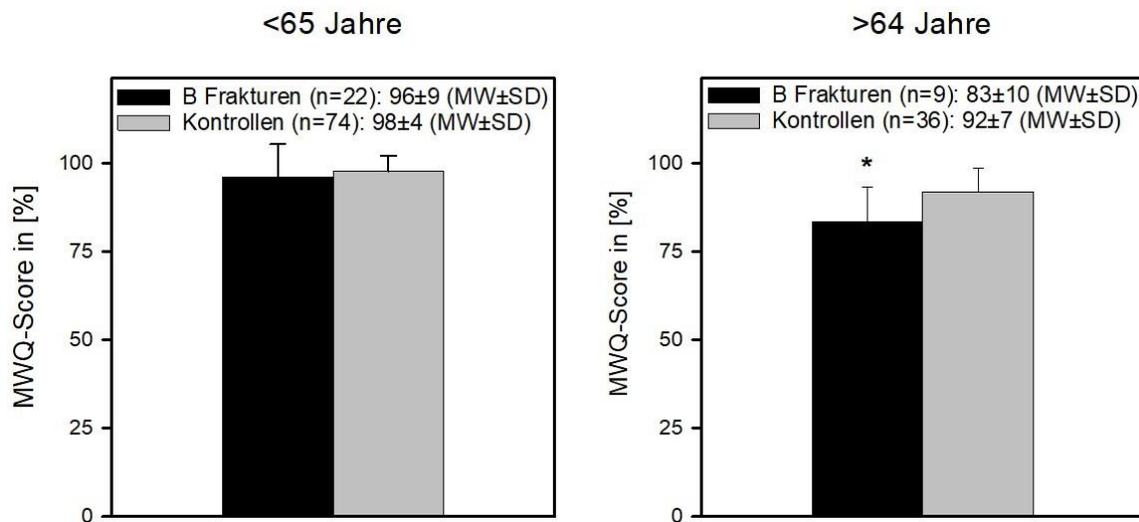


Abbildung 27 (Abb.27): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Typ B Frakturen gegenüber den Kontrollen in den Altersgruppen < 65 (MWUT  $p > 0,05$ ) und > 64 Jahre (\*MWUT  $p < 0,05$ )

## 6.2.5 Typ C Frakturen

Typ C Frakturen hatten einen durchschnittlichen MWQ von  $89 \pm 13\%$  (MW $\pm$ SD).

### 6.2.5.1 Geschlecht

Der MWQ von männlichen ( $88 \pm 13\%$  MW $\pm$ SD) und weiblichen ( $90 \pm 13\%$  MW $\pm$ SD) Typ C Frakturen wies keinen signifikanten Unterschied auf ( $p > 0,05$  im MWUT).

### 6.2.5.2 Alter

Die Altersgruppen  $< 65$  Jahre ( $89 \pm 14\%$  MW $\pm$ SD) und  $> 64$  Jahre ( $90 \pm 11\%$  MW $\pm$ SD) unterscheiden sich nicht statistisch signifikant ( $p > 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 28 (Abb.28).

Abbildung 28: Funktion der Typ C Frakturen nach Alter

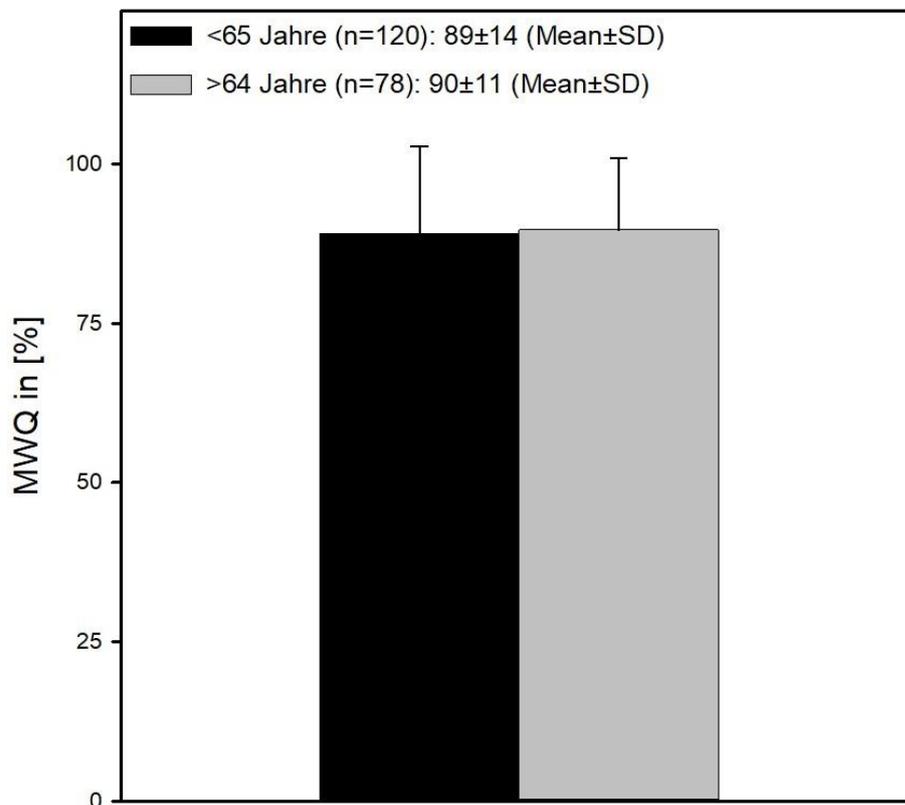


Abbildung 28 (Abb.28): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Typ C Frakturen von  $<65$ - und  $>64$ -jährigen (MWUT  $p > 0,05$ )

### 6.2.5.3 Untersuchte Handseite

Die MWQ-Werte der rechts betroffenen Typ C Frakturen ( $88 \pm 13\%$  MW $\pm$ SD) waren statistisch signifikant schlechter als die der links Betroffenen ( $91 \pm 13\%$  MW $\pm$ SD;  $p < 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 29 (Abb.29).

Abbildung 29: Funktion der Typ C Frakturen nach untersuchter Handseite

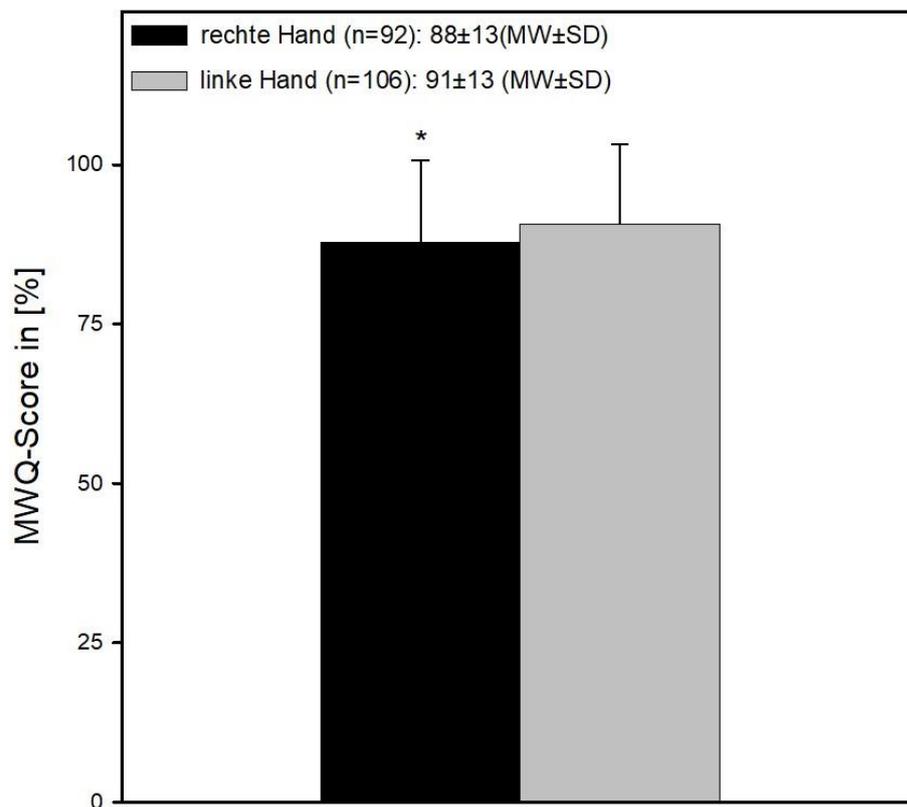


Abbildung 29 (Abb.29): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Typ B Frakturen aufgeteilt nach untersuchter Handseite (\*MWUT  $p < 0,05$ )

#### 6.2.5.4 Dominanz des Handgelenkes

Der MWQ-Prozentwert der dominanten Typ C Handgelenksfrakturen war mit  $87 \pm 14\%$  (MW $\pm$ SD) statistisch signifikant schlechter als der nicht-dominanter Typ C Frakturen ( $91 \pm 12\%$  MW $\pm$ SD;  $p < 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 30 (Abb.30).

Abbildung 30: Funktion der Typ C Frakturen nach Dominanz des Handgelenkes

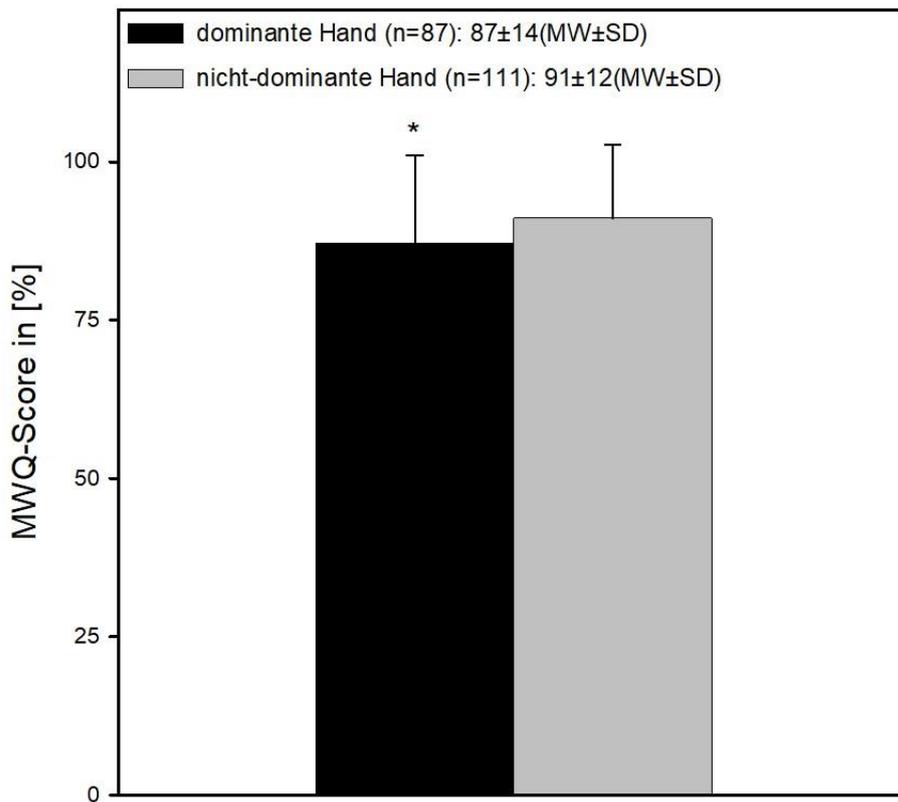


Abbildung 30 (Abb.30): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Typ C Frakturen eingeteilt nach Dominanz des Handgelenkes (\*MWUT  $p < 0,05$ )

### 6.2.5.5 Vergleich mit Kontrollgruppe

Typ C Frakturen zeigten einen signifikant schlechteren MWQ Wert ( $89 \pm 13\%$  MW $\pm$ SD) als die Kontrollgruppe ( $96 \pm 6\%$  MW $\pm$ SD). Das Ergebnis zeigt Abbildung 31 (Abb.31).

Abbildung 31: Vergleich der Funktion von Typ C Frakturen vs. Kontrolle

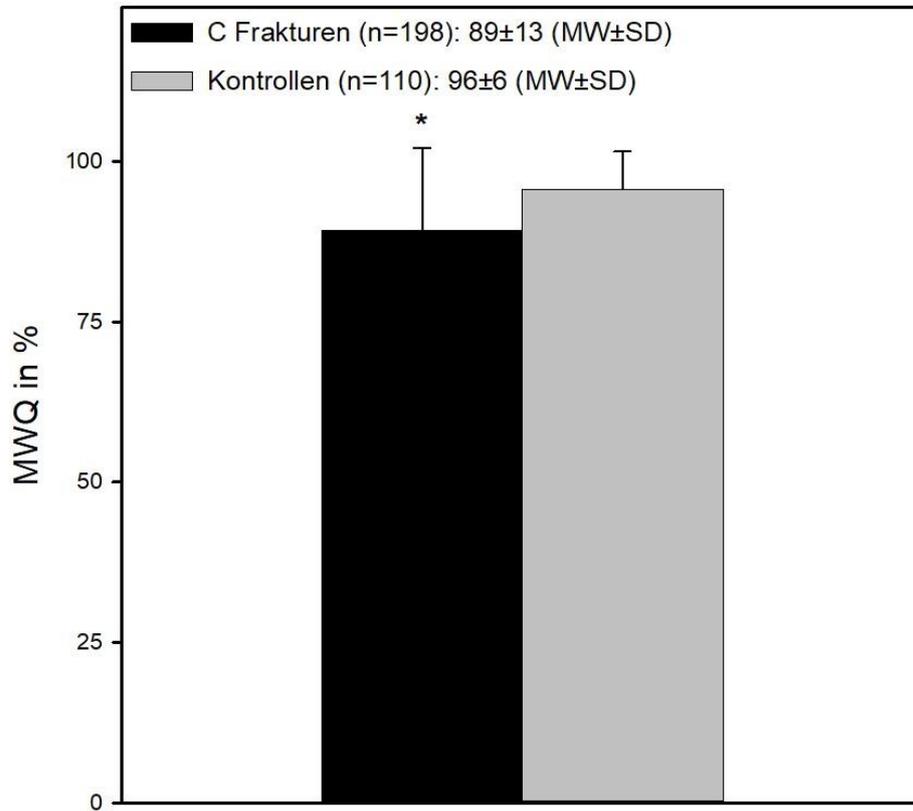


Abbildung 31 (Abb.31): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Typ C Frakturen gegenüber den Kontrollen (\*MWUT  $p < 0,05$ )

Während in der jüngeren Patientengruppe (< 65 Jahre) Typ C Frakturen signifikant schlechtere MWQ Werte als die Kontrolle hatten ( $89\pm 14\%$  vs.  $98\pm 4\%$  MW $\pm$ SD;  $p < 0,05$ ), zeigten sich in der älteren Gruppe (> 64 Jahre) keine signifikanten Unterschiede ( $90\pm 11\%$  vs.  $92\pm 7\%$  MW $\pm$ SD;  $p > 0,05$ ). Das Ergebnis zeigt Abbildung 32 (Abb.32).

Abbildung 32: Vergleich der Funktion von Typ C Frakturen vs. Kontrolle in Altersgruppen geteilt

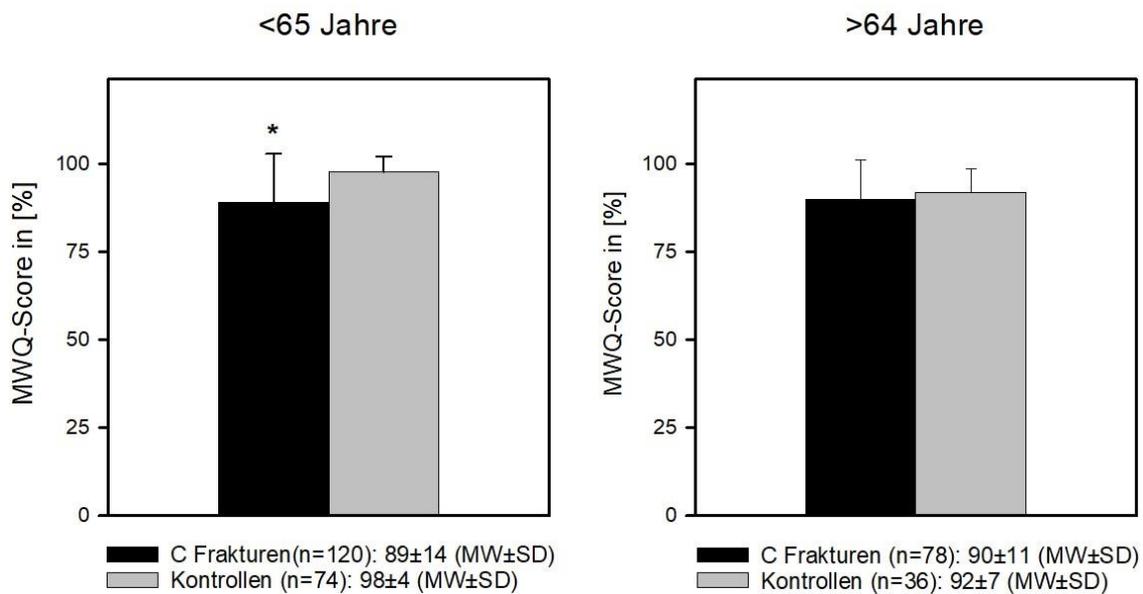


Abbildung 32 (Abb.32): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Typ C Frakturen gegenüber den Kontrollen in den Altersgruppen <65(\*MWUT  $p < 0,05$ ) und >64 (MWUT  $p > 0,05$ )

### 6.2.6 Vergleich der Frakturtypen

Typ A-Frakturen hatten einen durchschnittlichen MWQ-Prozentwert von  $95 \pm 7\%$  (MW $\pm$ SD), Typ B-Frakturen einen Wert von  $92 \pm 11\%$  (MW $\pm$ SD) und Typ C-Frakturen einen Wert von  $89 \pm 13\%$  (MW $\pm$ SD). Typ A-Frakturen waren signifikant besser als die gesamte Frakturkohorte ( $91 \pm 11\%$  (MW $\pm$ SD)) und als die Typ C-Frakturen ( $p < 0,05$ ). Im Kruskal Wallis ANOVA on ranks test wurden Unterschiede der untersuchten Gruppen festgestellt ( $p < 0,05$ ), der post-hoc Test nach Dunn zeigte signifikante Unterschiede zwischen Typ A Frakturen und Typ C Frakturen ( $p < 0,05$ ).

Das Ergebnis zeigt Abbildung 33 (Abb.33).

Abbildung 33: Funktion der Frakturtypen

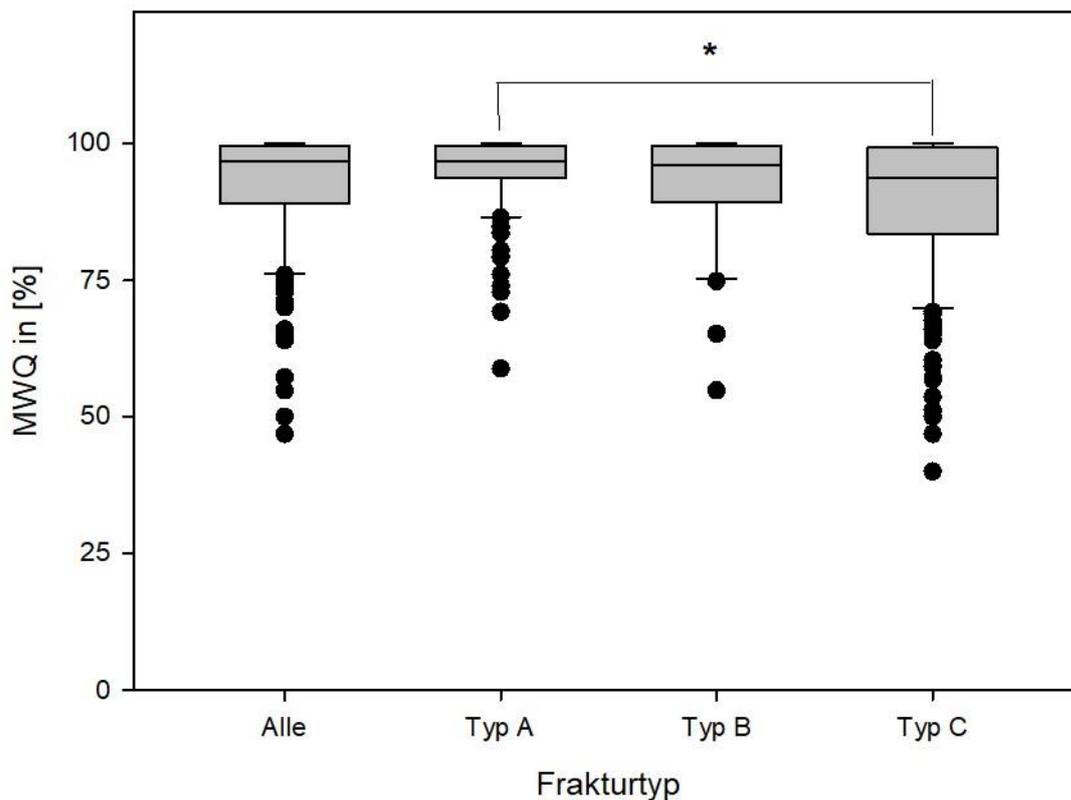


Abbildung 33 (Abb.33): Diese Abbildung zeigt die Funktion der Frakturtypen A/B/C sowie der gesamten Frakturkohorte. Der Kruskal Wallis one way ANOVA on ranks ergab einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen ( $p < 0,05$ ), der post-hoc durchgeführte Test nach Dunn zeigte signifikant niedrigere Werte der Typ C Frakturen gegenüber den Typ A Frakturen ( $*p < 0,05$ )

## **7 Diskussion**

Diese Arbeit ist eine retrospektive Studie, in der mittels PROM ein Frakturregister aufgebaut wurde, und dieses mit einer Kontrollgruppe verglichen wurde.

Hierbei zeigen wir, dass die Faktoren Alter und Komplexität der Fraktur einen starken Einfluss auf die Funktion des Handgelenkes haben. Epidemiologische Beobachtungen wie z.B. das gehäufte Auftreten einer DRF bei Frauen bestätigen bereits publizierte Daten [4, 12, 13, 17, 18, 21].

Teile der Arbeit sind bereits in zwei Arbeiten publiziert worden [5, 6]. Ein weiteres Paper ist bereits eingereicht.

### **7.1 Methodik**

Frakturregister haben in der Unfallchirurgie allgemein eine große Bedeutung, indem sie unter anderem einen positiven Einfluss auf die Versorgungsqualität im Sinne einer Qualitätskontrolle haben [94, 99]. Dazu eignen sich insbesondere PROMs, die unter anderem auch die Patientenzufriedenheit untersuchen können [91]. In den meisten Studien über das funktionelle Outcome werden PROMs eingesetzt [7, 10, 25, 65, 76]. Flinkkilä et al. und Sander et al., die vor allem die epidemiologischen Daten betrachten, verzichten gänzlich auf einen PROM, haben aber dadurch nicht die Möglichkeit, funktionelle Daten zu erheben [10, 23]. Ebenso ist dies in großen epidemiologischen Studien wie beispielsweise von Rundgren et al. [4].

Wie bereits in unserem Paper „Results of a Retrospective Fracture Register of Distal Radius Fractures Built Up Using PROM“ aufgeführt, lassen sich mit Hilfe eines PROM schnell, einfach und kosteneffektiv eine große Menge Daten von einer Vielzahl von Patienten erlangen. Das postoperative Nachuntersuchungsintervall kann hierbei groß definiert werden. Obwohl die Dropoutrate hoch ist, lassen sich die erhobenen Daten doch gut mit der aktuellen Literatur vergleichen und liefern so repräsentative Daten, z.B. im Rahmen der Qualitätssicherung [5].

#### **7.1.1 Munich Wrist Questionnaire**

Studien, die ebenfalls die Funktion mittels PROM analysieren, setzen meist auf den bekannten DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire). Dieser erfasst mittels 30 Fragen Einschränkungen und Schmerzbefinden in alltäglichen

Situationen [96, 97]. Neben dem „großen“ DASH mit 30 Fragen existiert auch eine „kleinere“ Version, der sogenannte Quick-DASH, welcher lediglich aus 11 Fragen besteht [97]. Dieser wird beispielsweise in einer Studie von Ahmed et al. in Kombination mit einer VAS Evaluation eingesetzt [25]. Der DASH hat seine Limitationen in der unspezifischen Adressierung an die gesamte obere Extremität sowie die ausbleibende Beurteilung der Beweglichkeit, zum Beispiel im Sinne der Range of motion (ROM) [26, 96].

Child et al. sowie Raittio et al. ergänzen diesen durch den ebenfalls bekannten PRWE (Patient Rating of Wrist pain and disability) von MacDermid et al. [65, 76, 98] und eine VAS (Visual Analog Scala). Auch der PRWE untersucht Schmerzen und Beeinträchtigungen im Alltag. Hier wird jedoch die klinische Beweglichkeit im Sinne einer ROM nicht mit abgebildet [26, 108].

Während andere Autoren also mehrere Fragebögen kombinieren müssen, um die gewünschten Daten sammeln zu können, nutzen wir alleinig den Munich Wrist Questionnaire (MWQ). Dieser adressiert, anders als der DASH, spezifisch das Handgelenk und nicht allgemein die obere Extremität, schließt, anders als der PRWE, die Range of Motion (ROM) ein und bildet analog zur VAS Schmerzen mit ab [26, 96-98].

## **7.2 Aufbau eines Frakturregisters**

In dieser Arbeit ist es uns trotz einer niedrigen Rücklaufquote von 27% (19% verwertbar) gelungen, ein aussagekräftiges Frakturkollektiv im Sinne eines Frakturregisters mit 339 Patienten sowie eine Kontrollgruppe mit 110 Probanden zu erstellen. Diese Anzahl an eingeschlossenen Fällen übersteigt diese in Studien von anderen Autoren über distale Radiusfrakturen [22, 75, 109].

### **7.2.1 Patientenakquise**

Um eine aussagekräftige Anzahl an Patienten akquirieren zu können, wurde ein retrospektiv betrachteter Zeitraum von knapp über 10 Jahren gewählt. Die Identifikation dieser Patienten gestaltete sich durch digitale Erfassung der Verletzungs- und Behandlungsmuster als unproblematisch. 1796 Patienten, die in dieser Zeitspanne identifiziert werden konnten, entsprechen durchschnittlich ca. 180 operativ versorgten distalen Radiusfrakturen pro Jahr. Das durchschnittliche Nachuntersuchungsintervall mit

66±31 Monaten (entsprechen ca. 6±3 Jahren) spricht für eine gleichmäßige Verteilung über den Zeitraum.

Lokale Studien wiesen häufig kurze Nachuntersuchungsintervalle sowie kleine Patientenzahlen auf: Ahmed et al.: 22 Monate 49 Patienten [25]; Arora et al.: 15 Monate 141 Patienten [83]. Sander et al. nahmen 268 Patienten über ein Nachuntersuchungsintervall von drei Jahren in ihre Arbeit auf. Hier sind jedoch auch konservative Patienten mit eingeschlossen worden und es wurden lediglich statistische Daten erfasst [23]. Brogren et al. schlagen mit einer regionaleren Studie, die Daten aus einer Nordöstlichen Region von Schweden analysiert, die Brücke zu Registerstudien. Sie schlossen 335 Patienten in einem Zeitraum von einem Jahr ein [11]. Analysen über Frakturregister, wie beispielsweise von Rundgren et al. aus Schweden konnten aufgrund der breit verfügbaren Daten eine wesentlich größere Masse an Patienten einschließen (22.962 über drei Jahre). Diese Patienten wurden allerdings nicht mittels PROM nachuntersucht, und liefern dementsprechend vor allem epidemiologische Daten [4]. Montague et al. akquirierten zwar über einen Zeitraum von sechs Jahren Patienten, konnten allerdings nur 130 Patienten einschließen [109]. Somit ist unser Nachuntersuchungszeitraum mit 10,5 Jahren deutlich länger als der, der aufgeführten Studien. Im Vergleich mit anderen lokalen Studien können wir eine große Studienpopulation präsentieren (n=339).

Die Rücklaufquote von 27% (19%) ist niedrig, wird allerdings in anderen Studien häufig gar nicht erst angegeben [1, 25]. Warwick et al. beschreiben ein häufiges Abfallen der Response Raten von PROMs unter 50%. Diese Studie weist darauf hin, dass die Patienten mit der niedrigsten Response Rate – junge Patienten sowie männliche Patienten – eventuell von sozialen Anreizen profitieren, um höhere Response Raten zu erreichen [110]. Wang et al. fanden in einer Literaturanalyse von 28 vor allem registerbasierten Arbeiten eine durchschnittliche Response Rate von 75±22 %. Diese nahm allerdings mit zunehmender Nachuntersuchungszeit deutlich ab [111]. Rudolph et al. beschrieben in einer fachfremden PROM Studie im Rahmen onkologischer Erkrankungen eine Response Rate von 65%. Beirer et al. hatten in der Studie über die Erstellung des MWQ eine Rücklaufquote von 49%, wobei hier bereits alle Patienten vor Anschreiben den Studienbedingungen ihre Zustimmung gaben [26]. Obwohl die Bedingungen für die Patienten so angenehm wie möglich geschaffen wurden (keine klinische Kontrolle vor

Ort, keine Kosten, frankierter Rücksendeumschlag), so ist eine Beantwortung eines Fragebogens doch mit einem zeitlichen Aufwand verbunden, den nicht jeder Patient bereit ist für wissenschaftliche Analysen aufzuwenden. Des Weiteren waren Patienten in der Zwischenzeit verzogen oder verstorben, sodass deren Fragebögen ungeöffnet zurückgeschickt wurden. Teilweise wurden Patienten durch das SAP falsch identifiziert, z.B. bei reinen Materialentfernungen nach primär externer operativer Versorgung, Nachbehandlung zur Zweitmeinung, einige sehr wenige konservative Behandlungen (digital falsch geschlüsselt). Insgesamt ist dies bestimmt ein Nachteil eines PROMs, der den Patienten „nur“ zugeschickt wird und Ihnen nicht persönlich überreicht wird, z.B. mit einigen freundlichen Worten und der mündlichen Bitte, diesen auszufüllen [110].

Um Patienten postoperativ mit im Handgelenk gesunden Patienten vergleichen zu können, wurde eine Kontrollgruppe ebenfalls mit dem MWQ nachuntersucht. Ausschlusskriterien für diese Gruppe waren vorangegangene handgelenksnahe Operationen, rheumatoide Arthritis sowie aktuelle Verletzungen. Die Kontrollgruppe soll annähernd die im Handgelenk gesunde Normalbevölkerung widerspiegeln.

Dass die eigentliche Normalbevölkerung – insbesondere die älteren Menschen – zum Beispiel teilweise eine rheumatoide Arthritis entwickelt oder sogar schon einmal eine distale Radiusfraktur gehabt haben könnte, ist offensichtlich. Folglich vergleichen wir unsere Frakturgruppe eher mit der „im-Handgelenk-gesunden“- als mit der „Normalbevölkerung“. Diesen Kontrollprobanden wurde der Fragebogen persönlich ausgehändigt, mit der Bitte ihn auszufüllen, was beinahe jeder der Gefragten tat. Diese Personen, die ebenso wenig von dieser Befragung profitierten wie die Patienten der Frakturgruppe, zeigten dennoch eine wesentlich höhere Bereitschaft, den Fragebogen auszufüllen, als die lediglich angeschriebenen Patienten. Dies entspricht den Erkenntnissen von Ho et al. sowie Warwick et al., die den direkten Kontakt, präklinische Einbindung in Studien, ein Informationsblatt für eine bessere Response Rate verantwortlich machten [110, 112]. Nach Hutchings et al. waren in England Faktoren, die eine Nicht-Antwort wahrscheinlicher machten, das männliche Geschlecht, jüngere Patienten, dunkelhäutige Patienten, sozioökonomisch benachteiligte Patienten, Alleinlebende sowie Patienten mit schlechterem präoperativem Gesundheitszustand [113]. Dies könnte Einfluss insbesondere auf die deskriptiv gesammelten Daten haben.

So könnte das Verhältnis von weiblichen zu männlichen Frakturen aufgrund der niedriger erwartenden Response Rate von Männern zu Gunsten der Frauen verschoben sein.

### **7.2.2 Kontrollgruppe**

Die 110 untersuchten Probanden der Kontrollgruppe waren zwischen 21 und 91 Jahren alt. Die Kontrollgruppe wurde der Frakturgruppe entsprechend nach Geschlecht, Alter sowie Dominanz des untersuchten Handgelenkes gematcht. Dies diente dazu, ungefähr ähnliche Altersverhältnisse wie in der Frakturgruppe herzustellen, um die Gruppen aussagekräftiger miteinander vergleichen zu können.

Aufgrund der unterschiedlichen Anzahl an Probanden in den verschiedenen Frakturgruppen (Typ A, Typ B und Typ C) sowie, wie an anderer Stelle diskutiert, unterschiedlicher epidemiologischer Aufteilungsmuster unterscheiden sich die Mittelwerte bzw. prozentualen Anteile der Kontrollgruppe im Vergleich mit den Frakturuntergruppen. Mit der gesamten Anzahl an Frakturen konnten wir jedoch eine starke Ähnlichkeit der Kontrollgruppe erreichen.

### **7.2.3 Epidemiologische Daten**

Unsere Daten bestätigen das gehäufte Auftreten distaler Radiusfrakturen bei Frauen mit einer Ratio von 2,5:1. Auch wenn in der Literatur nicht immer der Faktor des größeren Risikos angegeben wird, auch weil dieser multifaktoriell ist, stimmen die Ergebnisse mit denen der Literatur überein und bestätigen diese [4, 12, 13, 17, 18, 21]. Sander et al. geben eine Ratio von 181:78 an, was ca. 2,3:1 und damit unseren Daten entspricht [23]. Flinkkilä et al. beschreiben mit ca. 2,6:1 ebenfalls sehr ähnliche Werte [10]. In der Studie von Ahmed et al. fanden sich verhältnismäßig noch mehr weibliche Patienten (Ratio 3,5:1) [25]. Wie bereits weiter oben beschrieben könnte die Auswahl der Probanden durch eine unterschiedliche Studienteilnahme/Rücksendebereitschaft der weiblichen bzw. männlichen Patienten beeinflusst worden sein [112, 113].

Das Durchschnittsalter der Frakturkohorte war mit  $57 \pm 16$  Jahren vergleichbar mit denen von Sander et al. ( $56,9$  [23]) und Flinkkilä et al. ( $58 \pm 19$  [10]). Rundgren et al. geben ein etwas höheres durchschnittliches Alter an ( $62,7 \pm 17,6$  [4]). Das mag damit zusammenhängen, dass ältere Patienten, welche ggf. nicht mehr leben, nicht mehr antworten können oder wollen, in Frakturregistern, die keine PROMs benötigen, immer noch mit abgebildet werden.

Die betroffenen männlichen Patienten waren durchschnittlich jünger als die weiblichen (60±15 Jahre weiblich vs. 50±16 Jahre männlich). Diese Altersunterschiede zwischen Männern und Frauen lassen sich auch in anderen Studien wiederfinden (Rundgren et al.: 65,4 Jahre weiblich vs. 53,6 Jahre männlich; Sander et al.: 63,4 Jahre weiblich vs. 43,3 Jahre männlich, Flinkkilä et al.: 61±18 Jahre weiblich vs. 50±19 Jahre männlich)[4, 10, 23]. Auch Stirling et al. fanden ähnliche Verteilungen (62,9 Jahre weiblich vs. 43,8 Jahre männlich [9]). Die Ergebnisse stützen die gehäufte Inzidenz bei älteren Frauen, die unter anderem auf Osteoporose zurückzuführen ist [4, 12, 13, 17, 18, 21, 22].

Die Unterteilung in eine ältere und eine jüngere Gruppe erfolgte mittels „Altersschnitt“ bei 65 Jahren, was ungefähr dem Renteneintrittsalter entspricht und somit mutmaßlich eine Änderung der Anforderungen an das Handgelenk mit sich bringt. Mehrere andere Studien nehmen eine ähnliche Altersunterteilung vor [8, 23, 24]. Hierbei sind mehr Patienten in der jüngeren Altersgruppe (64%). Auch dies ist in oben genannten Studien ähnlich (74% und 63%) und lässt sich vermutlich durch die größere Zeitspanne der jüngeren Gruppe erklären [8, 23, 24]. Des Weiteren finden sich in unserer Studie in der jüngeren Patientengruppe ein deutlich erhöhter Anteil männlicher Probanden als in der Gruppe der älteren Patienten. Dies ist die logische Folge daraus, dass die männlichen Patienten im Durchschnitt jünger sind als die Weiblichen. Dies ist vielfach in der Literatur beschrieben und weiter oben bereits diskutiert worden [8, 10, 11, 23].

Mit einer knappen Mehrheit von 56% betrafen die Frakturen häufiger die linke Seite. Die unterschiedlichen Inzidenzraten in der Literatur weisen teils ähnliche (Rundgren et al.: 44% rechts vs. 56%links [4]), teils gegensätzliche Prozentwerte auf (Ahmed et al.: 57% rechts vs. 43% links [25]). In der ORCHID-Studie von Bartl et al., war bei 49% die rechte Seite betroffen, wobei nur über 65-jährige Patienten eingeschlossen wurden[1]. Unsere Studie liefert zusammen mit der Literatur nicht ausreichend Daten, um aussagekräftige Schlüsse ziehen zu können.

Mit einer knappen Mehrheit (57%) waren nicht dominante Handgelenke häufiger betroffen. Koo et al. fanden keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der betroffenen Handseite und der Dominanz des Handgelenkes (195 dominante Patienten vs. 224 nicht-dominante Patienten) [8]. Ca. 47% der Frakturen traten bei Koo et al. also auf der dominanten Seite auf. Ähnlich der betroffenen Seite sind dies zwar etwas

gegensätzliche Daten, jedoch weichen die Werte, wie auch in unserer Studie, nur wenig von einer ausgeglichenen Verteilung ab. Insbesondere für das Verständnis des Frakturmechanismus könnten weitere Studien Klarheit über die Häufigkeit der Frakturen an dominanten Handgelenken spielen. So wäre es zum Beispiel interessant, ob Patienten versuchen, im Falle eines Sturzes, sich eher mit ihrer dominanten oder nicht-dominanten Handseite abzufangen.

Daher sollte der Frakturmechanismus, der in unserer Studie nicht untersucht wurde, Platz in künftigen Analysen finden, auch weil dieser in der Wahl des richtigen Therapieansatzes nach Hintringer et al. eine entscheidende Rolle spielen könnte [47].

Die Häufigkeitsverteilung der Frakturtypen nach AO-Klassifikation waren sehr ähnlich den von Hjelle et al. veröffentlichten Daten: 92/289 (32%) Typ A Frakturen, 34/289 (12%) Typ B Frakturen und 158/289 (55%) Typ C Frakturen [114]. Andere Studien, welche allerdings auch konservativ behandelte Patienten einschlossen, beschreiben höhere Inzidenzen für Typ A Frakturen. Sander et al. fanden in ihrer Studie ähnlich viele Typ A und Typ C Frakturen (43% Typ A, 13% Typ B, 44% Typ C)[23]. Koo et al. beschreiben einen noch höheren Anteil für Typ A Frakturen (53% Typ A, 13% Typ B, 32% Typ C), ebenso wie Solvang et al (52% Typ A, 12% Typ B, 36% Typ C). Rundgren et al. kommen auf den höchsten Anteil der vergleichbaren Studien (65% Typ A, 12% Typ B, 74% Typ C). Dabei weist letztere auch den größten Anteil an konservativ behandelten Patienten auf (74% Rundgren et al. vs. 38% Sander et al. und Koo et al. [4, 8, 19, 23]. Im Vergleich zu unserer Arbeit ist in anderen Studien das Verhältnis der Typ A zu Typ C Frakturen hin zu den Typ A Frakturen verschoben, die mit 57% [10], 53% [8] bis hin zu 65% [4] auf wesentlich höhere Werte kommen.

Während sich die meisten Studien jedoch mit der gesamten Epidemiologie inklusive konservativ behandelte Patienten befassen, wurden in der vorliegenden Arbeit nur operativ versorgte Patienten eingeschlossen. Da Typ A Frakturen nicht intraartikuläre Frakturen sind, erfüllen sie seltener die Instabilitätskriterien, die ein essenzieller Bestandteil der Operationsindikationsstellung sind. In diesen Kriterien führen mehrere Autoren unter anderem dislozierte intraartikuläre Frakturen und metaphysäre Trümmerzonen (multifragmentär) auf, welche bei Typ C Frakturen gehäuft auftreten [12, 45, 72]. Dementsprechend sind die vorliegenden höheren Inzidenzen von Typ A

Frakturen in den anderen Studien mit der größeren Anzahl an konservativ behandelten Patienten zu erklären. Grundsätzlich lässt sich im Vergleich mit weiteren Studien feststellen, dass Typ B Frakturen die am seltensten klassifizierte Fraktur ist (12% bei Rundgren et al. [4] und 13% bei Sander et al. [23]).

#### **7.2.4 Behandlung**

In der Literatur wird der optimale Behandlungsansatz kontrovers diskutiert [1, 31, 64, 115, 116]. Die im deutschsprachigen Raum vielbeachtete ORCHID Studie von Bartl et al. zeigte ein Jahr nach Behandlung keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Funktion und „gesundheitsbezogener Lebensqualität“. Trotz besserer Bewegungsmöglichkeiten nach operativer Therapie zeigten sich keine Unterschiede in der Funktion. Ebenso ist erwähnenswert, dass eine Konversionsrate von 41% am ehesten dafür spricht, dass Operateure für komplexe Frakturen eine operative Versorgung vorziehen [1]. Thelen et al. beschreiben in ihrer Arbeit über „Aktuelle Behandlungskonzepte und Kontroversen“ insgesamt einen Trend Richtung operativer Verfahren durch die stetige Weiterentwicklung der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten. Jedoch beschreiben Sie auch in Ihrer Arbeit, dass es bisher keine Hinweise auf eine Überlegenheit eines Behandlungsarmes (konservativ vs. operativ) gibt [64]. Grewal et al. präsentierten Daten, die bei Patienten nach ORIF niedrigere PRWE-Werte als bei Patienten nach externer Fixation mittels K-Draht vorzeigen. Nach einem Jahr waren keine Unterschiede mehr ersichtlich [115]. Hull et al. fanden keine Hinweise auf Vorteile einer Operation mittels Plattenosteosynthese gegenüber einer K-Draht-Osteosynthese [116]. Auch die Komplexität einer DRF spielt eine Rolle in der Wahl des Behandlungskonzeptes. In der Entstehung ist sie jedoch multifaktoriell und wird unter anderem durch den Knochenmineralisation und das Alter beeinflusst [4, 12, 13, 17, 18, 21]. Übergewicht als Einflussfaktor auf die Komplexität der DRF wird in der Literatur kontrovers diskutiert [109, 117] und sollte in künftigen Studien weiter untersucht werden.

Behandlungsdaten, wie Auswahl des Osteosynthesematerials, meistgenutztes Device, Anzahl der Operateure über den bestimmten Zeitraum und Operationszeit werden in dieser Arbeit nicht beschrieben, sind jedoch in einem Paper bereits veröffentlicht [5].

### 7.2.5 Komplikationen

Die Komplikationsrate unserer Studie ist mit 7 % relativ niedrig, verglichen mit anderen Studien von Arora et al. (27%;[83]), Ogunleye et al. (18%;[82]) und 20% bis 50% bei Lutz et al. [75]. Da die Definition einer Komplikation jedoch je nach Studie unterschiedlich war, ist es schwierig diese Werte miteinander zu vergleichen.

Über Repositionsverlust wird insbesondere nach primär konservativer Behandlung berichtet. Dies stellt eine Indikation zur sekundären operativen Versorgung dar [22, 43, 62]. Postoperativ wird diese Dislokation wesentlich seltener betrachtet. Lee et al. aus Südkorea beschrieben Inzidenzen von 0,26% [81], Ogunleye et. al aus Amerika kamen auf 2,2% [82]. Mit 2% Repositionsverlust ist unsere Studie mit diesen vergleichbar.

Die häufigste Komplikation war das postoperative Karpaltunnelsyndrom mit einer Inzidenz von 3%. Dies stimmt mit der Arbeit Lee et al. überein, die ihre eigenen Werte (0,46%) mit denen anderer Autoren verglichen (1,8% - 5,2%)[81]. Lutz et al. beschrieben eine etwas höhere Komplikationsrate mit 6% [75] und Arora et al. kamen auf die gleiche Inzidenz wie unsere Studie (3%) [83].

Das CRPS weist in der Literatur stark schwankende Inzidenzen auf. So beschreiben Mathews et al. Raten von 1-37% [80], Rüger et al. 3,8-22% [31], Maihöfner et al. 0,03-30% [69], Crijs et al. 0,19% [84], Lee et al. 1% [81] und Arora et al. 4% [83]. Unsere Werte mit 1% sind somit eher am unteren Ende dieser Reichweite angesiedelt.

Bonatz et al. beschreiben die kritische Phase einer Sehnenruptur ca. sieben Wochen nach der Operation. Inzidenzen variieren vor allem je nach operativem Zugang und betreffen dementsprechend unterschiedliche Sehnen. In unserer Studie konnten nur zwei Patienten (<1%) mit einer Sehnenruptur identifiziert werden, was etwas unter den Zahlen anderer Studien bleibt. So kommen Arora et al auf 4% [83],Lutz et al. auf 3% [75], Lee et al. auf ca. 1-3%, wenn man die unterschiedlichen Sehnenrupturen zusammenzählt[81] und Sato et al auf ca. 1%[118].

Zum Materialversagen nach erfolgter Operation gibt es wenige Daten, auch wenn regelmäßig Fallberichte über solche Vorkommnisse vorgetragen werden. In unserer Studie fanden sich jedoch immerhin 3 Patienten (1%), die diese Komplikation hatten. Diese traten im Sinne eines Schraubenbruches im Rahmen einer Plattenosteosynthese, einer

Fraktur einer Schraube bei kombiniertem Verfahren mit K-Drähten, Schrauben sowie Plattenosteosynthese und eines K-Draht Bruches auf. Arora et al. beschrieben mit 2% eine höhere Rate an Materialversagen [83] während Lee et al. ihre 0,3% mit bis zu 1,1% aus anderen Studien verglichen [81]. Somit bleibt das Materialversagen zwar eine seltene, aber nicht zu vernachlässigende Komplikation. Insbesondere den Herstellern des Osteosynthesematerials sollte daran gelegen sein, hier weitere Nachforschungen anzustellen.

Insgesamt gibt es keine klare Definition von postoperativen Komplikationen. So schließen einige Autoren Komplikationen ein, welche von anderen weggelassen werden [80-83]. Die Auswahl dieser Komplikationen ist also teils willkürlich und sollte in künftigen Studien zur besseren Vergleichbarkeit möglichst einheitlich ausgewählt werden. Beispielsweise könnten postoperative Schmerzen, Bewegungseinschränkung, Kälteempfindlichkeit, sensorische und motorische Defizite um das Operationsgebiet, Materialversagen, Sehnenläsionen und Anzahl der Materialentfernungen aufgrund störenden Implantates mittels Fragebogen erfasst und ausgewertet werden.

#### **7.2.6 Typ A Frakturen**

Auch bei den Typ A Frakturen waren 80% weiblich, was einer Ratio von 4:1 entspricht. Das heißt, verglichen mit dem gesamten Frakturkollektiv (Ratio 2,5:1) waren Frauen noch häufiger von einer Typ A Fraktur betroffen. Solvang et al. berichteten, dass 66% der Typ A Frakturen in ihrer Studie weiblich sind. Dies entspricht einer Ratio von 2:1 und somit einem niedrigeren weiblichen Anteil. Brogren et al., die in Schweden die epidemiologische Entwicklung untersuchten, klassifizierten 81% der Typ A Frakturen als weiblich und nur 19% als männlich [11]. Rundgren et al. fanden sehr ähnliche Werte mit 81% weiblicher Typ A Frakturen [4]. Auch Flinkkilä et al. [10] zeigten, dass Typ A Frakturen einen größeren Anteil an weiblichen Patienten hatten, als männliche Patienten (79% weiblich vs. 21% männlich) [10]. Diese Verteilungen stimmen beinahe genau mit unseren Daten überein. Flinkkilä et al. beschrieben auch, dass 81% der Typ A Frakturen auf niedrigenergetische Traumata zurückzuführen war, verglichen mit 65% der Typ B Frakturen und 77% der Typ C Frakturen [10]. Auch Sander et al. beschrieben für Typ A Frakturen den höchsten Anteil an niedrigenergetischen Traumata (47,4% gegenüber 12,2% für Typ B und 40,3% für Typ C Frakturen) [23].

Das Durchschnittsalter der Typ A Frakturen betrug  $56\pm 16$  Jahre, was dem Durchschnittswert aller Frakturen sehr nahekommt. Auch die Altersverteilung in „jung“ und „alt“ waren mit 67% bzw. 33% der gesamten Kohorte sehr ähnlich. Männliche Patienten mit Typ A Fraktur waren durchschnittlich jünger als die weiblichen Patienten. Verschiedene Studienpopulationen haben unterschiedliche Durchschnittsalter, sind jedoch aufgrund der epidemiologischen Inzidenz-Peaks zumindest ähnlich. Flinkkilä et al. untersuchten eine Gruppe von  $59\pm 20$  Jahre alten Patienten [10]. Rundgren et al hatten ebenfalls ein etwas höheres Durchschnittsalter ( $63,5\pm 17,8$  Jahre)[4].

Wie durch Rundgren et al., Sander et al. sowie Brogren et al. bereits beschrieben, ist bei älteren Frauen ( $> 50$  Jahre) häufig ein niedrigenergetisches Trauma Auslöser für die distale Radiusfraktur [4, 11, 23]. Dass die Patienten mit Typ A Fraktur anscheinend ältere Damen sind, bei denen offensichtlich schon ein niedrigenergetisches Trauma ausreicht, eine Fraktur zu verursachen, könnte an der schlechten Knochendichte im Rahmen der Osteoporose liegen [1, 4, 11, 13, 17, 21]. Dazu passen Ergebnisse von Koo et al., die beschreiben, dass Patienten über 60 Jahre eher extraartikuläre Frakturen erleiden, während jüngere Patienten eher intraartikuläre Frakturen aufweisen[8].

57% der Typ A Frakturen betrafen das linke Handgelenk - ähnlich viele wie in der gesamten Frakturgruppe. Auch die Dominanz des betroffenen Handgelenkes spiegelt das Ergebnis der gesamten Gruppe wider. Mit 57% „nicht-dominanten Frakturen“ unterscheidet sich dieser Wert nicht von dieser.

### **7.2.7 Typ B Frakturen**

Es gab zwar auch mehr weibliche als männliche Patienten mit Typ B Fraktur (55%), aber mit einer Ratio von 1,2:1 vergleichsweise deutlich weniger als bei dem gesamten Kontrollkollektiv und den Typ A Frakturen. Auch Hjelle et al. fanden verglichen mit Typ A Frakturen und Typ C Frakturen einen höheren Anteil an männlichen Patienten mit Typ B Fraktur (39% Typ B vs. 15% Typ A und 19% Typ C Fraktur; [114]). Brogren et al. beschrieben in der Gruppe der Typ B Frakturen einen weiblichen Anteil von 53%, der verglichen mit Typ A- (81%) und Typ C Frakturen (72%) deutlich niedriger ist[11]. In einer Studie von Solvang et al. sind 78% der Probanden weiblich – eine deutlich höhere Quote als in unserer Studie [19]. Rundgren et al. fanden in ihrer Registeranalyse 64% weibliche Patientinnen [4]. Dies ist mit unseren Ergebnissen vergleichbar. Jedoch lassen

sich auch andere Studien finden, in denen konträre Ergebnisse publiziert werden. So veröffentlichten Flinkkilä et al. sogar eine Mehrheit der männlichen Probanden (65% männlich) [10].

Auch der Altersdurchschnitt lag in unserer Studie mit  $48\pm 17$  Jahren wie bei Hjelle et al. signifikant unter allen anderen Gruppen (gesamte Frakturkohorte, Typ A Frakturen und Typ C Frakturen) [114]. Flinkkilä publizierten ein ähnliches Durchschnittsalter mit  $49\pm 18$  Jahren. Verglichen mit Typ A- ( $59\pm 20$  Jahre) und Typ C Frakturen ( $58\pm 16$  Jahre) stellen Typ B Frakturen in deren Studie die jüngste Gruppe dar [10]. Rundgren et al. kamen zwar auf ein höheres Alter der Typ B Frakturen von  $59\pm 18$  Jahren, jedoch waren diese im Vergleich zu Typ A- ( $64\pm 18$  Jahre) und Typ C Frakturen ( $63\pm 17$  Jahre) dennoch sichtbar jünger [4]. 71% der Typ B Frakturen ließen sich der jüngeren Frakturgruppe zuordnen, was verglichen mit 64% der gesamten Frakturgruppe etwas mehr ist und sich durch den jüngeren Altersdurchschnitt erklären lässt.

Interessanterweise weisen männliche und weibliche Patienten mit Typ B Fraktur anders als Typ A Frakturen keine signifikanten Altersunterschiede auf. Während männliche Typ B Patienten nur etwas jünger sind (Typ A  $47\pm 17$  vs. Typ B  $45\pm 14$ ), nimmt vor allem das Alter der weiblichen Patienten deutlich ab (Typ A  $59\pm 15$  vs. Typ B  $50\pm 19$ ).

Somit scheinen Typ B Frakturen in Übereinstimmung mit Hjelle et al. [114] häufiger bei jüngeren Patienten aufzutreten und einen größeren männlichen Anteil zu haben. Dies könnte ein Faktor sein, weshalb jüngere Patienten der gesamten Frakturgruppe eher männlich sind [13, 17, 18]. Ob dies alleinig darauf zurückzuführen ist, dass Typ B Frakturen häufiger bei jungen oder männlichen Patienten auftritt, ist allerdings bei der geringen Anzahl an eingeschlossenen Patienten ( $n=31$ ) nicht aussagekräftig zu beurteilen. Die Typ B Fraktur ist die am seltensten klassifizierte distale Radiusfraktur, wie viele andere Studien belegen (Flinkkilä et al. 12% [10], Rundgren et al. 12% [4], Solvang et al. 12% [19], Koo et al. 14% [8]). Vermutlich sind daher viele Studiendesigns eher auf die häufiger auftretenden Typ A und C Frakturen ausgerichtet. Diese Typ B Frakturen sollten in künftigen Studien mehr Beachtung finden.

17 Patienten (35%) waren auf der linken Seite betroffen, was prozentual etwas weniger als die Anteile der gesamten Frakturgruppe und der Typ A Frakturen darstellt. Mit 57%

„nicht-dominanter Frakturen“ sind prozentual genauso viele Patienten an der nicht-dominanten Handseite betroffen wie bei allen Frakturen und den Typ A Frakturen.

### **7.2.8 Typ C Frakturen**

70% der Typ C Frakturen waren weiblich, was in etwa dem Durchschnitt der gesamten Frakturgruppe entspricht (72%). Brogren et al. (72% weiblich), Flinkkilä et al. (74% weiblich), Rundgren et al. (75% weiblich) sowie Sander et al. (66% weiblich) kommen auf sehr ähnliche Ergebnisse [4, 10, 11, 23]. Das Durchschnittsalter lag mit  $59\pm 15$  Jahren etwas über dem der gesamten Frakturgruppe ( $57\pm 16$  Jahre), Typ A Frakturen ( $56\pm 16$  Jahre) und Typ B Frakturen ( $48\pm 17$ ), unterschied sich jedoch statistisch nur von den Typ B Frakturen, wie auch in der bereits aufgeführten Studie von Hjelle et al. [114]. Flinkkilä et al. beschreiben ähnliches Alter ( $58\pm 16$  Jahre), Rundgren et al. ein etwas höheres Alter, wie bereits in den anderen Frakturgruppen ( $63\pm 17$  Jahre) [4, 10]. 61% der Frakturen ließen sich der jüngeren Gruppe zuordnen, was etwas weniger ist als der Prozentwert der gesamten Frakturgruppe (64%) und somit die Tendenz zum höheren Alter der Typ C Frakturen bestätigt, auch wenn dies statistisch nicht signifikant ist.

Betroffene Frauen waren signifikant älter als Männer ( $p < 0,05$ ), die untersuchte Handseite war mit 54% auf der linken Seite fast so häufig wie auf der rechten Seite (46%) und 56% der Frakturen betrafen das nicht-dominante Handgelenk. Diese Ergebnisse ähneln stark dem Ergebnis der gesamten Frakturgruppe, was bestimmt unter anderem auf einen großen Anteil der Typ C Frakturen zurückzuführen ist. In der ORCHID-Studie, in der nur  $> 65$ -jährige Patienten mit Typ C Fraktur eingeschlossen wurden, fanden sich 49% der Patienten mit einer Fraktur des rechten Radius, was mit unseren Daten übereinstimmt [1].

Während Typ A Frakturen häufiger bei älteren Frauen auftraten, und Typ B Frakturen eher bei jüngeren Männern, bilden Typ C Frakturen eine große Patientengruppe mit einem insgesamt etwas gehobenen Altersdurchschnitt. Diese vermeintlich komplexeren intraartikulären Frakturen wurden nach Sander et al. vermeintlich häufiger operativ versorgt als Typ A oder Typ B Frakturen [23]. Koo et al. beschrieben für jüngere Patienten unter 60 Jahre eine größere Wahrscheinlichkeit eine intraartikuläre Fraktur zu erleiden [8]. Unsere Ergebnisse mit einem eher höheren Altersdurchschnitt können diese Ergebnisse nicht bestätigen.

## 7.3 Funktionsmessungen

### 7.3.1 Kontrollgruppe

In der Kontrollgruppe zum Vergleich beobachtete MWQ-Werte der männlichen und weiblichen Probanden unterschieden sich nicht signifikant voneinander (männlich  $97\pm 6\%$  vs. weiblich  $95\pm 6\%$ ). Mehrere Autoren (Kurina et al., Crosby et al.) beschreiben eher eine schlechtere Funktion für Frauen (insbesondere im Alter) – allerdings vor allem auf die Griffstärke bezogen [119, 120]. Klum et al. und Gkotsi et al. bestätigen jedoch auch in der Funktionsanalyse mittels DASH höhere DASH-Werte für Frauen als für Männer und somit eine schlechtere Funktion [121, 122]. Die Datenlage ist nicht eindeutig, zeigt aber eine Tendenz zu einer schlechteren Funktion von weiblichen Patientinnen. Dass wir mit unseren Ergebnissen von den Erkenntnissen anderer Studien teilweise abweichen, könnte unter anderem an strengeren Ausschlusskriterien liegen, welche Patienten mit Vorerkrankungen des Handgelenkes (bspw. rheumatoide Arthritis) nicht mit in die Studie einschlossen. Das wiederum könnte zu einer besseren durchschnittlichen Funktion führen.

Die jüngeren Kontrollprobanden zeigten eine signifikant bessere Funktion des Handgelenkes gegenüber den älteren Probanden. Auch Carmeli et al. beschreiben in Ihrer Arbeit „The Aging Hand“ einen Funktionsverlust im Alter, insbesondere über 65 Jahren. Sie machen vor allem degenerative muskuloskelettale, vaskuläre sowie nervale Veränderungen sowie im Alter gehäuft auftretende Erkrankungen (Osteoporose, rheumatoide Arthritis, Parkinson etc.) für diese Beobachtung verantwortlich [123]. Auch Kurina et al. beschreiben insbesondere für postmenopausale weibliche Patienten eine abnehmende Griffstärke [119]. Martin et al. finden für die Griffstärke einen linearen Griffstärkenverlust mit zunehmendem Alter [124].

Wir konnten keinen Funktionsunterschied der rechten und linken Hand feststellen. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Hanten et al [125]. Die Kontrollen wiesen ähnliche Werte für dominante und nichtdominante Handseite auf. Diesbezüglich ist die Datenlage nicht eindeutig. Während Crosby et al. und Incel et al. beispielsweise der dominanten Handseite eine 10% größere Griffkraft zuordnen, finden Peolsson et al. und Singh et al. keinen Unterschied und Klum et al. lediglich höhere Werte für Linkshänder [120, 121, 126-128]. Hier sind weitere Studien wünschenswert.

### 7.3.2 Gesamte Frakturgruppe

Betrachtet man die gesamte Frakturgruppe, unterscheiden sich die weiblichen und männlichen Patienten nicht signifikant voneinander. Phadnis et al. fanden ebenfalls keinen Unterschied im Outcome zwischen weiblichen und männlichen Patienten [129]. In einer Studie von Amorosa et al. zeigen männliche Patienten nach distaler Radiusfraktur eine bessere Funktion als Frauen. In der gesundheitsbezogenen Lebensqualität hingegen konnten sie keinen signifikanten Unterschied feststellen [130].

Auch wenn die männlichen Patienten durchschnittlich jünger sind als die weiblichen, lässt sich hier feststellen, dass es keine signifikanten Funktionsunterschiede zwischen diesen beiden Gruppen gibt. Dies korreliert mit den Ergebnissen der Frakturgruppe, in denen die „junge“ (< 65 Jahre) und die „alte“ (> 64 Jahre) Untergruppe sich nicht voneinander unterscheiden. Auch Phadnis et al. konnten keinen Unterschied in der Funktion nach distaler Radiusfraktur in Abhängigkeit vom Alter erkennen [129]. Chung et al. fanden ebenfalls keine funktionellen Unterschiede von < 60 und > 60-jährigen Patienten drei, sechs und zwölf Monate nach distaler Radiusfraktur [131]. Amorosa et al. fanden hingegen einen Schwachen inversen Zusammenhang zwischen Alter und Funktion (mittels DASH). Insbesondere Patienten, die älter als 70 Jahre waren, zeigten ein signifikant schlechteres funktionelles Ergebnis als jüngere Patienten [130].

Patienten mit einer Fraktur des rechten Radius hatten keinen signifikant abweichenden Wert von Frakturen des linken Radius. In der Literatur wird die Funktion in Abhängigkeit der Handseite äußerst selten analysiert. Dominante Handgelenksfrakturen unterscheiden sich nicht signifikant von den nichtdominanten Frakturen. Auch in einer Studie von Dabash et al. lassen sich zwar etwas höhere DASH-Werte und somit eine schlechtere Funktion für dominante Typ A und Typ B Frakturen finden, sie beurteilen diese Unterschiede jedoch immer noch als ähnlich [132]. Unsere Daten lassen die Vermutung zu, dass die Handseite keinen großen Einfluss auf das postoperative Outcome hat. Die Datenlage im Sinne einer vergleichenden Funktionsanalyse ist bezüglich der betroffenen Handgelenksseite äußerst dürftig und sollte weiter ausgebaut werden.

Die Frakturgruppe zeigte insgesamt eine schlechtere Funktion als die Kontrollgruppe. Diese Ergebnisse bestätigen Daten von Dabash et al., welche die Griffstärke als schlechter gegenüber der nichtbetroffenen Hand bei distaler Radiusfraktur identifizierten [132].

Disseldorp et al. konnten für Griffstärke, palmare Flexion, dorsale Extension, Supination, ulnare und radiale Deviation sowie für die ROM jeweils bessere Werte für die nicht betroffene Seite finden, als die betroffene verletzte Seite [133].

Nach Aufteilung in die zwei Altersgruppen zeigte sich dieser Funktionsverlust allerdings nur bei den unter 65-jährigen. Patienten über 64 Jahre zeigten ähnliche MWQ-Werte wie die Kontrollprobanden. Chung et al. beschreiben für die jüngeren Patienten (< 60 Jahre) zwar ähnliche funktionelle Ergebnisse wie für die älteren Patienten (> 60 Jahre), jedoch erholt sich die jüngere Kohorte in den Kontrolluntersuchungen nach sechs und zwölf Monaten schneller als die ältere Kohorte [131]. Ochen et al. führten eine Metaanalyse über 23 Arbeiten im Vergleich der konservativen und operativen Therapie durch. Sie fanden das mittelfristige Outcome (< 1 Jahr) bei älteren Patienten (ca. > 60 Jahre) nach operativer und konservativer Behandlung ein ähnliches und bei jüngeren Patienten (ca. < 60 Jahre) nach operativer Behandlung ein deutlich besseres Ergebnis als nach konservativer Behandlung. Daraus folgerten Sie einen größeren Unterschied zwischen operativer und konservativer Behandlung bei Studien mit jüngeren Durchschnittsalter (ca. 50 Jahre) als bei Studien mit einem älteren Durchschnittsalter (ca. 75 Jahre) [20]. Junge Patienten scheinen sich also analog zu unseren Erkenntnissen besonders im mittelfristigen Outcome nach operativer Therapie schneller zu erholen. Ebenso wie Ochen et al. fordern wir mehr Studien insbesondere auch über diese jüngeren Patienten [20].

Zusammenfassend haben jüngere Patienten vor der distalen Radiusfraktur eine bessere Funktion als ältere Patienten, wie in der Kontrollgruppe zu sehen ist. Postoperativ erzielen diese beiden Gruppen jedoch ein ähnliches funktionelles Ergebnis, sodass die Jüngeren einen größeren Funktionsverlust zu verzeichnen haben. Ochen et al. vermuten einen größeren positiven Effekt einer operativen Therapie für diese jüngeren Patienten [20]. Ältere Patienten, die schon vor Operation eine eingeschränkte Funktion hatten [119, 123, 124], haben postoperativ nur ein etwas (nicht signifikant) vermindertes Outcome [20].

Das Alter hat somit einen starken Einfluss auf die Funktion im Handgelenk. In der Normalbevölkerung (Kontrollgruppe) wird die Funktion mit steigendem Alter schlechter, und jüngere Patienten sind nach einer distalen Radiusfraktur in ihrer Funktion

eingeschränkter als entsprechend ältere Patienten. Dies könnte auch an einem höheren funktionellen Anspruch der jüngeren Patienten und der im Laufe des Lebens natürlicherweise abnehmenden Funktionalität liegen.

### **7.3.3 Typ A Frakturen**

Ebenso wie in der gesamten Frakturgruppe unterscheiden sich weibliche und männliche Patienten mit Typ A Fraktur nicht signifikant voneinander. Auch in den Altersgruppen, nach Handseite und Dominanz der Frakturseite aufgeteilt ließen sich keine Differenzen feststellen. Dies alles stimmt mit den Ergebnissen der gesamten Frakturkohorte und Publikationen von Phadnis et al., Chung et al. und Dabash et al. überein [129, 131, 132].

Die Typ A Frakturen zeigten, anders als die gesamte Frakturgruppe, insgesamt keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. In der Altersaufteilung in „jung“ und „alt“ ließen sich jedoch ähnliche Tendenzen feststellen. So waren die jüngeren Patienten (< 65 Jahre) in ihrer Funktion nach einer Fraktur eingeschränkter als die Kontrollgruppe, während ältere Patienten (> 64 Jahre) mit der Kontrollgruppe vergleichbare Werte aufwiesen. Dies bestätigt die von Chung et al. ermittelten ähnlichen Funktionswerte für jüngere (< 60 Jahre) und ältere (> 60 Jahre) Patienten [131]. Amorosa et al. beschrieben, ähnlich wie Carmeli et al. in „The Aging Hand“ für im Handgelenk gesunde, einen Funktionsverlust mit zunehmendem Alter nach distaler Radiusfraktur [123, 130].

### **7.3.4 Typ B Frakturen**

Auch wenn die MWQ-Werte von männlichen und weiblichen Typ B Frakturen optisch weit auseinander lagen ( $96\pm 4\%$  männlich vs.  $89\pm 14\%$  weiblich), zeigten sie doch keinen signifikanten Unterschied. Dieses Ergebnis stimmt mit dem der gesamten Frakturgruppe und den Typ A Frakturen sowie mit Ergebnissen aus den Arbeiten von Phadnis et al. überein [129].

Junge Patienten (< 65 Jahre) mit Typ B Fraktur hatten einen signifikant besseren MWQ-Wert als ältere Patienten (> 64 Jahre). Dies weicht vom Ergebnis der gesamten Frakturgruppe und den Typ A Frakturen zwar ab, spiegelt aber die Ergebnisse der Kontrollgruppe wider. Während Chung et al. insgesamt keine funktionellen Unterschiede erkennen konnten, fanden Amorosa et al. einen schwachen inversen Zusammenhang zwischen Alter und Funktion [130, 131]. Ebenfalls ist insgesamt z.B. von Carmeli et al. sowie Martin et al. ein Funktionsverlust der Hand bei zunehmendem Alter bei gesunden

Patienten beschrieben [123, 124]. Die Typ B Fraktur könnte also, eventuell aufgrund ihrer jungen Altersstruktur, am ehesten der gesunden Bevölkerung entsprechen. Somit hätte bei diesem Frakturtyp das Alter einen wesentlich höheren Einfluss auf die Funktion als der Frakturtyp.

Es lässt sich feststellen, dass bei einer recht niedrigen Anzahl der Typ B Frakturen (n=31) und weiterer Aufteilung in Untergruppen teilweise nur sehr kleine Fallzahlen analysiert werden konnten. Um hier genauere und aussagekräftigere Daten analysieren zu können sollten Studien mit einer größeren Anzahl an Typ B Frakturen durchgeführt werden.

Auch bezüglich der Handseite und Dominanz der betroffenen Extremität waren Typ B Frakturen nicht signifikant unterschiedlich. Dabash et al. untersuchten dominante vs. nicht-dominante Typ A/B Frakturen und konnten ebenfalls keine signifikante Funktionsdifferenz feststellen [132].

In der Gesamten Frakturgruppe mit Typ B Fraktur ließen sich keine signifikanten Unterschiede zur Kontrolle finden. In den Altersaufteilungen fanden sich jedoch Unterschiede in der Gruppe der älteren Patienten > 64 Jahre, in der die Frakturen schlechtere Werte zeigten. Junge Patienten < 65 Jahre hatten eine mit der Kontrollgruppe vergleichbare Funktion.

Dies widerspricht der oben getätigten These, junge Patienten wären durch eine Fraktur stärker in ihrer Funktion eingeschränkt. Da hier die Anzahl der älteren Patienten mit Typ B Fraktur allerdings sehr gering ist (n=9), empfiehlt sich die Analyse einer größeren Anzahl dieser Frakturen, um aussagekräftigere Aussagen tätigen zu können. Es wäre potenziell möglich, dass Typ B Frakturen anders als Typ A Frakturen zum Beispiel bei älteren Patienten eine stärkere Funktionseinschränkung verursachen als bei jüngeren Patienten.

### **7.3.5 Typ C Frakturen**

Auch in der größten Frakturgruppe zeigten männliche und weibliche Patienten keinen Funktionsunterschied und Patienten < 65 Jahre und > 64 Jahre wiesen ähnliche MWQ-Werte auf, ebenso wie alle anderen Frakturgruppen. Auch Phadnis et al. konnten keinen Unterschied im Outcome zwischen weiblichen und männlichen bzw. jüngeren und älteren Patienten finden [129]. Chung et al. konnten keine funktionellen Unterschiede zwischen

jüngeren und älteren Patienten feststellen [131]. Andere Autoren beschreiben hingegen eher eine abnehmende Funktion in Abhängigkeit vom Alter bei Operation [130]. In der Literatur werden zwar teilweise die weiblichen und männlichen Patienten miteinander verglichen, auf eine spezifische Untersuchung der jungen vs. alten Typ A/B/C Frakturen wird jedoch verzichtet.

Anders als die anderen Frakturtypen und auch die gesamte Frakturgruppe zeigten sich bei den Typ C Frakturen signifikant schlechtere Werte für distale Radiusfrakturen der rechten Hand und der dominanten Handseite. Bei ausreichend hohen Fallzahlen (n=92 rechts und n=87 dominant) lässt sich hier vermuten, dass komplexe Frakturen die Funktion des Handgelenkes einschränken. Bei einem höheren funktionellen Anspruch auf das dominante (meist rechte) Handgelenk ist dieses also mehr eingeschränkt als bei weniger komplexen Frakturen (Typ A, Typ B). Dabash et al. fanden für Typ A und B Frakturen keinen Unterschied zwischen Frakturen der dominanten bzw. nicht-dominanten Hand [132]. Typ C Frakturen sollten hierhingehend weiter untersucht werden.

Typ C Frakturen zeigten einen signifikant schlechteren Wert als die Kontrollgruppe, auch in der Altersgruppe < 65 Jahre. Die Patienten > 64 Jahre zeigten keine Unterschiede. Dies spiegelt die Ergebnisse der gesamten Frakturgruppe wider. Da die Typ C Frakturen einen großen Anteil an dieser haben (58%), beeinflussen sie diese Ergebnisse maßgeblich. Disseldorp et al. fanden eine ähnliche Verschlechterung der Funktion der betroffenen Seite gegenüber der Gesunden [133]. Auch Dabash et al. beschrieben zwar eine schwächere Griffstärke der operierten gegenüber der gesunden Hand, konnten allerdings nach Aufteilung in dominant/nicht-dominant keinen Funktionsunterschied mehr feststellen [132]. Dem gegenüber beschrieben Chung et al. ein Jahr nach Versorgung eher ähnliche funktionelle Ergebnisse der jüngeren und älteren Patienten [131].

Aufgrund der Komplexität von Typ C Frakturen scheint ein schlechteres funktionelles Outcome erwartungsgemäß. Dennoch fallen insbesondere die älteren Patienten mit altersentsprechend „normalen“ MWQ-Werten auf.

### **7.3.6 Vergleich der Frakturtypen**

Es lässt sich mit ansteigender Komplexität der Fraktur ein Trend zu einer schlechteren Funktion erkennen. Während Typ A Frakturen noch sehr ähnliche Werte gegenüber der Kontrollgruppe zeigten ( $95\pm 7\%$  vs.  $96\pm 6\%$ ), zeigten Typ B Frakturen etwas schlechtere

(92±11% vs. 96±6%), bis sich bei den Typ C Frakturen ein statistisch signifikanter Unterschied gegenüber Typ A Frakturen erkennen ließ (89±13% vs. 96±6%). Diese Vermutung wird im Vergleich der Frakturtypen bestätigt, in dem sich signifikante Funktionsunterschiede zwischen Typ A und Typ C Frakturen feststellen lassen. Schneiders et al. beschied A2 Frakturen gegenüber C3 Frakturen ebenfalls ein besseres Outcome [93]. Da in dieser Studie eine „einfache“ Radiusfraktur mit einem Fragment mit einer mehrfragmentären Fraktur mit Gelenkbeteiligung verglichen wird, scheint dieses Ergebnis erwartungsgemäß. Arora et al. konnten im Gegensatz dazu keine Funktionsunterschiede zwischen extraartikulären Typ A und intraartikulären Typ C Frakturen feststellen [83]. Amorosa et al. fanden ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen Typ A und Typ C Frakturen. Dabei ist anzumerken, dass aufgrund der niedrigen Fallzahl Typ B-Frakturen nicht analysiert wurden (n=2) [130]. Die Funktion der Typ B Frakturen nimmt eine „Mittelposition“ ein und ist signifikant nicht unterschiedlich zu sowohl Typ A als auch Typ C Frakturen. Souer et al. sowie Bolmers et al., welche Typ B und Typ C Frakturen als extraartikuläre Frakturen miteinander verglichen konnten ebenso keine signifikanten Unterschiede feststellen [134, 135].

Und auch Phadnis et al. sowie Arora et al. fanden keinen signifikanten Unterschied im DASH Score zwischen den Untergruppen. Jedoch finden sich auch in deren Studien Tendenzen, in denen sich Typ A Frakturen mit der besten Funktion, Typ B Frakturen mit einer etwas schlechteren und Typ C Frakturen mit der schlechtesten Funktion präsentieren [83, 129]. Poiset et al. untersuchten in einer Studie, ob es je nach Frakturschwere (im Sinne einer höheren AO Klassifikation) länger dauert, wieder Autofahren zu können. Sie fanden keinen Einfluss der AO-Klassen, jedoch einen Einfluss eines höheren BMI's, weiblichem Geschlecht und einem gehobenem Alter auf die Zeit, die die Patienten zum Rückkehr zum Autofahren brauchten [136].

Auch wenn die Datenlage nicht eindeutig ist, so scheint doch die Komplexität im Sinne von intraartikulären Frakturen einen negativen Einfluss auf das postoperative Outcome zu haben. Auch wenn die Ergebnisse nicht in allen Studien als signifikant gewertet werden können, so geht doch die Tendenz in diese Richtung. Weitere Studien sind diesbezüglich – insbesondere in Hinblick auf die Therapieplanung – wünschenswert.

## 8 Fazit

1. In dieser Studie ist es uns gelungen, ein lokales Frakturregister mit 339 Patienten aufzubauen. Im Rahmen der Qualitätssicherung und weiteren Therapieplanung wäre ein nationales Frakturregister äußerst wünschenswert. Zusätzlich zu epidemiologischen Daten sind wir in der Lage mittels PROM auch postoperatives Outcome zu messen und davon elementare Rückschlüsse auf weitere Therapieanpassungen zu ziehen.
2. Unsere Daten bestätigen die erhöhten Inzidenzen der Literatur für Frauen, welche im Schnitt älter waren als männliche Patienten.
3. Es ließen sich keine Unterschiede bezüglich der betroffenen Handseite oder Dominanz derselben feststellen. Die wenigen existierenden Daten hierfür sollten ausgebaut werden.
4. Als Typ B Fraktur werden die wenigsten distalen Radiusfrakturen klassifiziert. Der Altersdurchschnitt dieser seltenen Fraktur ist im Vergleich mit den anderen niedriger und die Patienten haben einen größeren männlichen Anteil.
5. Typ C Frakturen werden vermutlich häufiger operiert als entsprechend weniger komplexe Typ A Frakturen. Betroffene Patienten sind durchschnittlich tendenziell etwas älter, auch wenn dies nicht signifikant ist.
6. Komplexe (Typ C-) Frakturen der dominanten (häufig rechten) Handseite haben einen höheren funktionellen Anspruch, und führen postoperativ zu einer erhöhten Einschränkung und einer schlechteren Funktion im Vergleich zu anderen Frakturtypen. Somit hat die Komplexität einen Einfluss auf das postoperative Outcome.
7. Innerhalb der Kontrollgruppe zeigten ältere Probanden einen schlechteren MWQ-Wert als jüngere, während sich in der Frakturgruppe keine Unterschiede zwischen den Altersgruppen zeigten.
8. Die Funktion der Frakturgruppe war insgesamt schlechter als die der Kontrollgruppe. Maßgeblich daran beteiligt ist die Gruppe der jüngeren Patienten mit Fraktur, die signifikant schlechtere Ergebnisse als ihre Kontrollgruppe aufwiesen.

9. Typ A Frakturen hatten ein besseres postoperatives Outcome verglichen mit Typ B und Typ C Frakturen. Die Komplexität der Fraktur scheint somit einen Einfluss auf die spätere Funktion zu haben.

Zusammenfassend ist es uns gelungen, ein Frakturregister zu erstellen, welches bereits bekannte epidemiologische Erkenntnisse stützt. Dazu sind wir in der Lage die postoperative Funktion sowie die Zufriedenheit im Alltag mittels MWQ zu messen und damit die Therapieeffektivität zu analysieren. Des Weiteren scheinen sowohl die Klassifizierung der Fraktur als auch insbesondere das Alter des Patienten einen Einfluss auf das postoperative Outcome zu haben. Während in der Normalbevölkerung mit steigendem Alter die Funktion abnimmt, sind insbesondere junge Patienten nach Fraktur stärker eingeschränkt als entsprechende Gesunde. Im Rahmen der Qualitätssicherung und Therapieevaluation sind Frakturregister unerlässlich. Neben der viel beachteten AO-Klassifikation muss auch das Alter des behandelten Patienten bei der Wahl der Behandlung beachtet werden.

## **9 Zusammenfassung**

1. *Lässt sich durch eine retrospektiv Outcomeanalyse mittels PROM bei der distalen Radiusfraktur ein Frakturregister aufbauen?*

Mit 339 eingeschlossenen Patienten ist es uns gelungen, ein lokales Frakturregister für den Untersuchungszeitraum zu erstellen. Die Anzahl an eingeschlossenen Patienten reicht erwartungsgemäß nicht an Registerstudien oder Metaanalysen heran, lässt aber dennoch aussagekräftige Rückschlüsse auf Behandlungsergebnisse zu. Zudem kann das Register weitergeführt werden und so auch in Zukunft bzw. über einen längeren Zeitraum Daten über die Behandlungsergebnisse und epidemiologischen Zahlen geben.

2. *Gibt es funktionelle und/oder epidemiologische Unterschiede zwischen Männern und Frauen?*

Unsere Daten bestätigen den prozentual deutlich höheren Anteil an weiblichen Patienten aus der Literatur (72% vs. 28% männlich). Zudem waren Frauen durchschnittlich älter als männliche Patienten (weiblich: 60±15 Jahre vs. männlich: 50±16 Jahre). Die am seltensten auftretenden Typ B Frakturen haben einen größeren männlichen Anteil als Typ A oder Typ C Frakturen (Typ B: 45%,

Typ A: 20%, Typ C: 30%). Das funktionelle postoperative Ergebnis war statistisch sehr ähnlich (männlich und weiblich  $91\pm 11\%$ ).

3. *Gibt es funktionelle und/oder epidemiologische Unterschiede abhängig von der betroffenen Seite?*

Es traten etwas mehr Frakturen der linken Handhälfte auf (57%). Ebenso war die nicht-dominante Handhälfte etwas häufiger betroffen (57%). Hinsichtlich der Funktion wiesen die Patienten weder in Bezug auf die Handseite (rechts  $90\pm 12\%$  vs. links  $92\pm 11\%$ ) noch auf die Dominanz des betroffenen Handgelenkes (dominant  $90\pm 12\%$  vs. nicht-dominant  $92\pm 11\%$ ) einen signifikanten Unterschied auf.

4. *Unterscheiden sich junge und alte Patienten im postoperativen Outcome?*

Während in der Kontrollgruppe die älteren Probanden einen schlechteren MWQ-Wert aufwiesen ( $< 65$  Jahre:  $98\pm 4\%$  vs.  $> 64$  Jahre:  $92\pm 7\%$ ), zeigten sich die Patienten nach Fraktur mit ähnlichen Werten im Altersvergleich ( $< 65$  Jahre:  $92\pm 12\%$  vs.  $> 64$  Jahre:  $90\pm 11\%$ ). Lediglich in den nach AO klassifizierten Untergruppen zeigte sich bei Typ B Frakturen ein signifikant schlechteres Ergebnis der über 64-jährigen ( $> 64$ :  $83\pm 11\%$  vs.  $< 65$ :  $96\pm 9\%$ ).

5. *Ist das funktionelle Outcome des Patientenkollektivs schlechter als die Funktion des Kontrollkollektivs?*

Die Frakturgruppe zeigte insgesamt eine schlechtere Funktion als die Kontrollgruppe (Fraktur:  $91\pm 11\%$  vs. Kontrolle:  $96\pm 6\%$ ). Während die jungen Patienten ( $< 65$  Jahre) mit Fraktur ein schlechteres Ergebnis erzielten als ihre Kontrolle (Fraktur:  $92\pm 12\%$  vs. Kontrolle:  $98\pm 4\%$ ), zeigten sich bei den älteren Patienten ( $> 64$  Jahre) keine signifikanten Unterschiede (Fraktur:  $90\pm 11\%$  vs. Kontrolle  $92\pm 7\%$ ).

6. *Lässt sich anhand der Klassifikation nach AO eine Aussage über das spätere postoperative Outcome treffen?*

Die Frakturtypen haben einen Einfluss auf die Funktion. Typ A Frakturen haben ein besseres Outcome als Typ B Frakturen, die wiederum ein besseres Outcome als Typ C Frakturen haben. Der Unterschied zwischen Typ A und Typ C Frakturen ist signifikant ( $95\pm 7\%$  vs.  $91\pm 11\%$ ).

## 10 Literatur

1. Bartl, C., et al., *The treatment of displaced intra-articular distal radius fractures in elderly patients*. Dtsch Arztebl Int, 2014. **111**(46): p. 779-87.
2. Bartl, C., et al., *Open reduction and internal fixation versus casting for highly comminuted and intra-articular fractures of the distal radius (ORCHID): protocol for a randomized clinical multi-center trial*. Trials, 2011. **12**: p. 84.
3. Beirer, M., C. Kirchhoff, and P. Biberthaler, *Development of a German fracture register to assess current fracture care and improve treatment quality: A feasibility study*. EFORT Open Rev, 2017. **2**(12): p. 474-477.
4. Rundgren, J., et al., *Epidemiology, classification, treatment and mortality of distal radius fractures in adults: an observational study of 23,394 fractures from the national Swedish fracture register*. BMC Musculoskelet Disord, 2020. **21**(1): p. 88.
5. Rammensee, J., et al., *Results of a Retrospective Fracture Register of Distal Radius Fractures Built Up Using PROM*. Frontiers in Surgery, 2022. **9**.
6. von Matthey, F., et al., *Age is A Critical Factor In Wrist Function After Surgical Therapy of Patients Suffering From A-Type Distal Radius Fracture: A PROM Study*. 2021.
7. von Matthey, F., et al., *The Outcome of Distal Radius Fractures with Concomitant Injuries Is Similar to those of Isolated Distal Radius Fractures Provided that an Arthroscopically Supported Treatment Is Performed*. J Clin Med, 2020. **9**(4).
8. Koo, O.T., D.M. Tan, and A.K. Chong, *Distal radius fractures: an epidemiological review*. Orthop Surg, 2013. **5**(3): p. 209-13.
9. Stirling, E.R.B., N.A. Johnson, and J.J. Dias, *Epidemiology of distal radius fractures in a geographically defined adult population*. J Hand Surg Eur Vol, 2018. **43**(9): p. 974-982.
10. Flinkkilä, T., et al., *Epidemiology and seasonal variation of distal radius fractures in Oulu, Finland*. Osteoporos Int, 2011. **22**(8): p. 2307-12.
11. Brogren, E., M. Petranek, and I. Atroshi, *Incidence and characteristics of distal radius fractures in a southern Swedish region*. BMC Musculoskeletal Disorders, 2007. **8**(1): p. 48.
12. Siebert, H.R. and A. Klönz, *Distale Radiusfraktur*. Der Unfallchirurg, 2005. **108**(2): p. 135-154.
13. Porrino, J.A., Jr., et al., *Fracture of the distal radius: epidemiology and premanagement radiographic characterization*. AJR Am J Roentgenol, 2014. **203**(3): p. 551-9.
14. Nellans, K.W., E. Kowalski, and K.C. Chung, *The epidemiology of distal radius fractures*. Hand Clin, 2012. **28**(2): p. 113-25.
15. Corsino, C.B., R.A. Reeves, and R.N. Sieg, *Distal Radius Fractures*, in *StatPearls*. 2021, StatPearls Publishing

Copyright © 2021, StatPearls Publishing LLC.: Treasure Island (FL).

16. Naranje, S.M., et al., *Epidemiology of Pediatric Fractures Presenting to Emergency Departments in the United States*. J Pediatr Orthop, 2016. **36**(4): p. e45-8.
17. Thompson, P.W., J. Taylor, and A. Dawson, *The annual incidence and seasonal variation of fractures of the distal radius in men and women over 25 years in Dorset, UK*. Injury, 2004. **35**(5): p. 462-6.
18. White, J.S., *Fractures of the distal radius*. Adv Emerg Nurs J, 2013. **35**(1): p. 8-15.
19. Solvang, H.W., et al., *Epidemiology of distal radius fracture in Akershus, Norway, in 2010-2011*. J Orthop Surg Res, 2018. **13**(1): p. 199.
20. Ochen, Y., et al., *Operative vs Nonoperative Treatment of Distal Radius Fractures in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis*. JAMA Network Open, 2020. **3**(4): p. e203497-e203497.

21. Kanis, J.A., *Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: synopsis of a WHO report. WHO Study Group.* Osteoporos Int, 1994. **4**(6): p. 368-81.
22. Bartl, C., et al., *Klinische Ergebnisse nach konservativer und operativer Therapie der distalen Radiusfraktur beim älteren Patienten.* Der Unfallchirurg, 2016. **119**(9): p. 723-731.
23. Sander, A.L., et al., *Epidemiology and treatment of distal radius fractures: current concept based on fracture severity and not on age.* Eur J Trauma Emerg Surg, 2018.
24. Ikpeze, T.C., et al., *Distal Radius Fracture Outcomes and Rehabilitation.* Geriatr Orthop Surg Rehabil, 2016. **7**(4): p. 202-205.
25. Sh Ahmed, O., et al., *Defining Outcomes Following Distal Radius Fractures: Correlation of Function, Pain, and Hand Therapy Utilization.* Cureus, 2020. **12**(6): p. e8718.
26. Beirer, M., et al., *The Munich Wrist Questionnaire (MWQ) – development and validation of a new patient-reported outcome measurement tool for wrist disorders.* BMC Musculoskeletal Disorders, 2016. **17**(1): p. 167.
27. Koebke, J., *Anatomie des Handgelenkes und der Handwurzel.* Unfallchirurgie, 1988. **14**(2): p. 74.
28. Graham, H.K., G.F. McCoy, and R.A. Mollan, *A new injury of the distal radio-ulnar joint.* J Bone Joint Surg Br, 1985. **67**(2): p. 302-4.
29. Spies, C.K., et al., *[Anatomy and biomechanics of the distal radioulnar joint].* Orthopade, 2018. **47**(8): p. 621-627.
30. Palmer, A.K. and F.W. Werner, *The triangular fibrocartilage complex of the wrist—Anatomy and function.* The Journal of Hand Surgery, 1981. **6**(2): p. 153-162.
31. Rueger, J.M., et al., *Fractures of the distal radius.* Der Unfallchirurg, 2014. **117**(11): p. 1037-1044.
32. Mayfield, J.K., R.P. Johnson, and R.F. Kilcoyne, *The ligaments of the human wrist and their functional significance.* Anat Rec, 1976. **186**(3): p. 417-28.
33. Schünke M., S.E., Schumacher U., *Prometheus; Teil: Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem.* 2007, Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
34. Colles, A., *On the Fracture of the Carpal Extremity of the Radius.* Edinb Med Surg J, 1814. **10**(38): p. 182-186.
35. Sternbach, G., *Abraham Colles: fracture of the carpal extremity of the radius.* J Emerg Med, 1985. **2**(6): p. 447-50.
36. Ellis, H., *Abraham Colles: Colles' Fracture.* Journal of Perioperative Practice, 2012. **22**(8): p. 270-271.
37. R.W., S., *A Treatise on Fractures in the Vicinity of Joints, and on Certain Forms of Accidental and Congenital Dislocations.* Med Chir Rev, 1847. **6**(11): p. 137-152.
38. Thomas, F.B., *Reduction of Smith's fracture.* J Bone Joint Surg Br, 1957. **39-b**(3): p. 463-70.
39. Ellis, J., *Smith's and Barton's fractures. A method of treatment.* J Bone Joint Surg Br, 1965. **47**(4): p. 724-7.
40. Hunter, T.B., L.F. Peltier, and P.J. Lund, *Radiologic history exhibit. Musculoskeletal eponyms: who are those guys?* Radiographics, 2000. **20**(3): p. 819-36.
41. Wæver, D., et al., *Distal radius fractures are difficult to classify.* Injury, 2018. **49** Suppl 1: p. S29-s32.
42. Jayakumar, P., et al., *AO Distal Radius Fracture Classification: Global Perspective on Observer Agreement.* J Wrist Surg, 2017. **6**(1): p. 46-53.
43. Mulders, M.A., et al., *Classification and treatment of distal radius fractures: a survey among orthopaedic trauma surgeons and residents.* Eur J Trauma Emerg Surg, 2017. **43**(2): p. 239-248.

44. Schmidt, S., T. Heinz, and A. Dàvid, *Häufigkeit, Entstehung und Klassifikation der distalen Radiusfraktur*. OP-JOURNAL, 2003. **19**(01): p. 10-15.
45. Müller, M.E., S. Nazarian, and P. Koch, *Classification AO des fractures. 1. 1.* 1987, Berlin; Paris: Springer.
46. Kleinlugtenbelt, Y.V., et al., *Classification systems for distal radius fractures*. Acta Orthop, 2017. **88**(6): p. 681-687.
47. Hintringer, W., et al., *Biomechanical considerations on a CT-based treatment-oriented classification in radius fractures*. Arch Orthop Trauma Surg, 2020. **140**(5): p. 595-609.
48. Deiler, S., et al., *Arthroskopisch unterstützte Frakturversorgung am Handgelenk*. Der Unfallchirurg, 2013. **116**(4): p. 305-310.
49. Yan, B., et al., *Prevalence of triangular fibrocartilage complex injuries in patients with distal radius fractures: a 3.0T magnetic resonance imaging study*. J Int Med Res, 2019. **47**(8): p. 3648-3655.
50. Richards, R.S., et al., *Arthroscopic diagnosis of intra-articular soft tissue injuries associated with distal radial fractures*. J Hand Surg Am, 1997. **22**(5): p. 772-6.
51. Prommersberger, K.J., et al., *Die skapholunäre Bandverletzung*. Der Unfallchirurg, 2014. **117**(8): p. 723-739.
52. Geissler, W.B., *Arthroscopic management of scapholunate instability*. J Wrist Surg, 2013. **2**(2): p. 129-35.
53. Geissler, W.B., et al., *Intracarpal soft-tissue lesions associated with an intra-articular fracture of the distal end of the radius*. J Bone Joint Surg Am, 1996. **78**(3): p. 357-65.
54. Andersson, J.K., *Treatment of scapholunate ligament injury: Current concepts*. EFORT Open Rev, 2017. **2**(9): p. 382-393.
55. Dumontier, C., S. Carmès, and O. Kadji, *[Combined scaphoid and distal radius fractures in adults]*. Hand Surg Rehabil, 2016. **35s**: p. S55-s59.
56. Arsalan-Werner, A., M. Sauerbier, and I.M. Mehling, *Skaphoidfraktur und Skaphoidpseudarthrose*. Trauma und Berufskrankheit, 2016. **18**(4): p. 376-385.
57. Krimmer, H., R. Schmitt, and T. Herbert, *Kahnbeinfrakturen – Diagnostik, Klassifikation und Therapie*. Der Unfallchirurg, 2000. **103**(10): p. 812-819.
58. Fowler, T.P. and E. Fitzpatrick, *Simultaneous Fractures of the Ipsilateral Scaphoid and Distal Radius*. J Wrist Surg, 2018. **7**(4): p. 303-311.
59. Yarar-Schlickewei, S., K.H. Frosch, and C. Schlickewei, *[Scaphoid pseudarthrosis without circulatory disorder : Management and standard procedure for primary treatment]*. Unfallchirurg, 2019. **122**(3): p. 191-199.
60. Yeh, K.T., et al., *Risk factors for carpal tunnel syndrome or trigger finger following distal radius fracture: a nationwide study*. Sci Rep, 2020. **10**(1): p. 469.
61. Shah, K.N., et al., *Acute Carpal Tunnel Syndrome in Inpatients With Operative Distal Radius Fracture*. Orthopedics, 2019. **42**(4): p. 227-234.
62. Unglaub, F., et al., *[Distal radius fracture of the adult : Diagnostics and therapy]*. Orthopade, 2017. **46**(1): p. 93-110.
63. He, B., et al., *Comparison of outcomes between nonsurgical and surgical treatment of distal radius fracture: a systematic review update and meta-analysis*. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 2020. **140**(8): p. 1143-1153.
64. Thelen, S., et al., *[Distal radius fractures : Current treatment concepts and controversies]*. Chirurg, 2018. **89**(10): p. 798-812.
65. Raittio, L., et al., *Comparison of volar-flexion, ulnar-deviation and functional position cast immobilization in the non-operative treatment of distal radius fracture in elderly patients: a pragmatic randomized controlled trial study protocol*. BMC Musculoskeletal Disord, 2017. **18**(1): p. 401.

66. Steinberger, S., *Ueber ein neues Material für die Extension der Extremitäten, vom ordinir. Arzte Dr. Steinberger*. Wiener medizinische Wochenschrift: WMW: offizielles Organ des Wissenschaftlichen Vereines der Ärzte in Steiermark, der Medizinischen Gesellschaft für Oberösterreich, der Gesellschaft der Gutachter-Ärzte Österreichs [u.a.], 1870: p. 303.
67. Wu, M., et al., *Operative vs conservative treatment in distal radius fractures: A protocol*. Medicine (Baltimore), 2020. **99**(29): p. e21250.
68. Kalbitz, M. and F. Gebhard, *Distale Radiusfraktur*. Trauma und Berufskrankheit, 2016. **18**(4): p. 346-352.
69. Maihöfner, C., *Komplexes regionales Schmerzsyndrom*. Der Schmerz, 2014. **28**(3): p. 319-338.
70. Pilz, F., et al., *Distale Radiusfrakturen*. Trauma und Berufskrankheit, 2000. **2**(4): p. 313-319.
71. Loisel, F., et al., *Treatment goals for distal radius fractures in 2018: recommendations and practical advice*. European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology, 2018. **28**(8): p. 1465-1468.
72. Winker, K.H. and D. Rikli, *Die distale Radiusfraktur: Behandlungsstrategie beim Erwachsenen*. OP-JOURNAL, 2012. **28**(03): p. 252-255.
73. Pope, D. and P. Tang, *Carpal Tunnel Syndrome and Distal Radius Fractures*. Hand Clin, 2018. **34**(1): p. 27-32.
74. Hanschen, M. and P. Biberthaler, *[Mono- versus polyaxial locking plates]*. Unfallchirurg, 2013. **116**(8): p. 733-41; quiz 742-3.
75. Lutz, K., et al., *Complications associated with operative versus nonsurgical treatment of distal radius fractures in patients aged 65 years and older*. J Hand Surg Am, 2014. **39**(7): p. 1280-6.
76. Child, C., et al., *A retrospective comparison of clinical and radiological outcomes using palmar or dorsal plating to treat complex intraarticular distal radius fractures (AO 2R3 C3)*. Eur J Trauma Emerg Surg, 2020.
77. Perlus, R., J. Doyon, and P. Henry, *The use of dorsal distraction plating for severely comminuted distal radius fractures: A review and comparison to volar plate fixation*. Injury, 2019. **50 Suppl 1**: p. S50-s55.
78. Mehling, I., et al., *Are there any differences in various polyaxial locking systems? A mechanical study of different locking screws in multidirectional angular stable distal radius plates*. Biomed Tech (Berl), 2013. **58**(2): p. 187-94.
79. Margaliot, Z., et al., *A meta-analysis of outcomes of external fixation versus plate osteosynthesis for unstable distal radius fractures*. J Hand Surg Am, 2005. **30**(6): p. 1185-99.
80. Mathews, A.L. and K.C. Chung, *Management of complications of distal radius fractures*. Hand Clin, 2015. **31**(2): p. 205-15.
81. Lee, J.H., et al., *Complications associated with volar locking plate fixation for distal radius fractures in 1955 cases: A multicentre retrospective study*. Int Orthop, 2020. **44**(10): p. 2057-2067.
82. Ogunleye, A.A., et al., *Remote Injuries and Outcomes After Distal Radius Fracture Management*. Hand (N Y), 2019. **14**(1): p. 102-106.
83. Arora, R., et al., *Complications following internal fixation of unstable distal radius fracture with a palmar locking-plate*. J Orthop Trauma, 2007. **21**(5): p. 316-22.
84. Crijns, T.J., et al., *Complex Regional Pain Syndrome After Distal Radius Fracture Is Uncommon and Is Often Associated With Fibromyalgia*. Clin Orthop Relat Res, 2018. **476**(4): p. 744-750.
85. Troeger, H., *[Prophylaxis of CRPS I and recurrent CRPS I]*. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2011. **43**(1): p. 25-31.

86. Orbay, J.L. and A. Touhami, *Current concepts in volar fixed-angle fixation of unstable distal radius fractures*. Clin Orthop Relat Res, 2006. **445**: p. 58-67.
87. Selles, C.A., et al., *Relationship between plate removal and Soong grading following surgery for fractured distal radius*. J Hand Surg Eur Vol, 2018. **43**(2): p. 137-141.
88. Soong, M., et al., *Volar locking plate implant prominence and flexor tendon rupture*. J Bone Joint Surg Am, 2011. **93**(4): p. 328-35.
89. Eberle, K.R. and K. Schlagbauer, *[Patient reported outcome measures in public reporting : Objectification of quality information via physicians and hospitals]*. Unfallchirurg, 2020. **123**(5): p. 348-353.
90. Niemeyer, A. and J.F. Marx, *[Patient reported outcome measurements in orthopedics and trauma surgery : Chances and risks for statutory quality assurance]*. Unfallchirurg, 2020. **123**(5): p. 342-347.
91. Müller, M., et al., *[Documentation of self-reported patient outcomes in trauma surgery : Clinical benefits of patient reported outcome measures]*. Unfallchirurg, 2020. **123**(5): p. 354-359.
92. Grimes, D.A. and K.F. Schulz, *Bias and causal associations in observational research*. Lancet, 2002. **359**(9302): p. 248-52.
93. Schneiders, W., et al., *[Distal radius fracture. Correlation between radiological and functional results]*. Unfallchirurg, 2006. **109**(10): p. 837-44.
94. Beirer, M. and P. Biberthaler, *[Importance of self-assessment in functional evaluation of trauma patients]*. Unfallchirurg, 2018. **121**(12): p. 956-961.
95. Gagnier, J.J., *Patient reported outcomes in orthopaedics*. J Orthop Res, 2017. **35**(10): p. 2098-2108.
96. Hudak, P.L., P.C. Amadio, and C. Bombardier, *Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG)*. Am J Ind Med, 1996. **29**(6): p. 602-8.
97. Angst, F., et al., *Measures of adult shoulder function: Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire (DASH) and its short version (QuickDASH), Shoulder Pain and Disability Index (SPADI), American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) Society standardized shoulder assessment form, Constant (Murley) Score (CS), Simple Shoulder Test (SST), Oxford Shoulder Score (OSS), Shoulder Disability Questionnaire (SDQ), and Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI)*. Arthritis Care Res (Hoboken), 2011. **63 Suppl 11**: p. S174-88.
98. MacDermid, J.C., et al., *Patient rating of wrist pain and disability: a reliable and valid measurement tool*. J Orthop Trauma, 1998. **12**(8): p. 577-86.
99. Stengel, D., K. Dreinhöfer, and T. Kostuj, *[Influence of registries on the quality of care]*. Unfallchirurg, 2016. **119**(6): p. 482-7.
100. Wennergren, D. and M. Moller, *Implementation of the Swedish Fracture Register*. Unfallchirurg, 2018. **121**(12): p. 949-955.
101. Mattisson, L., A. Bojan, and A. Enocson, *Epidemiology, treatment and mortality of trochanteric and subtrochanteric hip fractures: data from the Swedish fracture register*. BMC Musculoskelet Disord, 2018. **19**(1): p. 369.
102. Gummesson, C., I. Atroshi, and C. Ekdahl, *The disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) outcome questionnaire: longitudinal construct validity and measuring self-rated health change after surgery*. BMC Musculoskeletal Disorders, 2003. **4**(1): p. 11.
103. Sandelin, H., et al., *Translation and Validation of the Finnish Version of the Patient-Rated Wrist Evaluation Questionnaire (PRWE) in Patients with Acute Distal Radius Fracture*. Scand J Surg, 2016. **105**(3): p. 204-10.
104. Happ, M., A.C. Bathke, and E. Brunner, *Optimal sample size planning for the Wilcoxon-Mann-Whitney test*. Stat Med, 2019. **38**(3): p. 363-375.

105. McGee, M., *Case for omitting tied observations in the two-sample t-test and the Wilcoxon-Mann-Whitney Test*. PLoS One, 2018. **13**(7): p. e0200837.
106. Wilcoxon, F., *Individual Comparisons by Ranking Methods*. Biometrics Bulletin, 1945. **1**(6): p. 80-83.
107. Kruskal, W.H. and W.A. Wallis, *Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis*. Journal of the American Statistical Association, 1952. **47**(260): p. 583-621.
108. Hawker, G.A., et al., *Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP)*. Arthritis Care Res (Hoboken), 2011. **63 Suppl 11**: p. S240-52.
109. Montague, M.D., et al., *Distal Radius Fractures: Does Obesity Affect Fracture Pattern, Treatment, and Functional Outcomes?* Hand (N Y), 2019. **14**(3): p. 398-401.
110. Warwick, H., et al., *Small Social Incentives Did Not Improve the Survey Response Rate of Patients Who Underwent Orthopaedic Surgery: A Randomized Trial*. Clin Orthop Relat Res, 2019. **477**(7): p. 1648-1656.
111. Wang, K., et al., *Review of response rates over time in registry-based studies using patient-reported outcome measures*. BMJ Open, 2020. **10**(8): p. e030808.
112. Ho, A., et al., *Improving the response rate of patient-reported outcome measures in an Australian tertiary metropolitan hospital*. Patient Relat Outcome Meas, 2019. **10**: p. 217-226.
113. Hutchings, A., et al., *Factors associated with non-response in routine use of patient reported outcome measures after elective surgery in England*. Health Qual Life Outcomes, 2012. **10**: p. 34.
114. Hjelle, A.M., et al., *No association between osteoporosis and AO classification of distal radius fractures: an observational study of 289 patients*. BMC Musculoskelet Disord, 2020. **21**(1): p. 811.
115. Grewal, R., et al., *Open reduction internal fixation versus percutaneous pinning with external fixation of distal radius fractures: a prospective, randomized clinical trial*. J Hand Surg Am, 2011. **36**(12): p. 1899-906.
116. Hull, P., et al., *Volar locking plates versus K-wire fixation of dorsally displaced distal radius fractures--a functional outcome study*. J Trauma, 2011. **70**(6): p. E125-8.
117. Acosta-Olivo, C., et al., *Correlation between obesity and severity of distal radius fractures*. Orthop Traumatol Surg Res, 2017. **103**(2): p. 199-202.
118. Sato, K., et al., *Incidence of tendon rupture following volar plate fixation of distal radius fractures: A survey of 2787 cases*. J Orthop, 2018. **15**(1): p. 236-238.
119. Kurina, L.M., et al., *The effect of menopause on grip and pinch strength: results from the Chicago, Illinois, site of the Study of Women's Health Across the Nation*. Am J Epidemiol, 2004. **160**(5): p. 484-91.
120. Crosby, C.A., M.A. Wehbe, and B. Mawr, *Hand strength: normative values*. J Hand Surg Am, 1994. **19**(4): p. 665-70.
121. Klum, M., et al., *Normative data on wrist function*. J Hand Surg Am, 2012. **37**(10): p. 2050-60.
122. Gkotsi, A., et al., *Normative values of the DASH questionnaire in healthy individuals over 50 years of age*. Hand Surg Rehabil, 2021. **40**(3): p. 258-262.
123. Carmeli, E., H. Patish, and R. Coleman, *The aging hand*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2003. **58**(2): p. 146-52.
124. Martin, J.A., et al., *Age and grip strength predict hand dexterity in adults*. PLoS One, 2015. **10**(2): p. e0117598.

125. Hanten, W.P., et al., *Maximum grip strength in normal subjects from 20 to 64 years of age*. J Hand Ther, 1999. **12**(3): p. 193-200.
126. Incel, N.A., et al., *Grip strength: effect of hand dominance*. Singapore Med J, 2002. **43**(5): p. 234-7.
127. Peolsson, A., R. Hedlund, and B. Oberg, *Intra- and inter-tester reliability and reference values for hand strength*. J Rehabil Med, 2001. **33**(1): p. 36-41.
128. Singh, H.P., J.J. Dias, and J.R. Thompson, *Timed Sollerman hand function test for analysis of hand function in normal volunteers*. J Hand Surg Eur Vol, 2015. **40**(3): p. 298-309.
129. Phadnis, J., et al., *Mid-term functional outcome after the internal fixation of distal radius fractures*. J Orthop Surg Res, 2012. **7**: p. 4.
130. Amorosa, L.F., et al., *A functional outcomes survey of elderly patients who sustained distal radius fractures*. Hand (N Y), 2011. **6**(3): p. 260-7.
131. Chung, K.C., L. Squitieri, and H.M. Kim, *Comparative outcomes study using the volar locking plating system for distal radius fractures in both young adults and adults older than 60 years*. J Hand Surg Am, 2008. **33**(6): p. 809-19.
132. Dabash, S., et al., *Radial Plate Fixation of Distal Radius Fracture*. Hand (N Y), 2020. **15**(1): p. 103-110.
133. Disseldorp, D.J., et al., *Dorsal or Volar Plate Fixation of the Distal Radius: Does the Complication Rate Help Us to Choose?* J Wrist Surg, 2016. **5**(3): p. 202-10.
134. Souer, J.S., et al., *Comparison of AO Type-B and Type-C volar shearing fractures of the distal part of the radius*. J Bone Joint Surg Am, 2009. **91**(11): p. 2605-11.
135. Bolmers, A., et al., *A comparison of the long-term outcome of partial articular (AO Type B) and complete articular (AO Type C) distal radius fractures*. J Hand Surg Am, 2013. **38**(4): p. 753-9.
136. Poiset, S., et al., *Predictive Factors for Return to Driving following Volar Plate Fixation of Distal Radius Fracture*. J Wrist Surg, 2020. **9**(4): p. 298-303.

## 11 Publikationen auf Grundlage des Frakturregisters

1. Rammensee, J., et al., *Results of a Retrospective Fracture Register of Distal Radius Fractures Built Up Using PROM*. Frontiers in Surgery, 2022. **9**. [5]
2. von Matthey, F., et al., *Age is A Critical Factor In Wrist Function After Surgical Therapy of Patients Suffering From A-Type Distal Radius Fracture: A PROM Study*. 2021.
3. von Matthey, F., et al., *Is postoperative outcome after intraarticular distal radius fracture influenced by gender? ; Is there a gender-health-gap in the outcome of intraarticular distal radius fractures? - Submitted*

## **12 Danksagung**

Als erstes möchte ich mich bei Frau PD Dr. med. H. Abel und Frau Dr. med. F. von Matthey herzlich für die beständige und immer freundliche Betreuung bedanken. Durch ihre Hilfsbereitschaft war es mir möglich auch in unbequemen Situationen beharrlich zu bleiben und das wissenschaftliche Arbeiten sowohl für die Dissertation als auch für andere Veröffentlichungen zu erlernen.

Des weiteren möchte ich Herrn Prof. Dr. med. P. Biberthaler für die großzügige Unterstützung, intermittierende Supervision sowie die guten Ratschläge danken. All diese Unterstützung brachte meine Arbeit einen deutlichen Schritt voran und motivierte mich enorm.

Mein Dank gilt auch meiner Familie, die mich immer positiv unterstützte und mir mit Rat zur Seite stand und ohne die diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre.

Abschließend danke ich meiner Frau Ines, die für meine Probleme und Schwierigkeiten immer ein offenes Ohr hatte. Ihr stetiges Verständnis und die konstruktive Kritik machten mir vieles einfacher. Ihr ist diese Arbeit in Liebe gewidmet.