

Aus der Klinik für Allgemeine, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der  
Ludwig-Maximilians-Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. Wolfgang Böcker

Postoperative Ruhigstellung mittels Handgelenksorthese versus freie frühfunktionelle  
Nachbehandlung nach distaler Radiusfraktur:  
Ergebnisse einer randomisierten kontrollierten Studie

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

vorgelegt von

Anton Benedikt Dämmer, geb. Späth

aus

München

Jahr

2021

Mit Genehmigung der medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter:	PD. Dr. med. Carl Neuerburg
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. med. Peter Müller Prof. Dr. med. Hans-Georg Dietz
Mitbetreuung durch die promovierten Mitarbeiter:	Prof. Dr. med. Christian Zeckey Dr. med. Sebastian Kieslich Dr. med. Deborah Schray
Dekan:	Prof. Dr. med. Thomas Gundermann
Tag der mündlichen Prüfung:	10.11.2021

## Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung .....	5
2. Einleitung.....	6
2.1. Epidemiologie und Ätiologie.....	6
2.2. Beweglichkeit und Funktion des Handgelenks.....	6
2.3. Symptome und Klinik.....	9
2.4. Diagnostik und Klassifikation.....	10
2.5. Therapie .....	11
2.6. Nachsorge.....	12
2.7. Komplikationen.....	12
2.8. Sekundäre Frakturprävention .....	13
3. Zielsetzung .....	13
4. Material und Methoden.....	13
4.1. Studiendesign.....	13
4.2. Funktion .....	17
4.2.1. Modified-Mayo-Wrist-Score (MMWS) .....	17
4.2.2. DASH-Score .....	18
4.3. Bewegungsumfang (ROM) aus Neutral-Null-Stellung.....	18
4.4. Handkraft.....	18
4.5. Radiologische Auswertung.....	19
4.6. Barthel-Index.....	21
4.7. Mini-Mental-State.....	22
5. Statistische Analyse und Auswertung.....	22
6. Ergebnisse .....	22
6.1. Verteilungsmuster.....	22
6.2. Funktion .....	23
6.3. Beweglichkeit.....	26
6.4. Handkraft.....	31
6.5. Radiologische Auswertung.....	32
7. Diskussion .....	33
8. Veröffentlichungen .....	36
9. Referenzen .....	36
10. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis .....	40
11. Danksagung.....	44
12. Appendix .....	45

## **Vorwort:**

Teile dieser Arbeit wurden vorab als geteilte Erstautorenschaft im Deutschen Ärzteblatt Ausgabe 26/2020 veröffentlicht:

Zeckey C, Spaeth A, Kieslich S, Kammerlander C, Böcker W, Weigert M, Neuerburg C: Early mobilization versus splinting after surgical management of distal radius fractures—results of a randomized controlled study of postoperative care in older patients. Dtsch Arztebl Int 2020; 117: 445–51. DOI: 10.3238/arztebl.2020.0445

# 1. Zusammenfassung

## Hintergrund:

Nach operativer Versorgung distaler Radiusfrakturen (DRF) bei älteren Patienten ist eine additive Orthese oftmals Teil der Nachbehandlung. Unklar ist, ob und inwiefern eine frühfunktionelle Nachbehandlung auch bei älteren Patienten überlegen ist. Dabei sollte eine rasche Wiedererlangung der alltäglichen Aktivitäten unter der Gewährleistung einer stabilen Frakturheilung im Fokus stehen. Anhand dieser prospektiv durchgeführten randomisierten kontrollierten Studie soll die Frage beantwortet werden, ob eine freie Nachbehandlung zu besseren Ergebnissen im Hinblick auf Funktion und sekundärer Dislokation führt. [1]

## Methodik:

In die Studie wurden 50 Patienten > 70 Jahre mit DRF eingeschlossen. Probanden der Gruppe A (Orthese) erhielten postoperativ eine Orthese zur Immobilisation des Handgelenks, Gruppe B wurde postoperativ ohne Immobilisation frei-funktionell nachbehandelt. Nach 2, 6 und 12 Wochen sowie nach 6 und 12 Monaten erfolgten klinische Verlaufskontrollen. Die Funktionalität des Handgelenks wurde mittels etablierter Scores wie dem modifiziertem Mayo-Wrist-Score (MMWS) sowie dem DASH-Score erfasst. Zudem wurde bei jedem Follow-Up Termin die Handkraft der Patienten untersucht. Radiologische Kontrollen wurden prä- und postoperativ sowie nach 6 Wochen und 6 Monaten durchgeführt. Hierbei wurden die Gelenkwinkel (Böhler I + II), sowie der Radioulnare Index und der Soong-Index bestimmt. Als primärer Outcomeparameter wurde der modifizierte Mayo-Wrist-Score (MMWS) nach 6 Wochen definiert. [1]

## Ergebnisse:

In der Analyse der Gruppe B mit der postoperativen früh-funktionellen Nachbehandlung konnten nach 6 Wochen statistisch signifikant bessere Funktionsergebnisse (MMWS; 65/100 vs. 55/100 [q25: 55/40 – q75: 70/70;  $p = 0,025$ ]) nachgewiesen werden, als in der mit einer Orthese immobilisierten Gruppe A. Im weiteren Verlauf des Untersuchungszeitraumes glichen sich die Ergebnisse der beiden Gruppen kontinuierlich an und es konnte keine Divergenz mehr nachgewiesen werden. Ein geschätztes Regressionsmodell konnte einen statistisch signifikanten Effekt der Behandlungsmethode einer postoperativen früh-funktionellen Nachbehandlung ( $p = 0,023$ ) zeigen. Bei der Analyse der Handkraft und radiologischen Parametern konnten keine Unterschiede gezeigt werden. [1]

## Diskussion:

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die früh-funktionelle Nachbehandlung eine initial bessere Handgelenksfunktion aufweist. Sie zeigt dabei keine belegbaren Nachteile in Hinblick auf sekundäre Dislokationen. Eine protektive Funktion von Handgelenkorthesen bei sturzgefährdeten Patienten und der psychologische Nutzen sollte jedoch in weiter führenden Studien untersucht werden. [1]

## 2. Einleitung

### 2.1. Epidemiologie und Ätiologie

Die distale Radiusfraktur (DRF) stellt mit ca. 17,5% die häufigste Frakturform dar und wird vorwiegend bei geriatrischen und pädiatrischen bzw. jugendlichen Patienten beobachtet [2]. Bei einer Inzidenz von ca. 195 Fällen pro 100000 Menschen pro Jahr zeigt sich über alle Altersstufen hinweg gesehen ein höheres Risiko für Frauen gegenüber Männern (69:31) [3]. Die Verteilung divergiert besonders in älteren Patientenkollektiven ab dem 50. Lebensjahr, in denen Frauen ein ca. 6-fach höheres Risiko für distale Radiusfrakturen aufweisen als Männer [4-6]. Diese Verletzungen bei Älteren beruhen zumeist auf Niedrigenergie-Traumata, am häufigsten auf einem Sturz aus Standhöhe auf den ausgetreckten Arm und nach dorsal extendierte Hand [6]. Bei älteren unfallchirurgischen Patienten basieren diese Art von Frakturen häufig auf einer zugrundeliegenden Osteoporose [6,3]. Die Bedeutung der distalen Radiusfraktur erscheint in Zukunft umso wichtiger, da in unserer demographisch alternden Gesellschaft von einer Inzidenzsteigerung um 38% distaler Radiusfrakturen bis zum Jahr 2050 ausgegangen wird [7].

### 2.2. Beweglichkeit und Funktion des Handgelenks

Der distale Radius bildet den größten Teil der knöchernen Gelenkfläche im Bereich des Handgelenkes weshalb ihm eine besondere Bedeutung hinsichtlich der Beweglichkeit und Funktion zuteilwird. Im Bereich der Handwurzelknochen befinden sich de facto zwei Hauptgelenke, mit welchen eine Bewegung der Hand gegenüber dem Unterarm möglich ist (Extension und Flexion, Ulnar- und Radialduktion). Zusammen bilden das proximale Handgelenk (Articulatio radiocarpalis) und das distale Handgelenk (Articulatio mediocarpalis) eine funktionelle Einheit und werden im weiteren Text nicht isoliert, sondern als funktionelle Einheit betrachtet. Ebenso bilden die beiden Radioulnargelenke (Articulatio radioulnaris proximalis et distalis) zusammen eine funktionelle Einheit, in der die Umwendbewegung (Supination und Pronation) der Hand möglich ist und werden in dieser Arbeit als Einheit bewertet [8,9].

Wird die Hand gegenüber dem Unterarm um eine transversale Achse parallel zur Handfläche und senkrecht zur Längsachse des Unterarmes nach palmar gebeugt (flektiert) spricht man von Flexion oder Palmarflexion, wird sie nach dorsal gestreckt (extendiert) spricht man von Extension oder Dorsalextension. Als physiologisch werden für die Palmarflexion Werte von 50-80° und für die Dorsalextension Werte von 40-60° angesehen [8,10].

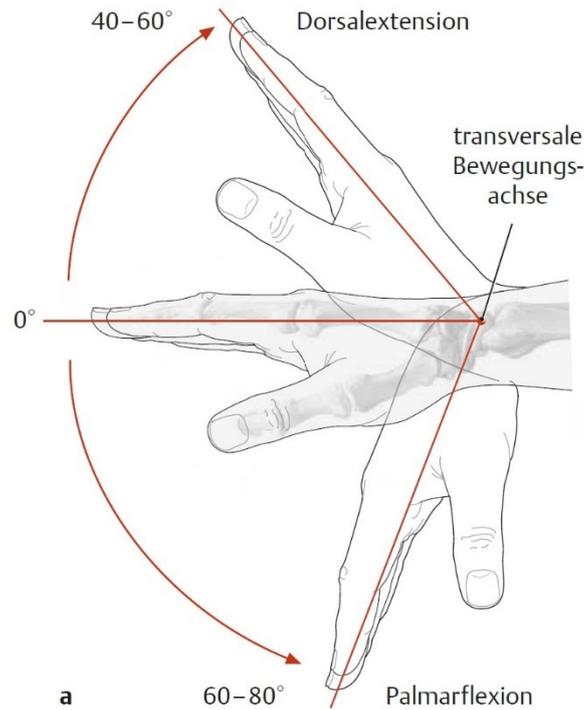


Abbildung 1: Dorsalextension und Palmarflexion im Handgelenk (ROM) [11]

Bei der Ulnar- und Radialabduktion (syn. Für Ulnar- und Radialduktion) erfolgt eine Bewegung der Hand zum Unterarm um eine Achse, die senkrecht zur Handfläche von dorsal nach palmar durch den Kopf des Handwurzelknochen *Os capitatum* verläuft. Wird die Hand zur radialen Seite nach außen hin abgekippt, spricht man von Radialduktion bzw. Radialabduktion, wird die Hand zur ulnaren Seite nach innen gekippt, spricht man von Ulnarduktion bzw. Ulnarabduktion. Als normwertig betrachtet man eine Radialduktion von 20-30° und eine Ulnarduktion von 30-40° [8,10].

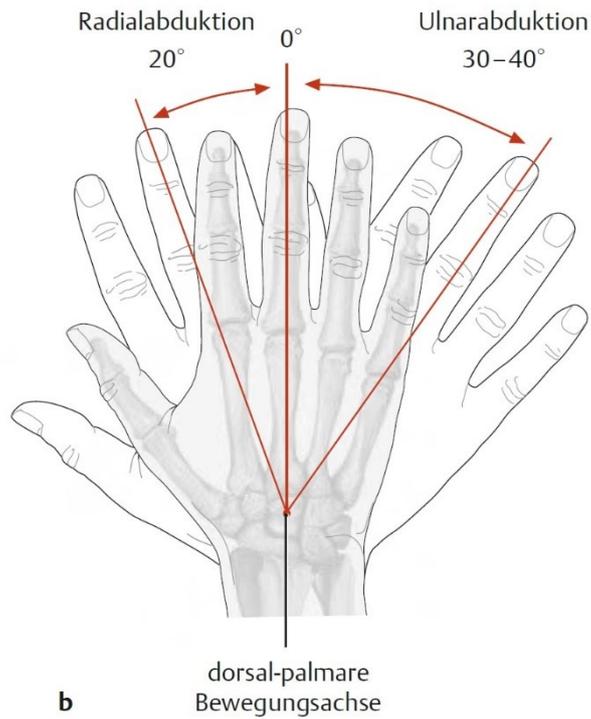


Abbildung 2: Radial- und Ulnarabduktion im Handgelenk (ROM) [11]

Eine Drehung der Hand gegenüber dem Unterarm um seine Längsachse, sogenannte „Umwendbewegung“, ist eine wichtige Funktion der oberen Extremität. Dabei rotiert der Radius (mit der Hand) um die Ulna in den beiden Radioulnargelenken. Wird der Handrücken nach vorne bzw. oben rotiert spricht man von Pronation, wird hingegen die Handinnenfläche nach vorne bzw. oben rotiert spricht man von Supination. Physiologisch Werte sind sowohl für die Supination als auch für die Pronation bei 80-90° [8,12,9].

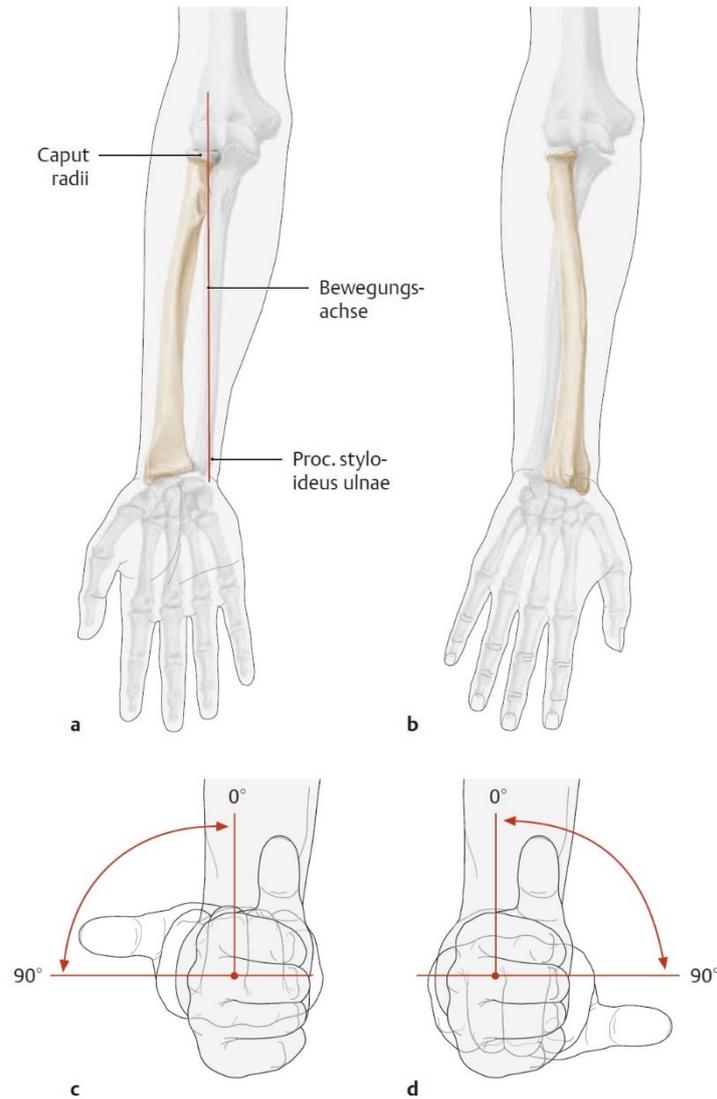


Abbildung 3: Supination und Pronation Unterarm (ROM) [11]

### 2.3. Symptome und Klinik

Klinisch imponieren die distalen Radiusfrakturen mit einer druckschmerzhaften Schwellung der Weichteile und einer schmerzhaften Bewegungseinschränkung. Beim häufigeren Sturz auf die extendierte Hand resultiert die sog. Colles-Fraktur in „loco typico“ mit Bajonettstellung, beim selteneren Sturz auf die Hand in Palmarflexion die sog. Smith-Fraktur [13–16].

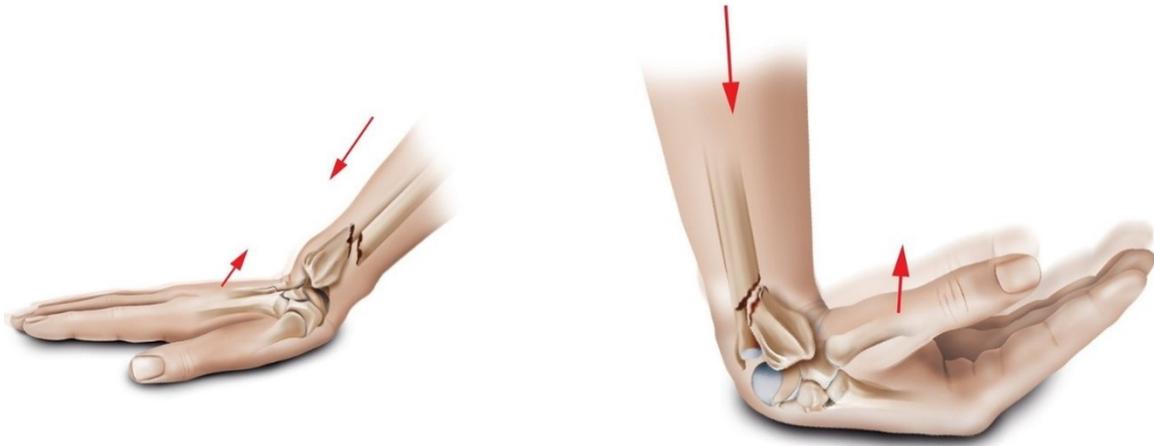


Abbildung 4: Klassische Frakturmechanismen distaler Radiusfrakturen [13]

## 2.4. Diagnostik und Klassifikation

Die distale Radiusfraktur wird in der Klinik zumeist radiologisch nach der gängigen und reliablen AO-Klassifikation (AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) eingeteilt [17]. Gemäß der 2018 neu beschriebenen Frakturklassifikation, klassifiziert die AO die distalen Radiusfrakturen wie folgt [18,19]:

- Extraartikuläre Frakturen als 2R3A
  - 2R3A1: Fraktur der Ulna, Radius intakt oder Styloid Avulsion
  - 2R3A2: Fraktur Radius einfach
  - 2R3A3: Fraktur Radius mehrfach
- Partiiell artikuläre Frakturen als 2R3B
  - 2R3B1: sagittale Radiusfraktur (Chauffeur-/Hutchinson-Fraktur)
  - 2R3B2: Fraktur dorsaler Rand (Barton-Fraktur)
  - 2R3B3: Fraktur palmarer Rand (umgekehrte Barton-Fraktur)
- Intraartikuläre Frakturen als 2R3C
  - 2R3C1: Fraktur artikulär einfach, metaphysär einfach
  - 2R3C2: Fraktur artikulär einfach, metaphysär mehrfragmentär
  - 2R3C3: komplexe Fraktur, mehrfragmentär

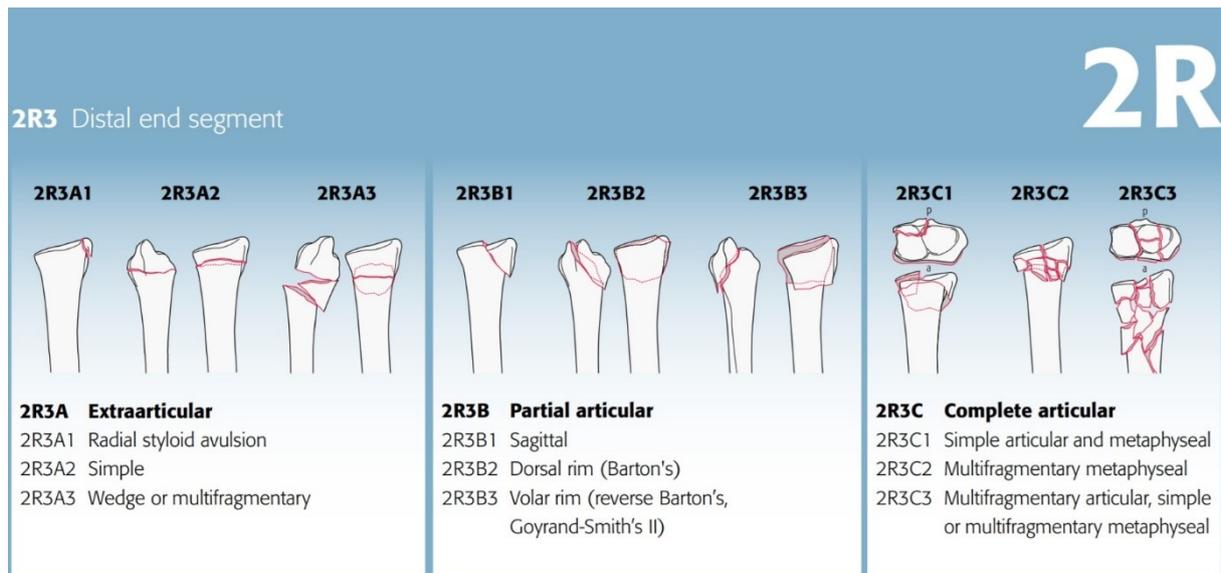


Abbildung 5: AO-Klassifikation distaler Radiusfrakturen [19]

## 2.5. Therapie

In der Methode zur Behandlung stehen sich konservative und operative Therapie kritisch gegenüber [20]. Speziell im Bereich der Alterstraumatologie werden neben der isolierten, chirurgischen Versorgung auch weitere Begleiterkrankungen und altersbedingte physiologische Veränderungen der Patienten berücksichtigt mit dem Ziel einen optimierten interdisziplinären Behandlungsansatz zu erreichen. Hierbei sollte eine interdisziplinäre Zusammenarbeit insbesondere zwischen Unfallchirurgie, Geriatrie, Physiotherapie und Krankenpflege im Hinblick auf den älteren Patienten gewährleistet sein.

Die Wiederherstellung der schmerzfreien Funktion des Handgelenks unter Vermeidung von Komplikationen stellt das oberste Behandlungsziel dar. Eine geschlossene Reposition mit anschließender Ruhigstellung erfolgt zumeist als erste Maßnahme, wenn eine Dislokation und keine notfallmäßige OP-Indikation vorliegen. Die Bedürfnisse und Erwartungen des Patienten an das Ergebnis sollten in die Entscheidung über konservative oder operative Therapie mit einfließen.

Die konservative Therapie beinhaltet eine Ruhigstellung des betroffenen Unterarms mit einem Gips in leichter Extension und Ulnarabduktion (Funktionsstellung) für 4-6 Wochen mit regelmäßiger klinischer und radiologischer Verlaufskontrolle. Der Patient sollte zudem eine schmerzadaptierte Analgesie und anschließende Physiotherapie erhalten. [21]

Ist eine Fraktur primär instabil und sekundär disloziert ist eine operative Versorgung indiziert. In Abhängigkeit der Fraktur stellen die Spickdrahtosteosynthese, die Schraubenosteosynthese, die Plattenosteosynthese sowie der Fixateur externe die operativen Methoden der Wahl dar. [21]

Die Spickdrahtosteosynthese wird hauptsächlich in der Kinderchirurgie verwendet und bietet den Vorteil eines schnellen und einfachen Verfahrens. Hierbei können Kirschner-Drähte intrafokal (Kapandji) oder extrafokal (Willenegger) eingebracht werden. [22,23]

Die Anlage eines Fixateur externe ist meistens bei erheblichen offenen Frakturen, Trümmerfrakturen oder als vorübergehende Ruhigstellung bei nicht operablen Patienten nötig.

Bei ausgewählten Frakturen z.B. Typ 2R3B1-Frakturen besteht die Indikation zur Schraubenosteosynthese. Sie gewährleistet die Kompression größerer Frakturfragmente und kann über kleinere Operationszugänge durchgeführt werden.

Eine Versorgung mittels Plattenosteosynthese ist prinzipiell bei allen Frakturtypen möglich [21]. Diese kann von palmar oder von dorsal eingebracht werden. Sie ermöglicht eine anatomisch weitgehend exakte Reposition und Stabilität mit physiologischer Funktion des Handgelenks. Die palmare Plattenosteosynthese mit winkelstabilen Schrauben reduziert auch bei instabilen oder osteoporotischen Frakturen eine sekundäre Dislokation. Durch die Entwicklung der palmaren winkelstabilen Plattenosteosynthese ist die Versorgung von dorsal mittels Plattenosteosynthese in den Hintergrund gerückt und nur noch wenigen Indikationen vorenthalten, z.B. C2 und C3-Frakturen [24]. Der Vorteil einer operativen Frakturstabilisierung liegt insbesondere auch in einer raschen, belastungsfreien funktionellen Nachbehandlung des Gelenkes.

Derzeit wird zunehmend mit einer operativen Frakturversorgung verfahren, da Studien zeigen konnten, dass Operationen mit Implantation einer palmaren winkelstabilen Plattenosteosynthese signifikant bessere Ergebnisse in Reposition und Funktion erzielten [25,26] und ein verzögerter operativer Eingriff nach konservativem Versuch und sekundärer Dislokation zu einem schlechterem Ergebnis für die Patienten führt [27]. Die schnelle Wiedererlangung zur Teilnahme an den Aktivitäten des täglichen Lebens und Vermeidung immobilisierender Komplikationen ist für fragile und ältere Patienten von großer Bedeutung, was die intensive chirurgische Versorgung weiter in den Fokus rückt [6,28].

## 2.6. Nachsorge

Sowohl nach konservativer als auch nach operativer Versorgung erhalten die Patienten zumeist eine vorübergehende Ruhigstellung des betroffenen Gelenks. Dies geschieht entweder mittels konventionellen Gips (v.a. bei konservativem Vorgehen) oder Orthese. Der Gips kann entweder zirkumferentiell oder einseitig angepasst werden. Bei den Orthesen für das Handgelenk gibt es eine große Bandbreite an Anbietern und Schienen. Starre Schienen verhindern eine Bewegung gänzlich, während funktionelle Orthesen eine gewisse Beweglichkeit gewährleisten. Die Orthesen unterscheiden sich meistens in der Positionierung einer stabilisierenden Einheit (palmar, dorsal oder beide Seiten) und ihrem Tragekomfort [29]. Darüber hinaus gibt es spezielle Orthesen die mit einem Vakuumkissen individuell an das Gelenk des Patienten geformt werden und in verschiedenen Extensions- oder Flexionspositionen fixiert werden können [30]. Bei der Wahl der Orthese sollte der Wunsch und die individuellen Anforderungen des Patienten mit dem optimalen funktionellen Ergebnis nach Behandlung in Einklang gebracht werden. Die in dieser Studie verwendete ManuLoc ® Orthese der Firma Bauernfeind verfügt über drei Verstärkungen auf der palmaren Seite und wird über dem dorsalen Hand- und Armrücken verschlossen (siehe Abbildung 6).

Bezüglich einer postoperativen Ruhigstellung der Fraktur gibt es aktuell keinen Konsens in der Literatur. Neben den aktuellen Leitlinien der DGOU in denen eine „Schienenruhigstellung, je nach Art der Osteosynthese und erzielter Stabilität“ [31] empfohlen wird, befürworten auch andere Autoren die postoperative Ruhigstellung [32,33]. Jedoch zeigten andere Studien bei jüngeren Patienten bessere Behandlungsergebnisse bei kürzeren Immobilisationszeiten [34] oder gänzlich freier Nachbehandlung [35]. Für die Alterstraumatologie liegen diesbezüglich keine Untersuchungen vor. Da kürzere Immobilisationen offenbar eine geringe Auswirkung auf das Behandlungsergebnis haben [36], sollte eine postoperative Ruhigstellung mittels Handgelenksorthese kritisch hinterfragt werden.

## 2.7. Komplikationen

Typische Komplikationen nach distaler Radiusfraktur sind ein Repositionsverlust, Parästhesien und ein CRPS (complex regional pain syndrome). Eine sekundäre Dislokation lässt sich mit regelmäßigen postoperativen radiologischen Kontrollen kontrollieren. Diese präsentiert sich klinisch mit Schmerzen, Schwellung und zunehmenden Funktionsverlust. Das komplexe regionale

Schmerzsyndrom (Morbus Sudeck) ist eine schwerwiegende Komplikation, sowohl bei konservativ als auch bei operativ versorgten Frakturen und längerer Immobilisation des Gelenks, und tritt bei ca. 2-5% der Patienten auf [37,38]. Es geht einher mit Funktionsverlust, inadäquaten chronischen Schmerzen und autonomen, sensorischen Störungen. Die Diagnose erfolgt anhand klinischer Kriterien. Zur Basistherapie tragen Physiotherapie, Lymphdrainage und Analgesie bei. [38]

Bei operativer Versorgung bestehen zudem die allgemeinen Risiken von Wundheilungsstörungen, Weichteilinfektionen, sowie Verletzungen von Sehnen oder Nerven der Handmuskeln. Eine regelmäßige klinische Kontrolle sollte deswegen immer vorgenommen werden.

## 2.8. Sekundäre Frakturprävention

Als „fragility fractures“ bezeichnete Verletzungen beschreiben Frakturen bei älteren Patienten nach banalen Traumata. Hierbei kommt es durch einen systemischen Mangel an Knochenmasse oftmals auf dem Boden einer zugrundeliegenden Osteoporose zu einem erhöhten Risiko für Knochenbrüche. Dieses erhöhte Risiko geht einher mit Osteoporose assoziierten Folgefrakturen und einer gesteigerten Mortalität und Morbidität im Alter. Durch gesunde, ausgewogene Ernährung (ausreichend Calcium und Vitamin D) und körperliche Aktivität kann bereits eine effektive Verbesserung der Knochenqualität vom Patienten geleistet werden [39]. Eine zusätzliche spezifische medikamentöse Therapie, sollte jedoch gerade in dieser Hochrisikogruppe nach einer stattgehabten Indikatorfraktur wie der distalen Radiusfraktur unbedingt abgewogen werden. Die medikamentöse Therapie der Osteoporose senkt das Risiko von Frakturen um 20-50% und hat eine positive Auswirkung auf die Heilung von Frakturen [40]. Seltene unerwünschte Nebenwirkungen wie atypische Femurfrakturen oder Kiefernekrosen verhindern oftmals jedoch die Wahrnehmung einer angebrachten Osteoporosetherapie. Da nur ca. einer von drei Patienten mit Osteoporose diagnostiziert wird [41], sollte der klinische Blick für die Notwendigkeit einer weiterführenden Diagnostik inklusive Dual X-ray-Absorptiometry (DXA) geschärft werden.

## 3. Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit war es anhand einer randomisiert kontrollierten Studie zu überprüfen ob der Verzicht auf eine postoperative Ruhigstellung mittels Handgelenksorthese bei distalen Radiusfrakturen zu verbesserten funktionellen und radiologischen Behandlungsergebnissen führt. Die Studie überprüft die Hypothese, dass Gruppe B (früh-funktionelle Nachbehandlung des Handgelenks) eine gegenüber Gruppe A (postoperative Handgelenks-Ruhigstellung in Orthese) signifikant bessere Funktion des Handgelenks im Mayo-Wrist-Score nach operativer palmaren Plattenosteosynthese bei distaler Radiusfraktur sechs Wochen postoperativ aufweist. [1]

## 4. Material und Methoden

### 4.1. Studiendesign

In der vorliegenden Studie wurden Patienten prospektiv-randomisiert zu mehreren Zeitpunkten (2 und 6 Wochen, 3 und 6 Monate, 1 Jahr) untersucht, nachdem sie eine operative Versorgung mittels volarer winkelstabiler Plattenosteosynthese einer distalen Radiusfraktur erhalten hatten. Die Patienten der Kontrollgruppe A erhielten zur Nachbehandlung als Standardbehandlung eine Handgelenksorthese ManuLoc ® (Firma Bauernfeind) in Funktionsstellung für 4 Wochen, während die Patienten der Interventionsgruppe B ohne Ruhigstellung früh-funktionelle behandelt wurden. Beiden Gruppen wurde eine Physiotherapie mit 2-3 Terminen pro Woche rezeptiert.



Abbildung 6: Oben: ManuLoc® Orthese der Firma Bauernfeind in Funktionsstellung; unten: postoperative Röntgenkontrolle nach winkelstabiler palmarer Plattenosteosynthese bei distaler Radiusfraktur rechts [1]

Eine Power-Analyse wurde durch eine online frei verfügbare Plattform ([www.powerandsamplesize.com](http://www.powerandsamplesize.com), HyLown Consulting LLC, Atlanta, USA) auf den MMWS angewandt. Die Berechnung erfolgte anhand der Funktion des MMWS. Hierbei wurde davon ausgegangen, dass bei einem Unterschied von 10 Punkten im MMWS ein Alpha-Fehler von 5% und eine Power von 0,8 erreicht werden soll. Die Ermittlung der Fallzahl wurde auf dem Vergleich von Mittelwerten (Compare 2 Means) gepowert auf der Basis eines t-Tests. Insgesamt ergab sich eine Fallzahl von 21 Patienten pro Gruppe ( $\alpha=0,05$ ). [1]

Die Randomisierung wurde mit Hilfe der Softwareapplikation List Randomizer (Randomness and Integrity Services Ltd., Premier Business Centres, Dublin, Ireland; [www.random.org](http://www.random.org)) durchgeführt. Hier erfolgte eine zufällige Zuteilung zu den zwei Gruppen mit gleicher Wahrscheinlichkeit (indem die Reihenfolge der Teilnehmer-IDs zufällig permutiert wurde). Durch das Studiensetting konnte keine Verblindung in dem direkten Nachuntersuchungszeitraum gewährleistet werden, da die Orthese offensichtlich ist. Die Nachuntersuchung nach Abnahme der Orthese erfolgte durch die Koautoren, die keine spezifischen Kenntnisse der ursprünglichen Gruppenzugehörigkeiten hatten. Ein Bias konnte so weitestgehend reduziert werden. [1]

Es wurden 50 Patienten (25 pro Gruppe) über den Zeitraum 03/2017 – 07/2019 eingeschlossen, die mindestens 70 Jahre alt waren und in der Klinik für Allgemeine, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der LMU Standort Großhadern operativ während ihres stationären Aufenthaltes versorgt wurden. Ausgeschlossen wurden Patienten mit fortgeschrittener Demenz, zusätzlichen Frakturen oder Verletzungen des Bandapparates der betroffenen Extremität, sowie Patienten mit beidseitiger distaler Radiusfraktur.

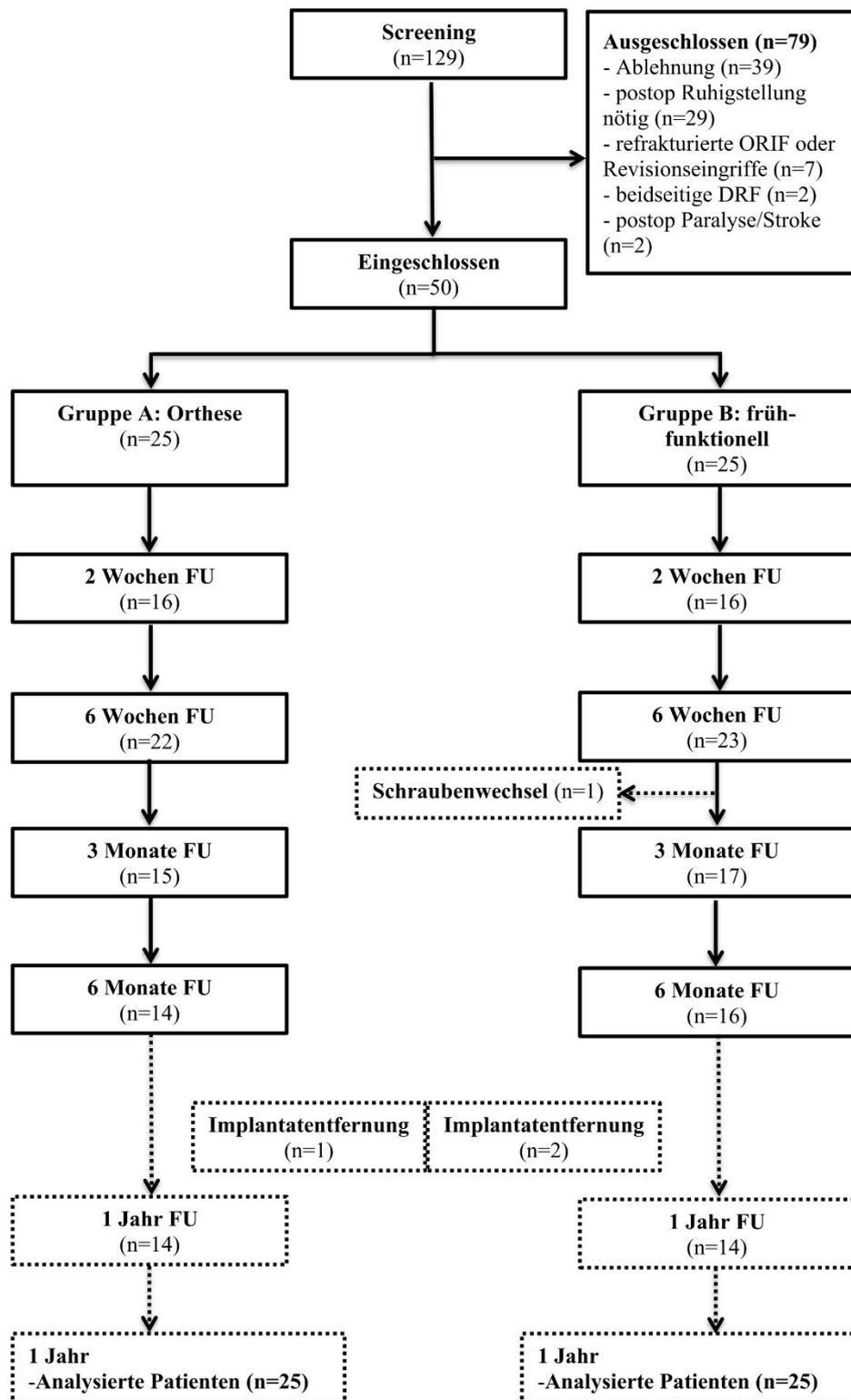


Abbildung 7: Flow-Chart zum Rekrutierungs- und Nachuntersuchungsprozess [1]

Alle Patienten wurden ausführlich mündlich und schriftlich über die Studie aufgeklärt, es liegen alle schriftlichen Einwilligungen der teilnehmenden Probanden vor.

Bei Aufnahme erfolgte eine Frakturklassifikation nach AO-Kriterien durch zwei unterschiedliche Untersucher. Alle Patienten wurden mit einer volaren winkelstabilen Plattenosteosynthese in gleicher Weise operativ versorgt und erhielten konventionelle Röntgenkontrollen in 2 Ebenen intraoperativ, am 1. postoperativen Tag, sowie im Verlauf nach 6 Wochen und 6 Monaten. Am PC wurden digital die beiden Böhler-Winkel und der radioulnare Index zu den Zeitpunkten vermessen. Der radioulnare Index wurde wegen nicht vorhandener Längenmessung des Röntgengeräts im Operationsaal zum Zeitpunkt intraoperativ nicht ausgewertet. Des Weiteren wurde einmalig vom postoperativen Röntgenbild der Soong-Index erhoben, um die Plattenlage und damit einhergehende Weichteilirritationen zu untersuchen.

Zur Überprüfung des funktionellen Ergebnisses wurden bei den Patienten der beiden Gruppen zu allen Untersuchungszeitpunkten der Modifizierte-Mayo-Wrist-Score (MMWS) und der DASH-Score (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) erhoben. Des Weiteren wurde zu den o.a. Zeitpunkten ebenfalls die Beweglichkeit (Range of Motion = ROM) der Handgelenke nach Neutral-Null-Methode bestimmt.

Als primäre Outcomeparameter wurden der Mayo-Wrist-Score, sowie Extension und Flexion zum Untersuchungszeitpunkt 6 Wochen definiert. Alle übrigen Nachuntersuchungen und Werte wurden als sekundäre Outcomeparameter festgelegt.

Im Verlauf der Studie traten bei 4 Patienten chirurgische Komplikationen auf. In der freien Interventionsgruppe B wurde bei einem Patienten ein Schraubenwechsel zum Zeitpunkt 8 Monate durchgeführt. Aufgrund von Schmerzen im Operationsgebiets erfolgte bei 2 weiteren Patienten eine vorzeitige Metallentfernung zu den Zeitpunkten 9 und 10 Monaten. Zum Zeitpunkt 11 Monate nach Operation wurde auf persönlichen Wunsch eines Patienten ohne Angabe von Komplikationen oder medizinischer Indikation noch eine vorzeitige Metallentfernung vorgenommen. Patienten mit Revisionseingriffen wurden zum Revisionszeitpunkt aus der Studie ausgeschlossen.

## 4.2. Funktion

Zur Überprüfung der funktionellen Ergebnisse wurden im Setting der Untersuchungszeitpunkte nach 2 und 6 Wochen, 3 und 6 Monaten, sowie nach 1 Jahr verschiedene in der Literatur etablierte Bewertungssysteme erhoben. [1]

### 4.2.1. Modified-Mayo-Wrist-Score (MMWS)

Als „physician-based scoring system“ diente der Modifizierte Mayo Wrist Score (MMWS) zur Bewertung der Funktion des Handgelenkes durch den Untersucher [42]. Der MMWS ist eine Modifikation eines Bewertungssystems von Green und O'Brien [43]. Er beinhaltet die Faktoren Schmerz und Zufriedenheit des Patienten, sowie den Bewegungsumfang und die Handkraft im Vergleich zur Gegenseite. Es können maximal 100 Punkte und minimal 0 Punkte erreicht werden, wobei ein sehr gutes Endergebnis bei 90-100 Punkten, ein gutes bei 80-89 Punkten, ein befriedigendes bei 65-79 Punkten und ein schlechtes bei weniger als 65 Punkten definiert wird. Basierend auf den subjektiven Beschreibungen des Patienten bewertet der Untersucher den Parameter Schmerz mit: kein Schmerz (25 Punkte), leichter Schmerz bei starker Aktivität oder bei Wetteränderung (20 Punkte), mittelgradiger Schmerz bei starker Aktivität oder leichter bei Alltagsaktivität (15 Punkte), mittelgradiger Schmerz bei Alltagsaktivität (5 Punkte) oder Schmerz in Ruhe (0 Punkte). Der Bewegungsumfang wird anhand der freien aktiven Extension und Flexion im Handgelenk als Prozentwert zur aktiven Extension und Flexion im Handgelenk der gesunden Gegenseite bewertet (max. 25 Punkte). Ebenso wird die Handkraft mittels Dynamometer bestimmt und als Prozentwert im Vergleich zur Gegenseite untersucht und beurteilt (max. 25

Punkte). Des Weiteren wird der Patient zu seiner Zufriedenheit bezüglich der Wiedererlangung regulärer Beschäftigungen und Tätigkeiten befragt (max. 25 Punkte).

#### 4.2.2. DASH-Score

Als Ergänzung zum MMWS, welcher vom Untersucher erhoben wird, wurde ein vom Patienten berichteter Funktionsparameter, der DASH-Score, erhoben [44]. Der Fragebogen zum DASH-Score (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) wird vom Patienten selbstständig ausgefüllt und zielt darauf ab die subjektive Wahrnehmung des Patienten bezüglich seiner Globalfunktion der oberen Extremität zu beurteilen [42]. Er wird sowohl in den Leitlinien der Unfallchirurgie (AWMF), als auch in der internationalen Literatur als valider und reliabler Score zur Nachuntersuchung bei Radiusfrakturen empfohlen [45–47]. Die Patienten vergeben 1-5 Punkte für 30 Items, welche verschiedene Funktionen und Symptome beschreiben. Die erlangten Punkte werden mittels einer Formel in eine Skala von 0 bis 100 Punkten transformiert, wobei 0 Punkte den bestmöglichen und 100 Punkte der schlechtesten Funktionswert darstellen.

#### 4.3. Bewegungsumfang (ROM) aus Neutral-Null-Stellung

Neben der objektiven und subjektiven Bestimmung der Funktionalität mittels etablierter Scores wurden die Patienten nach Neutral-Null-Methode (ROM) auf ihre Beweglichkeit aller Freiheitsgrade im Handgelenk (Extension/Flexion, Ulnar-/Radialduktion, Supination/Pronation) mittels Goniometer untersucht [48]. Der Bewegungsumfang wurde zu jedem der fünf Follow-up Termine erfasst. Die Dokumentation des Bewegungsumfangs wird bei der Neutral-Null-Methode aus einer aufrechten Ausgangstellung mit herabhängenden Armen, Handinnenflächen zum Körper definiert (sog. Neutral-Null-Stellung) und in Winkelgrad angegeben. Die physiologische Ausgangstellung (0°) wird als mittlerer Wert zwischen den beiden möglichen gegensätzlichen Bewegungen um dieselbe Achse genannt [49]. Beispiel (60/0/50).

#### 4.4. Handkraft

Zur Überprüfung der maximal aufbringbaren Kraft durch Schluss der Hand wurde mittels Dynamometer die Handkraft der frakturierten und operierten, als auch der gesunden Seite der Patienten an jedem der fünf Nachuntersuchungstermine untersucht. Die Durchführung erfolgte für alle Patienten standardisiert. Die Patienten saßen auf einem Stuhl, Schultergelenk adduziert und in Neutral-Null-Stellung, Ellenbogengelenk in 90° Flexionshaltung, der Unterarm in Neutral-Null-Stellung und das Handgelenk in 0-30° Dorsalextension. Auf Aufforderung sollten die Patienten den Handkraftmesser so fest wie möglich komprimieren. Es wurden stets zwei Messungen je Seite durchgeführt und daraus ein Mittelwert in kg für jede Seite berechnet. Verwendet wurde ein SAEHAN® Gerät.



Abbildung 8: Dynamometer (SAEHAN<sup>®</sup>) zur Handkraftmessung [1]

## 4.5. Radiologische Auswertung

Zur Überprüfung der Frakturkonsolidierung, Knochenstellung und Implantatbeurteilung wurden konventionelle Röntgenaufnahmen der frakturierten bzw. operierten Hand aufgenommen und ausgewertet. Die Patienten erhielten jeweils ein d.p. (dorso-palmar) bzw. p.a. (posterior-anterior) und ein laterales Röntgen im streng seitlichen Strahlengang zu den vier Zeitpunkten: intraoperativ, postoperativ, 6 Wochen postoperativ und 6 Monate postoperativ. Untersucht wurden die Böhler-Winkel I und II, der Radioulnare Index und der Soong-Index. Die Röntgenbilder wurden mit der Software Syngo Studio PACS Viewer (Version VB36E) vermessen.

### 4.5.1. Böhler-Winkel I

Für den Böhler-Winkel I (syn. Radiusgelenkwinkel, Radiusbasiswinkel, radioulnare Inkliniation, Ulnarinkliniation) wird radiologisch im d.p.-Strahlengang die Neigung der distalen Radiusgelenkfläche zur Ulna beurteilt. Dazu wird zunächst eine Orthogonale zur Längsachse des Radiuschaftes, sowie eine Gerade, die durch die Spitze des Processus styloideus radii und den ulnaren Rand der Radiusgelenkfläche verläuft, bestimmt [15,50,51]. Der Winkel zwischen diesen beiden Geraden stellt den Radiusbasiswinkel dar und wird in der Literatur mit Normwerten von 20-30° angegeben [15,51-54].

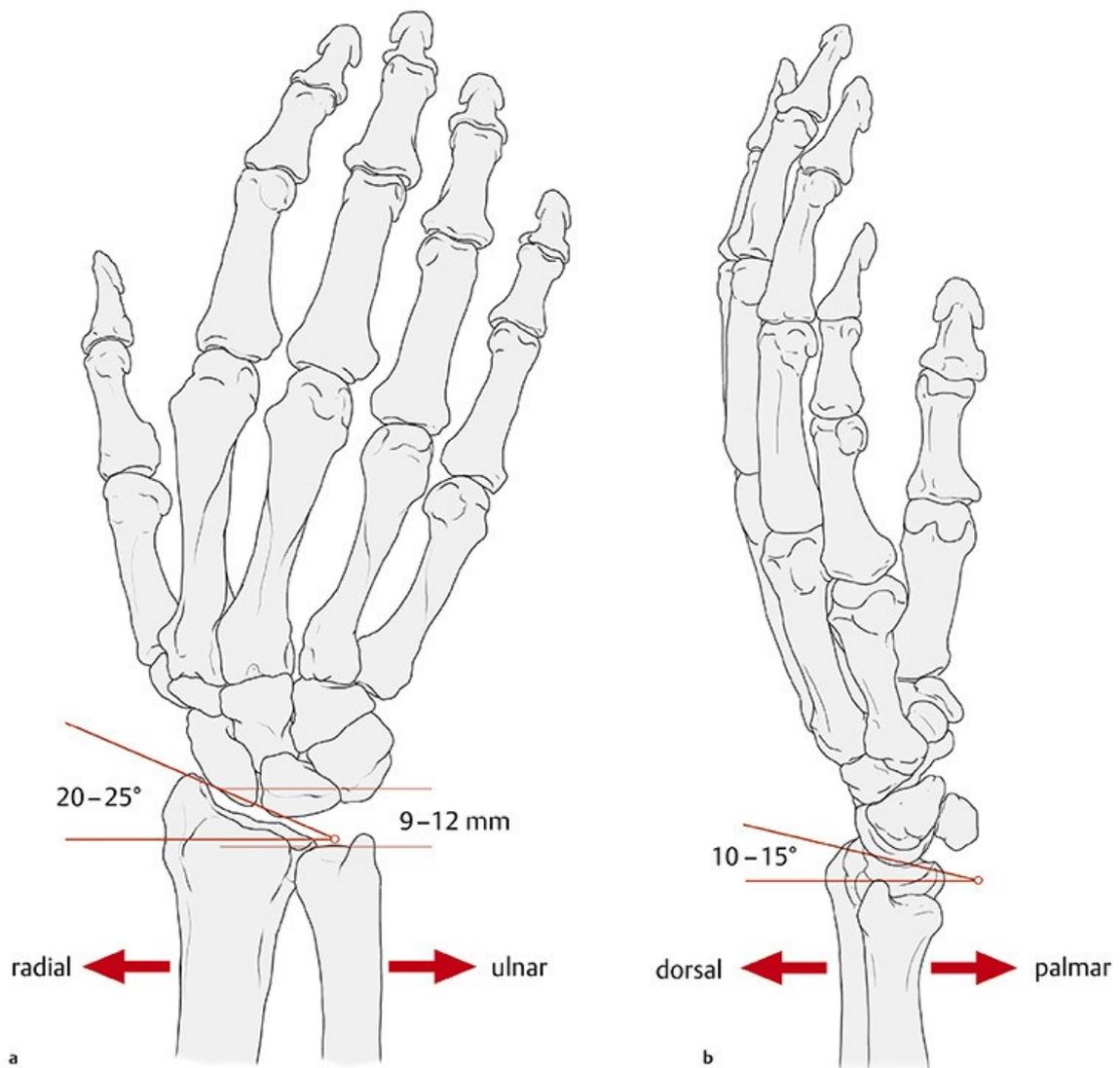


Abbildung 9: Neigungswinkel der Gelenkflächen am distalen Radius und Radioulnarer Index: a) Böhler-Winkel I und Radioulnarer Index. b) Böhler-Winkel II [11]

#### 4.5.2. Böhler-Winkel II

Im seitlichen Strahlengang wird der Böhler Winkel II (syn. palmarer Kippwinkel, palmarer Neigungswinkel, palmare Inklinatation, Palmarinklinatation) dargestellt. Dazu wird erneut die Radiuslängsschaftachse und ihre zugehörige Orthogonale bestimmt. Der palmare Kippwinkel ist der Winkel zwischen der Orthogonalen und einer Geraden, die durch die dorsalen und palmaren Begrenzungspunkte der distalen Radiusgelenkfläche verläuft [15,50,51]. Als normwertig werden hier Winkel von 10-15° in der Literatur genannt [15,51-53].

#### 4.5.3. Radioulnarer Index

Zur Bestimmung des radioulnaren Index (syn. distale Radiuslänge) werden in d.p.-Projektion zwei Orthogonalen zur Längsachse des Radiuschaftes gezogen. Eine Orthogonale verläuft durch die Spitze des Processus styloideus radii, die zweite entlang der distalen Gelenkfläche der Ulna. Der ermittelte Abstand dieser beiden Orthogonalen stellt den radioulnaren Index dar. Der Normwert des radioulnaren Index beträgt 9-12mm [15,52,54].

#### 4.5.4. Soong Index

Der Soong-Index ist ein reliables radiologisches Bewertungssystem, der entwickelt wurde um das Risiko für Verletzungen der Sehnen der Handflexormuskulatur nach operativer Versorgung mittels volarer Plattenosteosynthese mit der Lage der Plattenosteosynthese in Kombination zu bringen [55,56]. Zur Bewertung wird die beste postoperative laterale Röntgenaufnahme des Handgelenks verwendet und eine „kritische Linie“ tangential zum am weitesten volar gelegenen Teil des distalen Radiusendes und parallel zur volaren Kortikalislinie des Radiuschaftes gezogen. Die Lage des Osteosynthesematerials wird in drei Grade eingeteilt:

- Grad 0: alle Plattenpositionen, die nicht volar über die „kritische Linie“ reichen
- Grad 1: alle Plattenpositionen, die volar über die „kritische Linien“ reichen aber proximal zum am weitesten volar gelegenen distalen Radiusende liegen
- Grad 2: alle Plattenpositionen, die direkt auf oder über dem am weitesten volar gelegenen distalen Radiusende liegen

Je höhergradig die Lage der Plattenosteosynthese eingestuft wird, desto höher wird das Risiko für postoperative Sehnenverletzungen der Flexorengruppe eingeschätzt.

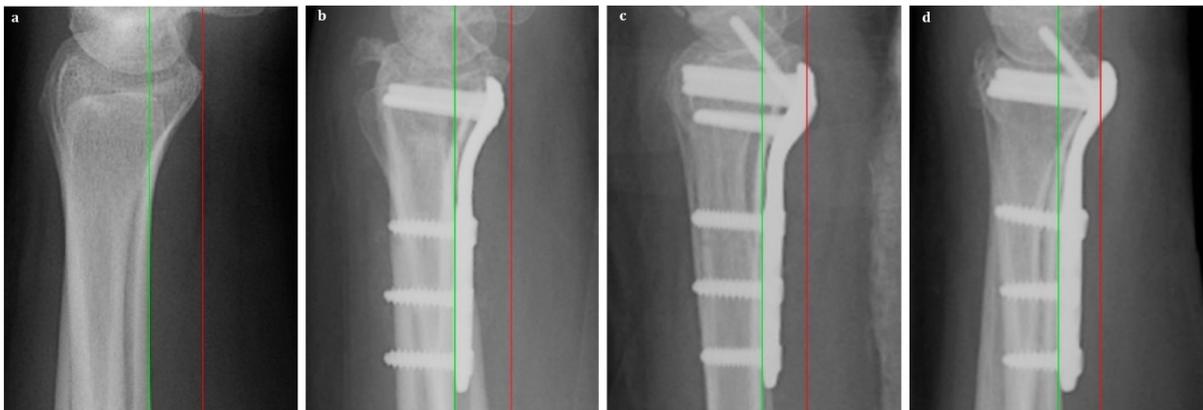


Abbildung 10: Soong-Index; a) grün = Parallele zum Radiuschaft, rot = "kritische Linie"; b) Grad 0; c) Grad 1; d) Grad 2 [55]

#### 4.5.5. Intraartikuläre Stufe

Im d.p.-Röntgenbild wurde untersucht ob sich eine deutlich sichtbare Stufenbildung innerhalb der Radiusgelenkfläche zeigte. Eine intraartikuläre Stufe wurde dichotom (ja/nein) ab einer Distanz > 2mm definiert.

#### 4.5.6. Sekundäre Dislokation

Alle aufgenommen Röntgenaufnahmen wurden mit dem jeweiligen intraoperativ angefertigten Röntgenbild als Referenz verglichen. Es wurde untersucht, ob sich über die Zeit eine sekundäre Dislokation der Palmarinklination (Böhler-Winkel II) zeigte. Eine sekundäre Dislokation wurde ebenfalls dichotom (ja/nein) bei einem Repositionsverlust > 10° im Vergleich zur intraoperativen Aufnahme definiert.

#### 4.6. Barthel-Index

Der Barthel-Index ist ein weit verbreitetes Instrument, um die körperlichen Fähigkeiten und die Aktivität des täglichen Lebens unter Einbeziehung von pflegerischer Unterstützung von Patienten, zu erfassen [57]. Vor allem im geriatrischen Setting wird der Barthel-Index standardmäßig verwendet [58]. Der Patient wird mit 10 Items erfasst, die verschieden

körperliche und alltägliche Fähigkeiten abfragen. Erreicht werden können Gesamtpunktwerte von 0 bis 100, wobei 0 den niedrigsten, schlechtesten und 100 den höchsten, besten Wert bezüglich Selbstständigkeit und Aktivität des täglichen Lebens angibt.

#### 4.7. Mini-Mental-State

Zur Überprüfung von psychischen Leistungsstörungen und diagnostischen Verifizierung der erhobenen Parameter dieser Arbeit wurde bei allen Patienten postoperativ nach 6 Wochen ein Mini-Mental-State-Test (MMST, syn. Mini-Mental-State-Examination = MMSE) durchgeführt. Der MMST ist vor allem in der Klinik gebräuchlich, da er ein schnell und einfach durchführbares, und zugleich valides Testinstrument darstellt [59]. Der Untersucher stellt dem Patienten mehrere Aufgaben zu den Themen Orientierung, Merkfähigkeit, Aufmerksamkeit und Rechenfähigkeit, Erinnerungsfähigkeit und Sprache. Mit jeder richtigen Antwort sammelt der Patient Punkte, die am Ende addiert werden und eine mögliche Gesamtpunktzahl von 0 bis 30 Punkten ergeben [60,61]. Eine Interpretation zum kognitiven Status des Patienten erfolgt stufenweise:

- 30 – 27 Punkte: keine Demenz
- 26 – 20 Punkte: leichte Demenz
- 19 – 10 Punkte: mittelschwere Demenz
- ≤ 9 Punkte: schwere Demenz

### 5. Statistische Analyse und Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit den Statistiksoftwares R (Version 3.6.2) und SPSS (Version 25.0) durchgeführt. Zur Überprüfung der Hypothesen wurden statistische Tests zum Signifikanzniveau  $\alpha=0,05$  angewandt. In Abhängigkeit vom Vorliegen der Normalverteilung der primären Outcomeparameter mittels graphischer Überprüfung, wurden der t- oder der Wilcoxon-Test verwendet. Zusätzlich erfolgte eine Analyse der primären Outcomeparameter über den Studienzeitraum bis zur Messung nach sechs Monaten mittels eines linearen gemischten Modells (mit Zeit-, Behandlungs- und Interaktionseffekt sowie einem zufälligen Intercept für die einzelnen Patienten). Die Visualisierung über den Zeitverlauf zeigt die geschätzten festen Effekte. Die Signifikanz des Behandlungseffektes über die Zeit wurde mit einem Likelihood-Ratio-Test überprüft. Da sich die erwartete Funktion und Beweglichkeit bereits nach 6 Monaten in den beiden Gruppen annähernd angeglichen hat, wurde das geschätzte Regressionsmodell nur bis zu diesem Messzeitpunkt untersucht. Alle weiteren erhobenen sekundären Parameter bzw. Untersuchungszeitpunkte wurden zur Vermeidung einer Alphafehler-Kummulierung durch multiples Testen rein deskriptiv beobachtet. [1]

### 6. Ergebnisse

#### 6.1. Verteilungsmuster

Insgesamt wurden 50 Patienten (25 pro Gruppe) mit einem medianen Alter von 80,5 (q25: 78,0; q75: 84,0) Jahren mit einer distalen Radiusfraktur eingeschlossen. Durch randomisierte Zuteilung nach Operation konnte eine homogene Verteilung der Patienten in beiden Nachbehandlungsgruppen erlangt werden. Tabelle 1 zeigt die demographischen und weitere Daten der eingeschlossenen Patienten. Die längere Dauer der Hospitalisierung der Patienten mit

Handgelenksorthese lässt sich auf äußere Umstände (z.B. Suche nach Pflege-/Rehapläätzen) zurückführen.

Tabelle 1: Gemittelte demographische Basisdaten der Patienten in den individuellen Untersuchungsgruppen. Darstellung als Median (25%; 75%-Quantil) bzw. Anzahl (relative Häufigkeit) [1]

	<b>Gesamtpopulation</b>	<b>Gruppe A</b>	<b>Gruppe B</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Alter (Jahre)</b>	80,50 (78,00; 84,00)	82,00 (78,50; 84,50)	80,00 (76,50; 83,50)	0,161
<b>Geschlecht</b>				1
Weiblich	47 (94%)	23 (92%)	24 (96%)	
Männlich	3 (6%)	2 (8%)	1 (4%)	
<b>Body Mass Index (BMI)</b>	23,00 (21,00; 27,00)	23,00 (22,00; 27,00)	23,00 (20,00; 26,50)	0,369
<b>Zeit von Diagnosestellung bis zur OP (Tage)</b>	5,00 (3,00; 7,00)	5,00 (2,50; 7,00)	4,00 (3,00; 5,00)	0,232
<b>Charlson Komorbiditäts Score (CCI)</b>	4,00 (3,00; 5,00)	4,00 (3,00; 5,50)	4,00 (3,00; 5,00)	0,254
<b>ASA-Klassifikation</b>				0,567
• 1	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	
• 2	29 (58%)	13 (52%)	16 (64%)	
• 3	21 (42%)	12 (48%)	9 (36%)	
<b>AO-Klassifikation</b>				0,680
• A1	0	0	0	
• A2	2 (4%)	2 (8%)	0	
• A3	4 (8%)	2 (8%)	2 (8%)	
• B1	1 (2%)	0	1 (4%)	
• B2	0	0	0	
• B3	2 (4%)	1 (4%)	1 (4%)	
• C1	13 (26%)	5 (20%)	8 (32%)	
• C2	14 (28%)	7 (28%)	7 (28%)	
• C3	14 (28%)	8 (32%)	6 (24%)	
<b>Dauer der Hospitalisierung (Tage)</b>	4,00 (3,00; 6,00)	4,00 (3,00; 12,00)	3,00 (2,00; 5,00)	0,016
<b>Entlassmanagement:</b>				0,120
• E nach Hause	43 (86%)	19 (76%)	24 (96%)	
• E in KZP	6 (12%)	5 (20%)	1 (4%)	
• E in GRB	1 (2%)	1 (4%)	0 (0%)	

## 6.2. Funktion

Alle teilnehmenden Patienten zeigten eine kontinuierliche Verbesserung des betroffenen Handgelenks bezüglich seiner Funktion anhand des Mayo-Wrist und DASH-Scores.

Der modifizierte Mayo-Wrist-Score zeigte 6 Wochen postoperativ signifikant unterschiedliche Ergebnisse in der Handgelenksfunktion zwischen den beiden Gruppen ( $p=0,025$ ), wobei die Interventionsgruppe B ohne Handgelenksorthese die besseren Ergebnisse erzielte. Im späteren Verlauf der Nachuntersuchungen waren keine Unterschiede zwischen den Gruppen zu sehen.

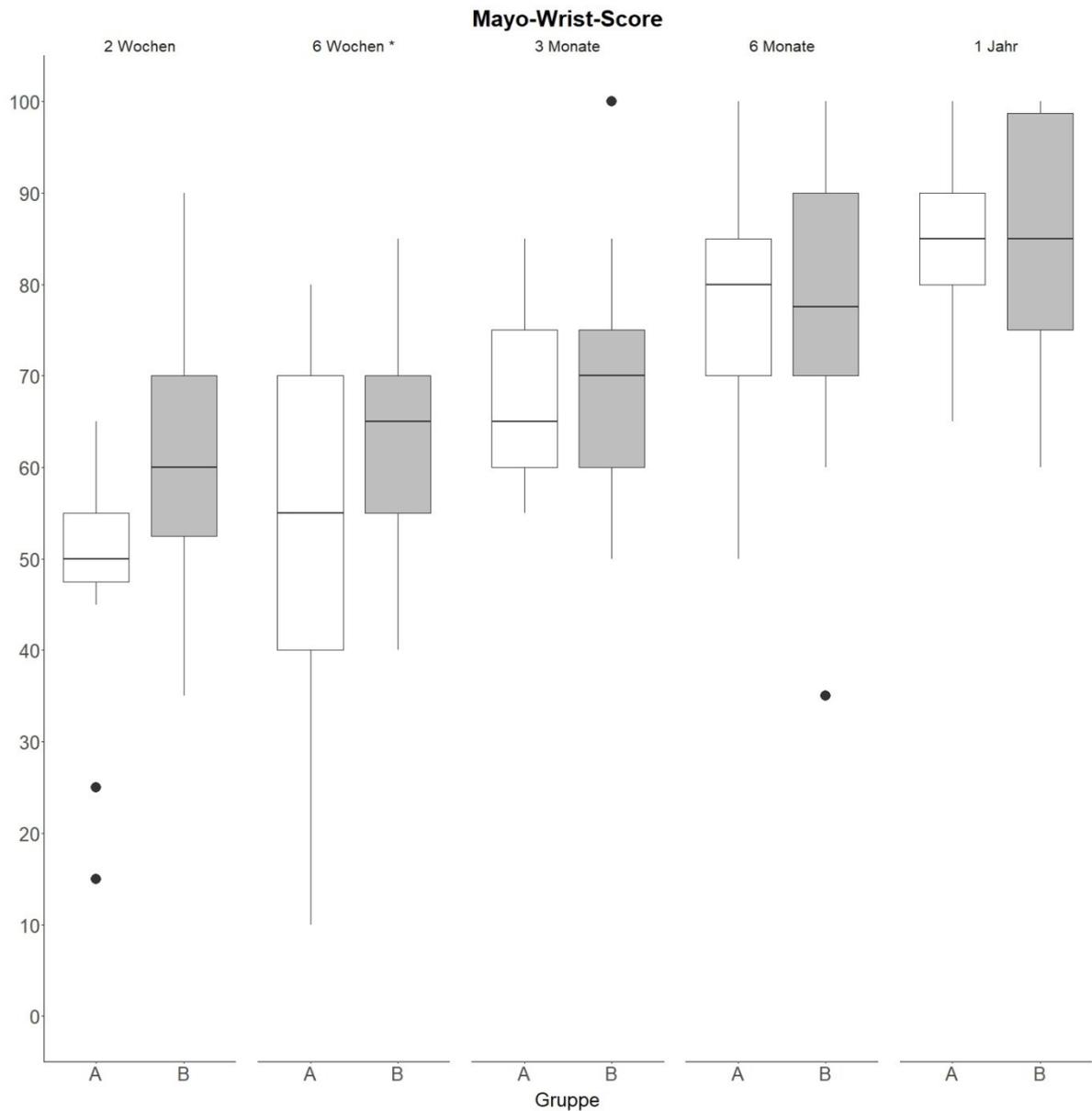


Abbildung 11: Darstellung der Mayo-Wrist-Score Punktwerte der beiden Gruppen A (weiß) und B (grau) zu den angegebenen Untersuchungszeitpunkten (Punkte: <65 = schlecht, 65–79 = befriedigend, 80–89 = gut, 90–100 = sehr gut) [1]

Mit Hilfe eines gemischten linearen Regressionsmodells konnte gezeigt werden, dass die postoperative Nachbehandlung einen signifikanten Behandlungseffekt bewirkt ( $p=0,023$ ). Dieser Behandlungseffekt zeigte sich über den zeitlichen Verlauf der postoperativen Nachbehandlung. Bis zum Zeitpunkt 6 Wochen postoperativ wies die Interventionsgruppe B einen höheren erwarteten Mayo-Wrist-Score auf. Zu den späteren Zeitpunkten nach 6 Monaten waren die erwarteten Scores vergleichbar und glichen sich weiter an.

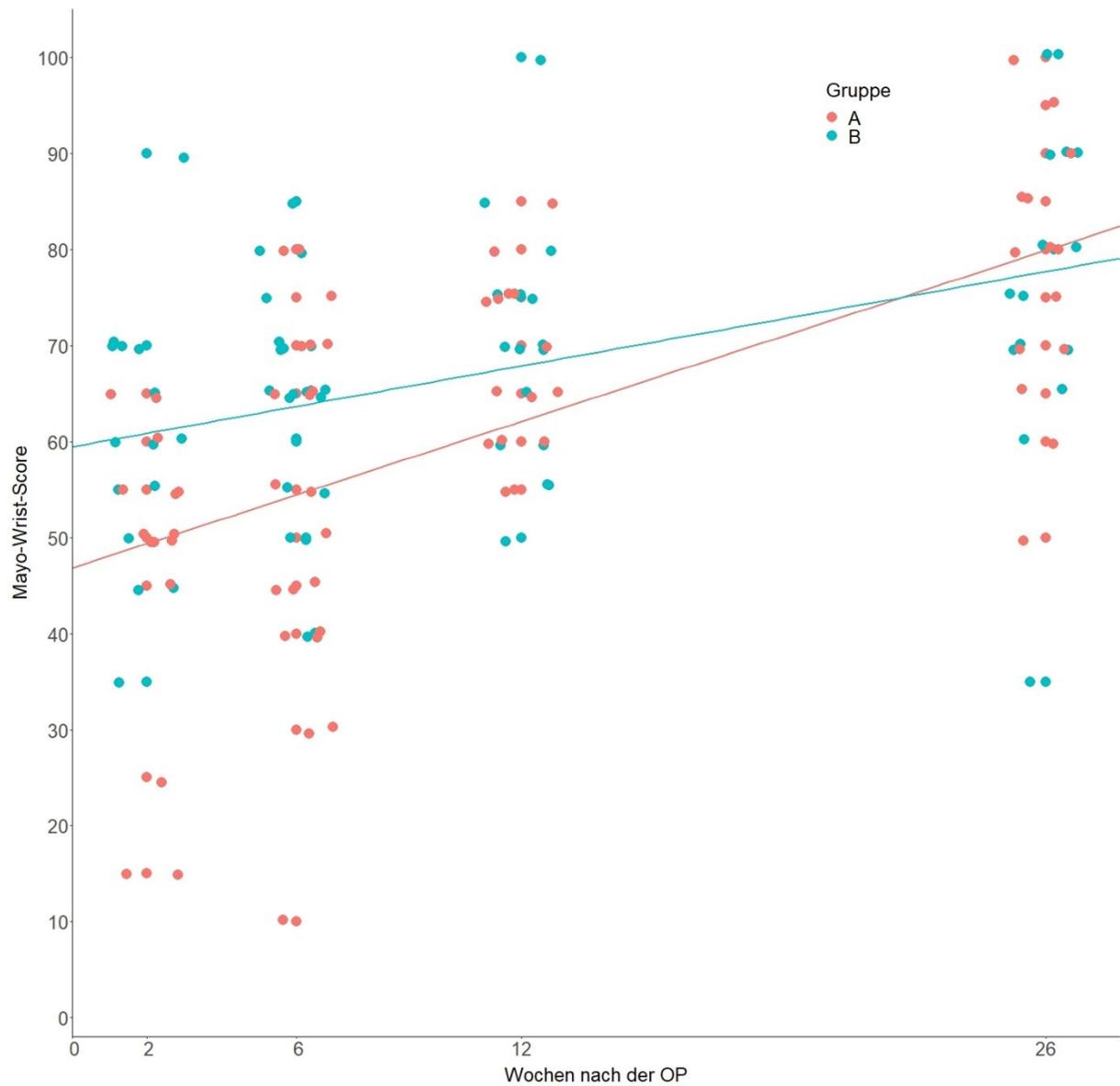


Abbildung 12: Darstellung des Mayo-Wrist-Score als Funktion in Abhängigkeit von der Zeit bis zum Zeitpunkt 6 Monate für beide Gruppen A (rot) und B (blau) in einem Regressionsmodell [1]

Die Analyse des DASH-Scores zeigte nach graphischer und deskriptiver Betrachtung keine Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsgruppen zu allen Untersuchungszeitpunkten.

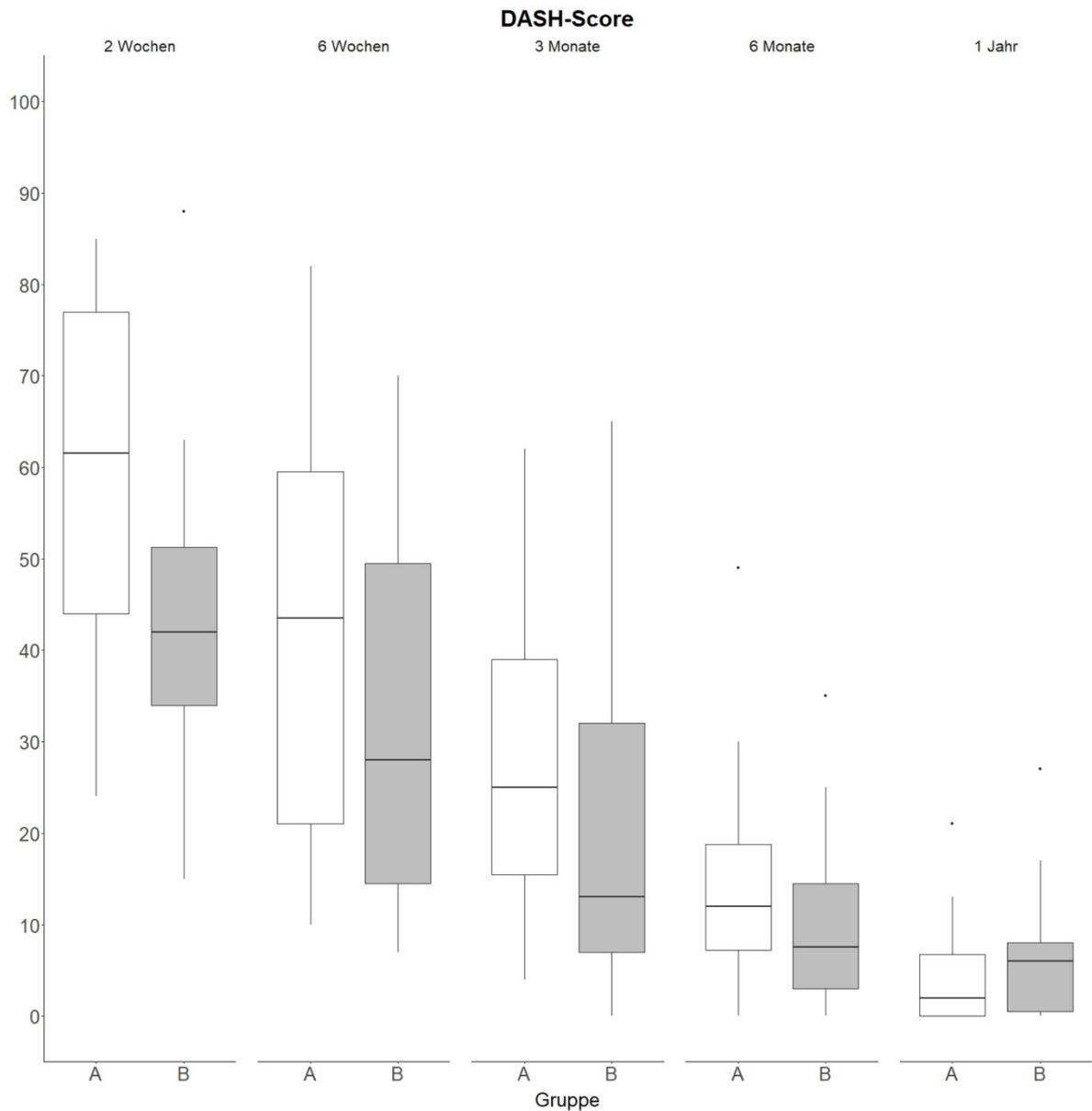


Abbildung 13: Darstellung der DASH-Score Punktwerte der beiden Gruppen A (weiß) und B (grau) zu den angegebenen Untersuchungszeitpunkten [1]

### 6.3. Beweglichkeit

Beide Untersuchungsgruppen zeigten über den Beobachtungszeitraum eine stetige Verbesserung der Beweglichkeit in allen Achsen (Extension/Flexion, Radial-/Ulnardeviation, Supination/Pronation) des betroffenen Handgelenks.

Bei Patienten der Interventionsgruppe B konnte in der frühen postoperativen Phase zum Nachuntersuchungszeitpunkt nach 6 Wochen eine signifikant bessere Beweglichkeit bezüglich Extension ( $p=0,014$ ) und Flexion ( $p=0,014$ ) nachgewiesen werden. Vergleichbar zur Funktion war in den späteren Nachuntersuchungen keine Differenz zwischen den Gruppen in der Beweglichkeit sichtbar.

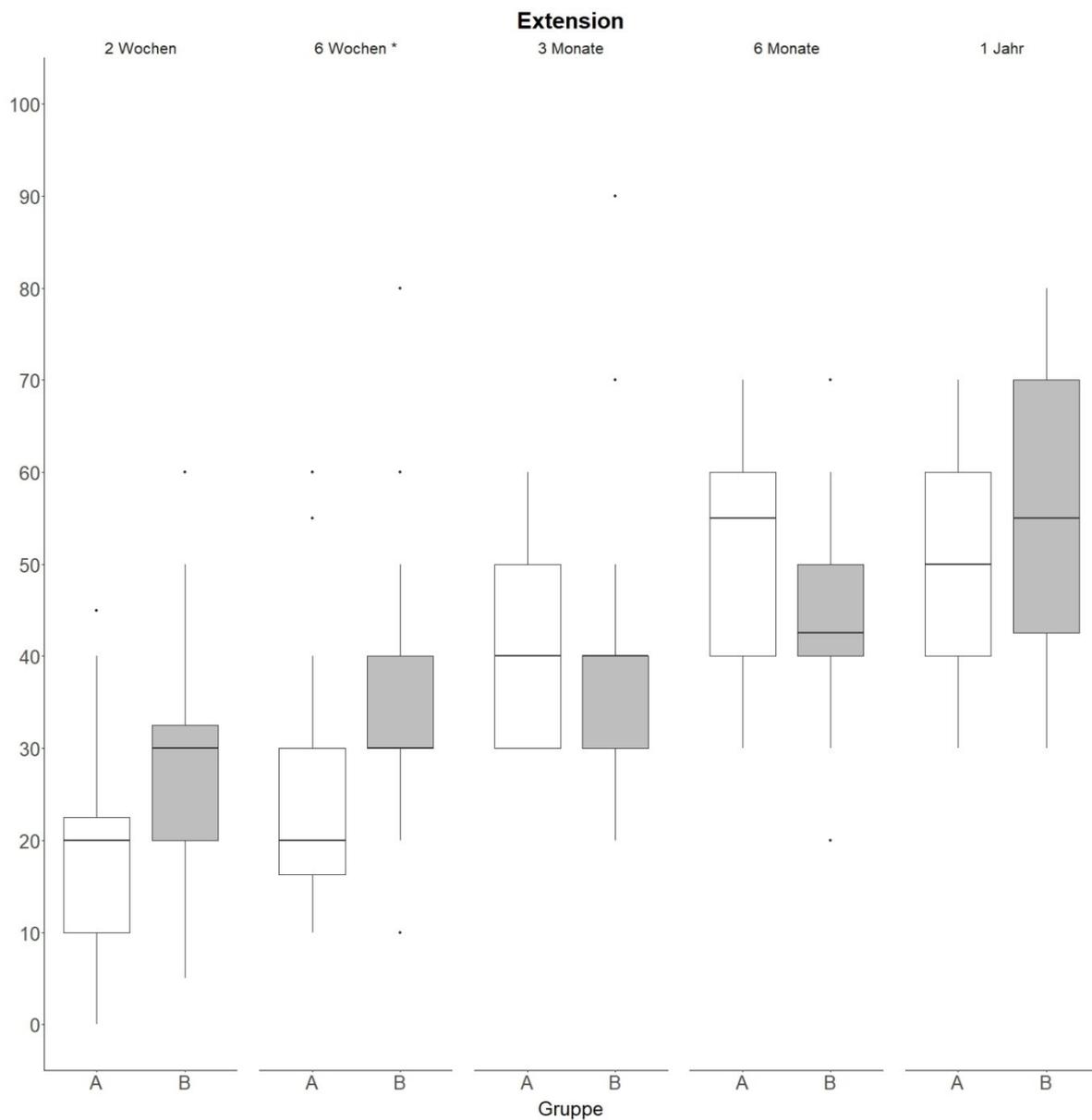


Abbildung 14: Darstellung der Extensionswerte (°) im Handgelenk der beiden Gruppen A (weiß) und B (grau) zu den angegebenen Untersuchungszeitpunkten [1]

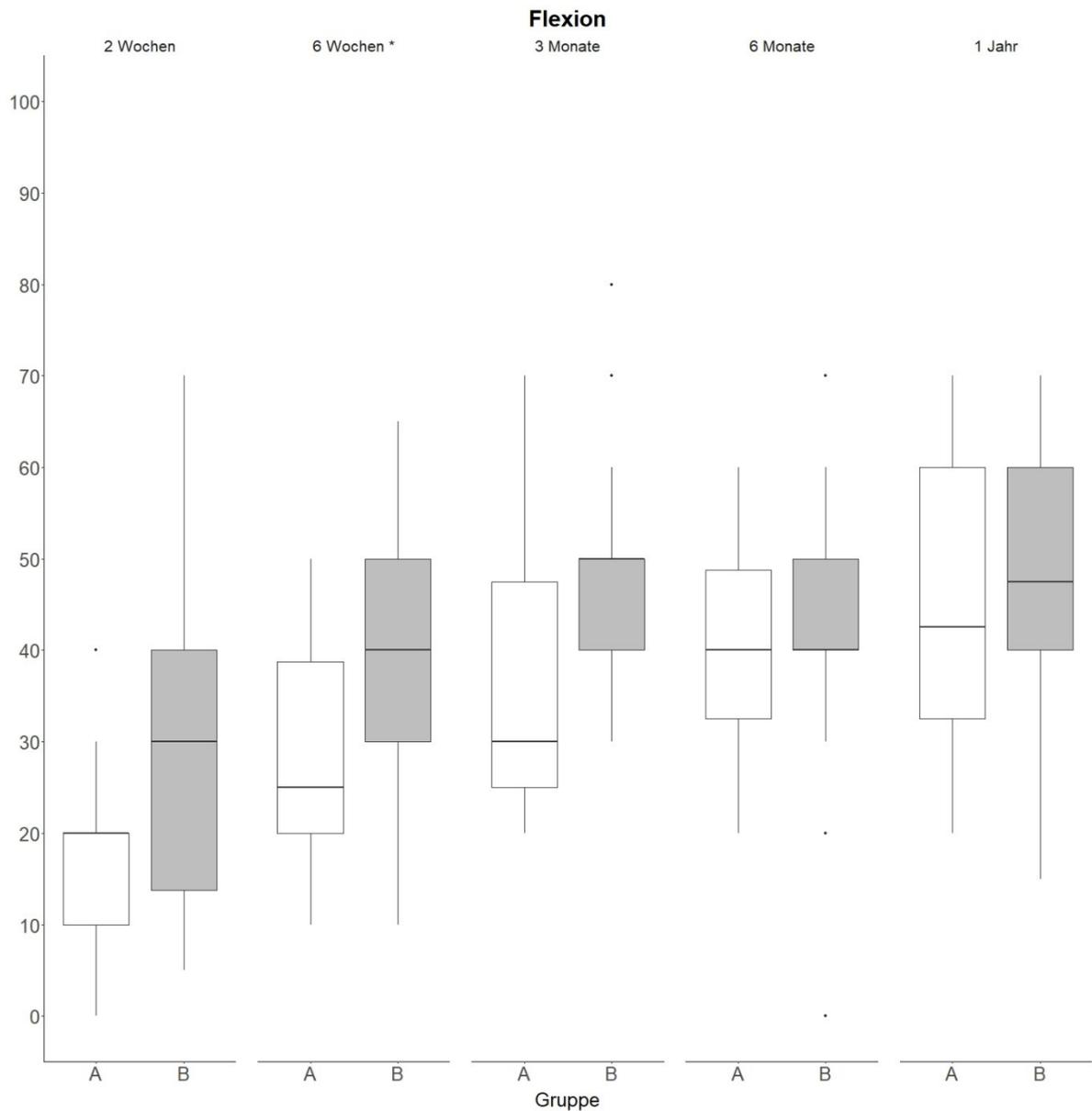


Abbildung 15: Darstellung der Flexionswerte (°) im Handgelenk der beiden Gruppen A (weiß) und B (grau) zu den angegebenen Untersuchungszeitpunkten [1]

Das Regressionsmodell wies auch für die Extensions- ( $p=0,023$ ) und Flexions-Beweglichkeit ( $p=0,023$ ) einen signifikanten Behandlungseffekt nach, welcher mit fortschreitender Nachuntersuchungsdauer nachließ. Der angenommene Behandlungseffekt zeigte sich auch hier über den zeitlichen Verlauf der postoperativen Nachbehandlung. Die Interventionsgruppe B wies bis zum Zeitpunkt 6 Wochen postoperativ höhere bzw. bessere erwartete Werte in Extension und Flexion auf.

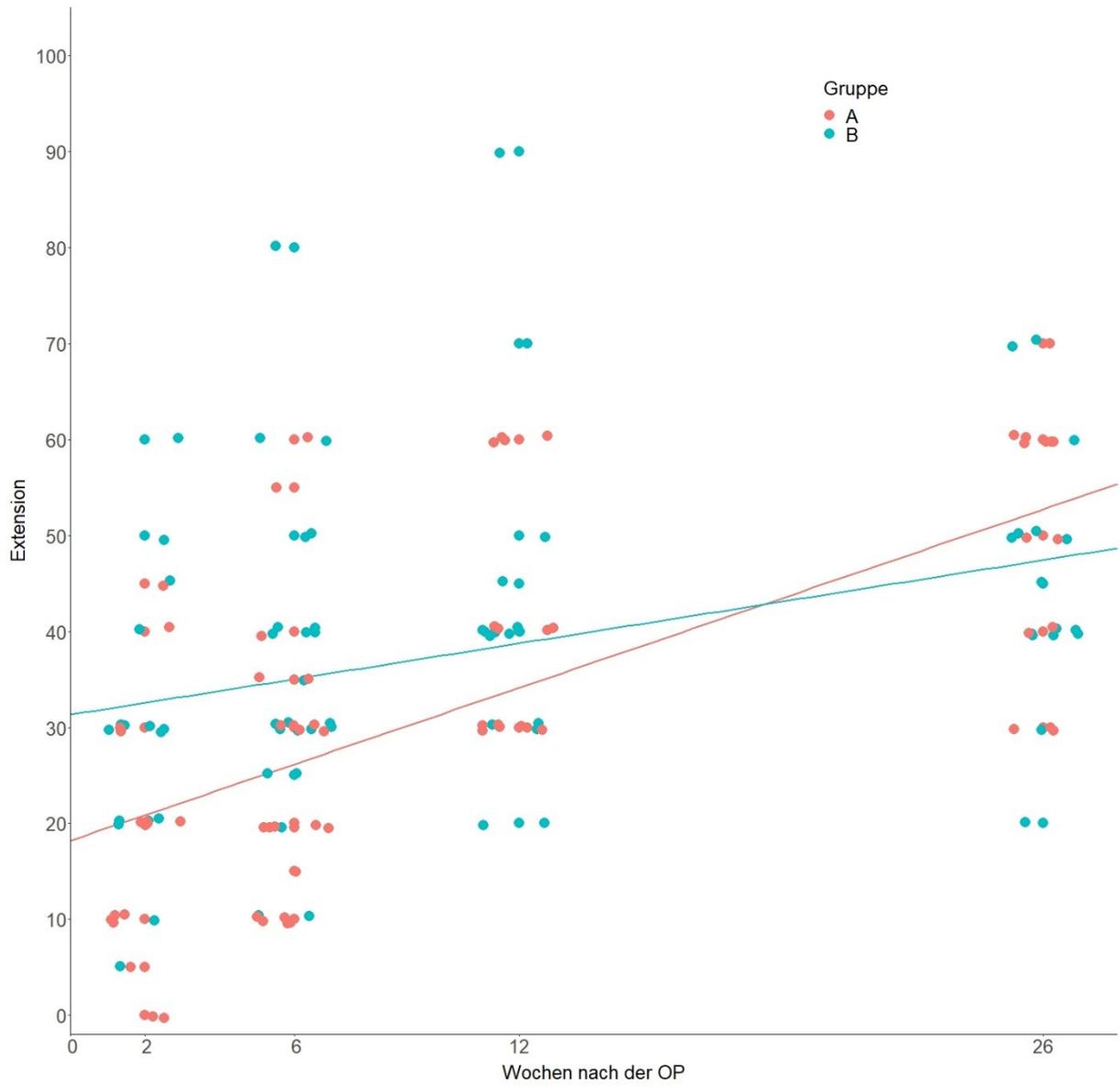


Abbildung 16: Darstellung der Extension im Handgelenk als Funktion in Abhängigkeit von der Zeit bis zum Zeitpunkt 6 Monate für beide Gruppen A (rot) und B (blau) in einem Regressionsmodell [1]

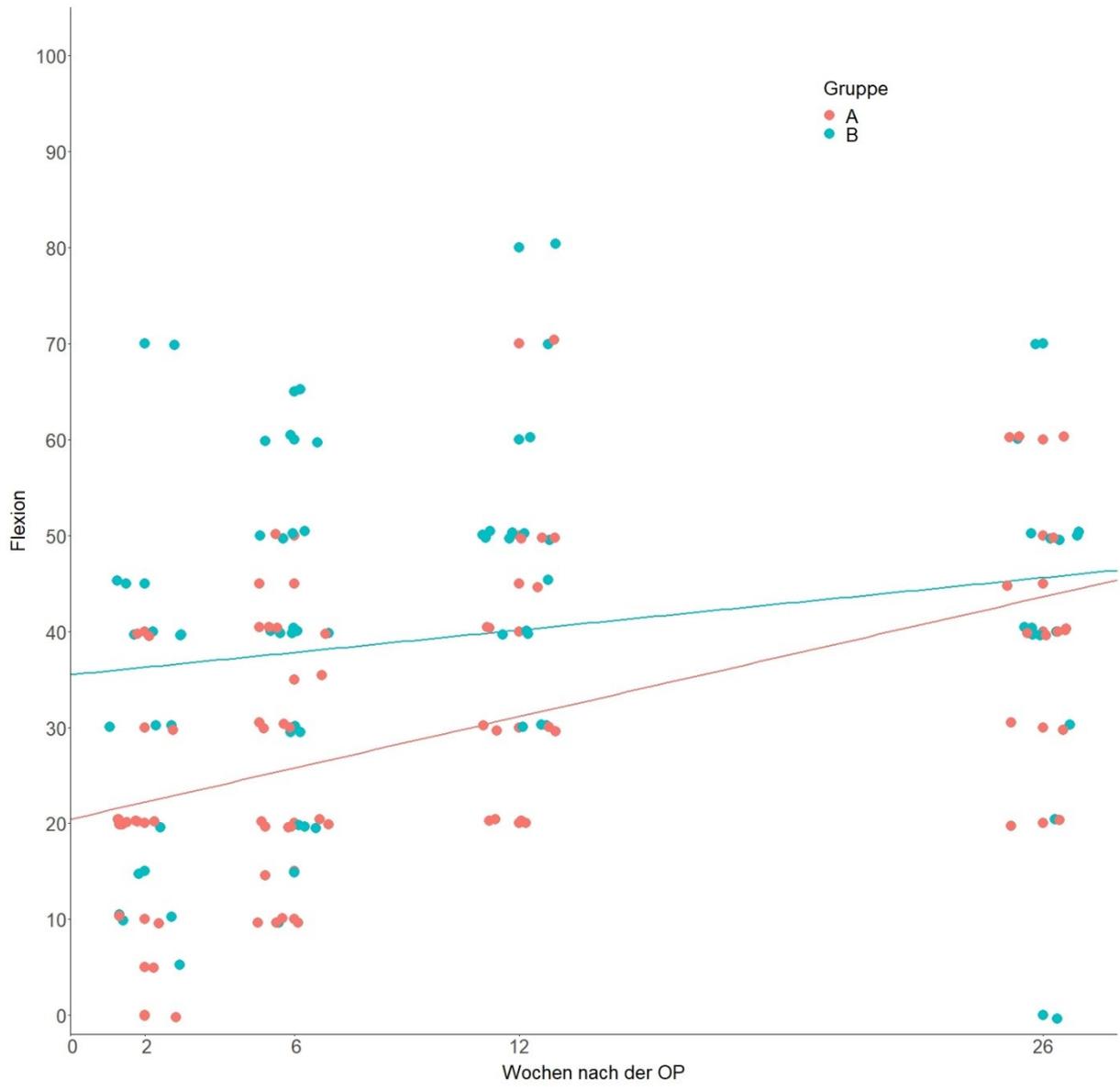


Abbildung 17: Darstellung der Flexion im Handgelenk als Funktion in Abhängigkeit von der Zeit bis zum Zeitpunkt 6 Monate für beide Gruppen A (rot) und B (blau) in einem Regressionsmodell [1]

Tabelle 2: Modifizierter Mayo-Wrist-Score (MMWS); Bewegungsausmaß nach Neutral-Null-Methode in ° (Range of motion = ROM); Darstellung als Median (q25; q75) [1]

<i>Mayo-Wrist-Score</i>	<i>Gruppe A</i>	<i>Gruppe B</i>
<i>2 Wochen</i>	50,0 (47,5; 55,0)	60,0 (52,5; 70,0)
<i>6 Wochen</i>	55,0 (40,0; 70,0)	65,0 (55,0; 70,0)
<i>3 Monate</i>	65,0 (60,0; 75,0)	70,0 (60,0; 75,0)
<i>6 Monate</i>	80,0 (70,0; 85,0)	77,5 (70,0; 90,0)
<i>12 Monate</i>	85,0 (80,0; 90,0)	85,0 (75,0; 98,8)

<i>Extension/Flexion (ROM)</i>	<i>Gruppe A</i>	<i>Gruppe B</i>
<i>2 Wochen</i>	20,0 (10,0; 22,5) / 20,0 (10,0; 20,0)	30,0 (20,0; 32,5) / 30,0 (13,8; 40,0)
<i>6 Wochen</i>	20,0 (16,3; 30,0) / 25,0 (20,0; 38,8)	30,0 (30,0; 40,0) / 40,0 (30,0; 50,0)
<i>3 Monate</i>	40,0 (30,0; 50,0) / 30,0 (25,0; 47,5)	40,0 (30,0; 40,0) / 50,0 (40,0; 50,0)
<i>6 Monate</i>	55,0 (40,0; 60,0) / 40,0 (32,5; 48,8)	42,5 (40,0; 50,0) / 40,0 (40,0; 50,0)
<i>12 Monate</i>	50,0 (40,0; 60,0) / 42,5 (32,5; 60,0)	55,0 (42,5; 70,0) / 47,5 (40,0; 60,0)

#### 6.4. Handkraft

Beide Patientengruppen konnten ihre Handkraft der frakturierten Seite kontinuierlich steigern und erreichten nach und nach ihren ursprünglichen Wert bzw. den Wert der gesunden Gegenseite. Hierbei konnte keine Tendenz zur Überlegenheit einer Nachbehandlungsmethode bzw. einer Patientengruppe gezeigt werden.

Tabelle 3: Verlauf über die Differenz der Handkraft; Differenz gebildet aus Handkraft gesunde Seite – Handkraft frakturierte Seite; Darstellung als Median (q25; q75) [1]

<i>Handkraft Differenz</i>	<i>Gruppe A</i>	<i>Gruppe B</i>
<i>2 Wochen</i>	14,7 (12,4; 16,4)	13,2 (9,4; 15,4)
<i>6 Wochen</i>	8,9 (5,9; 12,8)	8,3 (4,9; 10,9)
<i>3 Monate</i>	6,9 (5,8; 8,5)	5,3 (3,9; 6,7)
<i>6 Monate</i>	3,5 (0,1; 4,5)	3,6 (1,9; 5,1)
<i>12 Monate</i>	2,6 (1,5; 4,7)	0,7 (-1,0; 2,0)

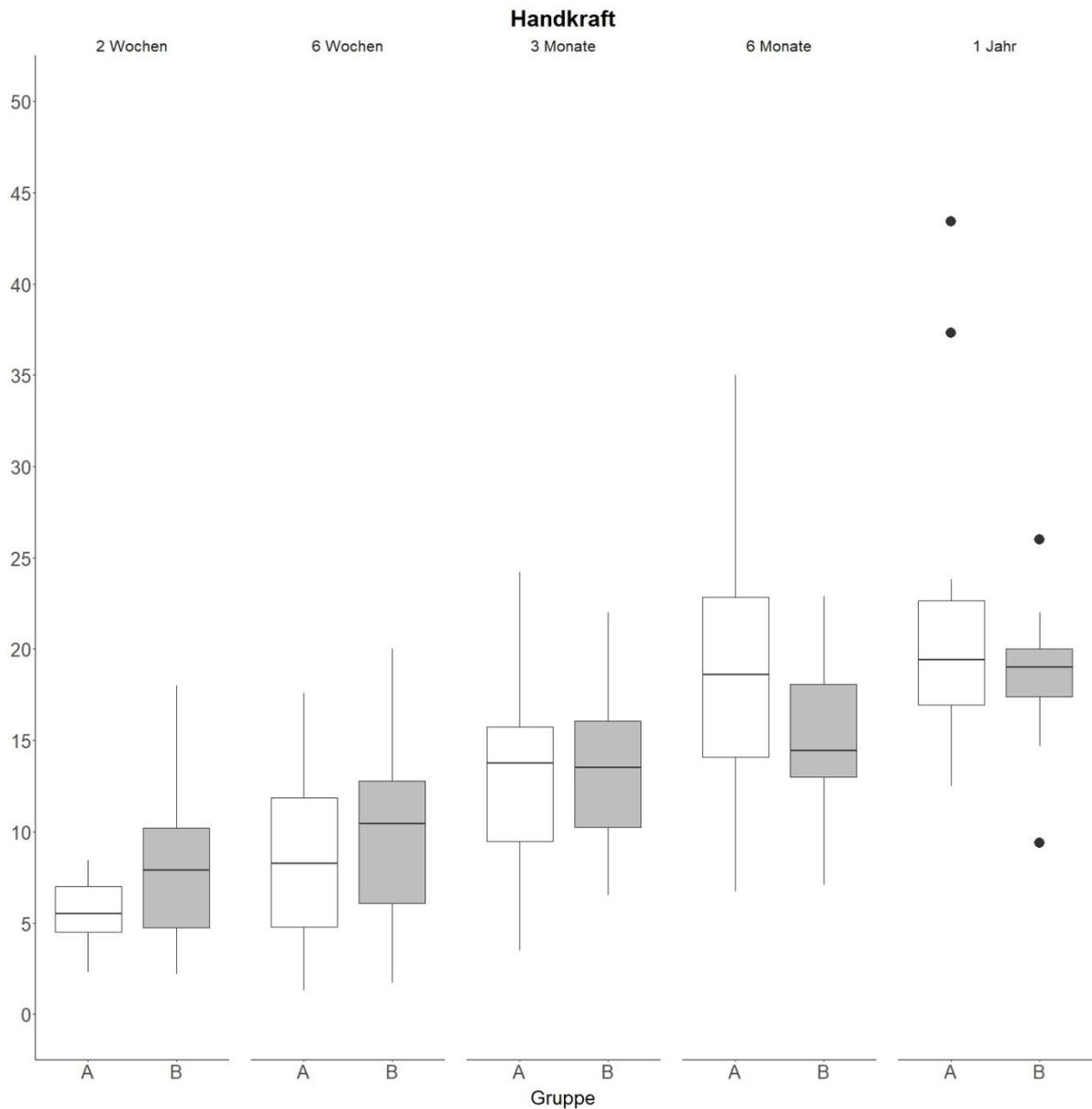


Abbildung 18: Darstellung der Handkraftwerte (kg) im Handgelenk der beiden Gruppen A (weiß) und B (grau) zu den angegebenen Untersuchungszeitpunkten [1]

## 6.5. Radiologische Auswertung

Die radiologische Auswertung konnte keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen bezüglich der erhobenen Parameter nachweisen.

Tabelle 4: Radiologische Parameter: Soong-Index dargestellt in Häufigkeiten (n) zum postoperativen Zeitpunkt, Böhler-Winkel I + II (°) und Radioulnarer Index (mm) zu den angegebenen Zeitpunkten dargestellt in Median (q25; q75) [1]

<i>Soong-Index</i>	<i>Gesamt</i>	<i>Gruppe A</i>	<i>Gruppe B</i>
<i>Grade 0</i>	28	13	15
<i>Grade 1</i>	22	12	10
<i>Grade 2</i>	0	0	0
<i>Gesamt</i>	50	25	25

<i>Böhler-Winkel I</i>	<i>Gesamt</i>	<i>Gruppe A</i>	<i>Gruppe B</i>
<i>intraoperativ</i>	20,0 (15,5; 22,3)	18,0 (14,0; 20,0)	20,0 (18,0; 23,0)
<i>postoperativ</i>	19,0 (16,3; 22,0)	19,0 (16,0; 22,0)	19,0 (18,0; 22,0)
<i>6 Wochen</i>	20,0 (17,0; 24,0)	21,0 (17,8; 25,0)	20,0 (16,0; 23,0)
<i>6 Monate</i>	20,0 (16,0; 24,0)	20,0 (16,8; 27,0)	19,0 (14,0; 22,0)

<i>Böhler- Winkel II</i>	<i>Gesamt</i>	<i>Gruppe A</i>	<i>Gruppe B</i>
<i>intraoperativ</i>	4,0 (0,8; 6,0)	3,0 (1,0; 5,0)	5,0 (0,0; 8,0)
<i>postoperativ</i>	5,0 (2,3; 8,8)	5,0 (2,0; 7,0)	7,0 (3,0; 9,0)
<i>6 Wochen</i>	0,0 (-4,0; 5,0)	0,0 (-4,3; 3,3)	2,0 (-4,0; 6,0)
<i>6 Monate</i>	1,0 (-4,0; 6,0)	-0,5 (-4,3; 4,3)	3,0 (-3,0; 6,0)

<i>Radioulnarer Index</i>	<i>Gesamt</i>	<i>Gruppe A</i>	<i>Gruppe B</i>
<i>postoperativ</i>	9,0 (8,0; 11,0)	9,0 (8,0; 11,0)	9,0 (8,0; 11,0)
<i>6 Wochen</i>	9,0 (6,0; 11,0)	8,5 (6,0; 11,3)	9,0 (6,0; 10,0)
<i>6 Monate</i>	8,0 (5,0; 10,0)	9,5 (5,0; 10,3)	8,0 (5,0; 9,0)

Bei 4 Patienten der Patientengruppe B ohne Orthese wurde eine sekundäre Dislokation identifiziert, während 7 Patienten der Gruppe mit Handgelenksschiene eine sekundäre Dislokation im Vergleich zum intraoperativen Röntgenbild aufwiesen.

In beiden Untersuchungsgruppen wurde bei je 1 Patienten eine intraartikuläre Stufe im Röntgenbild detektiert.

## 7. Diskussion

Obwohl die operative Versorgung von distalen Radiusfrakturen eigentlich eine frühfunktionelle Nachbehandlung ermöglichen, wird dennoch nach wie vor eine postoperative Immobilisation verordnet [34].

Meist folgt die Rezeptierung einer Schiene oder Anlage eines Gipses zur Ruhigstellung, obwohl die winkelstabile Plattenosteosynthese als übungsstabile Versorgung gilt. Eine Immobilisation kann z.B. der Angst vor einer sekundären Frakturdislokation, gerade bei reduzierter Knochenqualität, geschuldet sein. Dabei profitieren speziell alterstraumatologische Patienten von einer Frühmobilisation und Remobilisierung zur Wiedererlangung der alltäglichen Aktivitäten [62]. Die folgende Studie hat daher den Einfluss einer postoperativen Immobilisation gegenüber einer frühfunktionellen Nachbehandlung in einem älteren Patientengut untersuchen wollen.

Mit dieser Dissertation konnte gezeigt werden, dass die früh-funktionelle Nachbehandlung einer distalen Radiusfraktur ohne postoperative Ruhigstellung mittels Orthese in den ersten 6 Wochen zu signifikant besseren Ergebnissen der Handgelenksfunktion und -beweglichkeit führt. Darüber hinaus konnte kein protektiver Effekt einer Orthese zugunsten der radiologischen Parameter ausgemacht werden. [1]

Im Hinblick auf die steigenden Zahlen distaler Radiusfrakturen in einer alternden Gesellschaft sollte nach operativer Versorgung einer distalen Radiusfraktur die früh-funktionelle und freie Nachbehandlung ohne Ruhigstellung in den Vordergrund rücken. Dabei muss eine absolute Übungsstabilität der Osteosynthese stets gewährleistet sein [63]. Die Überlegenheit der frühfunktionellen Beübung könnte gerade bei älteren Patienten von beträchtlicher Bedeutsamkeit sein, da bei alterstraumatologischen Patienten mit erhöhter Gebrechlichkeit bereits kurzfristige Beschränkungen der Funktion und Alltagsaktivitäten zu einem irreversiblen Funktionsverlust führen können [1]. Um die Besserung der frühen Funktion des Handgelenkes zu wahren, favorisieren die Ergebnisse von operierten DRF Patienten, in denen unterschiedliche Orthesendesigns untersucht wurden, die postoperative Anlage von dynamische Handgelenkorthesen [30].

Kürzlich publizierte Studien konnten zeigen, dass zwischen einer zweiwöchigen Immobilisation mit Gips und einer frühen physiotherapeutischen Behandlung keine relevanten Unterschiede im Outcome für ein Patientengut im Durchschnittsalter von 55 Jahren resultieren [36]. Bei jüngeren Patienten konnten ein besseres Bewegungsausmaß und Schmerzreduktion infolge von frühfunktioneller Behandlung im Vergleich zur Gipsimmobilisation gezeigt werden. Darüber hinaus wiesen die mit Gips versorgten Patienten sogar schlechtere funktionelle Ergebnisse und Handkraft Ergebnisse auf [35]. Diese positiven Ergebnisse bezüglich Bewegung und Schmerzreduktion bei vergleichbarem Radiologieergebnis nach einer frühfunktionellen Mobilisation unterstreicht den Grundgedanken einer winkelstabilen Plattenosteosynthese [31].

Mit dieser Studie konnten diese Erkenntnisse erstmals auf ein orthogeriatrisches Patientenkollektiv übertragen werden.

Aus den Ergebnissen dieser Studie lässt sich schließen, dass eine postoperative Immobilisation keine Risikoreduktion einer sekundären Dislokation bewirkt. Die Sorge über eine solche sekundäre Dislokation bei frühfunktioneller Behandlung ohne Immobilisation ließ sich durch diese Studie somit nicht begründen.

Wie bereits andere Untersuchungen zeigen konnten [64], wurden auch in dieser Studie besonders in den ersten 6 Wochen bessere postoperative Funktions- und Bewegungsparameter in einer früh mobilisierten, nicht immobilisierten Patientengruppe beobachtet. Im Vergleich zu anderen Studien zeigten die Patienten dieser Studie bessere DASH-Scores bei ähnlichen Handkraftwerten [65], was durch das höhere Durchschnittsalter des untersuchten Patientenkollektivs beeinflusst sein könnte. Ältere Patienten nehmen ihre Einschränkungen individuell anders wahr und besitzen darüber hinaus eine unterschiedliche Schmerzwahrnehmung.

Gerade bei älteren Patienten kann eine längere Immobilisation und Einschränkung der Funktion und Beweglichkeit zu einem irreversiblen Verlust der vorhandenen Fähigkeiten führen [66]. Eine frühfunktionelle Behandlung könnte hier von großer Bedeutung sein.

Oftmals werden Orthesen oder Gips postoperative wegen der Angst von Sturzereignissen verschrieben. Vergleichbare Studien zu Hüftfrakturen konnten zeigen, dass nach ein erhöhtes Patientenalter mit einem erhöhten Risiko für Folgefrakturen nach initialer Hüftfraktur einher geht [67]. Obwohl auch in dieser Studie die Patienten ein erhöhtes mittleres Alter aufwies, ließen die Auswertungen der geriatrischen Komorbiditätsparameter (CCI, ASA, Barthel) auf ein eher

rüstiges Patientenkollektiv schließen, mit geringerem Risiko für Folgestürze. Unter Berücksichtigung des erhöhten Risikos für Folgestürze bei älteren Patienten [68], muss deswegen auch von einem psychologischen Einfluss einer postoperativen Ruhigstellung mittels Orthese ausgegangen werden.

Aufgrund des vorliegenden Studiendesigns können keine Aussagen über die Protektorfunktion postoperativ angelegter Handgelenkorthesen insbesondere bei kognitiv eingeschränkten und Sturz gefährdeten Patienten getroffen werden. In der vorliegenden Studie wurden keine postoperativen Stürze bzw. Angstzustände der Patienten aufgenommen. Eine reliable Beurteilung des psychologischen Einflusses, den eine temporäre, postoperative Immobilisation des Handgelenkes mit sich bringt, konnte somit nicht vorgenommen werden. [1]

Ungeachtet des funktionellen Ergebnisses fordert auch der zunehmende gesundheitsökonomische Druck ein Umdenken und kritisches Hinterfragen der individuellen Versorgungsstrategie. Die jährliche Inzidenz der DRF in Deutschland wird mit 86 auf 100.000 Personen angegeben [64], somit kann von etwa 70.520 Patienten/Jahr mit einer DRF ausgegangen werden, würden diese nun alle operativ und ergänzend mit einer Handgelenkorthese wie der Orthese aus der vorliegenden Studie versorgt werden, so würden bei Beschaffungskosten von ca. 50€ die Behandlungskosten auf über 3,5 Millionen €/Jahr ansteigen.

Da die Patienten zu den Nachuntersuchungsterminen mit oder ohne Handgelenksorthese erschienen, war eine Verblindung der Patientengruppe für die Untersucher nicht möglich. Dazu wäre ein aufwändigeres Studiendesign mit vorgeschalteter Verblindung vor Eintritt in die Poliklinik zur Nachuntersuchung nötig gewesen, was den klinischen Alltag und das vorhandene Setting überstrapaziert hätte. Darüber hinaus hätte man alle Patienten instruieren müssen, den Untersuchern keine Informationen über ihr Nachbehandlungsschema Preis zu geben.

Die radiologische Vermessung der ermittelten Parameter mit der Software Syngo Studio PACS Viewer (Version VB36E) ist zwar standardisiert, ist aber nach Ansicht der Arbeitsgruppe Schwankungsanfällig. Gründe hierfür ist die mangelnde Auflösung der zur Verfügung stehenden Bildschirm, unpräzise Mausendgeräte sowie wechselhafte Qualität der radiologischen Aufnahmen selbst.

Hauptparameter zur Untersuchung der Funktion war der Mayo-Wrist-Score und wurde kritisch hinterfragt. Bei dem spezifischen Patientengut höheren Alters (>70 Jahre) wurde besonders die Machbarkeit des Scores reflektiert [1]. Er erlaubt neben der Abfrage der Funktion auch die Ermittlung des Schmerzes, ist leicht durchzuführen und ist in der Literatur weit verbreitet [42,69,70]. Interessant wäre in Zukunft mit einem ähnlichen Patientengut eine webbasierte PROMS (Patient reportet outcome measures) durchzuführen. Es ist davon auszugehen, dass mit der häufigeren Verwendung der PROMS auch aus Hintergründen der Qualitätskontrolle dieser Aspekt einen wesentlichen Faktor darstellen wird [1]. Die Auswertung des PRWE könnte in folgenden Studien die Vergleichbarkeit erhöhen. Weitere Scores, wie z.B. der PRWE (Patient rated wrist evaluation) könnten die Vergleichbarkeit weiter erhöhen. In der vorliegenden Studie wurden keine postoperativen Stürze oder Angstzustände und somit kein Zusammenhang zwischen einer psychologischen Komponente und einer postoperativen Immobilisation des Handgelenks erfasst.

Zusammenfassend kann somit unter Berücksichtigung der o.g. Limitierungen der Studie gesagt werden, dass die postoperative früh-funktionelle Nachbehandlung ohne Immobilisation durch eine Orthese in den ersten sechs Wochen zu einer besseren Handgelenksfunktion nach operativ versorgter distaler Radiusfraktur führt, die sich im weiteren zeitlichen Verlauf angleicht und nicht mehr nachweisen lässt [1]. Es ergaben sich bei gleicher Handkraft keine Hinweise auf einen sekundären Repositionsverlust gemäß radiologischer Auswertung im Vergleich zu der mittels

Handgelenkorthese immobilisierten Gruppe. Eine mögliche psychologische Protektorfunktion oder Re-Frakturprävention derartiger Handgelenkorthesen bei einer älteren Hochrisikogruppe bleibt jedoch ungeklärt und sollte Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

## 8. Veröffentlichungen

### Publikationen:

Zeckey C, Spaeth A, Kieslich S, Kammerlander C, Böcker W, Weigert M, Neuerburg C: Early mobilization versus splinting after surgical management of distal radius fractures—results of a randomized controlled study of postoperative care in older patients. Dtsch Arztebl Int 2020; 117: 445–51. DOI: 10.3238/arztebl.2020.0445

### Zitierfähige Abstracts:

Keppler AM, Neuerburg C, Späth A, Kieslich S, Böcker W, Kammerlander C, Zeckey C. To brace or not to brace? Effectiveness of a wrist brace in the elderly patient after distal radius fracture. Vortrag, 23. Chirurgische Forschungstage Aachen, 12.-14.09.2019 DOI: 10.1159/000502161 Abstract in: Eur Surg Res 2019;60:117–178 ID 114

Zeckey C, Späth A, Neuerburg C, Böcker W, Kammerlander C. Postoperative Nachbehandlung der distalen Radiusfraktur beim alterstraumatologischen Patienten – Brauchen wir eine additive Handgelenksorthese? Vortrag, 67. Jahrestagung der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden und Unfallchirurgen e.V.

Neuerburg C, Spaeth A, Kieslich S, Kammerlander C, Böcker W, Zeckey C. Handgelenkorthese nach operativ stabilisierter distaler Radiusfraktur – ein Paradoxon? Ergebnisse einer prospektiv randomisierten Studie. Beitrag, Osteologie 2020; 29(01): 58 DOI: 10.1055/s-0039-3402861

## 9. Referenzen

- [1] Zeckey C, Späth A, Kieslich S, et al.: Early mobilization versus splinting after surgical management of distal radius fractures. Deutsches Aerzteblatt Online 2020.
- [2] MacIntyre NJ, Dewan N: Epidemiology of distal radius fractures and factors predicting risk and prognosis. Journal of hand therapy official journal of the American Society of Hand Therapists 2016;29(2):136–145.
- [3] Court-Brown CM, Caesar B: Epidemiology of adult fractures: A review. Injury 2006;37(8):691–697.
- [4] O'Neill TW, Cooper C, Finn JD, et al.: Incidence of distal forearm fracture in British men and women. Osteoporosis international a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA 2001;12(7):555–558.
- [5] Towfigh H, Hierner R, Langer M, et al. (eds): Handchirurgie. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg, 2011.
- [6] Nellans KW, Kowalski E, Chung KC: The epidemiology of distal radius fractures. Hand clinics 2012;28(2):113–125.
- [7] Jerrhag D, Englund M, Karlsson MK, et al.: Epidemiology and time trends of distal forearm fractures in adults - a study of 11.2 million person-years in Sweden. BMC musculoskeletal disorders 2017;18(1):240.

- [8] Wurzinger LJ: Gelenkmechanik Handgelenk. In Aumüller G, Aust G, Conrad A, et al. (eds): Duale Reihe Anatomie, 4th ed., Georg Thieme Verlag, 2017.
- [9] Wurzinger LJ: Gelenkmechanik Ellenbogengelenk. In Aumüller G, Aust G, Conrad A, et al. (eds): Duale Reihe Anatomie, 4th ed., Georg Thieme Verlag, 2017.
- [10] 1.29 Bewegungen in der Hand und Fingergelenken. In Schünke M (ed): Prometheus Lernatlas - Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, 4th ed. Stuttgart, Thieme, 2014.
- [11] Schünke M (ed): Prometheus Lernatlas - Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 4th ed. Stuttgart, Thieme, 2014.
- [12] 1.23 Bewegungen im Ellenbogen und Radioulnargelenk. In Schünke M (ed): Prometheus Lernatlas - Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, 4th ed. Stuttgart, Thieme, 2014.
- [13] Niethard FU, Pfeil J, Biberthaler P: Orthopädie und Unfallchirurgie. 8th ed. Stuttgart, New York, Delhi, Georg Thieme Verlag, 2017.
- [14] Oestern H-J: Distale Radiusfrakturen Teil I. Grundlagen und konservative Therapie. Chirur 1999;70(10):1180-1192.
- [15] Oestern H-J: Distale Radiusfrakturen. In Schmit-Neuerburg K-P, Towfigh H, Letsch R (eds): Tscherne Unfallchirurgie: 1 Ellenbogen · Unterarm 2 Hand. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg, 2001, pp 217-223.
- [16] Henne-Bruns D, Barth E: Chirurgie: 292 Tabellen. 4th ed. Stuttgart, Thieme, 2012.
- [17] Wæver D, Madsen ML, Rölfing JHD, et al.: Distal radius fractures are difficult to classify. Injury 2018;49:S29-S32.
- [18] Müller ME: The comprehensive classification of fractures of long bones. Berlin, Springer, 1990.
- [19] Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, et al.: Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. Journal of orthopaedic trauma 2018;32 Suppl 1:S1-S170.
- [20] Bartl C, Stengel D, Bruckner T, et al.: The treatment of displaced intra-articular distal radius fractures in elderly patients. Deutsches Arzteblatt international 2014;111(46):779-787.
- [21] Lippisch R, Lucas B, Schüttrumpf JP, et al.: Distale Radiusfraktur. Trauma Berufskrankh 2016;18(S5):413-420.
- [22] Meier R, Krettek C, Probst C: Die Versorgung der distalen Radiusfraktur. Kirschner-Draht-Osteosynthese oder palmare winkelstabile Platte? Unfallchirurg 2012;115(7):598-605.
- [23] T K Hotz: Osteosynthese distaler Radiusfrakturen mit der Kirschner-Draht-Osteosynthese 2003.
- [24] Siebert H: Plattenosteosynthese von dorsal. OP-Journal 2003;19(1):34-40.
- [25] Arora R, Lutz M, Deml C, et al.: A prospective randomized trial comparing nonoperative treatment with volar locking plate fixation for displaced and unstable distal radial fractures in patients sixty-five years of age and older. The Journal of bone and joint surgery. American volume 2011;93(23):2146-2153.
- [26] Trumble TE, Schmitt SR, Vedder NB: Factors affecting functional outcome of displaced intra-articular distal radius fractures. The Journal of Hand Surgery 1994;19(2):325-340.

- [27] Sirniö K, Leppilahti J, Ohtonen P, et al.: Early palmar plate fixation of distal radius fractures may benefit patients aged 50 years or older: a randomized trial comparing 2 different treatment protocols. *Acta orthopaedica* 2019;90(2):123–128.
- [28] Rozental TD: To Fix or Not to Fix: Management of Distal Radial Fractures in Elderly Patients: Commentary on an article by Jenny Saving, MD, et al.: "Nonoperative Treatment Compared with Volar Locking Plate Fixation for Dorsally Displaced Distal Radial Fractures in the Elderly. A Randomized Controlled Trial". *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 2019;101(11):e52.
- [29] Seegmiller DB, Eggett DL, Charles SK: The effect of common wrist orthoses on the stiffness of wrist rotations. *Journal of rehabilitation research and development* 2016;53(6):1151–1166.
- [30] Stuby FM, Döbele S, Schäffer S-D, et al.: Early functional postoperative therapy of distal radius fracture with a dynamic orthosis: results of a prospective randomized cross-over comparative study. *PloS one* 2015;10(3):e0117720.
- [31] Dresing K: Distale Radiusfraktur - AWMF Leitlinie Unfallchirurgie: ICD-10 S52.50 (Distale Fraktur des Radius). Accessed March 29, 2020.
- [32] Hill JR, Navo PD, Bouz G, et al.: Immobilization following Distal Radius Fractures: A Randomized Clinical Trial. *Journal of wrist surgery* 2018;7(5):409–414.
- [33] Salibian AA, Bruckman KC, Bekisz JM, et al.: Management of Unstable Distal Radius Fractures: A Survey of Hand Surgeons. *Journal of wrist surgery* 2019;8(4):335–343.
- [34] Watson N, Haines T, Tran P, et al.: A Comparison of the Effect of One, Three, or Six Weeks of Immobilization on Function and Pain After Open Reduction and Internal Fixation of Distal Radial Fractures in Adults: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 2018;100(13):1118–1125.
- [35] Quadlbauer S, Pezzei C, Jurkowitsch J, et al.: Early Rehabilitation of Distal Radius Fractures Stabilized by Volar Locking Plate: A Prospective Randomized Pilot Study. *Journal of wrist surgery* 2017;6(2):102–112.
- [36] Clementsen SØ, Hammer O-L, Šaltytė Benth J, et al.: Early Mobilization and Physiotherapy Vs. Late Mobilization and Home Exercises After ORIF of Distal Radial Fractures: A Randomized Controlled Trial. *JB & JS open access* 2019;4(3).
- [37] Am Schulte Esch J, Bause H, Bein BH: *Anästhesie: Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie*. 4th ed. Stuttgart, Thieme, 2011.
- [38] Birklein et al.: Diagnostik und Therapie komplexer regionaler Schmerzsyndrome (CRPS): S1-Leitlinie, 2018. Available at: [www.dgn.org/leitlinien](http://www.dgn.org/leitlinien). Accessed August 17, 2020.
- [39] Platen P: Prävention und Therapie der Osteoporose: Die Bedeutung des Sports und der körperlichen Aktivität. *Deutsches Aerzteblatt* 1997(40):94: A-2569-2574.
- [40] Suhm N, Meier C, Kraenzlin M, et al.: FLS - Drei Buchstaben verändern die sekundäre Frakturprävention. *Der Unfallchirurg* 2016;119(1):12–17.
- [41] Levine JP: Identification, diagnosis, and prevention of osteoporosis. *The American journal of managed care* 2011;17 Suppl 6:S170-6.
- [42] Slutsky DJ: Outcomes assessment in wrist surgery. *Journal of wrist surgery* 2013;2(1):1–4.

- [43] Green DP, O'Brien ET: Open reduction of carpal dislocations: Indications and operative techniques. *The Journal of Hand Surgery* 1978;3(3):250–265.
- [44] Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C: Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) corrected. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *American journal of industrial medicine* 1996;29(6):602–608.
- [45] Stürmer KM, Blauth M, Bonnaire F (eds): *Leitlinien Unfallchirurgie*. 2nd ed. Stuttgart, Thieme, 2000.
- [46] Changulani M, Okonkwo U, Keswani T, et al.: Outcome evaluation measures for wrist and hand – which one to choose? *International Orthopaedics* 2007;32(1):1–6.
- [47] Westphal T, Piatek S, Schubert S, et al.: Reliabilität und Validität des Fragebogens "Upper-Limb-DASH" bei Patienten mit distalen Radiusfrakturen. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete* 2002;140(4):447–451.
- [48] Lea RD, Gerhardt JJ: Range-of-motion measurements. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1995;77(5):784–798.
- [49] Schmidt W: Neutral-Null-Methode. In Aumüller G, Aust G, Conrad A, et al. (eds): *Duale Reihe Anatomie*, 4th ed., Georg Thieme Verlag, 2017.
- [50] Fernandez DL, Jupiter JB: *Fractures of the Distal Radius: A Practical Approach to Management*. New York, Springer New York, 2002.
- [51] Schmit-Neuerburg K-P, Towfigh H, Letsch R (eds): *Tscherne Unfallchirurgie: 1 Ellenbogen · Unterarm 2 Hand*. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg, 2001.
- [52] Strassmair M, Wilhelm K, Friedel R, et al.: Distale Radiusfraktur (Verletzung der distalen radioulnaren Funktionseinheit). In Towfigh H, Hierner R, Langer M, et al. (eds): *Handchirurgie*. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp 769–818.
- [53] Zeichen J: Distale Radiusfraktur. *Trauma Berufskrankh* 2014;16(S1):112–120.
- [54] Baierlein SA: *Frakturklassifikationen*. 1st ed. s.l., Georg Thieme Verlag KG, 2011.
- [55] Soong M, Earp BE, Bishop G, et al.: Volar locking plate implant prominence and flexor tendon rupture. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 2011;93(4):328–335.
- [56] Lutsky KF, Jimenez M, Rivlin M, et al.: Reliability of the Soong Classification for Volar Plate Position. *The Journal of Hand Surgery* 2016;41(7):e199-202.
- [57] MAHONEY FI, BARTHEL DW: FUNCTIONAL EVALUATION: THE BARTHEL INDEX. *Maryland state medical journal* 1965;14:61–65.
- [58] Ernst F, Lübke N, Meinck M: Was umfasst das geriatrische Behandlungskonzept? In Ernst F, Lübke N, Meinck M (eds): *Kompodium Begutachtungswissen Geriatrie: Empfohlen vom Kompetenz-Centrum Geriatrie in Trägerschaft des GKV-Spitzenverbandes und der MDK-Gemeinschaft*. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg, 2015, pp 13–22.
- [59] Burkart M, Heun R, Maier W, et al.: Demenzscreening im klinischen Alltag. Eine vergleichende Analyse von MMSE, SIDAM und ADAS. *Der Nervenarzt* 1998;69(11):983–990.
- [60] Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR: "Mini-mental state". *Journal of Psychiatric Research* 1975;12(3):189–198.

- [61] Galasko D, Klauber MR, Hofstetter CR, et al.: The Mini-Mental State Examination in the early diagnosis of Alzheimer's disease. Archives of neurology 1990;47(1):49–52.
- [62] Brehmer JL, Husband JB: Accelerated rehabilitation compared with a standard protocol after distal radial fractures treated with volar open reduction and internal fixation: a prospective, randomized, controlled study. The Journal of bone and joint surgery. American volume 2014;96(19):1621–1630.
- [63] Neuhaus V, Badri O, Ferree S, et al.: Radiographic alignment of unstable distal radius fractures fixed with 1 or 2 rows of screws in volar locking plates. The Journal of Hand Surgery 2013;38(2):297–301.
- [64] Drobetz H, Koval L, Weninger P, et al.: Volar locking distal radius plates show better short-term results than other treatment options: A prospective randomised controlled trial. World journal of orthopedics 2016;7(10):687–694.
- [65] Toon DH, Premchand RAX, Sim J, et al.: Outcomes and financial implications of intra-articular distal radius fractures: a comparative study of open reduction internal fixation (ORIF) with volar locking plates versus nonoperative management. Journal of orthopaedics and traumatology official journal of the Italian Society of Orthopaedics and Traumatology 2017;18(3):229–234.
- [66] Hvid LG, Suetta C, Nielsen JH, et al.: Aging impairs the recovery in mechanical muscle function following 4 days of disuse. Experimental gerontology 2014;52:1–8.
- [67] Ryg J, Rejnmark L, Overgaard S, et al.: Hip fracture patients at risk of second hip fracture: a nationwide population-based cohort study of 169,145 cases during 1977-2001. Journal of bone and mineral research the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research 2009;24(7):1299–1307.
- [68] Lloyd BD, Williamson DA, Singh NA, et al.: Recurrent and injurious falls in the year following hip fracture: a prospective study of incidence and risk factors from the Sarcopenia and Hip Fracture study. The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences 2009;64(5):599–609.
- [69] Estrella EP, Panti PL: Outcome of unstable distal radius fractures treated with open reduction and internal fixation versus external fixation. Hand surgery an international journal devoted to hand and upper limb surgery and related research journal of the Asia-Pacific Federation of Societies for Surgery of the Hand 2012;17(2):173–179.
- [70] Hamada Y, Gotani H, Hibino N, et al.: Surgical Strategy and Techniques for Low-Profile Dorsal Plating in Treating Dorsally Displaced Unstable Distal Radius Fractures. Journal of wrist surgery 2017;6(2):163–169.

## 10. **Abbildungs- und Tabellenverzeichnis**

Abbildung 1: Dorsalextension und Palmarflexion im Handgelenk (ROM) [11].....	7
Abbildung 2: Radial- und Ulnarabduktion im Handgelenk (ROM) [11].....	8
Abbildung 3: Supination und Pronation Unterarm (ROM) [11].....	9
Abbildung 4: Klassische Frakturmechanismen distaler Radiusfrakturen [13].....	10

Abbildung 5: AO-Klassifikation distaler Radiusfrakturen [19].....	11
Abbildung 6: Oben: ManuLoc ® Orthese der Firma Bauernfeind in Funktionsstellung; unten: postoperative Röntgenkontrolle nach winkelstabiler palmarer Plattenosteosynthese bei distaler Radiusfraktur rechts [1].....	14
Abbildung 7: Flow-Chart zum Rekrutierungs- und Nachuntersuchungsprozess [1] .....	16
Abbildung 8: Dynamometer (SAEHAN ®) zur Handkraftmessung [1] .....	19
Abbildung 9: Neigungswinkel der Gelenkflächen am distalen Radius und Radioulnarer Index: a) Böhler-Winkel I und Radioulnarer Index. b) Böhler-Winkel II [11].....	20
Abbildung 10: Soong-Index; a) grün = Parallele zum Radiuschaft, rot = "kritische Linie"; b) Grad 0; c) Grad 1; d) Grad 2 [55] .....	21
Abbildung 11: Darstellung der Mayo-Wrist-Score Punktwerte der beiden Gruppen A (weiß) und B (grau) zu den angegebenen Untersuchungszeitpunkten (Punkte: <65 = schlecht, 65–79 = befriedigend, 80–89 = gut, 90–100 = sehr gut) [1] .....	24
Abbildung 12: Darstellung des Mayo-Wrist-Score als Funktion in Abhängigkeit von der Zeit bis zum Zeitpunkt 6 Monate für beide Gruppen A (rot) und B (blau) in einem Regressionsmodell [1] .....	25
Abbildung 13: Darstellung der DASH-Score Punktwerte der beiden Gruppen A (weiß) und B (grau) zu den angegebenen Untersuchungszeitpunkten [1] .....	26
Abbildung 14: Darstellung der Extensionswerte (°) im Handgelenk der beiden Gruppen A (weiß) und B (grau) zu den angegebenen Untersuchungszeitpunkten [1] .....	27
Abbildung 15: Darstellung der Flexionswerte (°) im Handgelenk der beiden Gruppen A (weiß) und B (grau) zu den angegebenen Untersuchungszeitpunkten [1] .....	28
Abbildung 16: Darstellung der Extension im Handgelenk als Funktion in Abhängigkeit von der Zeit bis zum Zeitpunkt 6 Monate für beide Gruppen A (rot) und B (blau) in einem Regressionsmodell [1] .....	29
Abbildung 17: Darstellung der Flexion im Handgelenk als Funktion in Abhängigkeit von der Zeit bis zum Zeitpunkt 6 Monate für beide Gruppen A (rot) und B (blau) in einem Regressionsmodell [1] .....	30
Abbildung 18: Darstellung der Handkraftwerte (kg) im Handgelenk der beiden Gruppen A (weiß) und B (grau) zu den angegebenen Untersuchungszeitpunkten [1] .....	32
Tabelle 1: Gemittelte demographische Basisdaten der Patienten in den individuellen Untersuchungsgruppen. Darstellung als Median (25%; 75%-Quantil) bzw. Anzahl (relative Häufigkeit) [1] .....	23
Tabelle 2: Modifizierter Mayo-Wrist-Score (MMWS); Bewegungsausmaß nach Neutral-Null-Methode in ° (Range of motion = ROM); Darstellung als Median (q25; q75) [1] .....	31

Tabelle 3: Verlauf über die Differenz der Handkraft; Differenz gebildet aus Handkraft gesunde Seite – Handkraft frakturierte Seite; Darstellung als Median (q25; q75) [1].....	31
Tabelle 4: Radiologische Parameter: Soong-Index dargestellt in Häufigkeiten (n) zum postoperativen Zeitpunkt, Böhler-Winkel I + II (°) und Radioulnarer Index (mm) zu den angegebenen Zeitpunkten dargestellt in Median (q25; q75) [1] .....	33

## Affidavit



### Eidesstattliche Versicherung

Dämmer, Anton

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel:

**Postoperative Ruhigstellung mittels Handgelenksorthese versus freie frühfunktionelle Nachbehandlung nach distaler Radiusfraktur:  
Ergebnisse einer randomisierten kontrollierten Studie**

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München, 16.11.2021

Ort, Datum

Anton Dämmer

Unterschrift Doktorandin bzw. Doktorand

## 11. Danksagung

Ganz herzlich bedanken möchte ich mich bei Herrn PD Dr. Carl Neuerburg und Herrn Professor Dr. Christian Zeckey, für die Möglichkeit diese Arbeit zu schreiben und für die hervorragende Betreuung und Beratung während der ganzen Zeit der Studie. Auch bei der Publikation konnte ich mich stets an sie wenden.

Ganz besonderer Dank gilt M.Sc. Maximilian Weigert und Dr. Sebastian Kieslich, welche mich ebenfalls durch die ganze Studie begleitet und dabei betreut und unterstützt haben. Besonders die statistische Beratung durch Herrn Weigert war für mich von unschätzbarem Wert.

Des Weiteren gebührt meinen Freunden und Kommilitonen Felix Heidger und Julius Fischer mein Dank für ihre Unterstützung, Aufmunterung und Beratung wann immer ich sie benötigte.

Von Herzen möchte ich meiner Freundin und Partnerin Jil Dämmer dafür danken, dass sie mich immer unterstützt und an mich geglaubt hat.

Vielen Dank an meine Eltern und meine Schwester, die mich jederzeit unterstützt haben.

## 12. Appendix

### Mayo Wrist Score

Anwendung

Kategorie	Punkte	Befund
<u>Schmerz</u>	25	kein Schmerz
	20	leichter Schmerz bei starker Aktivität
	20	Schmerz nur bei Wetteränderung
	15	mittelgradiger Schmerz bei starker Aktivität
	15	leichter Schmerz bei Alltagstätigkeiten
	5	mittelgradiger Schmerz bei Alltagstätigkeiten
<u>Zufriedenheit</u>	0	Ruhschmerz
	25	sehr zufrieden
	20	mittelmäßig zufrieden
	10	nicht zufrieden aber arbeitsfähig
<u>Bewegungsumfang</u>	0	nicht zufrieden, arbeitsunfähig
	25	100% der Gegenseite
	15	75–99% der Gegenseite
	10	50–74% der Gegenseite
	5	25–49% der Gegenseite
<u>Griffstärke (Grobgriff)</u>	0	0–24% der Gegenseite
	25	100% der Gegenseite
	15	75–99% der Gegenseite
	10	50–74% der Gegenseite
	5	25–49% der Gegenseite
<b>Endergebnis (Punkte)</b>	0	0–24% der Gegenseite
	90–100	sehr gut
	80–89	gut
	65–79	befriedigend
	<65	schlecht

Quelle: <http://www.traumascores.com/index.php/scores2/27-handgelenk-und-hand/198-196>

## Erhebungsbogen distale Radiusfraktur

Name: \_\_\_\_\_

GebDat: \_\_\_\_\_

Kontrolldatum: \_\_\_\_\_

2 Wo     6 Wo     3 Mo     6 Mo     1 J

**Röntgen:**     JA     Röntgen angemeldet  
                   NEIN

### **Handkraftmessung:**

Rechts: \_\_\_\_\_

Links: \_\_\_\_\_

### **Sonstiges:**

Subjektive Beschwerden:

Wie lange haben Sie die Manuloc Schiene getragen?

Wie oft erhalten Sie Physiotherapie?

\_\_\_\_\_/Woche seit \_\_\_\_\_ Wochen

Name:

Aktenzeichen:

Untersuchungstag:

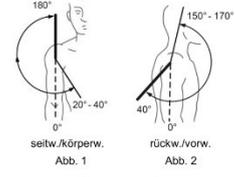
Rechtshänder  Linkshänder

**Messblatt für obere Gliedmaßen (nach der Neutral - 0 - Methode)**

**Schultergelenke:**

- Arm seitwärts / körperwärts (Abb. 1)
- Arm rückwärts / vorwärts (Abb. 2)
- Arm auswärts / einwärts drehen (Oberarm anliegend) (Abb. 3)
- Arm kopfwärts / fußwärts (Oberarm 90° seitwärts abgehoben) (Abb. 4)

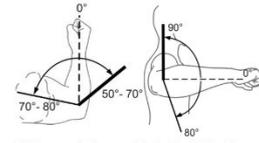
Rechts					Links				



**Ellenbogengelenke:**

Streckung / Beugung (Abb. 5)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



**Unterarmdrehung:**

auswärts / einwärts (Abb. 6)

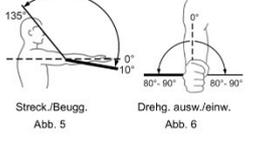
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



**Handgelenke:**

handrückenwärts / hohlhandwärts (Abb. 7)  
speichenwärts / ellenwärts (Abb. 8)

Rechts					Links				



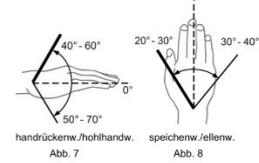
**Fingergelenke:**

Abstände in cm:  
Fingerkuppe von der queren Hohlhandbeugefalte (Abb. 9)  
Fingerkuppe von der verlängerten Handrückenebene (Abb. 10)

Rechts					Links				
II	III	IV	V		II	III	IV	V	

**Daumengelenke:**

Streckung / Beugung:  
Grundgelenk  
Endgelenk

**Abspreizung (Winkel zwischen 1. und 2. Mittelhandknochen)**

In der Handebene (Abb. 11)

0					0				
---	--	--	--	--	---	--	--	--	--

Rechtwinklig zur Handebene (Abb. 12)

0					0				
---	--	--	--	--	---	--	--	--	--

Ankreuzen, welche Langfingerkuppen mit der Daumenspitze erreicht werden können

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Handspanne:**

Größter Abstand in cm zwischen Daumen- und Kleinfingerkuppe

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Umfangmaße in cm:**

- (Hängender Arm)
- 15 cm oberhalb äußerem Oberarmknorren
- Ellenbogengelenk
- 10 cm unterhalb äußerem Oberarmknorren
- Handgelenk
- Mittelhand (ohne Daumen)

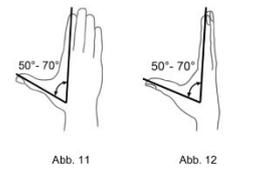

**Armlänge in cm:**

Schulterhöhe / Speichenende

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Stumpflängen in cm:**

- Schulterhöhe / Stumpfende
- Äußerer Oberarmknorren / Stumpfende

**DASH Score (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand)**

Anwendung	allgemein
Anmerkung	Subjektiver Score. Es wird die Fähigkeit, die Tätigkeit auszuführen, bewertet und nicht die Art. Empfohlener Score nach Radiusfrakturen: K.M. Stürmer (Hrsg.): Leitlinien Unfallchirurgie. 2. Auflage, Thieme, Stuttgart New York 1999, S. 84 – 97 oder www.awmf-online.de DASH online: <a href="http://www.dash.iwh.on.ca/dash.htm">http://www.dash.iwh.on.ca/dash.htm</a>
	Der DASH Scores ist nach nach einem Review Artikel der SICOT der beste Score bei Patienten mit multiplen Funktionsstörungen der oberen Extremitäten ("Outcome evaluation measures for wrist and hand - which one to choose? - Changulani et al, International Orthopaedics (SICOT)
Cave	Zusätzlich gibt es noch 2 optionale Module, die hier nicht aufgeführt sind (Sport- und Musikmodul und Arbeits- und Berufsmodul).

<b>Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, wie Sie folgende Tätigkeiten in der vergangenen Woche durchgeführt haben, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.</b>	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
Ein neues oder festverschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
Schreiben	1	2	3	4	5
Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
Schwere Hausarbeit (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
Betten machen	1	2	3	4	5
Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	1	2	3	4	5
Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stricken, usw.)	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.)	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z. B. Badminton, Frisbee)	1	2	3	4	5
Mit Fortbewegungsmitteln zurecht kommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)	1	2	3	4	5
Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5
<b>In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Woche beeinträchtigt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende</b>	Überhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziemlich	Sehr

<b>Zahl an)</b>	1	2	3	4	5
<b>Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)</b>	Überhaupt nicht eingeschränkt	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Sehr eingeschränkt	Nicht eingeschränkt möglich
	1	2	3	4	5
<b>Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Beschwerden während der letzten Woche ein. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die entsprechende Zahl an)</b>	Keine	Leichte	Mäßige	Starke	Sehr starke
Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	1	2	3	4	5
Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
<b>Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)</b>	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
	1	2	3	4	5
<b>Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann. (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)</b>	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung noch Ablehnung	Stimme zu	Stimme sehr zu
	1	2	3	4	5

Dieser Disability/Symptom Score kann nur berechnet werden, wenn mindestens 27 der 30 Fragen beantwortet wurden. Es gibt 2 verschiedene Formeln, die neuere lautet: DASH = (Summe der beantworteten Fragen - 1)/Anzahl der beantworteten Fragen x 25

Quelle: <http://traumascores.com/index.php/scores2/20-schulter/48%E2%80%93347>



LUDWIG-  
MAXIMILIANS-  
UNIVERSITÄT  
MÜNCHEN

ETHIKKOMMISSION BEI DER MED. FAKULTÄT DER LMU  
MÜNCHEN



Ethikkommission · Pettenkoferstr. 8 · 80336 München

Deborah Schray  
Klinikum der Universität München  
Klinik für Allg. Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
Klinikum Großhadern  
81377 München

Vorsitzender:  
Prof. Dr. W. Eisenmenger  
Telefon+49 (0)89 440055191  
Telefax+49 (0)89 440055192  
Ethikkommission@  
med.uni-muenchen.de  
[www.ethikkommission.med.uni-muenchen.de](http://www.ethikkommission.med.uni-muenchen.de)

Anschrift:  
Pettenkoferstr. 8a  
D-80336 München

08.09.2017 Hb /sc

Projekt Nr: **17-209** (bitte bei Schriftwechsel angeben)

### Beratung nach Fakultätsrecht Votum

Studientitel: Postoperative Nachbehandlung mittels Handgelenksorthese nach distaler Radiusfraktur beim alterstraumatologischen Patienten  
Antragsteller: Deborah Schray, Klinikum der Universität München, Klinik für Allg. Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Klinikum Großhadern, 81377 München

Sehr geehrte Frau Schray,

besten Dank für Ihr Schreiben mit der Beantwortung unserer Fragen bzw. Erfüllung der Auflagen und den noch ausstehenden bzw. überarbeiteten Unterlagen.

Die Ethikkommission (EK) kann Ihrer Studie nun die ethisch-rechtliche Unbedenklichkeit zuerkennen.

- Vorsorglich möchte ich darauf hinweisen, dass auch bei einer positiven Beurteilung des Vorhabens durch die EK die ärztliche und juristische Verantwortung für die Durchführung des Projektes uneingeschränkt bei Ihnen und Ihren Mitarbeitern verbleibt.
- Änderungen des Studienprotokolls sind der EK mitzuteilen.
- Das Ende der Studie ist anzuzeigen und das Ergebnis der Studie mitzuteilen.

Für Ihre Studie wünsche ich Ihnen viel Erfolg.

Mit freundlichen Grüßen

  
Prof. Dr. W. Eisenmenger  
Vorsitzender der Ethikkommission

Mitglieder der Kommission:  
Prof. Dr. W. Eisenmenger (Vorsitzender), Prof. Dr. E. Heid (Vorsitzender), Prof. Dr. H. Angstwurm, Prof. Dr. C. Bausewein, PD Dr. Th. Beinert, Prof. Dr. C. Belka, Prof. Dr. H. Dörfler, Prof. Dr. B. Emmerich, Prof. Dr. St. Endres, Prof. Dr. H. U. Gallwas, Prof. Dr. O. Genzel-Boroviczány, Prof. Dr. A. Gerbes, Prof. Dr. K. Hahn, Prof. Dr. N. Harbeck, Dr. B. Henrikus, Prof. Dr. Ch. Heumann, Prof. Dr. V. Klaus, Prof. Dr. G. Marckmann, Dr. V. Mönch, Prof. Dr. A. Nassehi, Prof. Dr. D. Nowak, Prof. Dr. R. Penning, Prof. Dr. J. Peters, Prof. Dr. K. Pfeifer, Dr. I. Saake, Prof. Dr. M. Schmauss, Prof. Dr. U. Schroth, Prof. Dr. A. Spickhoff, Prof. Dr. O. Steinlein, PD Dr. U. Wandl, Prof. Dr. C. Wendtner, Dr. A. Yassouridis, Dr. Ch. Zach