

Aus der Klinik für Handchirurgie
Rhön-Klinikum Campus Bad Neustadt
Chefärzte: Prof. Dr. med. K.-J. Prommersberger
Prof. Dr. med. J. van Schoonhoven

Langzeitergebnisse
operativ versorgter Kahnbeinfrakturen

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
vorgelegt von
Mathias Maximilian Josef Ludwig Dilger
aus Freiburg i. Br.

Würzburg, November 2020

Referent: Prof. Dr. med. Karl-Josef Prommersberger

Korreferent: Prof. Dr. med. Rainer H. Meffert

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 04.08.2021

Der Promovend ist Arzt

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
1.1	Einführung	1
1.2	Grundlagen	2
	1.2.1 Anatomie des Kahnbeins	2
	1.2.2 Die Kahnbeinfraktur	8
1.3	Fragestellung	11
2	Material und Methoden	12
2.1	Patientengut	12
2.2	Datenerhebung	13
	2.2.1 Fragebogen	14
	2.2.2 Erhobene Fragebögen und Scores	14
	2.2.3 Röntgen	16
	2.2.4 Körperliche Untersuchung	17
2.3	Statistische Auswertung der Daten	17
3	Ergebnisse	18
3.1	Demographische Daten	18
	3.1.1 Geschlechterverteilung	19
	3.1.2 Altersverteilung	19
	3.1.3 Dominante und betroffene Hand	20
3.2	Anamnese	21
	3.2.1 Berufliche Belastung	21
	3.2.2 Berufswechsel	22
	3.2.3 Rauchen	22
	3.2.4 Grunderkrankungen	22
	3.2.5 Unfallursache	23
	3.2.6 Begleitverletzungen	23
	3.2.7 Zeitraum zwischen Unfall und Erstdiagnose	24

3.2.8	Zeitraum zwischen Unfall und Operation	25
3.2.9	Nachbeobachtungszeit	26
3.2.10	Subjektive Beschwerden	27
3.2.11	Vorbehandlung	27
3.3	Daten zu den Operationen	28
3.3.1	Dauer und Operateur	28
3.3.2	Zugangsweg	28
3.3.3	Lokalisation der Fraktur	29
3.3.4	Art der Versorgung/Zusätzliche Maßnahmen/Komplikationen	30
3.3.5	Anästhesieform	30
3.4	Postoperative Daten	30
3.4.1	Dauer des stationären Aufenthalts	30
3.4.2	Dauer der Gipsruhigstellung	31
3.4.3	Physiotherapie	32
3.4.4	Postoperative Arbeitsunfähigkeit	32
3.4.5	Arbeitsfähigkeit zum Nachuntersuchungszeitpunkt	33
3.4.6	Folgeoperationen	34
3.5	Nachuntersuchung	35
3.5.1	Operationsergebnis	35
3.5.2	Subjektive Angabe von Ruhe- und Belastungsschmerzen	35
3.5.3	Druckschmerzen	38
3.5.4	Beweglichkeit	39
3.5.5	Grobgriffkraft	42
3.6	Scores	45
3.6.1	Krimmer-Score	45
3.6.2	Mayo-Wrist-Score	46
3.6.3	DASH-Score	47
3.7	Radiologische Befunde	48
3.7.1	Präoperative radiologische Befunde	48

3.7.2	Radiologische Befunde bei der Nachuntersuchung	49
4	Diskussion	51
5	Zusammenfassung	59
6	Abkürzungsverzeichnis	61
7	Abbildungsverzeichnis	62
8	Tabellenverzeichnis	65
9	Literaturverzeichnis	66
10	Anhang	73
10.1	Fragebogen zur Nachuntersuchung	73
10.2	Auswertung	78
11	Danksagung	80
12	Lebenslauf	Fehler! Textmarke nicht definiert.

1 Einleitung

1.1 Einführung

Die Kahnbeinfraktur hat in der Handchirurgie einen hohen Stellenwert. Die operative Versorgung ist komplex und langfristig zufriedenstellende Ergebnisse zu erreichen nicht immer einfach und durch den Operateur beeinflussbar. Ziel der Behandlung ist eine schnelle Rückkehr ins Berufs-/Ausbildungsleben sowie die Wiederherstellung einer möglichst uneingeschränkten Handfunktion und damit verbundener Arbeitsfähigkeit. Die Langzeitfolgen dieser Fraktur stellen sowohl für die Betroffenen, aber auch für die Gesellschaft mit ihren sozioökonomischen Konsequenzen eine Herausforderung dar [1; 2].

Als wichtigste Komplikation ist die Ausbildung einer Pseudarthrose zu nennen. Hiervon wird definitionsgemäß gesprochen, wenn eine Fraktur nicht innerhalb von 6 Monaten zur Abheilung kommt [3]. Die vollständige knöcherne Konsolidierung sollte allerdings nicht alleiniges Kriterium für einen Operationserfolg sein, da z.B. persistierende Schmerzen, dauerhafte Bewegungseinschränkungen, Probleme im Alltag durch die operierte Hand oder das Auftreten von sekundären Gelenkarthrosen langfristig große Schwierigkeiten für die Patienten bedeuten können. Diese Folgeerscheinungen sind von Kahnbeinpseudarthrosen bekannt, doch wie hoch das Risiko auch für ausgeheilte Frakturen ist, ist nach wie vor nicht abschließend geklärt. Hierzu sind entsprechend lange Nachbeobachtungszeiträume nötig.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den klinischen wie radiologischen Langzeitergebnissen von operativ versorgten Frakturen des Kahnbeins, welche im Zeitraum vom 01.01.2006 bis zum 31.12.2008 in der Klinik für Handchirurgie (KfH) der Rhön-Klinikum AG in Bad Neustadt a.d. Saale behandelt wurden.

Betrachtet werden hierbei ausschließlich primär operativ versorgte Kahnbeinfrakturen. Hierbei wurden mit großem Abstand die allermeisten Frakturen mit-

tels einer kanülierten, konischen Vollgewindeschraube versorgt, ähnlich jener von Timothy J. Herbert gemeinsam mit W.E. Fisher 1984 entwickelten Schraube (sog. „Herbertschraube“ [4]). Auf die verschiedenen Therapieoptionen wird im Verlauf unter 1.2.2.5 näher eingegangen.

Nicht Teil dieser Arbeit sind dementsprechend Kahnbeinpseudarthrosen. Weiter sind konservativ behandelte Frakturen oder bereits operativ vorversorgte Frakturen ausgeschlossen. Hierauf wird lediglich im Rahmen des Gesamtzusammenhangs eingegangen.

In dieser Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit ausschließlich die männliche Form benutzt. Es können dabei aber, falls nicht explizit anders erwähnt, sowohl männliche als auch weibliche Personen gemeint sein.

1.2 Grundlagen

1.2.1 Anatomie des Kahnbeins

Die Anatomie und die Biomechanik des an der Handgelenksbeweglichkeit maßgeblich beteiligten Kahnbeins gilt als äußerst komplex und zeichnet sich durch einige Besonderheiten aus.

1.2.1.1 Lage des Kahnbeins sowie seine knöcherne Struktur

Das Kahnbein oder Skaphoid (von *Os scaphoideum* aus dem griechischen σκάφη (*skáphe*), zu Deutsch: „der Kahn“; früher auch *Os naviculare*) ist der am weitesten radial gelegene Handwurzelknochen der proximalen Handwurzelreihe. Er bildet diese gemeinsam mit dem nach ulnar anschließenden Mondbein (*os lunatum*), dem darauf folgenden Dreiecksbein (*Os triquetrum*) und dem palmar des Dreiecksbeins gelegenem Erbsenbein (*Os pisiforme*). Letzteres stellt eingebettet in die Sehne des *M. flexor carpi ulnaris* eigentlich ein Sesam-

bein dar, zählt aber aufgrund der anatomischen Lagebeziehung ebenfalls zu den Knochen der proximalen Handwurzelreihe [5].

Die distale Reihe wird – ebenfalls von radial nach ulnar aufgelistet – gebildet durch das große Vieleckbein (Os trapezium), das kleine Vieleckbein (Os trapezoideum), das Kopfbein (Os capitatum) und am weitesten ulnar das Hakenbein (Os hamatum) (Abb. 1).

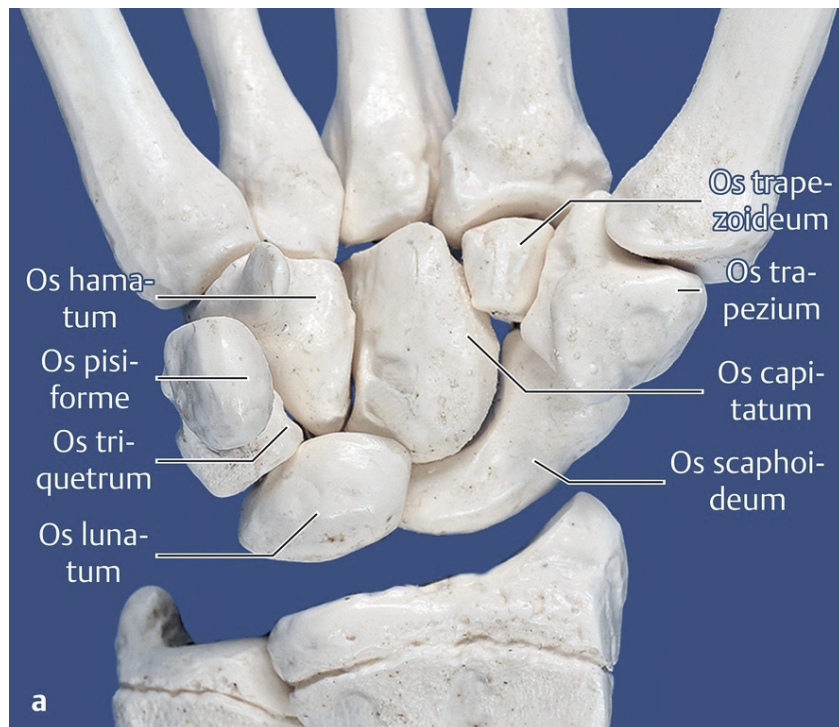


Abb. 1 - **Handwurzelknochen (rechte Hand von palmar)**, aus Hirt B. und Mitarb. – *Anatomie und Biomechanik der Hand*, S. 23, 3. überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2014 [6], mit freundlicher Genehmigung)

Das Kahnbein selbst ist der größte Knochen der proximalen Reihe. Heinzelmann und Mitarb. hatten an 30 Leichenhänden eine durchschnittliche Länge bei Männern von 31,3 mm bei einer Breite von 13,6 mm gemessen, wohingegen die Länge bei Frauen mit 27,3 mm bei einer durchschnittlichen Breite von 11,1 mm deutlich kleiner ist [7]. Seine Form ist länglich schlank und doppelt konkav [8] und die Oberfläche zu ca. 75% mit Knorpel überzogen [9]. Abbildung 2 zeigt die Form und Oberfläche des Kahnbeins.

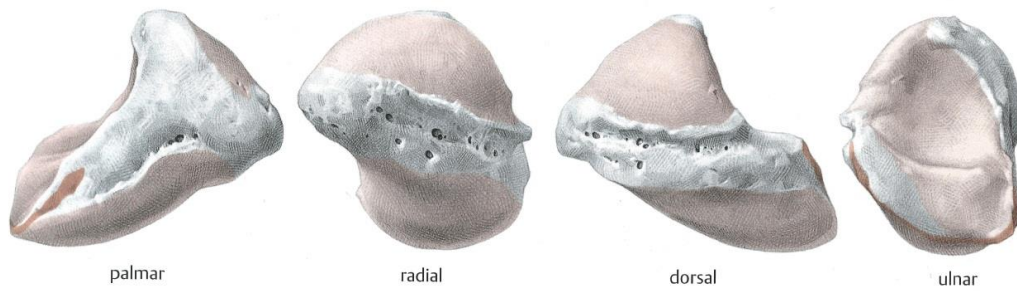


Abb. 2 - **Anatomie des Kahnbeins** (aus Schmidt H., Lanz U.: *Handgelenksregion, Os scaphoideum*. In *Chirurgische Anatomie der Hand*, 2. überarbeitete und aktualisierte Ausgabe. Stuttgart: Thieme; 2003, [9], mit freundlicher Genehmigung)

Proximal besteht mit der *Articulatio radiocarpalis* eine Verbindung zwischen den beiden Unterarmknochen Radius und Ulna sowie der proximalen Handwurzelreihe, genauer mit Kahn-, Mond- und Dreiecksbein. Das Erbsenbein ist, wie oben beschrieben, kein funktioneller Partner dieser Gelenkverbindungen. Ulnar nimmt letztendlich nicht die distale Ulna an der Gelenkbildung teil, sondern der knorpelige Discus ulnocarpalis.

Mit einer distal konvex angeordneten Handwurzelreihe als Gelenkkopf sowie den proximal dazu passenden konkaven Gelenkflächen des Radius mit nach ulnar anschließendem Discus ulnocarpalis, bildet sich insgesamt ein bögenförmiges Gelenk. Dabei bildet der Radius $\frac{3}{4}$ der Gelenkpfanne (zusammengesetzt aus der Fossa scaphoidea radii und der Fossa lunata radii) und $\frac{1}{4}$ der Discus ulnocarpalis [10].

Als *Articulatio mediocarpalis* wird die gelenkige Verbindung zwischen den beiden Handwurzelreihen bezeichnet. Auf der radialen Seite wird durch den distalen Kahnbeinpol und seine konvexe Krümmung ein Gelenkkopf gebildet, der mit der Gelenkpfanne in der distalen Handwurzelreihe - gebildet aus dem Os trapezium und Os trapezoideum - artikuliert.

Ulnar hingegen zeigt sich eine spiegelbildliche Anordnung, wobei die proximalen Anteile des Kopf- und des Hakenbeins den distalen Kopf des Gelenkes darstellen und in der Pfanne aus Kahnbein, Mondbein und Dreiecksbein liegen.

Da die beiden Handwurzelreihen je aus mehreren einzelnen Knochen bestehen, artikulieren diese ihrerseits untereinander in den so genannten *Articulatio-nes intercarpales*. Als Amphiarthrosen zeichnen sie sich durch ein deutlich eingeschränktes Bewegungsausmaß aus, wobei besonders die distale Reihe durch straffe interossäre Bänder funktionell zu einer Einheit mit kaum möglicher Bewegung untereinander verbunden wird. Proximal stabilisieren die intrinsischen Bänder die interkarpalen Gelenke. Namentlich sind dies das skapholunäre Band zwischen Kahn- und Mondbein, bzw. das lunotriquetrale Band (LT-Band) zwischen Mond- und Dreiecksbein [10].

Das gesamte Bewegungsausmaß des Handgelenks wird aus einem Zusammenspiel dieser funktionellen Gelenkeinheiten generiert. So findet beispielsweise die Handgelenksflexion zu ca. einem Drittel im Radiokarpal- und zu zwei Dritteln im Mediokarpalgelenk statt, während umgekehrt bei der Extension die Hauptarbeit zu ca. zwei Dritteln das Radiokarpalgelenk und zu etwa einem Drittel das Mediokarpalgelenk leistet [10; 11].

Die Arthrokinematik des Handgelenks mit seinen diversen Knochen- und Gelenkpartnern ist jedoch insgesamt hochkomplex und nach wie vor nicht vollständig geklärt, dementsprechend Teil vieler Theorien und Modelle. Die wichtigsten kommen hierbei von Navarro, Lichtman und Taleisnik [12-14].

1.2.1.2 **Bandstrukturen des Handgelenks**

Gelenke benötigen immer eine ligamentäre Führung, um die Bewegungen in den gewünschten Achsen ausführen zu können und um Luxationen zu vermeiden. Ein hohes Maß an Bewegungsfreiheit, wie es das Handgelenk bietet, kombiniert mit zum Teil starken Belastungen, die darauf einwirken, erfordert ein entsprechend komplexes System. Insgesamt wurden am Handgelenk 33 ligamentäre Strukturen identifiziert [15].

Grundsätzlich kann man den Bandapparat des Handgelenks in einen intrinsischen und einen extrinsischen Anteil unterteilen [16]. Wie bereits oben angeschnitten, verlaufen die intrinsischen Bänder zwischen den einzelnen Karpalia und sorgen so für eine Stabilisierung untereinander. Die extrinsischen hingegen stellen eine Verbindung zwischen den Unterarm- bzw. Mittelhandknochen und den Handwurzelknochen her und sorgen so für einen sicheren Halt und die Einbettung in das „Gesamtsystem Arm“.

Darüber hinaus kann zwischen interossär und intrakapsulär unterschieden werden, wobei hier die Lage (in der „Tiefe“ bzw. im Gelenk oder an der „Oberfläche“ bzw. in der Gelenkkapsel) als Einteilungskriterium dient [10].

Die intrinsischen Bänder stabilisieren die interkarpalen Gelenke. Diese sorgen vor allem in der proximalen Handwurzelreihe für eine feste Verbindung, die jedoch eine gewisse Restbeweglichkeit zulässt. Verletzungen dieser Ligamente können langfristig zu karpaler Instabilität und damit einhergehender Zerstörung des Gelenks führen [17]. Zu nennen ist hier in erster Linie das Lig. scapholunatum.

Die extrinsischen Anteile des Bandsystems liegen sowohl palmar wie auch dorsal, interossär und intrakapsulär. Um der - bei von dorsal-radial nach palmar-ulnar abfallender Radiusgelenkfläche - natürlichen Translationstendenz der Handwurzel nach palmar und ulnar entgegenzuwirken, sind sie palmar deutlich fester und dicker angelegt als dorsal sowie insgesamt von radial-proximal nach ulnar-distal verlaufend [16; 18].

Die Hauptanteile der extrinsischen Bänder sind V-förmig angelegt. Palmar in einer Dopplung, wobei die Öffnungen jeweils nach proximal zeigen und vor allem durch maximale Spannung bei Extension eine Luxation der Handwurzel nach palmar verhindern. Dorsal bilden mehrere Bänder ein nach radial geöffnetes V, wodurch eine Ulnartranslation verhindert wird [19].

1.2.1.3 Gefäßversorgung

Da, wie im vorhergehenden Kapitel bereits angeschnitten, im Kahnbein eine besondere, klinisch sehr relevante Durchblutungssituation vorliegt, werden diese Gegebenheiten beleuchtet. Die Gefäßversorgung des Skaphoids erfolgt über zwei Äste der A. radialis [5; 9; 20]. Die Gefäße treten distal am Tuberculum scaphodei ins Skaphoid ein, wodurch in den distalen und medialen Anteilen eine deutlich bessere Perfusion als im proximalen Teil vorherrscht.

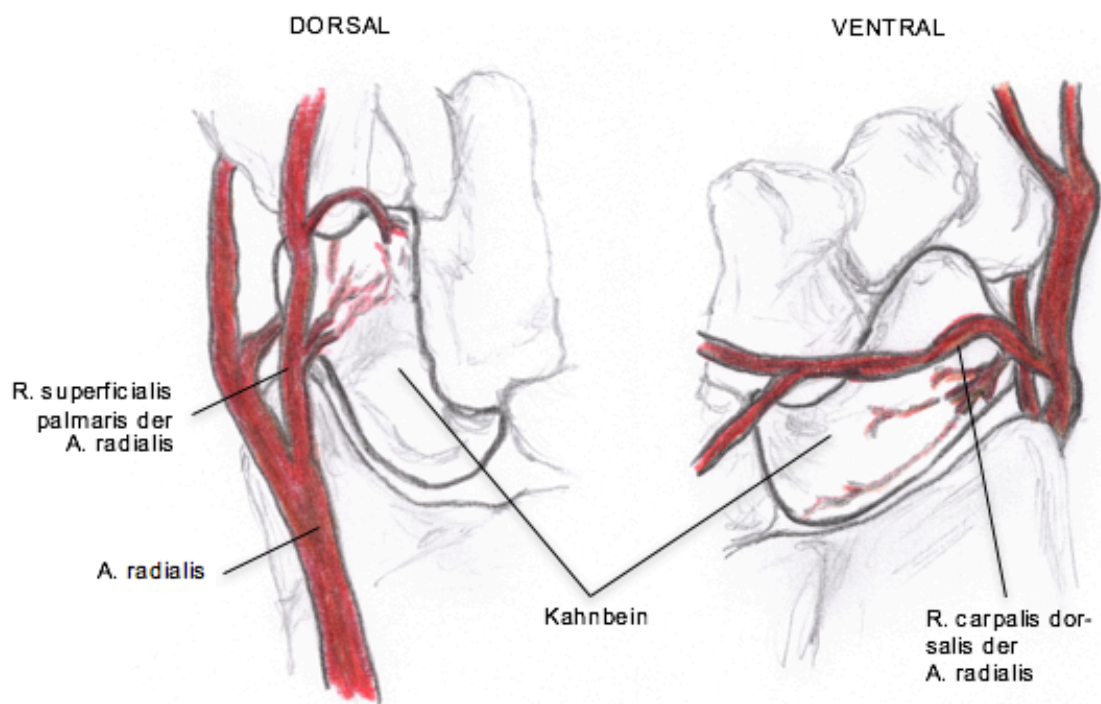


Abb. 3 - **Die Blutversorgung des Kahnbeins** (©Franziska Geiger, 2020, mit freundlicher Genehmigung).

Durch intraossäre Äste des dorsalen Gefäßes erfolgt eine retrograde Versorgung des proximalen Pols, wie in Abbildung 3 zu sehen. 70-80% des gesamten Knochens werden hierdurch versorgt [21].

Bei Brüchen im proximalen und Tailenbereich des Kahnbeins kann die Blutversorgung unterbrochen werden, was konsequent zu einer avaskulären Nekrose des proximalen Pols führen kann. Dies wird jedoch auch kontrovers diskutiert.

So berichten Oehmke und Mitarb. in einer anatomischen Studie von einer guten Durchblutung des proximalen Pols [22]. Taleisnik und Kelly hatten bei einem ihrer Präparate eine separate proximale Arterie gefunden [23].

1.2.2 Die Kahnbeinfraktur

1.2.2.1 Allgemeines

Die Kahnbeinfraktur (Synonym: Skaphoidfraktur) ist mit 80-90% aller Frakturen der Handwurzelknochen die mit Abstand häufigste Fraktur des Karpus [24]. Betroffen sind vor allem junge, männliche Patienten zwischen 15 und 30 Jahren [25]. Der Unfallmechanismus ähnelt dem der distalen Radiusfraktur. Dabei wird am häufigsten ein Sturz auf das extendierte Handgelenk im Sinne einer axialen Gewalteinwirkung mit Überstreckung durch die Patienten beschrieben. In der englischsprachigen Literatur gibt es hierfür mit „fall on an outstretched hand“ (FOOSH) eine eigene Bezeichnung [26-29].

1.2.2.2 Klassifikation

Die im deutschsprachigen Raum am häufigsten genutzte Klassifikation ist die von Herbert [4] in der Modifikation nach Krimmer [30]. Dabei wird die Fraktur radiologisch durch Röntgen und CT in stabil bzw. instabil unterschieden. Stabile Frakturen können dabei konservativ behandelt werden, wohingegen die instabile Fraktur eine Operationsindikation darstellt.

Die verschiedenen Frakturtypen können der Tabelle 1 und Abbildung 4 entnommen werden.

Frakturklassifikation in Anlehnung an Herbert und CT Befund

Typ A	Frische stabile Frakturen
A1	Tuberkelfrakturen
A2	Undislozierte Rissfrakturen mit quерem Verlauf im mittleren oder distalen Drittel
Typ B	Frische instabile Frakturen
B1	Schrägfrakturen
B2	Dislozierte oder klaffende Frakturen
B3	Frakturen des proximalen Drittels
B4	Transskaphoidale perilunäre Luxationsfraktur

Tab. 1 - **Frakturklassifikation in Anlehnung an Herbert und CT Befund** - aus Krimmer H., Schmitt R. und Herbert T. - Kahnbeinfrakturen - Diagnostik, Klassifikation und Therapie. Der Unfallchirurg, 2000. 103(10): S. 812-819 [30].

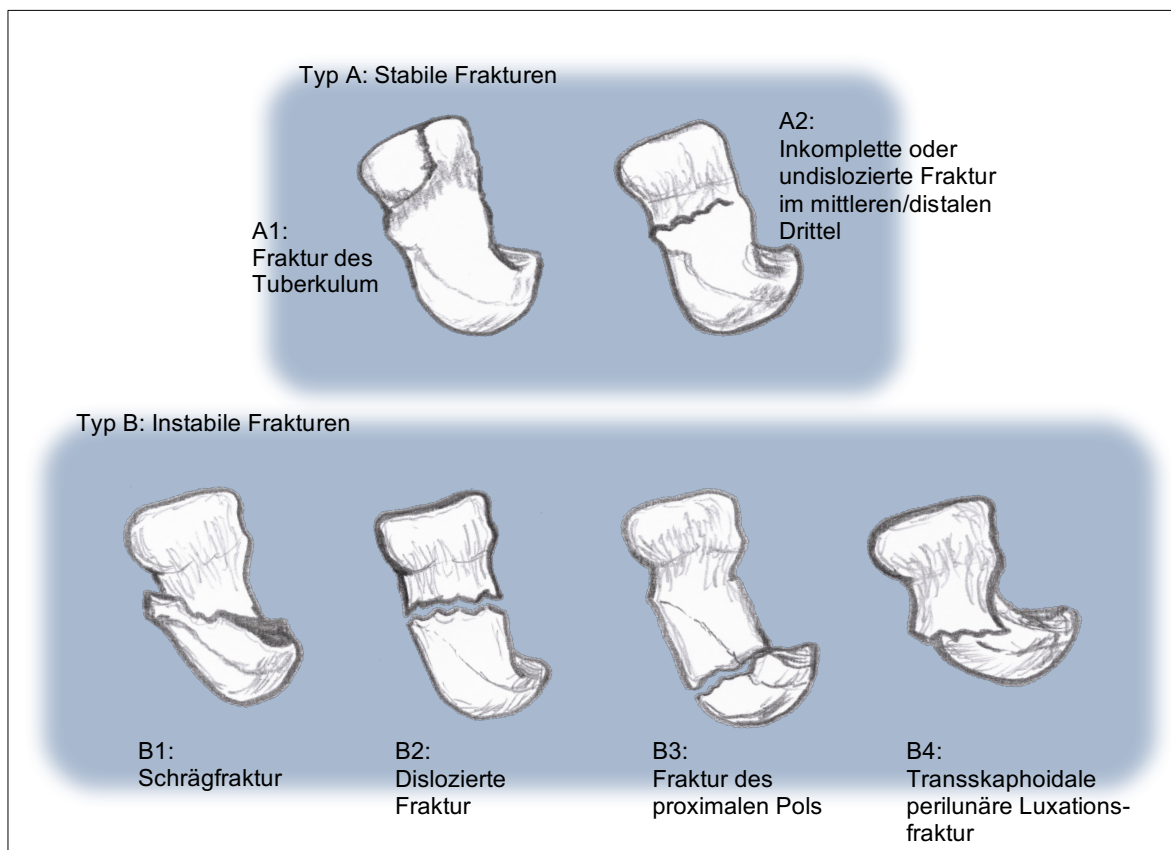


Abb. 4 - **Modifizierte Klassifikation der frischen Kahnbeinfraktur nach Krimmer/Herbert** (© Franziska Geiger, 2020, mit freundlicher Genehmigung).

1.2.2.3 Symptome

Neben den frakturtypischen Symptomen wie Schwellung und schmerzhafte Bewegungseinschränkungen, lässt sich sehr häufig ein Druckschmerz in der Tabatière auslösen. Nichtsdestotrotz gilt es, auch milde Beschwerden nach einem anamnestisch erfolgten Unfall ernst zu nehmen und mittels entsprechender bildgebender Diagnostik (siehe 1.2.2.4) abzuklären, um keine Fraktur zu übersehen und das Risiko eine solche verspätet oder gar erst im Stadium einer Pseudarthrose zu diagnostizieren zu verringern [10].

1.2.2.4 Diagnostik

Die Diagnostik beginnt mit der klinischen Untersuchung. Wie bereits erwähnt sind schmerzhafte Bewegungseinschränkungen und ein Druckschmerz in der Tabatière die Leitsymptome der Kahnbeinfraktur. Eine Röntgendiagnostik in 3 Ebenen (seitlich, dorsopalmar und Stecher-Aufnahme [31]) hat heutzutage das so genannte Kahnbeinquantett abgelöst [20]. Dennoch zeigen sich bei bis zu 30% unsichere Ergebnisse [32; 33]. Deshalb sollte bei nicht eindeutiger Befundlage oder bei nachgewiesener Fraktur zur besseren Beurteilung der Fragmente großzügig und frühzeitig eine Schnittbilddiagnostik durchgeführt werden [20], da die CT dem konventionellen Röntgen zur Diagnostik deutlich überlegen ist [34; 35]. Eine CT-Untersuchung sollte in Dünnschicht-Technik (0,4-0,75mm) durchgeführt werden [10].

1.2.2.5 Therapie

Die Therapie der Skaphoidfraktur richtet sich nach der entsprechenden Einordnung in die o. g. Klassifikation (Abb. 4). Eine konservative Therapie mittels Ruhigstellung im Unterarmgips mit Einschluss des Daumengrundgelenks kommt für Frakturen vom Typ A in Frage. Die Art und Weise der Gipsversorgung wurde bereits häufig diskutiert und gilt als umstritten bezüglich der Länge und dem Einschluss weiterer Gelenkgruppen [36].

Die primäre operative Therapie besteht in der offenen oder minimal-invasiven Schraubenosteosynthese mittels Herbertschraube [4; 37] oder leicht modifizierte Varianten [38].

1.3 Fragestellung

Häufig wird bei der postoperativen Ergebniskontrolle nach Fraktur-Osteosynthesen der Therapieerfolg vor allem an der knöchernen Konsolidierung der versorgten Fraktur festgemacht.

Im Rahmen dieser Arbeit wird neben der Rate des knöchernen Durchbaus der Frage nachgegangen, wie die operative Versorgung sich langfristig auf Schmerzen, Kraft, Beweglichkeit, Funktionsfähigkeit der Hand sowie die allgemeine Arbeitsfähigkeit auswirkt. Weiter soll untersucht werden, ob Faktoren ausgemacht werden können, die Einfluss auf das langfristige Behandlungsergebnis haben.

Die gewonnenen Ergebnisse werden diskutiert sowie mit der relevanten Literatur verglichen.

2 Material und Methoden

2.1 Patientengut

Das Patientenkollektiv für diese retrospektive Studie generiert sich komplett aus Patienten der Klinik für Handchirurgie der Rhön-Klinikum AG in Bad Neustadt a.d. Saale.

Vor Beginn der Studie wurde ein positives Ethik-Votum durch die Ethik-Kommission des Rhön-Klinikums Campus Bad Neustadt eingeholt, über welches in der Sitzung am 09.03.2016 entschieden wurde.

Im Zeitraum zwischen dem 01.01.2006 und dem 31.12.2008 wurde bei 169 Patienten an 170 Kahnbeinen operativ eine Frakturversorgung durchgeführt. Ein Patient zog sich im eingeschlossenen Zeitraum unabhängig voneinander eine Skaphoidfraktur auf beiden Seiten zu, sodass beide Frakturen als getrennte Datensätze genutzt werden konnten. Hierbei wird in der Folge jede Fraktur komplett einzeln gewertet, dementsprechend bezeichnet die Anzahl n jeweils die Anzahl der Frakturen, nicht der Patienten.

Ein weiterer Patient stellte sich ebenfalls zweimal mit Brüchen der Kahnbeine rechts und links zur operativen Versorgung vor, jedoch erfüllte die Verletzung der rechten Seite zum Diagnosezeitpunkt nach den AWMF-Leitlinien bereits die Kriterien einer Pseudarthrose [3] und konnte dementsprechend nicht mit eingeschlossen werden.

Die eingeschlossenen Patienten wurden schriftlich im März 2016 über die Studie informiert und zu einem Nachuntersuchungstermin eingeladen. Um die Rückläuferquote zu erhöhen, erfolgte im Verlauf eine erneute schriftliche Einladung sowie eine telefonische Kontaktaufnahme, sofern aktuelle Telefonnummern vorlagen.

Nachuntersucht wurden schließlich 62 Frakturen. Der Rücklauf betrug 36,5%. Trotz intensiver Bemühungen gelang es nicht, eine bessere Beteiligung zu erreichen. Insgesamt waren 42 Patienten unbekannt verzogen, 5 waren zwischenzeitlich verstorben. 35 wollten oder konnten aus unterschiedlichen Gründen nicht teilnehmen und von 26 Patienten erfolgte keinerlei Rückmeldung, weder auf die schriftlichen Einladungen, noch auf versuchten Telefonkontakt.

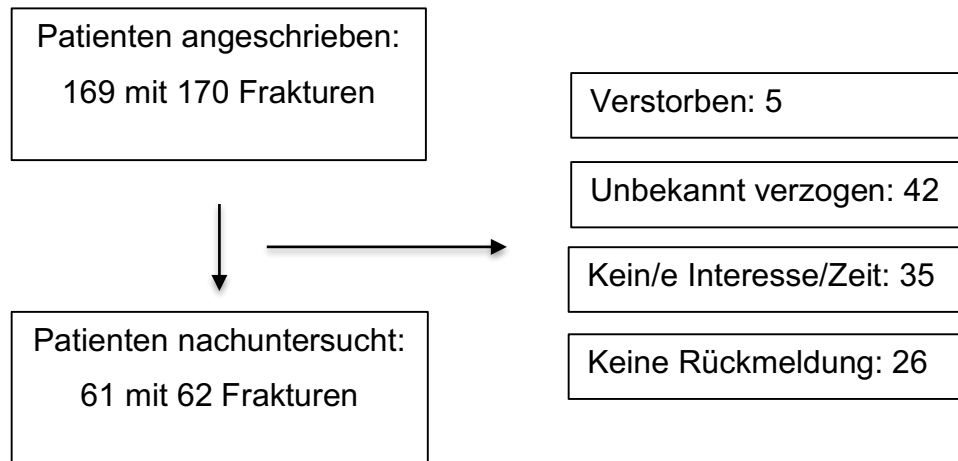


Abb. 5 - **Flow Chart der Patienten mit operativ versorgter Kahnbeinfraktur** (im Zeitraum vom 01.01.2006 bis 31.12.2008)

2.2 Datenerhebung

Mit Patienten, die sich zu einer Teilnahme an der Studie bereit erklärten, wurde ein Termin zur Nachuntersuchung vereinbart. Im Rahmen dessen erfolgte neben einer ausführlichen Information über die Studie selbst, die Nachuntersuchung und deren Ablauf zunächst die Einholung einer schriftlichen Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie.

Weiter wurden dann relevante Informationen mittels eines Fragebogens erhoben, der DASH-Fragebogen (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Questionnaire) ausgefüllt, eine körperliche Untersuchung durchgeführt sowie die betroffene Hand einer radiologischen Untersuchung unterzogen.

2.2.1 Fragebogen

Der Fragebogen diente zur Erfassung aller im Rahmen der Studie generierten Daten und ist im Anhang vollständig abgebildet. Die Informationen hierfür wurden zum größten Teil im Rahmen des Nachuntersuchungstermins durch Angaben des Patienten generiert, zusätzlich wurde jedoch auch die persönliche Patientenakte hinzugezogen.

Erfasst wurden persönliche Daten, wie Beruf mit körperlicher Belastung vor dem Unfall und zum Nachuntersuchungszeitpunkt, regelmäßiger Nikotinkonsum und Medikamenteneinnahme, Händigkeit, relevante Grunderkrankungen und weitere Verletzungen und Operationen an den Händen - unabhängig vom Bruch des Kahnbeins.

Weiter erfolgte die Erfassung der Details über die therapeutische Versorgung mit Vor- und Nachbehandlung sowie das operative Vorgehen mit Art der Frakturversorgung, Dauer der Operation, Zugangsweg (von palmar oder dorsal) und weitere spezifische Angaben aus der Patientenakte.

Im dritten Teil schließlich wurde der Patient zu seiner Schmerzsituation und Gebrauchsfähigkeit der Hand befragt.

2.2.2 Erhobene Fragebögen und Scores

1996 von der "American Academy of Orthopedic Surgeons" gemeinsam mit dem "Council of Musculoskeletal Specialty Societies" und dem „Institute for Work and Health“ aus Kanada entwickelt [39], bietet das „Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Questionnaire“, häufig kurz "DASH-Fragebogen" genannt, eine Möglichkeit subjektive Einschränkungen des Patienten im alltäglichen Leben zu erfassen. Erstmals ins Deutsche übersetzt wurde der Fragebogen 1999 von Germann und Mitarb. [40]. 2003 erschien im Deutschen eine validierte Version [41].

Zu beantworten haben die Patienten 30 Fragen aufgeteilt in 3 Teile:

- Funktion der oberen Extremität

- aktuelle Symptomatik in der letzten Woche
- Einschränkungen bei Sport oder beim Musizieren.

Jede Frage kann auf einer Fünfer-Skala eingeordnet werden, ähnlich dem Schulnotensystem (1 = Keine Schwierigkeiten beim Ausführen einer bestimmten Tätigkeit / Armfunktion bzw. keine Symptome bis 5 = Tätigkeit / Armfunktion nicht möglich bzw. extreme Beschwerden).

Der Gesamtscore reicht von 0 bis 100 Punkten, wobei 0 Punkte einer uneingeschränkten Funktion der oberen Extremität ohne Beschwerden entspricht und 100 Punkte eine maximale Behinderung mit größtmöglichen Symptomen darstellt.

Im Gegensatz zu dem rein subjektiven DASH-Score wurde zusätzlich der „modifizierte Mayo-Wrist-Score“ berechnet. Erstmals 1987 von Cooney und Mitarb. beschrieben [42], ist er eine Weiterentwicklung eines von Green und O'Brien beschriebenen Bewertungsschemas [43], welches zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit der Hand nach Handwurzelverletzungen verwendet wird. Es setzt sich aus den vier Parametern Schmerzen, Beweglichkeit, Arbeitsfähigkeit und Griffkraft zusammen und besteht damit als Misch-Score aus subjektiven und objektiven Werten. Hierbei können pro Parameter maximal 25 Punkte erreicht werden. Je nach Summe aller Punkte erhält der Patient eine der 4 möglichen Noten von „schlecht“ bis „sehr gut“.

Als weiterer Misch-Score wurde der „Krimmer-Score“ [44] für alle Patienten berechnet. Ähnlich dem Mayo-Wrist-Score setzt er sich aus den Kategorien Griffkraft, Bewegungsausmaß der Handgelenke, Schmerz und Gebrauchsfähigkeit der Hand zusammen. Insgesamt können 100 Punkte erreicht werden, die dann je nach erreichter Punktzahl zu einem Ergebnis zwischen „schlecht“ und „sehr gut“ führen.

2.2.3 Röntgen

Bei allen nachuntersuchten Patienten wurden insgesamt 3 Röntgenbilder der betroffenen Hand angefertigt. Zum einen wurde eine Aufnahme des Handgelenks in dorsopalmarer (d.p.) sowie in seitlicher Projektion durchgeführt in Neutralstellung, zum anderen eine Kahnbeinzielaufnahme in dorsopalmarem Strahlengang mit Ulnarduktion des Handgelenks („Stecher-Aufnahme“).

In den so gewonnenen Bildern wurde der knöcherne Durchbau der Frakturen bewertet, auf mögliche Schraubenlockerung oder -überstand geachtet und mögliche karpale Fehlstellungen bestimmt.

Darüber hinaus wurden pathologische Veränderungen ausgewertet. Hierbei lag ein besonderes Augenmerk auf dem Vorhandensein von Arthrosezeichen. In Verbindung mit den Voraufnahmen vom Unfallzeitpunkt, sofern diese vorlagen, konnte das Auftreten eines möglichen posttraumatischer Gelenkverschleiß evaluiert werden.

Hierfür wurde die Klassifikation nach Kellgren und Lawrence verwendet [45; 46]. Diese teilt die Arthrose in 4 Grade ein:

- Grad 1:** Geringe subchondrale Sklerosierung. Keine Gelenkspaltverschmälerung oder Osteophyten
- Grad 2:** Geringe Gelenkspaltverschmälerung und beginnende Osteophytenbildung, angedeutete Unregelmäßigkeiten der Gelenkfläche
- Grad 3:** Ausgeprägte Osteophytenbildung, deutliche Unregelmäßigkeiten der Gelenkfläche
- Grad 4:** Ausgeprägte Gelenkspaltverschmälerung bis zur vollständigen Destruktion, Deformierung/Nekrosen der Gelenkpartner

Tab. 2 - Klassifikation nach Kellgren und Lawrence zur radiologische Stadieneinteilung von Arthrose [45; 46].

2.2.4 Körperliche Untersuchung

Untersucht wurden inspektorische Unterschiede der Hände, auslösbare Druck- oder Bewegungsschmerzen, Bewegungsumfänge der Hände nach der Neutral-Null-Methode und die Griffkraft. Letzteres erfolgte mit einem hydraulischen Handkraftmessgerät („Jamar-Dynamometer“) auf Stufe 2. Dies hat sich zur Bestimmung der Maximalkraft bewährt [47]. Hierbei wurden je Seite im Wechsel 3 Messungen durchgeführt und der Mittelwert bestimmt.

2.3 Statistische Auswertung der Daten

Die gewonnenen Daten wurden digital erfasst und durch eine unabhängige Statistikerin ausgewertet.

Dies erfolgte mit Hilfe von SPSS für Windows, Version 24.0 (SPSS Inc., U.S.A.). Die Darstellung der metrischen Variablen erfolgt im Folgenden als Mittelwerte und Mediane, während die Streumaße als Standardabweichungen und Quartile angegeben werden. Die nominalen Daten wurden als absolute und relative Häufigkeit, bzw. als Vergleichswert zur Gegenseite angegeben.

Alle metrischen Variablen wurden hinsichtlich ihrer Normalverteilung überprüft.

3 Ergebnisse

Die angegebenen Daten beziehen sich im Folgenden stets auf die Gesamtzahl von 62 nachuntersuchten Handgelenken bzw. Kahnbeinfrakturen, auch wenn diese nur 61 verschiedenen Patienten zuzuordnen sind. Die beidseitigen Kahnbeinfrakturen des einen betreffenden Patienten werden somit komplett eigenständig bewertet (vgl. 3.1 Patientengut), aus didaktischen Gründen wird jedoch weiterhin von Patienten gesprochen, wobei hierbei jeweils die Gesamtzahl der Frakturen gemeint ist.

Falls nicht explizit differenziert, sind mit den Bezeichnungen „Patient/Patienten“ jeweils beide Geschlechter gemeint.

3.1 Demographische Daten

Die demographischen Daten zu Alter, Geschlecht und OP-Seite sind zusätzlich für die gesamte Gruppe der Patienten angegeben, die im eingeschlossenen Zeitraum in der KfH aufgrund einer Kahnbeinfraktur operiert wurden, unabhängig davon, ob sie zur Nachuntersuchung erschienen oder nicht (n=170). Die weiterhin im Rahmen der Nachuntersuchung erfassten Daten beschränken sich auf die Patienten bzw. Kahnbeinfrakturen, die zur Teilnahme an der Studie bereit waren (n=62).

3.1.1 Geschlechterverteilung

Der deutliche größere Anteil der nachuntersuchten Patienten war männlich (92% bzw. n=57 männliche zu 8% bzw. n=5 weibliche). Betrachtet man die gesamte angeschriebene Patientengruppe mit n=170, so ist hier die Geschlechterverteilung sehr ähnlich (90% bzw. n=153 männliche zu 10% bzw. n=17 weibliche).

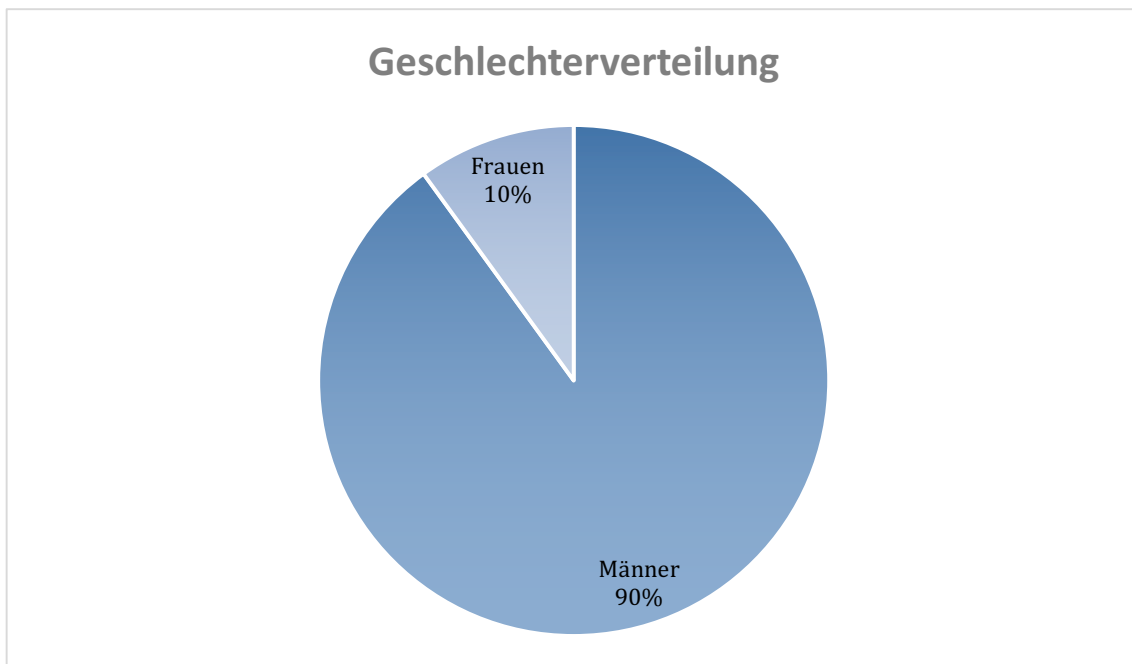


Abb. 6 – *Geschlechterverteilung aller operierter Patienten (n=170).*

3.1.2 Altersverteilung

Das Durchschnittsalter aller angeschriebenen Patienten zum Zeitpunkt der Operation betrug 32,1 Jahre (Median: 28 Jahre). Jüngster und ältester Patient waren 13 bzw. 73 Jahre alt. Am stärksten vertreten ist die Gruppe der 20 – 29-jährigen mit insgesamt 67 Patienten, dies entspricht 39,4% aller Patienten.

Auffällig ist ein deutlicher Unterschied in der Altersstruktur aufgeteilt nach Geschlecht (Abb. 7). So beträgt das Durchschnittsalter aller männlichen Patienten 30,1 Jahre (Median: 26 Jahre) im Vergleich zu 50,4 Jahren (Median: 55 Jahre)

bei den Patientinnen. Diese Zahlen sind mit einem $p < 0,00001$ statistisch hoch signifikant. Über 80% der Männer waren zum OP-Zeitpunkt jünger als 40 Jahre, wohingegen 76,4% der Frauen zum selben Zeitpunkt älter als 40 Jahre waren.

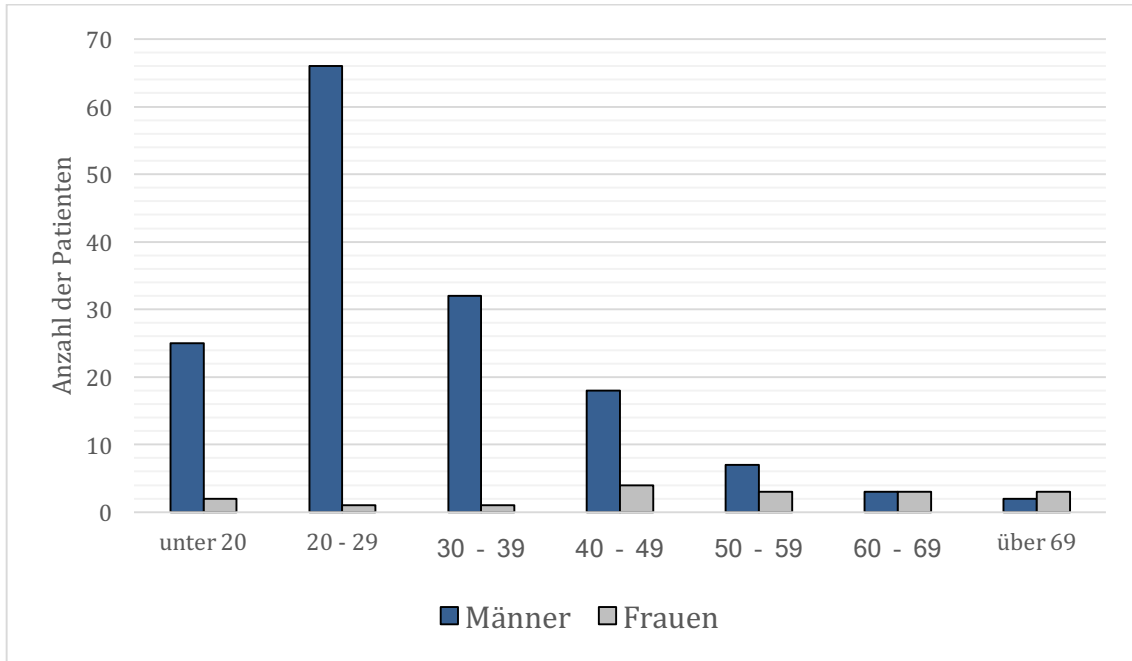


Abb. 7 – Altersverteilung von Männer und Frauen in Jahren zum Zeitpunkt der Operation (n=170).

3.1.3 Dominante und betroffene Hand

Von den 170 Patienten war bei 45,9% bzw. 78 Patienten das rechte Kahnbein gebrochen, bei 54,1% bzw. 92 das linke.

Von den nachuntersuchten Patienten waren 5 Linkshänder (8,1%), die übrigen 57 (91,9%) Rechtshänder.

30 Mal war die dominanten Hand, bei den übrigen 32 mal die nicht-dominante Hand betroffen.

3.2 Anamnese

3.2.1 Berufliche Belastung

Unterteilt wurde die berufliche körperliche Belastung der nachuntersuchten Patienten in 3 Kategorien:

1. Leicht (z.B. Schreibtischtätigkeiten, auch Schüler und Studenten)
2. Mittel (z.B. Elektriker, Berufskraftfahrer, Gebäudereiniger)
3. Schwer (z.B. Maurer, Baumaschinenmechaniker)

Die Patienten wurden nicht nur nach ihrem Beruf, sondern auch nach ihrer persönlichen Einschätzung über die körperliche Belastung hierbei befragt, da diese auch innerhalb eines Berufsbildes deutlich unterschiedlich ausgeprägt sein kann.

Bei den 62 zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten fanden sich hierbei:

- 25 Patienten (40,3%) mit leichter
- 19 Patienten (30,6%) mit mittlerer
- 18 Patienten (29,0%) mit schwerer körperlicher Belastung im Beruf.

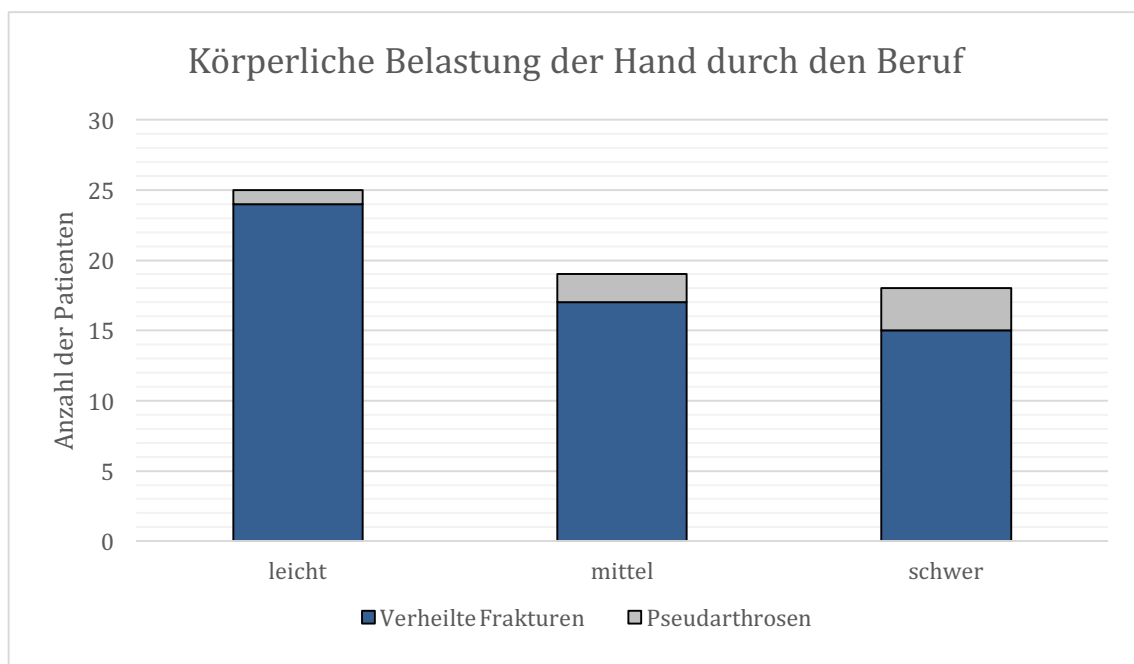


Abb. 8 - Körperliche Belastung der Hand durch den Beruf (n=62).

3.2.2 Berufswechsel

Insgesamt gingen 24 Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung einer anderen Erwerbstätigkeit nach, als sie es bei ihrem Unfall getan hatten. Lediglich zwei Patienten gaben jedoch als Ursache die Fraktur des Kahnbeins bzw. deren Folgen an. Bei den übrigen lagen andere Gründe für einen Berufswechsel vor.

3.2.3 Rauchen

22 Patienten gaben an, zum Unfall- und OP-Zeitpunkt Raucher gewesen zu sein. Im Schnitt betrug die Anzahl der gerauchten Zigaretten 20 Stück, d.h. eine Schachtel pro Tag (Median, Maximum: 60, Minimum: 4). Vier Raucher (18,2%) entwickelten eine Pseudarthrose, wohingegen es bei den Nichtrauchern nur zwei (5%) waren. Somit waren 66,7% der Patienten mit Pseudarthrosen Raucher. Eine statistische Signifikanz zeigt sich jedoch nicht ($p=0,093$).

3.2.4 Grunderkrankungen

Jegliche Grunderkrankung, welche zum Unfallzeitpunkt bestand und bekannt war, internistisch wie chirurgisch, wurde erfasst. 5 Patienten gaben hier internistische Grunderkrankungen an:

- Patient Nr. 2: Prostata-Karzinom
- Nr. 3: Hypertonus und zusätzlich Zustand nach (Z.n.) Kreissägenverletzung mit Amputation von Zeige- und Mittelfinger links auf Höhe des distalen Grundglieds
- Nr. 27: Koronare Bypässe, künstliche Herzklappen, Parkinson
- Nr. 33: Diabetes Mellitus Typ II, Herzinsuffizienz, Vorhofflimmern
- Nr. 61: Faktor-V-Leiden

Patienten 13, 18, 27, 28, 33 und 42 hatten bereits zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung in der KfH radiologisch nachweisbare arthrotische Veränderung des

skapho-trapezio-trapezoidal (STT-) Gelenks sowie Nr. 13 und 42 ebenfalls des Daumensattelgelenks.

3.2.5 Unfallursache

38,7% der Frakturen sind im Rahmen eines Sportunfalls entstanden und machen damit die deutlich größte Gruppe aus. Die Gruppe „Sturz“ (37%) ist insgesamt schwierig zu definieren, da streng genommen die allermeisten Unfälle einen Sturz beinhalten. Dennoch wurden hierbei Stürze aus größerer Höhe oder Stolperstürze, die keine andere Aktion gleichzeitig beinhalteten, hinzugezählt. 10 der Unfälle (16,1%) ereigneten sich im Rahmen der beruflichen Tätigkeit.

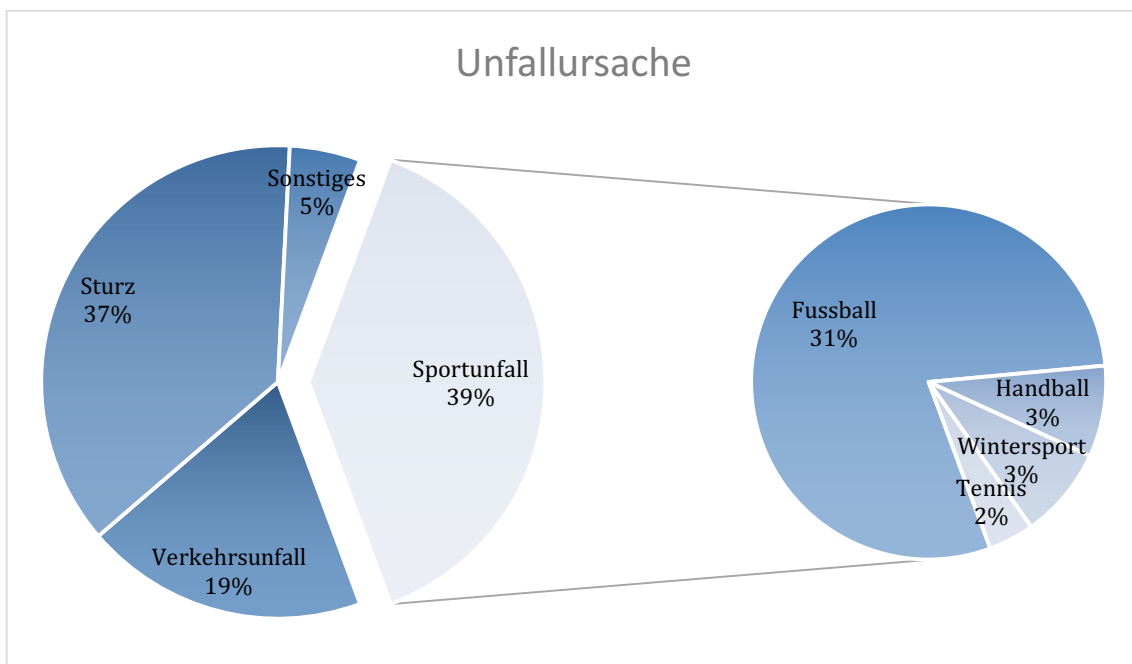


Abb. 9 – **Frakturen aufgeteilt nach deren Unfallursache.** Die größte Gruppe bilden die Sportunfälle. Hierunter weiter aufgeteilt machen die beim in Deutschland beliebtesten Sport, dem Fussball, zugezogene Frakturen mit viel Abstand den größten Teil aus (n=62).

3.2.6 Begleitverletzungen

Im nachuntersuchten Patientengut traten bei 17 Kahnbeinfrakturen (27,4%) im Rahmen desselben Traumas zusätzlich weitere Verletzungen mit auf. Zwei Pa-

tienten erlitten 2 Begleitverletzungen. Bis auf eine Radiusfraktur auf der kontralateralen Seite, ein Schädel-Hirn-Trauma und eine vom Patienten nicht näher zu differenzierende Fraktur im Fußbereich, betrafen die übrigen Begleitverletzungen jeweils die gleiche obere Extremität wie die Kahnbeinfraktur.

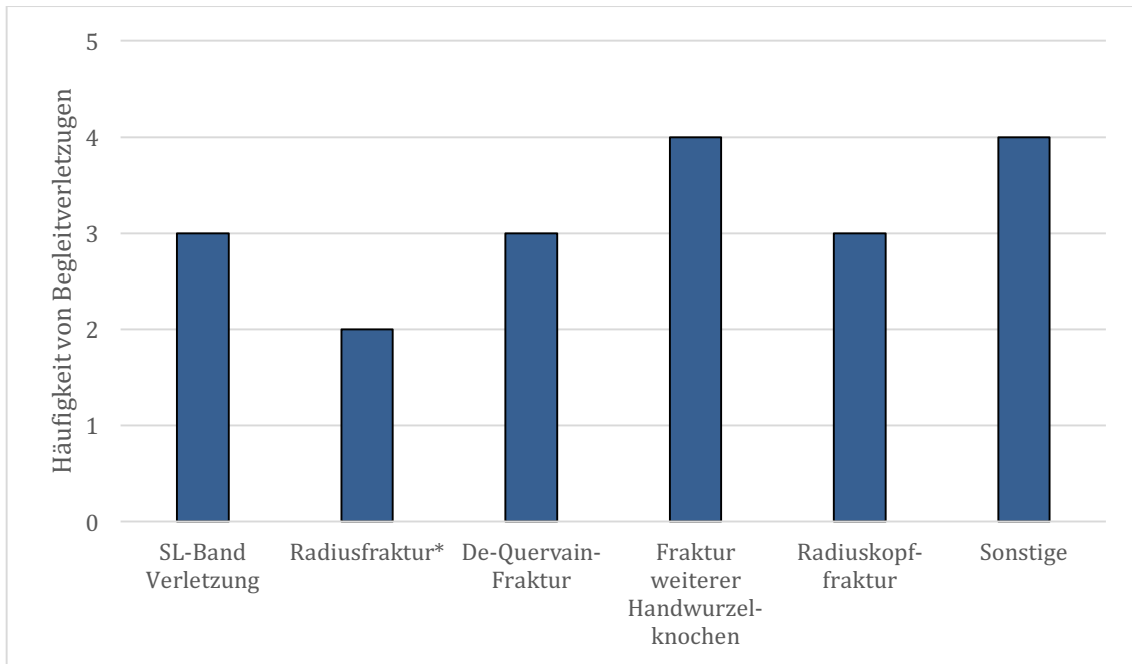


Abb. 10 - **Häufigkeit von weiteren Verletzungen im Rahmen desselben Traumas.** Die betroffenen weiteren Handwurzelknochen waren in 3 Fällen das Os triquetrum und in einem Fall das Os capitatum. Unter „Sonstige“ sind eine Ruptur des lunotriquetralen Bands (LT-Band), ein Schädel-Hirn-Trauma, ein Einriss des triangulären fibrocartilaginären Komplex sowie eine Fraktur im Fußbereich zusammengefasst.

*Anmerkung zu den Radiusfrakturen: Hierbei war jeweils eine ipsilateral und eine kontralateral zur Kahnbeinfraktur.

3.2.7 Zeitraum zwischen Unfall und Erstdiagnose

77,4% der Kahnbeinfrakturen sind unmittelbar in den ersten 2 Wochen nach dem Unfall diagnostiziert worden. Bei fast einem Fünftel (17,7%) der Patienten vergingen jedoch mehr als 4 Wochen und bei 11,3% der Patienten sogar mehr als 6 Wochen bis zur Diagnosestellung.

Die Gründe für die verspäteten Diagnosestellungen von mehr als 2 Wochen waren, soweit eruierbar, folgende:

- 3 Patienten stellten sich erst verspätet bei persistierenden Beschwerden bei einem Arzt vor.
- Bei 9 Patienten war trotz ärztlicher Vorstellung und Diagnostik die Fraktur z.T. mehrfach übersehen worden
- 3 Patienten konnten hierzu bei der Nachuntersuchung keine Angaben mehr machen und auch in den Akten fand sich hierzu kein Vermerk

Der durchschnittliche Zeitraum zwischen Unfall und Erstdiagnose betrug 12,81 Tage mit einem Minimum von 0 Tagen und einer maximalen Zeit von 135 Tagen (19 Wochen).

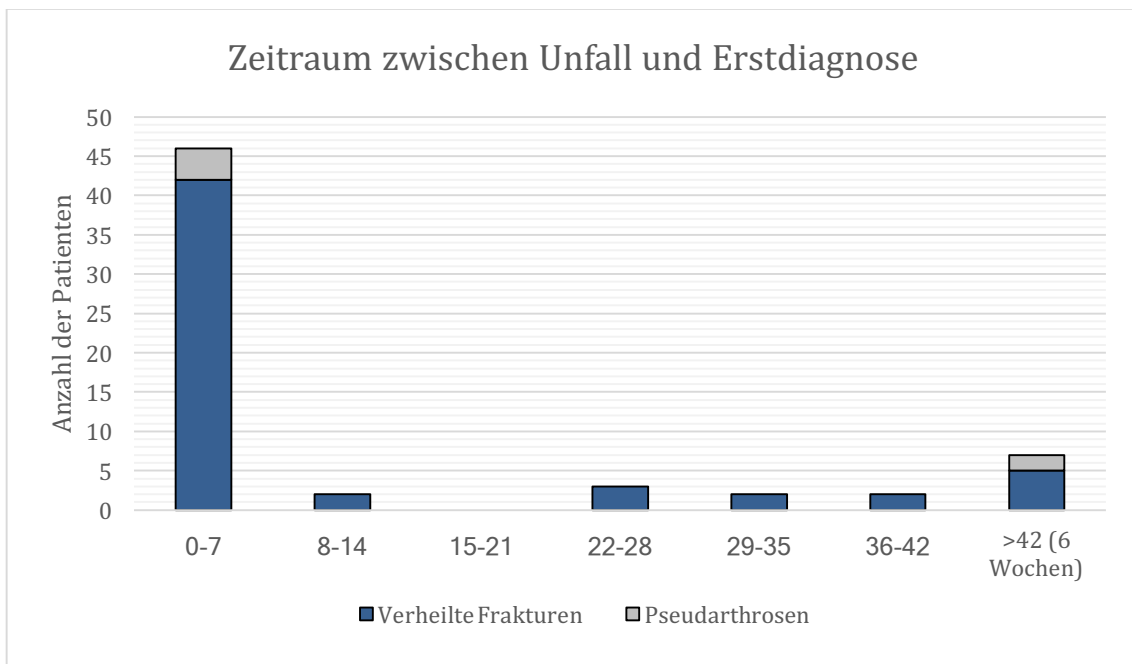


Abb. 11 - Zeitraum zwischen Unfall und Erstdiagnose einer Kahnbeinfraktur in Tagen (n=62).

3.2.8 Zeitraum zwischen Unfall und Operation

88,7% der Kahnbeinfrakturen wurden innerhalb der ersten 2 Wochen nach Diagnosestellung operiert, sodass sich hier eine relativ ähnliche Verteilung zeigt wie bei der Zeit zwischen Unfall und Erstdiagnose.

Die größte Abweichung hat hierbei Patient Nr. 48 mit einer Erstdiagnose an Tag 1 nach dem Unfall und der Operation erst an Tag 38. Der Unfall ereignete sich

im Ausland im Rahmen eines Studienaufenthaltes, welcher beendet wurde, bevor er sich in Deutschland operieren ließ.

Die durchschnittliche Dauer zwischen Unfalltag und Operation betrug 20,66 Tage mit einem Minimum von 0 Tagen und einem Maximum von 145 Tagen.

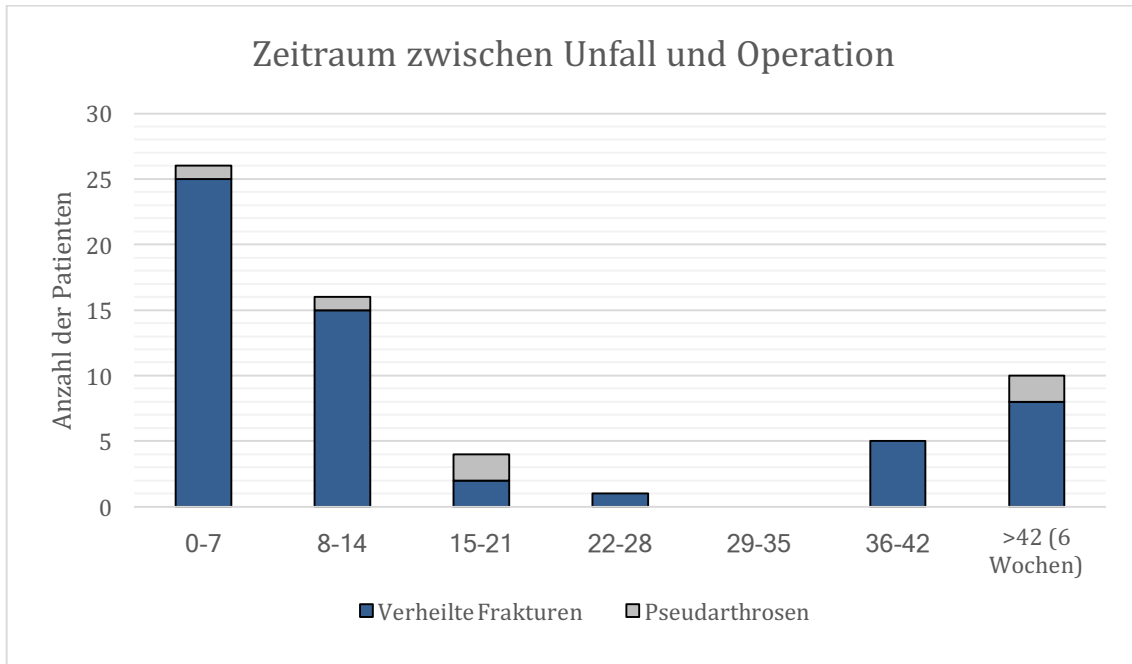


Abb. 12 - Zeitraum zwischen Unfall und Operation in Tagen (n=62).

3.2.9 Nachbeobachtungszeit

Die durchschnittliche Nachbeobachtungszeit beträgt 9 Jahre und 7 Monate, wobei die kürzeste 7 Jahre und 7 Monate beträgt und die längste 11 Jahre und 3 Monate.

3.2.10 Subjektive Beschwerden

Mehr als die Hälfte der Patienten (34 bzw. 54,8%) gaben bei der Nachuntersuchung Beschwerden an der operierten Hand an. Abbildung 13 zeigt die hierbei genannten subjektiven Beschwerden.

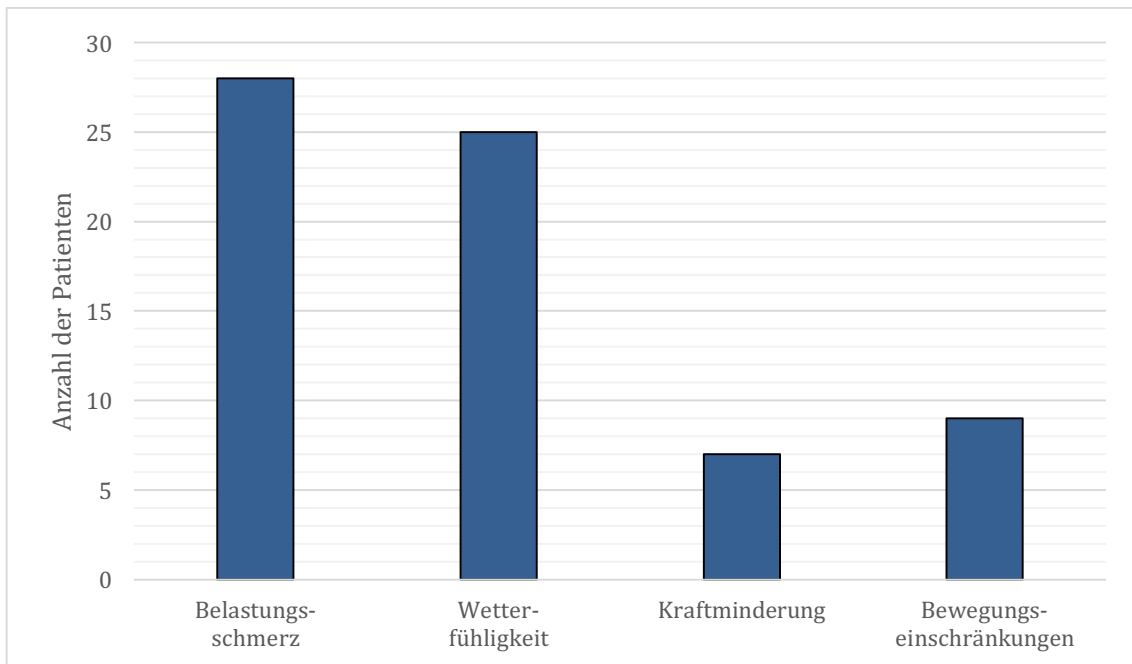


Abb. 13 - **Subjektive Beschwerden der Patienten.** Annähernd die Hälfte der Patienten gaben Schmerzen der betroffenen Hand bei Belastung und Wetterfühligkeit an. 10% der Patienten klagten außerdem über Kraftlosigkeit und 15% über eine störende Bewegungseinschränkung der Hand im Seitenvergleich. Mehrfachnennungen waren möglich.

3.2.11 Vorbehandlung

Zwei Drittel der Patienten (41 bzw. 66,1%) erhielten vor der Operation im Durchschnitt für 7 Tage einen Kahnbeingips. Bei keinem Patienten war dieser jedoch als konservativer Therapieversuch eingesetzt worden, sondern lediglich zur Ruhigstellung bis zur Operation. Ein Patient erhielt einen Oberarmgips.

6 Patienten (9,7%) wurden bei primär nicht diagnostizierter Kahnbeinfraktur lediglich mittels Salben-Verbänden vorbehandelt.

Die übrigen 15 Patienten (24,2%) erhielten keinerlei Vorbehandlung vor ihrer Operation.

3.3 Daten zu den Operationen

3.3.1 Dauer und Operateur

Die durchschnittliche Operationsdauer betrug 52 Minuten.

Hierbei wurden 31 Operationen (50,0%) von Chef- und Oberärzten durchgeführt. Ein Patient wurde von einem Handchirurgen operiert und 30 weitere von Fachärzten in Ausbildung zum Handchirurgen.

3.3.2 Zugangsweg

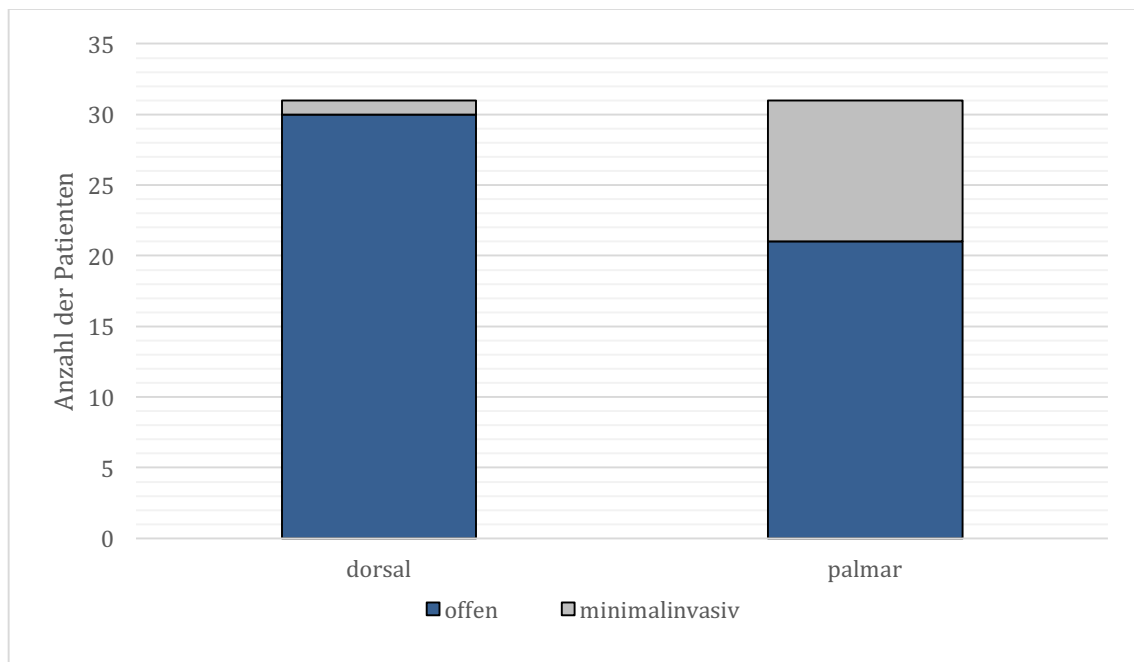


Abb. 14 - **Zugangswege der Frakturversorgung.** Jeweils die Hälfte der Kahnbeinfrakturen (je 31) wurden über einen palmaren bzw. dorsalen Zugang operiert. Die insgesamt 11 minimalinvasiv bzw. perkutan verschraubten Kahnbeinfrakturen wurden bis auf eine alle von palmar operiert (n=62).

3.3.3 Lokalisation der Fraktur

Die Abbildungen 15 und 16 zeigen die Lokalisation und auch die Verteilung der Frakturen nach der Klassifikation nach Herbert (siehe hierzu 1.2.2.2).

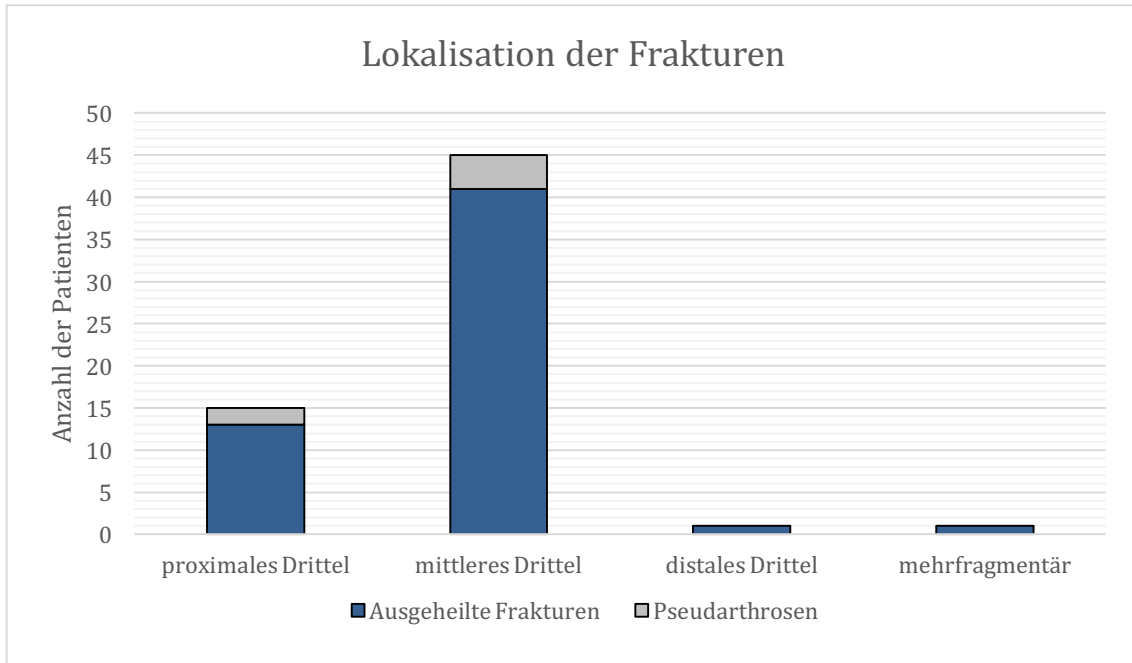


Abb. 15 - **Lokalisation der Frakturen.** 45 (72,5%) der versorgten Frakturen lagen im mittleren Drittel; 15 (24,2%) im proximalen Drittel und jeweils eine Fraktur (1,6%) im distalen Drittel, bzw. war mehrfragmentär und mehrere Drittel betreffend (n=62).

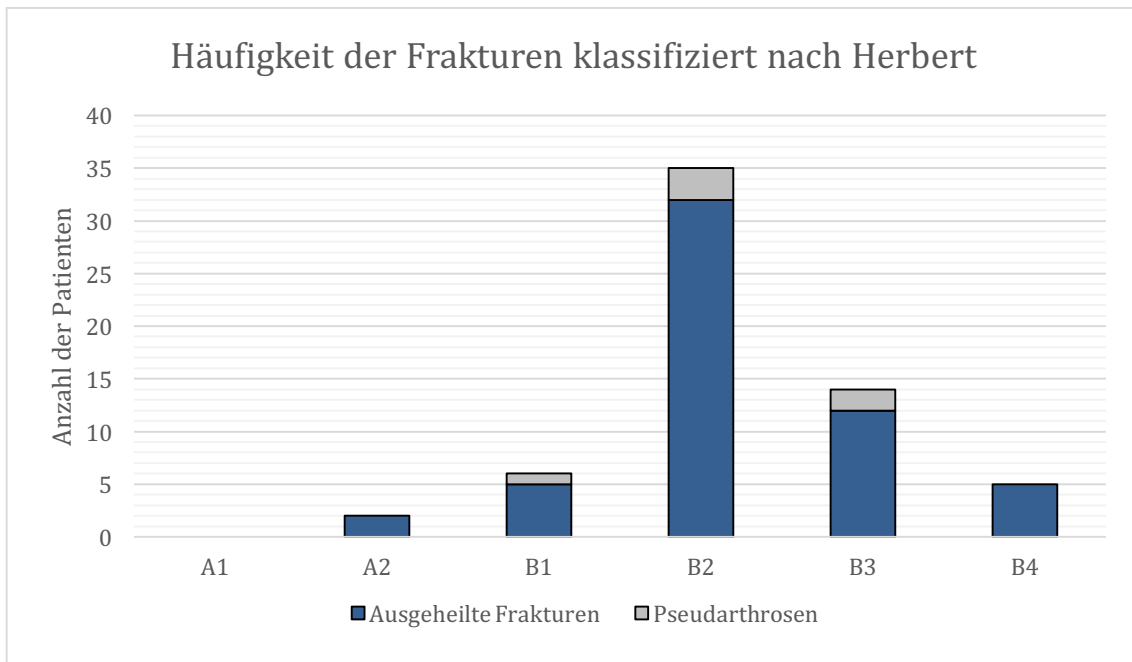


Abb. 16 - **Häufigkeiten der Kahnbeinfrakturen nach der Klassifikation nach Herbert** (siehe auch 1.2.2). Mehr als die Hälfte (35 bzw. 56,5%) aller Frakturen waren Typ B2 (quer verlaufende Frakturen im mittleren oder distalen Drittel) (n=62).

3.3.4 Art der Versorgung/Zusätzliche Maßnahmen/Komplikationen

98,4% aller operierter Frakturen wurden mit einer Herbertschraube behandelt, wobei bei einer Fraktur zusätzlich ein Kirschnerdraht eingebracht wurde.

Einmal wurde eine Osteosynthese ausschließlich mittels Kirschnerdrähten durchgeführt.

3.3.5 Anästhesieform

Bei 54 Patienten (87,1%) wurde die Operation in axillärer Plexus-brachialis-Blockade durchgeführt. Die übrigen 8 Patienten (12,9%) erhielten eine Vollnarkose mit Larynxmaske.

3.4 Postoperative Daten

3.4.1 Dauer des stationären Aufenthalts

Nach der Operation wurden die Patienten im Median 2 Tage (Mittelwert 1,87 Tage, Minimum 1 Tag, Maximum 4 Tage) stationär in der Klinik behandelt.

3.4.2 Dauer der Gipsruhigstellung

Postoperativ erhielten 61 der 62 Patienten (98,4%) eine radialumgreifende Unterarmgipsschiene mit Einschluss des Daumengrundgelenks („Kahnbeingips“ oder „Skaphoidgips“). Lediglich bei einem Patienten wurde auf eine Gipsruhigstellung verzichtet. Abbildung 17 zeigt die Ruhigstellungszeiten der Patienten nach der primären Frakturversorgung.

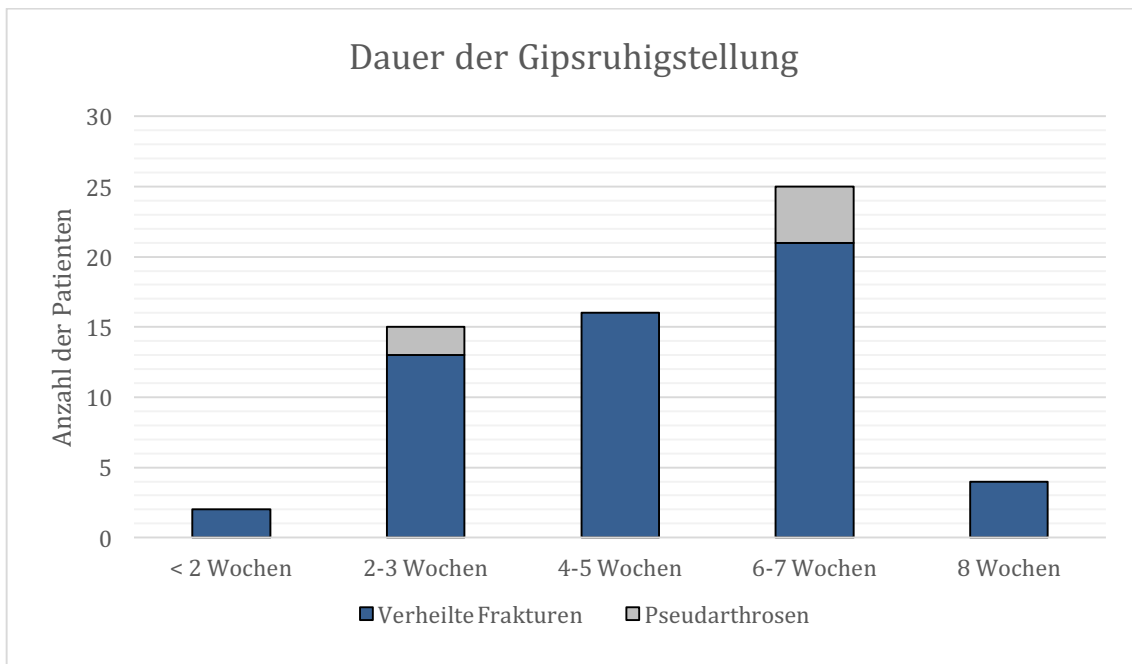


Abb. 17 - Dauer der postoperativen Gipsruhigstellung der Patienten (n=62).

3.4.3 Physiotherapie

42 Patienten (67,7%) erhielten nach der Gipsruhigstellung Physiotherapie, 12 (19,4%) dagegen nicht. 8 Patienten (12,9%) konnten sich bei der Nachuntersuchung nicht daran erinnern. Anhand der Patientenakten war dies ebenfalls nicht nachvollziehbar. Abbildung 18 zeigt die unterschiedlichen Zeiträume, in denen sich die Patienten in physiotherapeutischer Behandlung befanden.

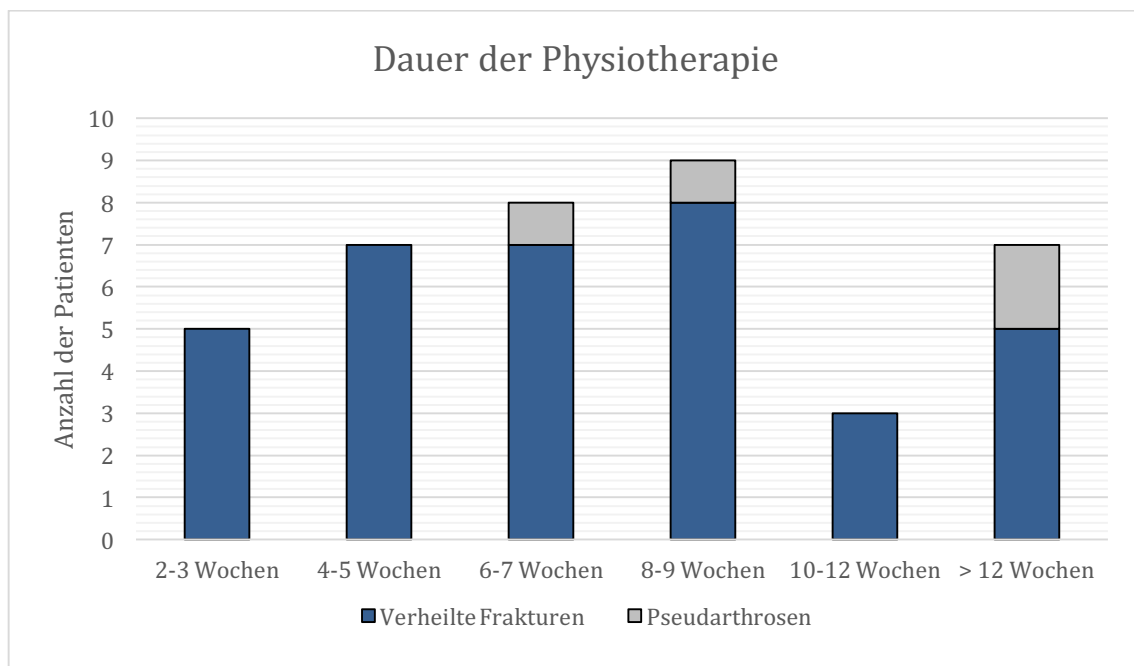


Abb. 18 - **Dauer der postoperativen Physiotherapie in Wochen.** Im Durchschnitt befanden sich die Patienten 10,5 Wochen in Behandlung (Minimum 2 Wochen, Maximum 60 Wochen). Angegeben sind lediglich die Patienten, die postoperativ Physiotherapie erhielten (n=42).

3.4.4 Postoperative Arbeitsunfähigkeit

Über die Dauer des stationären Aufenthalts hinaus wurden 50 Patienten (80,6%) nach der Operation für arbeitsunfähig erklärt, 2 konnten sich jedoch an die Dauer nicht erinnern. 7 Patienten (11,3%) gaben an, direkt wieder arbeitsfähig gewesen zu sein, trotz Gipsruhigstellung. 5 Patienten (5,1%) konnten hierzu bei der Nachuntersuchung keine Angaben machen und auch in den Patientenakten ließen sich hierzu keine Informationen finden.

Im Durchschnitt bestand postoperativ eine Arbeitsunfähigkeit von 10,33 Wochen. Aufgeschlüsselt nach verheilten Frakturen und Pseudarthrosen zeigt sich ein deutlicher Unterschied, welcher jedoch statistisch nicht signifikant ist ($p=0,155$). Während die durchschnittliche Dauer bei den verheilten Frakturen 8,58 Wochen betrug, waren die Patienten mit Pseudarthrose, wenngleich teilweise nicht diagnostiziert, im Schnitt 25,4 Wochen arbeitsunfähig.

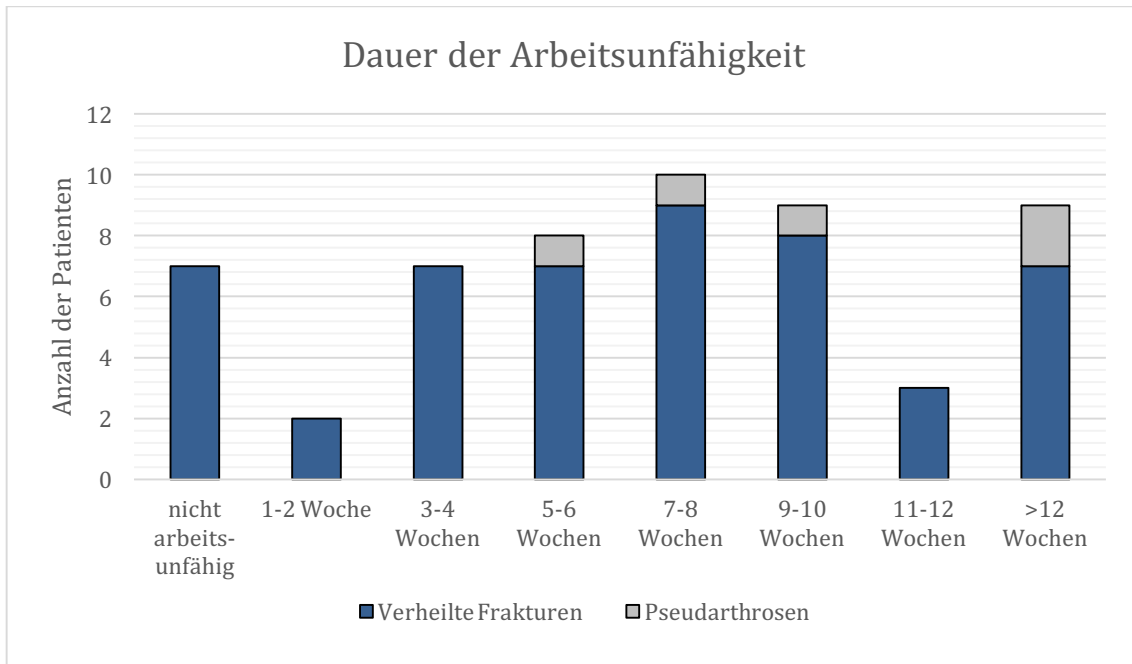


Abb. 19 - **Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit in Wochen.** Angegeben sind nur die Zeiten der Patienten, bei denen die Dauer im Rahmen der Nachuntersuchung nachvollziehbar war ($n=55$). Die kürzeste Dauer - abgesehen von den Patienten ohne Arbeitsunfähigkeit - war hierbei 2 Wochen, die maximale Dauer 60 Wochen.

3.4.5 Arbeitsfähigkeit zum Nachuntersuchungszeitpunkt

55 Patienten (88,7%) waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung voll arbeitsfähig, 5 weitere (8,1%) waren bereits berentet. Ein Patient gab an, bei grundsätzlich erhaltener Arbeitsfähigkeit vor allem durch zeitweise bestehende Schmerzen bei seiner Arbeit beeinträchtigt zu sein. Durch Umstellungen einiger Arbeitsabläufe komme er aber gut zurecht. Arbeitsunfähig aus anderen Gründen war ebenfalls ein Patient (1,6%).

3.4.6 Folgeoperationen

Insgesamt sind bei 14 Patienten 23 Folgeoperationen durchgeführt worden:

- 12 Materialentfernungen
- 4 Arthrolysen
- 2 Kahnbeinrekonstruktionen mit Beckenkammspan
- 1 Kahnbeinrekonstruktion mit Radiusspan
- 2 Kahnbeinrekonstruktionen mit Femurkondyle
- 1 Teilversteifung des Handgelenks (Mediokarpale Teilarthrodese bzw. MKTA)
- 1 Denervierung

3.5 Nachuntersuchung

3.5.1 Operationsergebnis

Von 62 nachuntersuchten Kahnbeinfrakturen waren 56 (90,3%) knöchern konsolidiert und sind damit als geheilt zu bezeichnen. 6 Kahnbeine (9,7%) entwickelten eine Pseudarthrose als Komplikation.

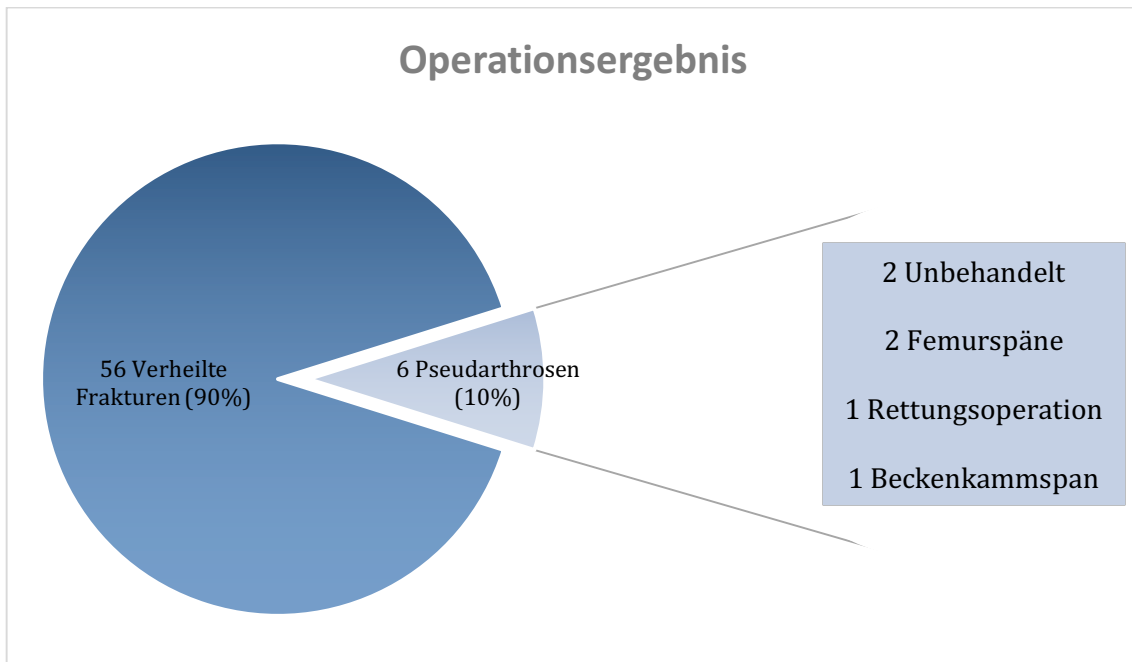


Abb. 20 - **Ergebnis der Operationen nach Frakturheilung.** Von den 6 Kahnbeinfrakturen, welche nicht primär abgeheilt sind, konnten 3 (4,8%) mittels weiteren Revisionseingriffen zur Ausheilung gebracht werden. 2 (3,2%) waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nicht weiter therapiert worden, wobei eine erst anlässlich der Nachuntersuchung diagnostiziert wurde. Ein Handgelenk musste im Verlauf mittels Teilversteifung (mediokarpale Teilarthrodese) im Sinne einer Rettungsoperation versorgt werden (n=62).

3.5.2 Subjektive Angabe von Ruhe- und Belastungsschmerzen

Erfasst wurden die Schmerzen anhand einer visuellen Analogskala (VAS) für Ruhe- und Belastungsschmerzen sowie im Rahmen des Krimmer-Scores und des Mayo-Wrist-Scores als verbale Schmerzskala. Abgefragt wurden Schmerzen am Tag der Nachuntersuchung sowie womöglich unfallunabhängige vorbestehende Schmerzen.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Angaben aufgeschlüsselt nach den einzelnen Skalen zum Nachuntersuchungszeitpunkt. Da kein Patient vorbestehende Schmerzen angab, wird auf eine graphische Darstellung hierzu verzichtet.

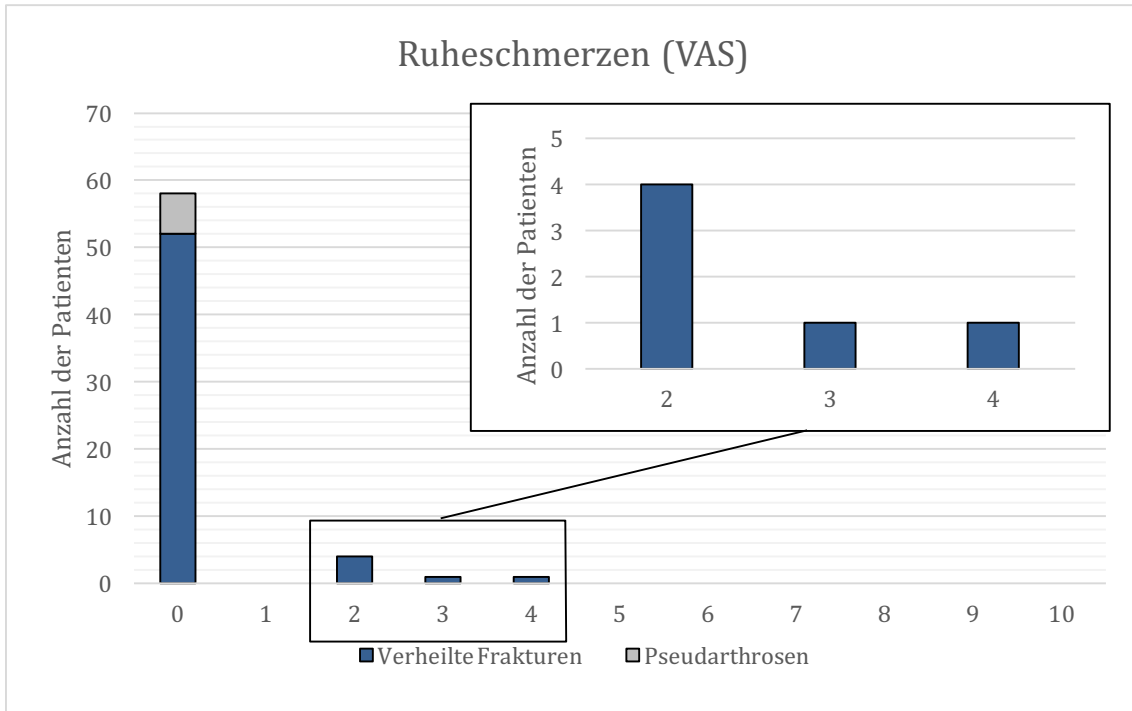


Abb. 21 – **Subjektive Angabe des Ruheschmerzes anhand der VAS am Tag der Nachuntersuchung.** Der allergrößte Anteil der Patienten (56 bzw. 90,3%) war zum Nachuntersuchungszeitpunkt in Ruhe vollkommen schmerzfrei. Lediglich 6 Patienten gaben Ruheschmerzen an, diese lagen jedoch allesamt in der unteren Hälfte der Skala. Der Ausschnitt zeigt den relevanten Bereich von VAS 2-4 zur besseren Übersicht (n=62).

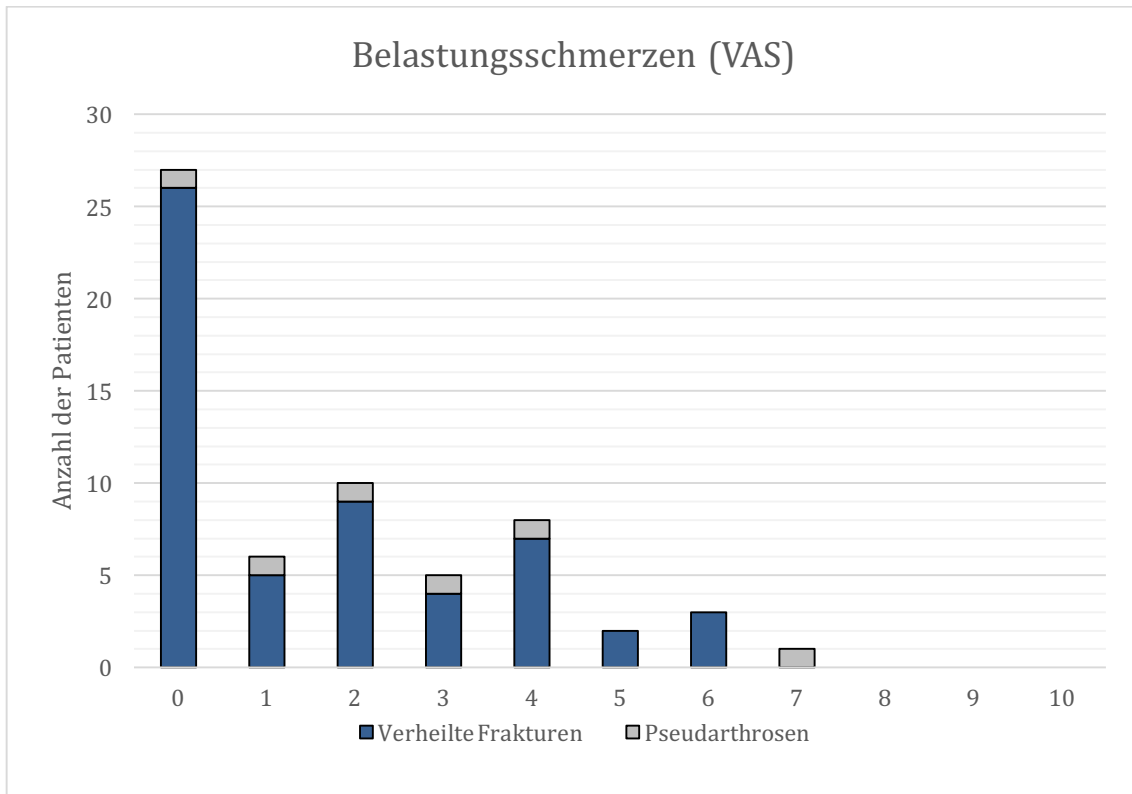


Abb. 22 - **Subjektive Angabe von Belastungsschmerzen anhand der VAS am Tag der Nachuntersuchung.** Nur 43,5% (27) der Patienten waren komplett schmerzfrei, 56,5% (35) dagegen gaben an, Belastungsschmerzen zu haben. 6 Patienten (9,7%) gaben einen mittleren Belastungsschmerz (VAS 5) oder mehr an. Der durchschnittliche Wert aller Patienten betrug VAS=1,74 (n=62). Die Gruppe der verheilten Frakturen hatte einen durchschnittlichen Wert von 1,63, die Pseudarthrosegruppe 2,83. Eine statistische Signifikanz besteht nicht.

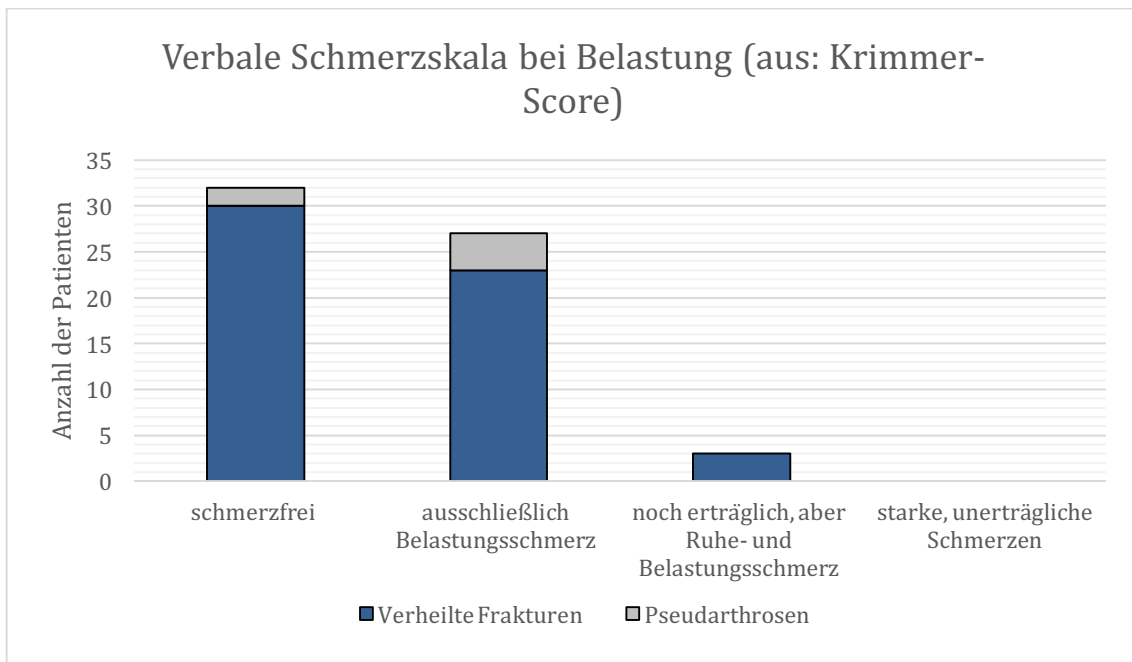


Abb. 23 - **Subjektive Angabe der Schmerzsituation der Patienten nach der verbalen Schmerzskala des Krimmer-Score.** Mehr als die Hälfte der Patienten (51,7%) stufen sich selbst als „schmerzfrei“ ein, immerhin 43,5% gaben an ausschließlich Belastungsschmerzen zu haben (n=62).

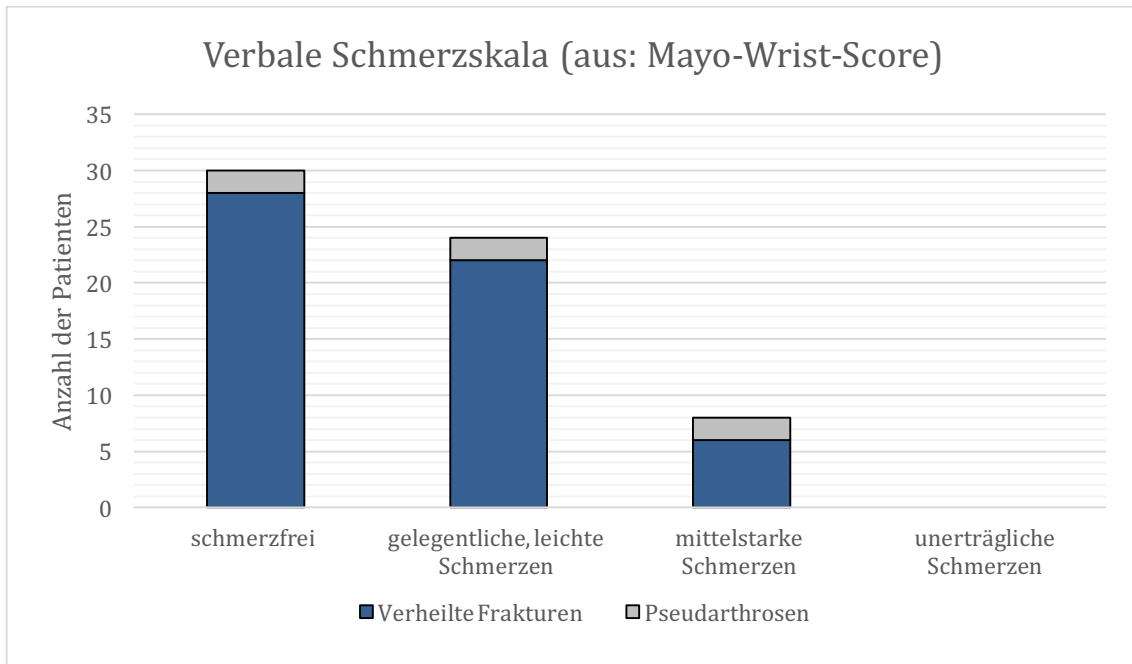


Abb. 24 - **Subjektive Angabe der Schmerzsituation der Patienten nach der verbalen Schmerzskala des Mayo-Wrist-Score.** Knapp die Hälfte der Patienten (48,4%) bezeichneten sich selbst als „schmerzfrei“, 38,7% gaben an, gelegentliche, leichte Schmerzen zu haben (n=62).

3.5.3 Druckschmerzen

Bei 18 Patienten (29%) ließ sich in der körperlichen Untersuchung radiokarpal ein Druckschmerz auslösen. In der Tabatière gelang dies bei 20 Patienten (32,3%), wobei 12 der o.g. Patienten (19,4%) an beiden Lokalisierungen Druckschmerzen angaben.

3.5.4 Beweglichkeit

Im Folgenden sind die Ausmaße der Beweglichkeit für die einzelnen Achsen dargestellt. Gemessen wurden alle Werte nach der Neutral-Null-Methode. Abbildung 25 zeigt die Werte von Extension und Flexion, Abbildung 26 die Werte von Ulnarduktion und Radialduktion jeweils als Verhältnis zwischen operierter und nicht operierter Seite.

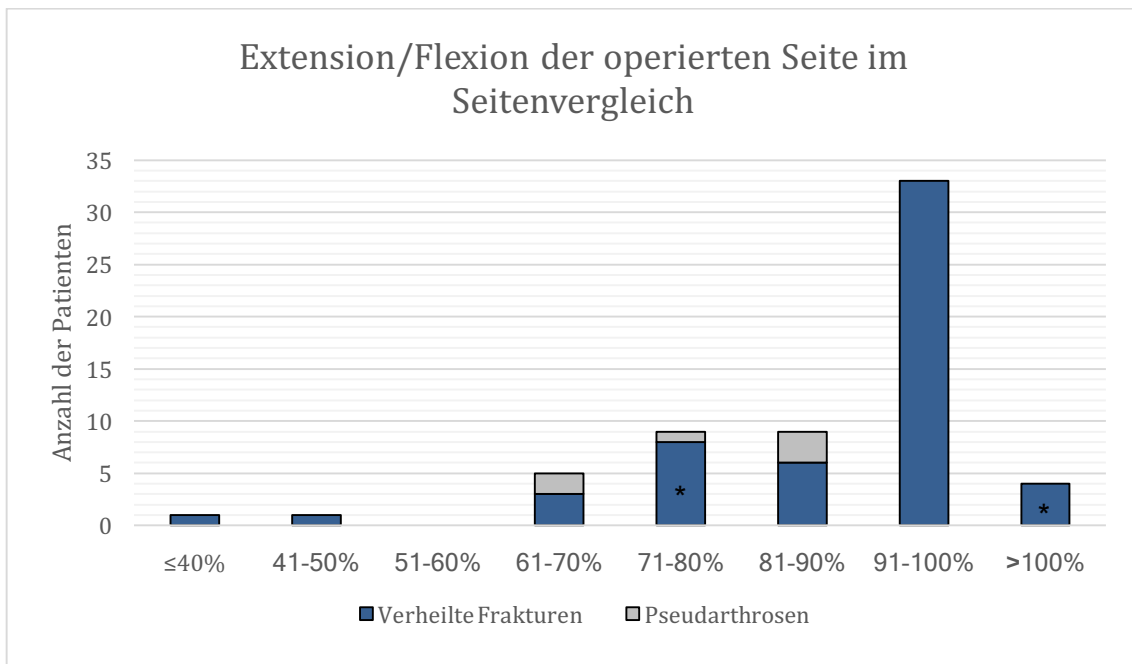


Abb. 25 - **Beweglichkeit des operierten Handgelenks für Extension/Flexion im Vergleich zur Gegenseite in Prozent.** Die Werte entsprechen der Summe der Bewegungsausmaße für Extension und Flexion des operierten Handgelenks im Vergleich zur gesunden Gegenseite. In Grau dargestellt sind die Patienten mit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung persistierender Pseudarthrose sowie die, bei denen im Verlauf Folgeoperationen aufgrund einer Pseudarthrose durchgeführt worden waren (n=62).

Anmerkung zu *: Da ein Patient (Pat. Nr. 9 und 10) zeitlich versetzt eine Kahnbeinfraktur beidseits erlitten hatte, ist hier kein Vergleich mit einer gesunden Gegenseite möglich. Hier wurden dementsprechend zwei operierte Seiten miteinander verglichen.

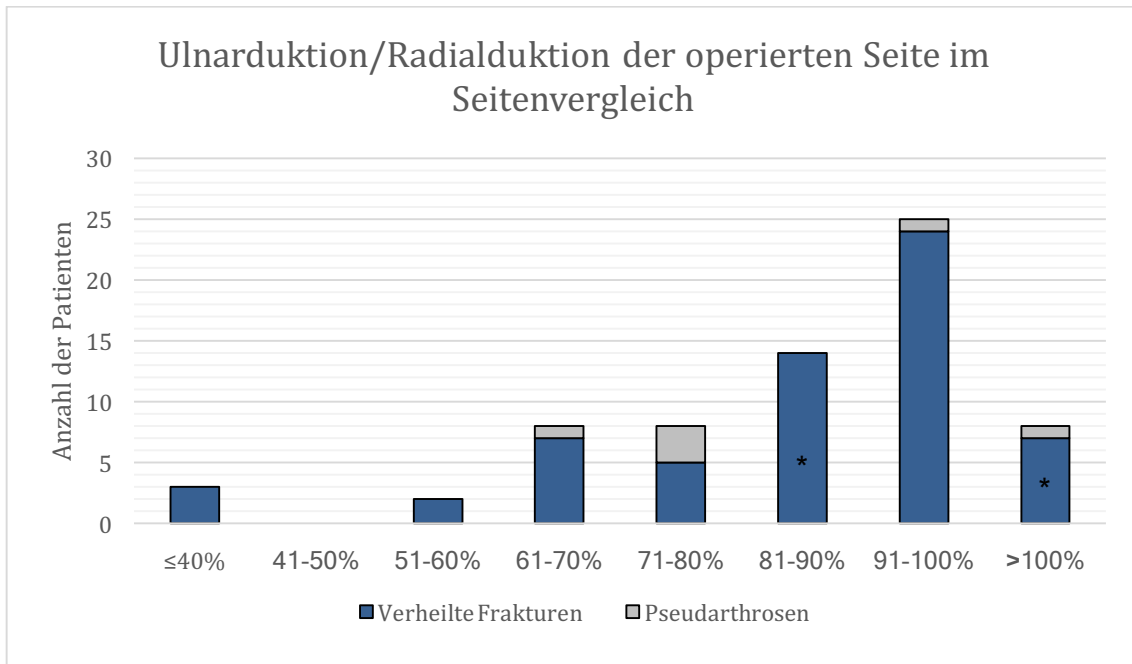


Abb. 26 - **Beweglichkeit des operierten Handgelenks für Ulnarduktion/Radialduktion im Vergleich zur Gegenseite in Prozent.** Die Werte entsprechen der Summe der Bewegungsausmaße für Ulnarduktion und Radialduktion des operierten Handgelenks im Vergleich zur gesunden Gegenseite. In Grau dargestellt sind die Patienten mit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung persistierender Pseudarthrose sowie die, bei denen im Verlauf Folgeoperationen aufgrund einer Pseudarthrose durchgeführt worden waren (n=62).

Anmerkung zu *: Da ein Patient (Pat. Nr. 9 und 10) zeitlich versetzt eine Kahnbeinfraktur beidseits erlitten hatte, ist hier kein Vergleich mit einer gesunden Gegenseite möglich. Hier wurden dementsprechend zwei operierte Seiten miteinander verglichen.

Tabelle 3 zeigt eine Auflistung der durchschnittlichen Bewegungsausmaße, sowohl der operierten Seiten, wie auch der nicht operierten, mit Gegenüberstellung der Ergebnisse der Patienten mit persistierender Pseudarthrose, bzw. mit stattgehabten Folgeoperationen aufgrund von Kahnbeinpseudarthrosen und der Patienten mit ausgeheilten Kahnbeinfrakturen.

Im Vergleich der verheilten Frakturen zu den Pseudarthrosen statistisch signifikant (und in Tabelle 3 durch Unterstreichung markiert) sind hierbei die Bewegungseinschränkung für die Extension ($p=0,038$). Damit einhergehend auch das Verhältnis der Beweglichkeit für die Extension der operierten Seite bezogen auf die nicht operierte Seite ($p=0,035$) sowie das Verhältnis des gesamten Flexions-Extensions-Bewegungsbogens der betroffenen Hand im Vergleich zu Gegenseite ($p=0,016$).

– Ergebnisse –

	Gesamt		Verheilte Frakturen		Pseudarthrosen	
	operiert	gesund	operiert	gesund	operiert	gesund
<u>Extension</u> <u>(p=0,038)</u>	57,3°	63,2°	<u>58,6°</u>	63,7°	<u>45,8°</u>	58,3°
<u>Ext. - Verhältnis</u> <u>operiert/gesund</u> <u>(p=0,035)</u>	91,2%		<u>92,6%</u>		<u>79,4%</u>	
Flexion	60,9°	69,8°	60,8°	69°	61,7°	77,5°
Flex. - Verhältnis operiert/gesund	88,3%		89,3%		78,5%	
Gesamt ROM Ext./Flex.	118,2°	133°	119,4°	132,7°	107,5°	135,8°
<u>Gesamt ROM</u> <u>Ext./Flex. - Ver-</u> <u>hältnis ope-</u> <u>riert/gesund</u> <u>(p=0,016)</u>	89,5 %		<u>90,6 %</u>		<u>78,7 %</u>	
Ulnarduktion	26,1°	29,6°	26,4°	30°	23,3°	25,8°
Radialduktion	14,8°	16,5°	14,9°	16,4°	14,2°	17,5°

*Tab. 3 - **Durchschnittliche Werte der Bewegungsausmaße** für Extension, Flexion, Ulnarduktion und Radialduktion sowie durchschnittliche Werte des gesamten Bewegungsbogens für Extension/Flexion und Ulnarduktion/Radialduktion mit den Einschränkungen der operierten Hand im Vergleich zur gesunden Gegenseite. Markiert sind die Werte, bei denen sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der Pseudarthrosengruppe und der Gruppe der verheilten Frakturen zeigt.*

Betrachtet man nur die Gruppe der verheilten Frakturen, zeigt sich auch hier ein statistisch hoch signifikanter Unterschied der Beweglichkeit für Extension und Flexion zwischen operierter und nicht operierter Seite:

	Verheilte Frakturen		Signifikanz
	operiert	gesund	
Extension	58,6°	63,7°	p=0,01
Flexion	60,8°	69°	p=0,001
Gesamt ROM Ext./Flex.	119,4°	132,7°	p<0,001

Tab. 4 - Unterschiede der Beweglichkeit der operierten zur gesunden Seite in der Gruppe der verheilten Frakturen und statistische Signifikanzen.

3.5.5 Grobgriffkraft

Wie unter 2.2.4 beschrieben, wurde die Griffkraft repetitiv je dreimal pro Seite in Kilogramm bestimmt und der Mittelwert errechnet. Anschließend wurde die Kraft der operierten Seite im Verhältnis zur nicht operierten Seite bestimmt. Abbildung 27 zeigt die entsprechenden Werte unabhängig von der Händigkeit der Patienten. Im Durchschnitt erreichten die Patienten mit der operierten Hand 95% der Kraft der nicht operierten. Durchschnittlich wurden mit der operierten Hand 41,7 kg erreicht, mit der Gegenseite 44,4 kg. Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte hier nicht nachgewiesen werden.

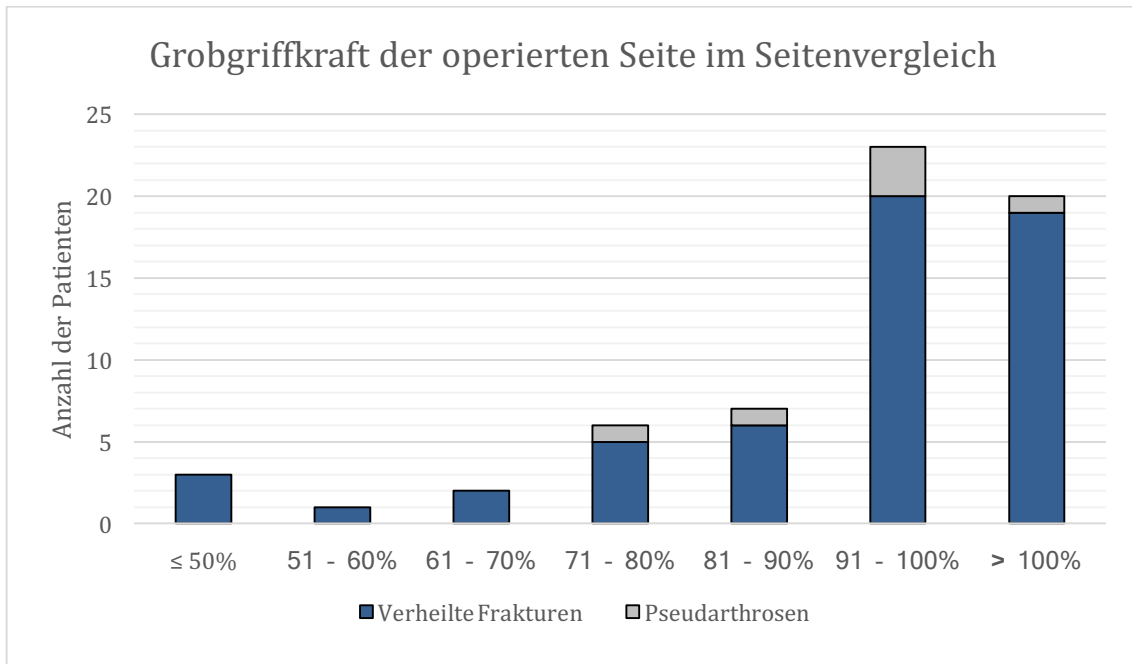


Abb. 27 - **Verhältnis der Grobgriffkraft der operierten zur nicht operierten Seite in Prozent.** 69,3% der Patienten haben hier keine oder nur geringe Kraftminderung (n=62).

Abbildung 28 zeigt die Grobgriffkraft der Patienten im Seitenvergleich, bei denen die operierte Hand auch die dominante ist (Gruppe „Dominant“), Abbildung 29 entsprechend die Werte derer, bei denen die operierte die nicht-dominante ist (Gruppe „Nicht-Dominant“). Hierbei zeigt sich bei der Gruppe „Dominant“ ein durchschnittlich erreichter Wert von 102,5% im Vergleich zur gesunden Hand. In der Gruppe „Nicht-Dominant“ werden im Durchschnitt lediglich 87,8% der Kraft der gesunden Gegenseite erreicht. Dieses Ergebnis ist statistisch signifikant ($p=0,0018$).

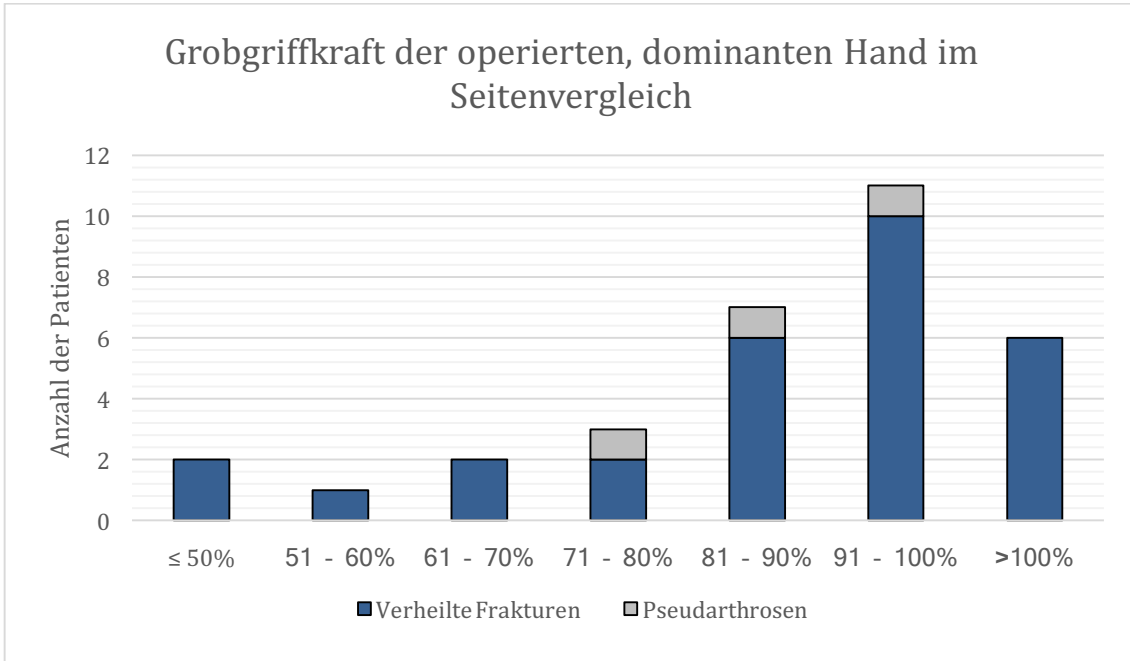


Abb. 28 - Verhältnis der Grobgriffkraft der operierten Hand im Seitenvergleich in Prozent der Patienten, bei denen die dominante Hand betroffen war (n=30).

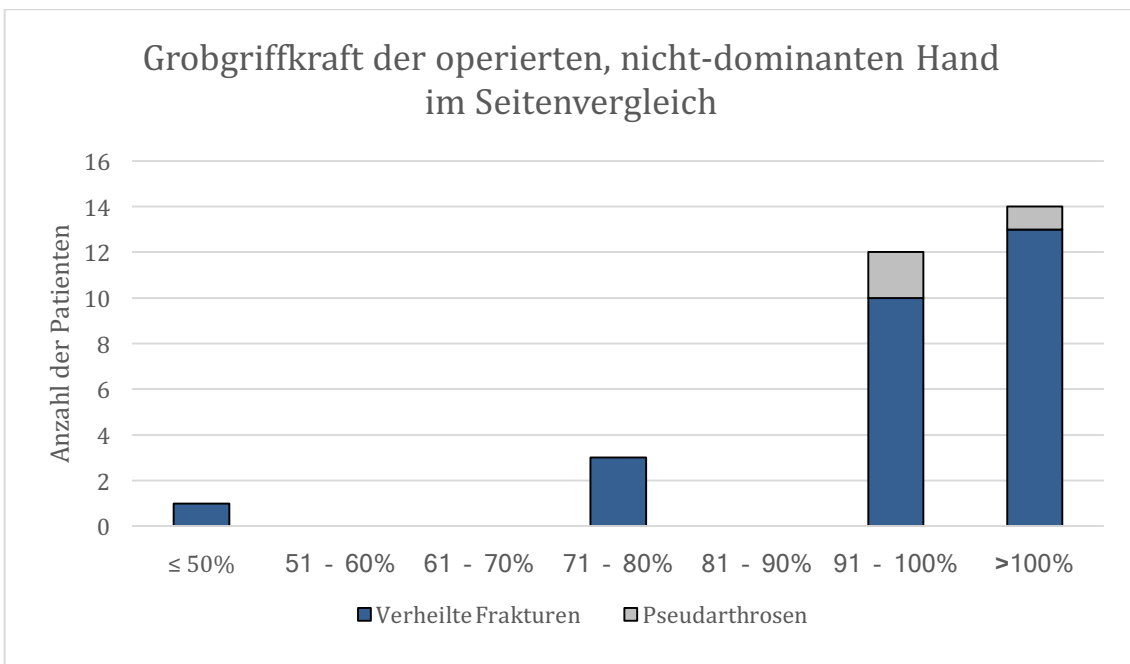


Abb. 29 - Verhältnis der Grobgriffkraft der operierten Hand im Seitenvergleich in Prozent der Patienten, bei denen die nicht-dominante Hand betroffen war (n=32).

3.6 Scores

3.6.1 Krimmer-Score

Der Krimmer-Score wird je nach erreichter Punktezahl in 4 Stufen unterteilt und wird wie folgt bewertet:

Score von 100 bis 81 „sehr gut“

Score von 80 bis 66 „gut“

Score von 65 bis 51 „befriedigend“

Score von 50 bis 0 „schlecht“

Zu einer näheren Erläuterung siehe 2.2.2

Abbildung 30 zeigt die Bewertung des Krimmer-Scores aller Patienten aufgeteilt nach verheilten Frakturen und Pseudarthrosen. Im Durchschnitt erreichten die Patienten eine Punktezahl von 87,8 Punkten, wobei die Gruppe der Pseudarthrosen (87,5 Punkte) und die der verheilten Frakturen (87,9 Punkte) annähernd gleich abschnitten.

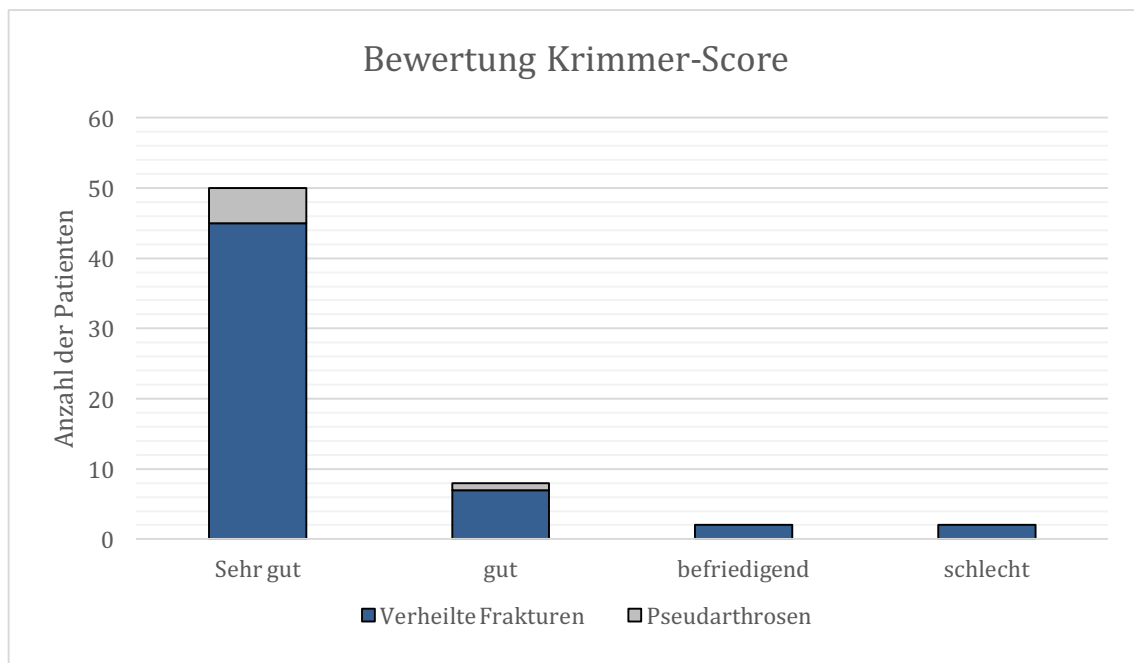


Abb. 30 - **Bewertung des Krimmer-Scores.** 80,6% aller Patienten erreichten ein sehr gutes Ergebnis, bei den Pseudarthrosepatienten waren es sogar 83,3% (5 von 6) (n=62).

3.6.2 Mayo-Wrist-Score

Der Mayo Wrist Score wird je nach erreichter Punktezahl in 4 Stufen unterteilt und wird wie folgt bewertet:

Score von 100 bis 90 „sehr gut“

Score von 89 bis 80 „gut“

Score von 79 bis 65 „befriedigend“

Score von 64 bis 0 „schlecht“

Zu einer näheren Erläuterung siehe 2.2.2

Abbildung 31 zeigt die Bewertung der Mayo-Wrist-Scores aller Patienten aufgeteilt nach verheilten Frakturen und Pseudarthrosen. Im Durchschnitt wurden 80,2 Punkte erreicht. Die Gruppe der verheilten Frakturen erreichte 80,7 Punkte, die Gruppe der Pseudarthrosepatienten 75 Punkte. Eine statistische Signifikanz besteht nicht.

Zwischen dem Krimmer-Score und dem Mayo-Wrist-Score besteht eine hohe Korrelation von $r = 0,76$.

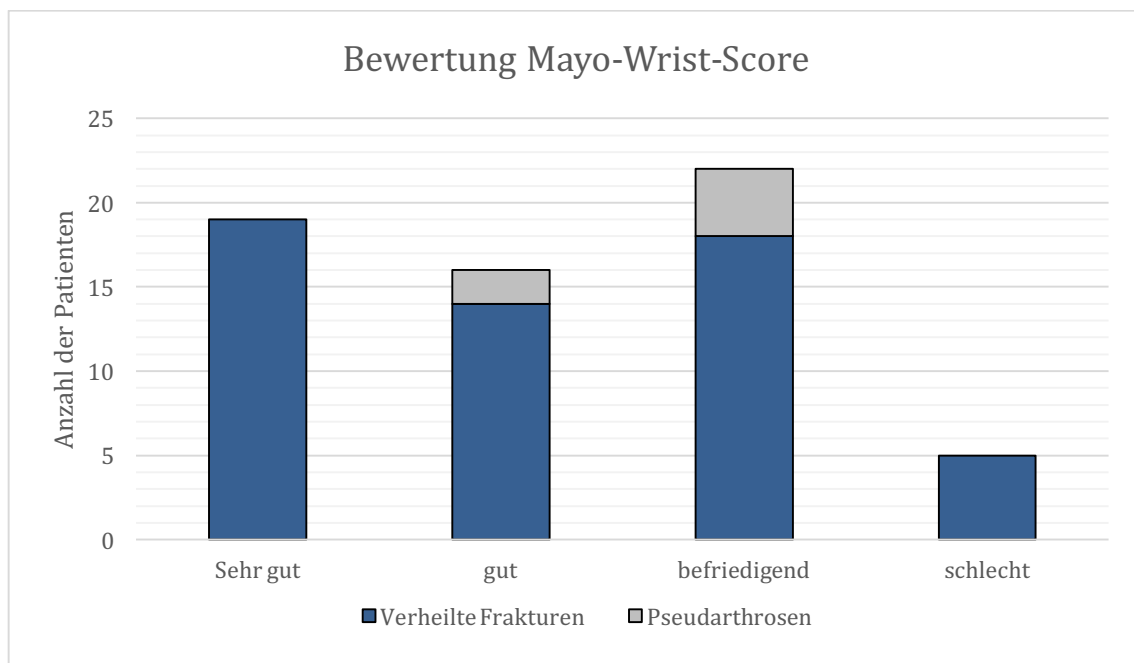


Abb. 31 - **Bewertung des Mayo-Wrist-Scores.** 80,6% aller Patienten erreichten ein sehr gutes Ergebnis, bei den Patienten mit Pseudarthrose waren es sogar 83,3% (5 von 6) ($n=62$).

3.6.3 DASH-Score

Die möglichen Punktzahlen reichen von 0 bis 100 Punkte. 0 Punkte entsprechen einer vollständigen und uneingeschränkten Funktion der oberen Extremitäten, 100 Punkte bedeuten dagegen die größtmögliche Funktionseinschränkung. Zu einer näheren Erläuterung siehe 2.2.2.

Abbildung 32 zeigt die erreichten Punktzahlen aller Patienten im DASH-Fragebogen. Der durchschnittlich erreichte Wert aller Patienten betrug 7,2 Punkte, wobei die Patienten der Pseudarthrosegruppe mit im Schnitt 3,7 Punkten gegenüber den verheilten Frakturen mit 7,5 Punkten besser abschnitten. Eine statistische Signifikanz besteht jedoch nicht.

Zwischen dem DASH-Score und dem Krimmer-Score besteht eine mittlere negative Korrelation von $r = -0,62$.

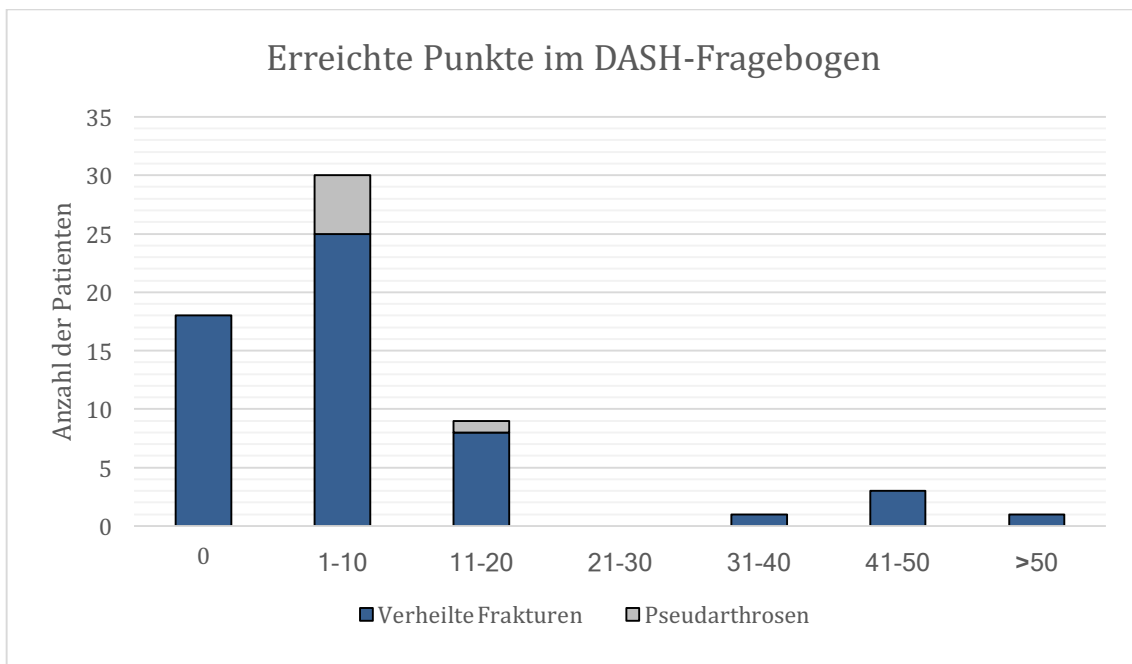


Abb. 32 - **Erreichte Punkte im DASH-Fragebogen.** 93,6% aller Patienten erreichten Werte von 20 oder weniger Punkten ($n=62$).

3.7 Radiologische Befunde

3.7.1 Präoperative radiologische Befunde

Da zum Zeitpunkt der Operationen häufig noch keine digitalen Röntgenuntersuchungen durchgeführt wurden, lagen bei einigen Patienten keine oder unvollständige Befunde vor. Abbildung 33 zeigt die zum Nachuntersuchungszeitpunkt vorliegenden präoperativen radiologischen Befunde der Patienten.

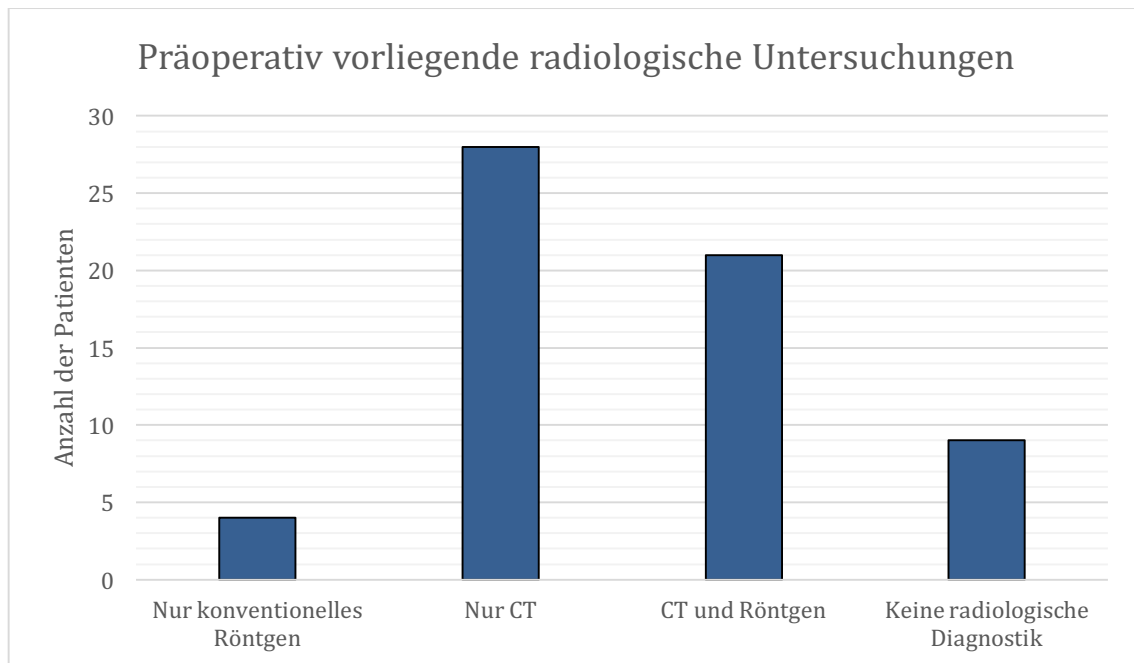


Abb. 33 - *Präoperativ vorliegende radiologische Untersuchungen.*

Bei lediglich 24 der nachuntersuchten Patienten lagen zum Zeitpunkt der Datenerhebung präoperative konventionelle Röntgenbilder vor. Bei 15 davon war am betroffenen Handgelenk eine dorsopalmare (d.p.) und seitliche Aufnahme sowie eine Kahnbeinzielaufnahme (Stecheraufnahme) durchgeführt worden. 8 hatten eine d.p. und seitliche Aufnahme erhalten und bei 2 Patienten lagen ausschließlich die Stecheraufnahmen vor.

Insgesamt lagen zum Zeitpunkt der Datenerhebung 49 präoperative CTs der frakturierten Kahnbeine vor. Diese wurden standardmäßig mit der Schnittebene parallel zur Längsachse des Kahnbeins angefertigt.

3.7.2 Radiologische Befunde bei der Nachuntersuchung

Auf die Rate der radiologisch nachgewiesenen knöchernen Konsolidierungen wurde bereits in 3.5.1 eingegangen.

3.7.2.1 Arthroseentwicklung

In den konventionellen Röntgenaufnahmen bei der Nachuntersuchung zeigten sich bei insgesamt 16 Patienten (25,8%) Zeichen einer Arthrose radiokarpal. In der Gruppe der verheilten Frakturen liegt die Rate bei 19,6%. Lediglich ein Patient mit Pseudarthrose zeigte keine Arthrosezeichen. Dementsprechend fanden sich in dieser Gruppe bei 83,3% arthrotische Veränderungen. Vorbestehend waren in diesem Bereich bei keinem Patienten Veränderungen im Röntgen zu sehen. Dieses Ergebnis ist statistisch hoch signifikant ($p < 0,001$).

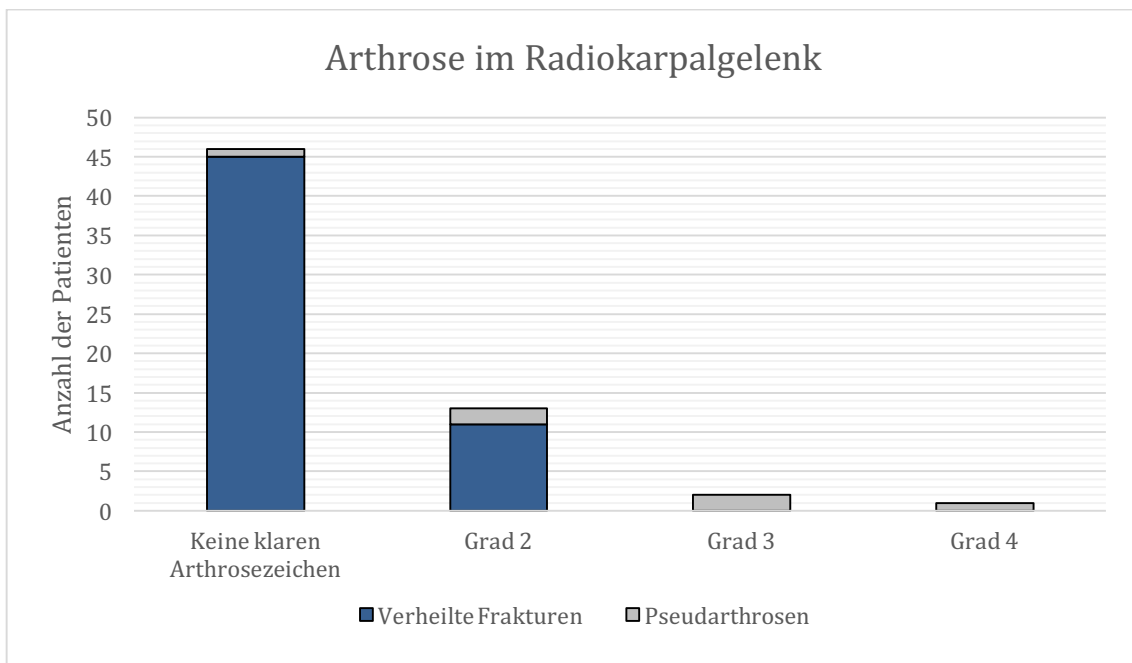


Abb. 34 - **Arthrose im Radiokarpalgelenk** nach der Klassifikation von Kellgren und Lawrence [45; 46] ($n=62$).

3.7.2.2 Karpale Instabilität

Da ein Patient im Verlauf im Rahmen einer Rettungsoperation eine Teilversteifung des Handgelenkes erhalten hatte, konnten hier keine Handgelenkwinkel gemessen werden. Dementsprechend beziehen sich die folgenden Zahlen auf die übrigen 61 Patienten. Davon wiesen 14 (22,9%) zum Nachuntersuchungszeitpunkt eine DISI-Fehlstellung (dorsal intercalated segment instability) auf. In der Gruppe der Pseudarthrosepatienten waren es sogar 3 von 5 (60,0%). Dieses Ergebnis ist mit einem $p=0,07$ statistisch grenzwertig signifikant, wobei die Gruppe der Pseudarthrosepatienten in diesem Fall mit $n=5$ recht klein ist. Ebenso lässt sich lediglich eine statistisch grenzwertige Signifikanz für den Zusammenhang zwischen DISI-Fehlstellung und dem Auftreten von radiokarpaler Arthrose berechnen ($p=0,07$)

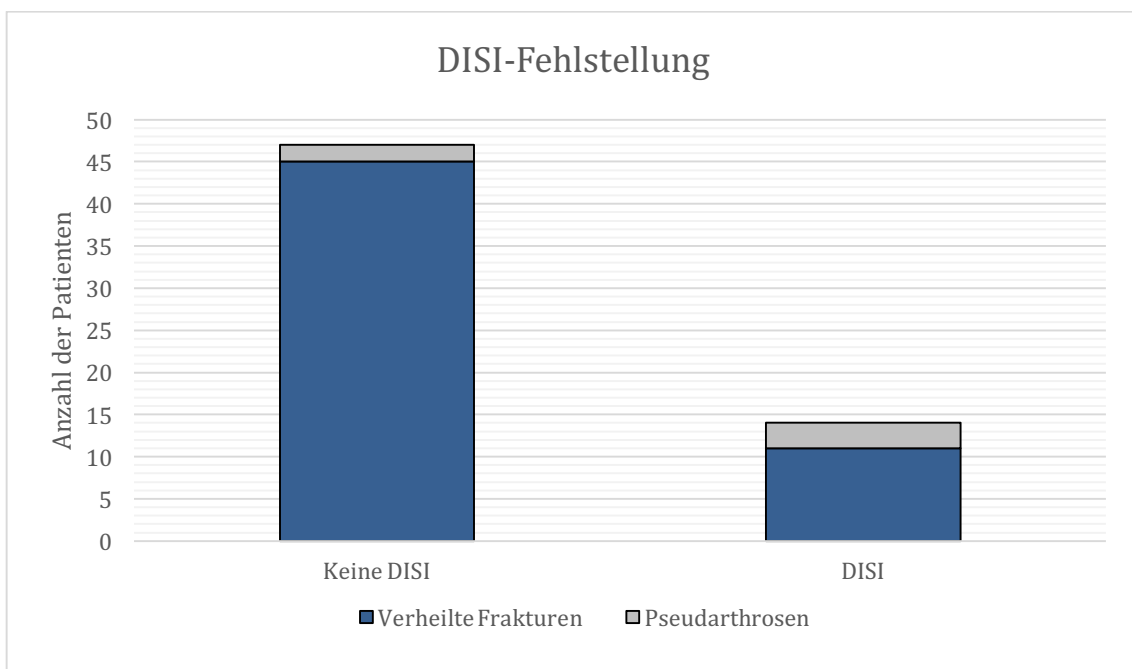


Abb. 35 - **DISI-Fehlstellung der Handwurzelknochen** der operierten Hand ($n=61$).

4 Diskussion

Diese Arbeit beschäftigt sich mit den Ergebnissen operativ versorgter frischer Kahnbeinfrakturen, wobei es sich um Langzeitergebnisse mit einer durchschnittlichen Nachuntersuchungsdauer von 9 Jahren und 7 Monaten handelt. Hierfür wurden Patienten nachuntersucht, die zwischen dem 01.01.2006 und dem 31.12.2008 operativ versorgt wurden. Neben einer körperlichen Untersuchung wurden konventionelle Röntgenaufnahmen der operierten Hand angefertigt. Mit Hilfe des DASH-Fragebogen und dem Mayo-Wrist-Score sowie dem Krimmer-Score wurden allgemeine Zufriedenheit sowie Probleme im Alltag evaluiert.

Von den 169 angeschriebenen Patienten mit 170 Frakturen, welche im o.g. Zeitraum aufgrund einer frischen Kahnbeinfraktur operativ versorgt wurden, konnten 62 nachuntersucht werden. Dies entspricht einer Rückläuferquote von 36,5%. Sicherlich wäre eine höhere Beteiligung wünschenswert gewesen, über die Gründe dieser Rückläuferquote lässt sich nur spekulieren. Ein möglicher Grund könnte das durchschnittlich junge Alter der Patienten und die damit verbundene erhöhte Mobilität sein. Das durchschnittliche Alter aller angeschriebenen Patienten betrug zum Unfallzeitpunkt 32 Jahre (Median: 28). Laut statistischem Bundesamt ist die residenzielle Mobilität mit über 200 Umzügen pro 1000 Einwohner über die Gemeindegrenzen in Deutschland in der Gruppe der 25- bis 30-jährigen mit Abstand im Altersvergleich am größten [48]. So machen im angeschriebenen, aber nicht an der Studie teilnehmenden Patientenkreis die Patienten, die unbekannt verzogen waren, mit knapp 39% deutlich die größte Gruppe aus.

Darüber hinaus mag es eine gewisse Bagatellisierung der Kahnbeinfraktur geben (insbesondere bei Patienten ohne wesentliche Einschränkungen nach der Frakturversorgung), sodass sich in den Augen des einen oder anderen Patienten die Sinnhaftigkeit einer Nachuntersuchung mehr als 8 Jahre nach der Operation nicht ergibt. Dies ist jedoch weder durch entsprechende Literatur beleg-

bar, noch statistisch nachweisbar, sondern lediglich ein persönliches Meinungsbild nach etlichen Telefonaten mit potentiellen Studienteilnehmern. Ob dies nun effektiv die Rückläuferquote wesentlich beeinträchtigt hat, kann dementsprechend natürlich nicht abschließend bewiesen werden.

Im Rahmen der Nachuntersuchung wurde neben der Röntgendiagnostik und einer körperlichen Untersuchung auch der DASH-Fragebogen [39; 40] ausgewertet. Dieser evaluierte Fragebogen hat sich bei der Auswertung und Nachbeobachtung von Verletzungen an der oberen Extremität bewährt und wurde bereits häufig bei Studien im Zusammenhang mit Kahnbeinfrakturen genutzt [49-51]. Mit den weiteren erfassten Werten wurde zudem der Krimmer und Mayo-Wrist-Score berechnet [42; 44].

Der DASH-Fragebogen bietet Stärken und Schwächen. Auf der einen Seite scheint er leicht verständlich und einfach auszufüllen sowie auszuwerten. Darüber hinaus gibt es - aufgrund der langjährigen Erfahrung in der Nutzung - etliche Studien, die eine hohe Aussagekraft und gute Vergleichbarkeit mit ähnlichen Fragebögen zeigen konnten [52-54]. Da der Fragebogen vollkommen unabhängig von der zu untersuchenden Verletzung ist und auch die betroffene Seite nicht beachtet wird, kann das Ergebnis durch verschiedene Störfaktoren beeinflusst werden. So kann z.B. ein Rechtshänder mit einer verletzten und möglicherweise stark eingeschränkten linken Hand dennoch gegebenenfalls im Alltag deutlich weniger eingeschränkt sein als ein Patient mit gleichartiger Verletzung, dessen dominante Hand jedoch betroffen ist. Da im Fragebogen die obere Extremität im Gesamten betrachtet wird, kann auch eine vom eigentlich zu untersuchenden Problem unabhängige zusätzliche Beeinträchtigung z.B. der Schulter oder womöglich beispielsweise auch das Vorliegen einer Depression [55] das Ergebnis verzerren. Dowrick und Mitarb. hatten 2006 sogar eine Beeinflussung des DASH-Scores bei Patienten mit Verletzungen ausschließlich der unteren Extremität gefunden [56]. Da in dem hier untersuchten Kollektiv jedoch kein Patient Probleme oder Beeinträchtigungen an der unteren Extremität angab, kann dies vernachlässigt werden.

Jester und Mitarb. hatten sich 2005 mit der Frage beschäftigt, in wie weit der DASH-Fragebogen mit verschiedenen Misch-Scores und auch mit rein objektiven Messwerten wie Grobgriffkraft und Bewegungsausmaßen korreliert [57]. Hierbei konnte eine gute Korrelation zwischen dem DASH-Fragebogen und dem Krimmer bzw. Mayo-Wrist-Score gezeigt werden. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Kalb und Mitarb. [58] sowie Krimmer und Mitarb. [44], die eine gute Korrelation zwischen dem Krimmer-Score und dem DASH bei Patienten mit operativer Handgelenksversteifung zeigen konnten.

Auch in dieser Studie zeigen sich sehr hohe Korrelationen. Die höchste besteht hier aufgrund des ähnlichen Aufbaus erwarteter Weise zwischen den beiden Misch-Scores mit $r = 0,76$. Doch auch zwischen dem Krimmer-Score und den Ergebnissen des DASH-Fragebogens besteht eine mittlere negative Korrelation mit $r = -0,62$.

Betrachtet man das gesamte angeschriebene Patientenkollektiv, so war mit 90% der weitaus größte Teil männlich. Auch bei den nachuntersuchten Patienten, zeigte sich das Verhältnis mit 92% männlichen zu 8% weiblichen Patienten ähnlich. Diese Zahlen sind gut vergleichbar mit großen internationalen Studien. So haben Böhler und Mitarb. (1954) am Unfallkrankenhaus Wien in einer großen retrospektiven Auswertung 734 frische Kahnbeinfrakturen ausgewertet und dabei ein Verhältnis von männlichen zu weiblichen Patienten von 91,5% zu 8,5% beschrieben [59]. Sehr ähnliche Zahlen lieferten Leslie und Dickson (1981) aus Oxford/England bei 222 nachuntersuchten Patienten (männlich/weiblich - 85,5%/14,5%) [25] und Lindström und Nyström (1990) aus Göteborg/Schweden (männlich/weiblich - 84%/16%) [60].

Auch die Altersverteilung entsprach mit einem Durchschnittsalter des Gesamtkollektivs zum OP-Zeitpunkt von 32,1 Jahren den Vergleichsstudien [25; 59; 61]. Auffälligkeiten ergeben sich bei der Betrachtung der geschlechterspezifischen Altersverteilung. So lag der Altersdurchschnitt der Männer ($n=153$) bei 30,1 Jahren, während die Frauen ($n=17$) mit 50,4 Jahren fast doppelt so alt wa-

ren. Diese Zahlen sind mit einem $p < 0,00001$ statistisch signifikant. Über ähnliche, wenn auch nicht ganz so ausgeprägte Differenzen, berichten sowohl Holloway und Mitarb. (Durchschnittsalter Männer: 24,5 Jahre, Frauen: 38,5 Jahre) (2015) [62], wie auch Duckworth und Mitarb. (Durchschnittsalter Männer: 25 Jahre, Frauen: 40 Jahre) (2012) [63].

Als mögliche Ursache für diese Altersverteilungen kann der Unfallmechanismus gesehen werden. 72,6% der Patienten zogen sich ihre Kahnbeinfrakturen bei einem Sturz zu, etwa die Hälfte davon bei einem Sportunfall. Dieser typische Mechanismus, im englischen „fall on an outstretched hand“ (FOOSH) genannt [26-29], findet sich im jüngeren Alter vor allem bei körperbetonten Sportarten (Fußball, Handball) oder im Rahmen von Berufsunfällen. Diese Sportarten werden häufiger von jungen Männern ausgeübt. Ältere Patienten, die z.B. aufgrund körperlicher Gebrechen auf die gleiche Weise stürzen, ziehen sich aufgrund der relativen Schwäche des Radius eher Frakturen desselben zu als Kahnbeinfrakturen [64; 65].

Mit einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 9 Jahren und 7 Monaten (7 Jahre und 7 Monate bis 11 Jahre und 3 Monate) konnte ein vergleichsweise langer Nachbeobachtungszeitraum generiert werden. Bewertet wurde zunächst das Operationsergebnis rein nach knöcherner Ausheilung der Fraktur anhand einer konventionell radiologischen Untersuchung der betroffenen Hand in 3 Ebenen (d.p., seitlich, Stecheraufnahme). Dies sollte grundsätzlich allerdings nicht alleiniges Kriterium für einen Operationserfolg sein, da z.B. persistierende Schmerzen, dauerhafte Bewegungseinschränkungen, Probleme im Alltag durch die operierte Hand oder das Auftreten von sekundären Gelenkarthrosen langfristig große Probleme für die Patienten bedeuten können. Diese möglichen Folgen sind jedoch teilweise nur bei entsprechend langen Nachbeobachtungszeiträumen zu evaluieren. Besonders die Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose kann je nach Belastung und Fehlstellung im betroffenen Gelenk einige Jahre dauern [66; 67]. Thematisch vergleichbare Studien enden häufig nach 2 bis 3 Jahren, teilweise verbunden mit relativ kleinen Patientenkol-

lektiven. So konnten z.B. Müller und Mitarb. 46 operativ versorgte Kahnbeinfrakturen im Schnitt 35 Monate postoperativ nachuntersuchen [50]. Dias und Mitarb. schlossen 88 Patienten mit akuten Kahnbeinfrakturen in ihre Studie ein, in der sie die Hälfte entweder mit einer Herbert-Schraube operativ behandelten oder konservativ mittels Unterarmgipsschiene mit Einschluss des Daumengrundgelenks [68]. Nachuntersucht wurden beide Gruppen engmaschig, jedoch maximal bis 52 Wochen nach dem Trauma. Geurts und Mitarb. hatten mit 6 Jahren und 1 Monat eine vergleichsweise lange Nachbeobachtungsdauer, jedoch wurden in ihrer Studie die 34 Patienten transtrapezial verschraubt [69].

Allgemein wird die knöchernen Konsolidierung einer Fraktur als Kriterium des Operationserfolgs gewertet. Dies gilt in besonderem Maße auch für die Kahnbeinfraktur, die aufgrund der beschriebenen Durchblutungssituation eine verhältnismäßig hohe Neigung zur Pseudarthrosenbildung zeigt. Im hier nachuntersuchten Patientenkollektiv konnte eine primäre postoperative Ausheilung bei 56 der 62 Frakturen erreicht werden. Dies entspricht einer Quote von 90,3%. Bei 3 der 6 Patienten ohne primäre knöchernen Heilung konnte im Verlauf durch eine Revisionsoperation eine knöchernen Konsolidierung erzielt werden. Kapitel 3.4.6 zeigt hierzu eine detaillierte Aufschlüsselung. Differenziert nach Frakturlokalisation zeigt sich die Rate an Pseudarthrosen bei den proximalen Frakturen mit 13,3%, bzw. 86,7% Durchbauungsrate am höchsten. Bei den Frakturen im mittleren Drittel zeigten sich 91,1% knöchernen durchbaut. Eine 100%ige knöchernen Durchbauungsrate zeigte sich bei den distalen Frakturen, jedoch war im nachuntersuchten Patientenkollektiv lediglich eine Fraktur eingeschlossen.

In der Literatur schwanken die Werte zu den Ausheilungsraten zum Teil deutlich. Besonders bei undislozierten Frakturen berichten einige Studien von 100%iger knöchernen Heilungsrate [70-72]. Teilweise finden sich jedoch auch deutlich schlechtere Raten. So berichten McQueen und Mitarb. von 14% ausbleibenden knöchernen Heilungen bei konservativer Versorgung [73], Dias und Mitarb. gar von 23% [68] und bei dislozierten Frakturen finden sich Zahlen bis zu 50% [74]. In vergleichbaren Kohorten zeigen sich jedoch durchaus mit 9,5% [75] und 11% [76] sehr ähnliche Zahlen wie in dieser Arbeit. Diese deutlichen

Unterschiede ergeben sich zum einen durch entsprechende Frakturselektion, Müller und Mitarb. merken jedoch auch an, dass durch die ausschließliche Beurteilung der knöchernen Konsolidierung mittels konventionellem Röntgen falsch tiefe Zahlen entstehen könnten [50]. Dass die Schnittbilddiagnostik dem konventionellen Röntgen in der Sensitivität und Spezifität überlegen ist [34; 35] und die Frakturheilung im Röntgen teilweise schwer beurteilbar ist [77] steht außer Frage. Dementsprechend hat die CT einen hohen Stellenwert bei der Primärdiagnostik und beim Staging von Kahnbeinfrakturen [20]. Ob jedoch der Informationsgewinn bei Studien dieser Art die deutlich erhöhte Strahlenbelastung einer CT für den Patienten rechtfertigt, ohne jedoch unmittelbare Therapiekonsequenzen zu generieren, ist eine andere Frage.

Neben der Beurteilung des knöchernen Durchbaus kann durch die Röntgenaufnahmen der Gelenkstatus beurteilt werden. Dass eine Kahnbeinpseudarthrose unbehandelt mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer radiokarpalen Arthrose (SNAC-wrist) führt, ist bekannt und vielfach beschrieben [78-81]. Nur wenige Studien beschäftigen sich jedoch mit der Arthroseentwicklung bei knöchern verheilten Kahnbeinfrakturen. Dies liegt an häufig kurzen Nachbeobachtungszeiträumen, die zur Entwicklung einer Arthrose nicht ausreichen. Böhler und Mitarb. berichten von arthrotischen Veränderungen bei lediglich 1,1% der Patienten mit verheilten Frakturen von den insgesamt 734 nachuntersuchten Patienten [59]. In einer Studie von Rettig und Mitarb. wurden 14 Patienten im Schnitt 26 Monate postoperativ nachuntersucht. Hierbei konnten Arthrosezeichen bei einem Patienten mit begleitender Radiusfraktur nachgewiesen werden [82].

Mit 5,2% beschreiben Lindström und Nyström deutlich höhere Zahlen [60]. In 2 Studien, in denen die radiologische Kontrolle zur Nachuntersuchung mittels CT erfolgte, wird sogar von bis zu 39% radiokarpaler Arthrosen bei verheilten, operierten Patienten berichtet [50; 83]. Die deutlich höheren Zahlen sind in Teilen auch auf die bessere Detektionsrate der CT zurückzuführen.

Im Patientenkollektiv dieser Arbeit fanden sich bei 19,6% der Patienten mit verheilten Frakturen Arthrosezeichen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (min.

Grad 2 nach Kellgren und Lawrence). In der Gruppe mit Pseudarthrosen waren es 5 von 6 (83,3%).

Auch das Thema „Schmerz“ wird von wenigen Autoren beleuchtet, wenngleich langfristig persistierende Schmerzen für Patienten sehr einschränkend und störend sein können. Von den nachuntersuchten Patienten gaben 6 (9,7%) Patienten an, in Ruhe Schmerzen zu haben, bei Belastung waren es sogar 35 (56,5%), 30 davon mit verheilten Frakturen. Somit gaben mehr als die Hälfte der Patienten mit verheilten Frakturen an, bei Belastung Schmerzen zu haben. Die durchschnittlichen Werte auf der visuell analogen Schmerzskala (VAS) lagen bei Belastung bei den verheilten Frakturen bei 1,6, bei den Pseudarthrosen bei 2,8 und beim gesamten Kollektiv bei 1,7. Dias und Mitarb. beschreiben bei ihren Patienten mit verheilten Frakturen bei 17% persistierende Schmerzen [84] und in einer weiteren Studie von einem durchschnittlichen Wert auf der VAS von 2,18 bei operierten Patienten nach einem Jahr [68]. Saedén und Mitarb. berichten von Schmerzen bei 20% bei operierten Patienten [83]. Schädel-Höpfner und Mitarb. gaben einen durchschnittlichen Wert von 7,1 auf der VAS an, jedoch erfolgte die Nachuntersuchung bereits nach 6 Monaten [75]. Insgesamt besteht jedoch sicherlich Bedarf an strukturierten Schmerzstudien, welche in Anbetracht dieser Zahlen mehr als gerechtfertigt erscheinen.

Bei der im Rahmen der Nachuntersuchung erfassten Handgelenksbeweglichkeit zeigen sich signifikante Einschränkungen für die Extension/Flexion. Im Durchschnitt erreichten die Patienten in dieser Bewegungsachse nur 90,6% der nicht operierten Gegenseite. Das Gesamtbewegungsausmaß der operierten Seite betrug 119,4° zu 132,7° auf der gesunden Gegenseite ($p < 0,001$). In der Literatur finden sich vergleichbare Zahlen. So beschreiben Dias und Mitarb. ein Gesamtbewegungsausmaß der operierten Seite von 94,1% der gesunden [68]. Brauer und Mitarb. differenzieren die einzelnen Bewegungsachsen. Ihre Patienten erreichten auf der operierten Seite 96% des Bewegungsumfangs der gesunden Seite für Extension/Flexion. Bei Radialduktion/Ulnarduktion waren es lediglich 85%. Bei der Pro- und Supination konnten keine Unterschiede gefun-

den werden [70]. Bond und Mitarb. beschreiben einen Bewegungsumfang der operierten Seite für die Extension und Flexion von 92% zur gesunden Gegenseite [71].

Einschränkend muss natürlich auf die vergleichsweise kleine Gruppenstärke der weiblichen Patienten sowie der Pseudarthrosepatienten hingewiesen werden, sodass bei Berechnungen besonders zu Unterschieden der Geschlechterverteilung den oben genannten Zahlen keine Allgemeingültigkeit zugesprochen werden kann.

Diese Zahlen regen zum Nachdenken an und zeigen, dass selbst eine komplikationslose knöcherner Heilung langfristige Folgeschäden und -einschränkungen mit sich bringen kann, die so häufig nicht bedacht und erwähnt werden. Dies sollte auch Teil des Aufklärungsgesprächs der Patienten sein und zeigt weiter, dass die Behandlung einer Kahnbeinfraktur in die Hände erfahrener Handchirurgen gehört.

5 Zusammenfassung

Die Kahnbeinfraktur als häufigste Fraktur der Handwurzelknochen betrifft vor allem junge Erwachsene. Die Standardtherapie bei frischen Kahnbeinfrakturen ist je nach Frakturtyp entweder konservativ oder operativ mittels kanülierter Spezialschraube. Die vergleichsweise hohe Rate an Pseudarthrosen kann für die Patienten langfristig zu starken Einschränkungen und Schmerzen im (Berufs-) Alltag führen. Jedoch zeigen sich auch bei regelrechter knöcherner Abheilung zum Teil deutliche persistierende Beschwerden, weshalb die Kahnbeinfraktur auch nach erfolgreicher Behandlung ein wichtiges Krankheitsbild in der Handchirurgie darstellt.

Ziel der Arbeit war es, diese langfristigen Probleme zu evaluieren. Hierzu wurden 61 Patienten mit insgesamt 62 frakturierten Kahnbeinen mit einer durchschnittlichen Nachuntersuchungsdauer von 9 Jahre und 7 Monate nachuntersucht. Eingeschlossen wurden 92% Männer und 8% Frauen mit einem Durchschnittsalter von 32 Jahre zum Operationszeitpunkt. Dabei zeigte sich eine radiologisch kontrollierte knöcherne Ausheilungsrate von 90,3%, wobei Frakturen des proximalen Pols mit 86,7% am schlechtesten verheilten. Bei den konsolidierten Frakturen zeigten sich jedoch radiologisch bei 19,6% der Patienten des Kollektivs Zeichen einer radiokarpalen Arthrose (min. Grad 2 nach Kellgren und Lawrence).

Mehr als die Hälfte der Patienten (56,5%) gaben zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung persistierende Schmerzen bei Belastung im betroffenen Handgelenk an. Über Ruheschmerzen berichteten 9,6%.

Darüber hinaus konnte bei der Nachuntersuchung eine Bewegungseinschränkung v.a. für die Extension/Flexion nachgewiesen werden. Im Schnitt erreichten die Patienten mit der operierten Hand nur 90,6% des Bewegungsausmaßes der gesunden Hand. Absolut konnten für den gesamten Bewegungsbogen Extensi-

on/Flexion im Schnitt $119,4^\circ$ auf der operierten Seite zu $132,7^\circ$ auf der nicht operierten Seite erreicht werden. Diese Ergebnisse sind statistisch hoch signifikant.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei Kahnbeinfrakturen langfristig auch die knöchernen Konsolidierung keine Beschwerdefreiheit garantieren kann. Mehr als die Hälfte der Patienten klagte gar über Probleme. Diese zu verhindern wird kaum möglich sein, weshalb dies offen mit den Patienten besprochen werden sollte, um eine falsche Erwartungshaltung aufzufangen.

6 Abkürzungsverzeichnis

CT	Computertomografie
d.p.	dorsopalmarer Strahlengang
DASH	Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Questionnaire
DISI	Dorsal Intercalated Segment Instability
Ext.	Extension
Flex.	Flexion
FOOSH	fall on an outstretched hand
KfH	Klinik für Handchirurgie
Lig.	Ligamentum
LT	lunotriquetral
M.	Musculus
Mitarb.	Mitarbeiter
MKTA	Mediokarpale Teilarthrodese
Pat.	Patient
PISI	Palmar Intercalated Segment Instability
RL	radiolunär
ROM	range of motion
RS	radioskaphoidal
SL	skapholunär
SNAC	Scaphoid Non-union Advanced Collapse
STT-Gelenk	skapho-trapezio-trapezoidales Gelenk
VAS	Visuelle Analogskala
Z.n.	Zustand nach

7 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1 - **Handwurzelknochen (rechte Hand von palmar)**, aus Hirt B. und Mitarb. – Anatomie und Biomechanik der Hand, S. 23, 3. überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2014 [6], mit freundlicher Genehmigung)
- Abb. 2 - **Anatomie des Kahnbeins** (aus Schmidt H., Lanz U.: Handgelenksregion, Os scaphoideum. In Chirurgische Anatomie der Hand, 2. überarbeitete und aktualisierte Ausgabe. Stuttgart: Thieme; 2003, [9], mit freundlicher Genehmigung)
- Abb. 3 - **Die Blutversorgung des Kahnbeins** (©Franziska Geiger, 2020, mit freundlicher Genehmigung).
- Abb. 4 - **Modifizierte Klassifikation der frischen Kahnbeinfraktur nach Krimmer/Herbert** (© Franziska Geiger, 2020, mit freundlicher Genehmigung).
- Abb. 5 - **Flow Chart der Patienten mit operativ versorgter Kahnbeinfraktur** (im Zeitraum vom 01.01.2006 bis 31.12.2008)
- Abb. 6 – **Geschlechterverteilung aller operierter Patienten** (n=170).
- Abb. 7 – **Altersverteilung von Männer und Frauen in Jahren zum Zeitpunkt der Operation** (n=170).
- Abb. 8 - **Körperliche Belastung der Hand durch den Beruf** (n=62).
- Abb. 9 – **Frakturen aufgeteilt nach deren Unfallursache**. Die größte Gruppe bilden die Sportunfälle. Hierunter weiter aufgeteilt machen die beim in Deutschland beliebtesten Sport, dem Fussball, zugezogene Frakturen mit viel Abstand den größten Teil aus (n=62).
- Abb. 10 - **Häufigkeit von weiteren Verletzungen im Rahmen desselben Traumas**. Die betroffenen weiteren Handwurzelknochen waren in 3 Fällen das Os triquetrum und in einem Fall das Os capitatum. Unter „Sonstige“ sind eine Ruptur des lunotriquetralen Bands (LT-Band), ein Schädel-Hirn-Trauma, ein Einriss des triangulären fibrocartilaginären Komplex sowie eine Fraktur im Fußbereich zusammengefasst.
- Abb. 11 - **Zeitraum zwischen Unfall und Erstdiagnose einer Kahnbeinfraktur in Tagen** (n=62).
- Abb. 12 - **Zeitraum zwischen Unfall und Operation in Tagen** (n=62).
- Abb. 13 - **Subjektive Beschwerden der Patienten**. Annähernd die Hälfte der Patienten gaben Schmerzen der betroffenen Hand bei Belastung und Wetterfühligkeit an. 10% der Patienten klagten außerdem über Kraftlosigkeit und 15% über eine störende Bewegungseinschränkung der Hand im Seitenvergleich. Mehrfachnennungen waren möglich.
- Abb. 14 - **Zugangswege der Frakturversorgung**. Jeweils die Hälfte der Kahnbeinfrakturen (je 31) wurden über einen palmaren bzw. dorsalen Zugang operiert. Die insgesamt 11

minimalinvasiv bzw. perkutan verschraubten Kahnbeinfrakturen wurden bis auf eine alle von palmar operiert (n=62).

- Abb. 15 - **Lokalisation der Frakturen.** 45 (72,5%) der versorgten Frakturen lagen im mittleren Drittel; 15 (24,2%) im proximalen Drittel und jeweils eine Fraktur (1,6%) im distalen Drittel, bzw. war mehrfragmentär und mehrere Drittel betreffend (n=62).
- Abb. 16 - **Häufigkeiten der Kahnbeinfrakturen nach der Klassifikation nach Herbert** (siehe auch 1.2.2). Mehr als die Hälfte (35 bzw. 56,5%) aller Frakturen waren Typ B2 (quer verlaufende Frakturen im mittleren oder distalen Drittel) (n=62).
- Abb. 17 - **Dauer der postoperativen Gipsruhigstellung der Patienten** (n=62).
- Abb. 18 - **Dauer der postoperativen Physiotherapie in Wochen.** Im Durchschnitt befanden sich die Patienten 10,5 Wochen in Behandlung (Minimum 2 Wochen, Maximum 60 Wochen). Angegeben sind lediglich die Patienten, die postoperativ Physiotherapie erhielten (n=42).
- Abb. 19 - **Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit in Wochen.** Angegeben sind nur die Zeiten der Patienten, bei denen die Dauer im Rahmen der Nachuntersuchung nachvollziehbar war (n=55). Die kürzeste Dauer - abgesehen von den Patienten ohne Arbeitsunfähigkeit - war hierbei 2 Wochen, die maximale Dauer 60 Wochen.
- Abb. 20 - **Ergebnis der Operationen nach Frakturheilung.** Von den 6 Kahnbeinfrakturen, welche nicht primär abgeheilt sind, konnten 3 (4,8%) mittels weiteren Revisionseingriffen zur Ausheilung gebracht werden. 2 (3,2%) waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nicht weiter therapiert worden, wobei eine erst anlässlich der Nachuntersuchung diagnostiziert wurde. Ein Handgelenk musste im Verlauf mittels Teilversteifung (mediokarpale Teilarthrodese) im Sinne einer Rettungsoperation versorgt werden (n=62).
- Abb. 21 – **Subjektive Angabe des Ruheschmerzes anhand der VAS am Tag der Nachuntersuchung.** Der allergrößte Anteil der Patienten (56 bzw. 90,3%) war zum Nachuntersuchungszeitpunkt in Ruhe vollkommen schmerzfrei. Lediglich 6 Patienten gaben Ruheschmerzen an, diese lagen jedoch allesamt in der unteren Hälfte der Skala. Der Ausschnitt zeigt den relevanten Bereich von VAS 2-4 zur besseren Übersicht (n=62).
- Abb. 22 - **Subjektive Angabe von Belastungsschmerzen anhand der VAS am Tag der Nachuntersuchung.** Nur 43,5% (27) der Patienten waren komplett schmerzfrei, 56,5% (35) dagegen gaben an, Belastungsschmerzen zu haben. 6 Patienten (9,7%) gaben einen mittleren Belastungsschmerz (VAS 5) oder mehr an. Der durchschnittliche Wert aller Patienten betrug VAS=1,74 (n=62). Die Gruppe der verheilten Frakturen hatte einen durchschnittlichen Wert von 1,63, die Pseudarthrosegruppe 2,83. Eine statistische Signifikanz besteht nicht.
- Abb. 23 - **Subjektive Angabe der Schmerzsituation der Patienten nach der verbalen Schmerzskala des Krimmer-Score.** Mehr als die Hälfte der Patienten (51,7%) stufen sich selbst als „schmerzfrei“ ein, immerhin 43,5% gaben an ausschließlich Belastungsschmerzen zu haben (n=62).

- Abb. 24 - **Subjektive Angabe der Schmerzsituation der Patienten nach der verbalen Schmerzskala des Mayo-Wrist-Score.** Knapp die Hälfte der Patienten (48,4%) bezeichneten sich selbst als „schmerzfrei“, 38,7% gaben an, gelegentliche, leichte Schmerzen zu haben (n=62).
- Abb. 25 - **Beweglichkeit des operierten Handgelenks für Extension/Flexion im Vergleich zur Gegenseite in Prozent.** Die Werte entsprechen der Summe der Bewegungsausmaße für Extension und Flexion des operierten Handgelenks im Vergleich zur gesunden Gegenseite. In Grau dargestellt sind die Patienten mit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung persistierender Pseudarthrose sowie die, bei denen im Verlauf Folgeoperationen aufgrund einer Pseudarthrose durchgeführt worden waren (n=62).
- Abb. 26 - **Beweglichkeit des operierten Handgelenks für Ulnarduktion/Radialduktion im Vergleich zur Gegenseite in Prozent.** Die Werte entsprechen der Summe der Bewegungsausmaße für Ulnarduktion und Radialduktion des operierten Handgelenks im Vergleich zur gesunden Gegenseite. In Grau dargestellt sind die Patienten mit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung persistierender Pseudarthrose sowie die, bei denen im Verlauf Folgeoperationen aufgrund einer Pseudarthrose durchgeführt worden waren (n=62).
- Abb. 27 - **Verhältnis der Grobgriffkraft der operierten zur nicht operierten Seite in Prozent.** 69,3% der Patienten haben hier keine oder nur geringe Kraftminderung (n=62).
- Abb. 28 - **Verhältnis der Grobgriffkraft der operierten Hand im Seitenvergleich** in Prozent der Patienten, bei denen die dominante Hand betroffen war (n=30).
- Abb. 29 - **Verhältnis der Grobgriffkraft der operierten Hand im Seitenvergleich** in Prozent der Patienten, bei denen die nicht-dominante Hand betroffen war (n=32).
- Abb. 30 - **Bewertung des Krimmer-Scores.** 80,6% aller Patienten erreichten ein sehr gutes Ergebnis, bei den Pseudarthrosepatienten waren es sogar 83,3% (5 von 6) (n=62).
- Abb. 31 - **Bewertung des Mayo-Wrist-Scores.** 80,6% aller Patienten erreichten ein sehr gutes Ergebnis, bei den Patienten mit Pseudarthrose waren es sogar 83,3% (5 von 6) (n=62).
- Abb. 32 - **Erreichte Punkte im DASH-Fragebogen.** 93,6% aller Patienten erreichten Werte von 20 oder weniger Punkten (n=62).
- Abb. 33 - **Präoperativ vorliegende radiologische Untersuchungen.**
- Abb. 34 - **Arthrose im Radiokarpalgelenk** nach der Klassifikation von Kellgren und Lawrence [45; 46] (n=62).
- Abb. 35 - **DISI-Fehlstellung der Handwurzelknochen** der operierten Hand (n=61).

8 Tabellenverzeichnis

Tab. 1 - **Frakturklassifikation in Anlehnung an Herbert und CT Befund** - aus Krimmer H., Schmitt R. und Herbert T. - Kahnbeinfrakturen - Diagnostik, Klassifikation und Therapie. Der Unfallchirurg, 2000. 103(10): S. 812-819 [30].

Tab. 2 - **Klassifikation nach Kellgren und Lawrence** zur radiologische Stadieneinteilung von Arthrose [45; 46].

Tab. 3 - **Durchschnittliche Werte der Bewegungsausmaße** für Extension, Flexion, Ulnarduktion und Radialduktion sowie durchschnittliche Werte des gesamten Bewegungsbogens für Extension/Flexion und Ulnarduktion/Radialduktion mit den Einschränkungen der operierten Hand im Vergleich zur gesunden Gegenseite. Markiert sind die Werte, bei denen sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der Pseudarthrosengruppe und der Gruppe der verheilten Frakturen zeigt.

Tab. 4 - **Unterschiede der Beweglichkeit der operierten zur gesunden Seite in der Gruppe der verheilten Frakturen und statistische Signifikanzen.**

9 Literaturverzeichnis

1. Fusetti C, G Garavaglia, M Papaloizos, et al. Direct and indirect costs in the conservative management of undisplaced scaphoid fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2003; 13: 241-244
2. Vinnars B, FA Ekenstam, B Gerdin. Comparison of direct and indirect costs of internal fixation and cast treatment in acute scaphoid fractures: a randomized trial involving 52 patients. *Acta Orthop* 2007; 78: 672-679
3. Dt. Ges. f. Orthopädie und orthopäd. Chirurgie + BV d. Ärzte f. Orthopädie (Hrsg.) Leitlinien der Orthopädie - AWMF Leitlinien Scaphoidpseudarthrose. Dt. Ärzte-Verlag, 2. Auflage 2002
4. Herbert TJ, WE Fisher. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. *J Bone Joint Surg Br* 1984; 66: 114-123
5. Schünke M, E Schulte, U Schumacher: Prometheus - LernAtlas der Anatomie: allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. Thieme Stuttgart, 2007
6. Hirt B, H Seyhan, M Wagner, et al.: Anatomie und Biomechanik der Hand, 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Thieme Stuttgart, 2014
7. Heinzelmann AD, G Archer, RR Bindra. Anthropometry of the human scaphoid. *J Hand Surg Am* 2007; 32: 1005-1008
8. Berger RA. The anatomy of the scaphoid. *Hand Clin* 2001; 17: 525-532
9. Schmidt HM, U Lanz: Chirurgische Anatomie der Hand. Thieme Stuttgart, 2003
10. Schmitt R, U Lanz: Bildgebende Diagnostik der Hand, 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Thieme Stuttgart, 2014
11. Sarrafian SK, JL Melamed, GM Goshgarian. Study of wrist motion in flexion and extension. *Clin Orthop Relat Res* 1977: 153-159
12. Lichtman DM, JR Schneider, AR Swafford, et al. Ulnar midcarpal instability-clinical and laboratory analysis. *J Hand Surg Am* 1981; 6: 515-523
13. Navarro A: Anatomy and physiology of the carpus [in Spanish]. In: *Anales de Instituto de Clinica Quirúrgica y Cirugia Experimental*. Montevideo, Uruguay: Imprenta Artística de Dornaleche Hnos, 1935: 166-189
14. Taleisnik J: *The Wrist*. Churchill Livingstone New York, NY, 1985

15. Bonnel F, Y Allieu. Les articulations radio-cubito-carpienne et médio-carpienne: Organisation anatomique et bases biomécaniques. Annales de Chirurgie de la Main 1984; 3: 287-296
16. Taleisnik J. The ligaments of the wrist. J Hand Surg Am 1976; 1: 110-118
17. Linscheid RL, JH Dobyns, JW Beabout, et al. Traumatic instability of the wrist. Diagnosis, classification, and pathomechanics. J Bone Joint Surg Am 1972; 54: 1612-1632
18. Mayfield JK, RP Johnson, RK Kilcoyne. Carpal dislocations: Pathomechanics and progressive perilunar instability. J Hand Surg Am 1980; 5: 226-241
19. Langer MF, S Oeckenpohler, S Breiter, et al. Anatomie und Biomechanik des Kahnbeins. Der Orthopäde 2016; 45: 926-937
20. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften, S3-Leitlinie: Skaphoidfraktur, Version 28 [abgerufen und zitiert am 02.02.2019] über URL: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-016l_S3_Skaphoidfraktur_2015-10.pdf.
21. Gelberman RH, J Menon. The vascularity of the scaphoid bone. J Hand Surg Am 1980; 5: 508-513
22. Oehmke MJ, T Podranski, R Klaus, et al. The blood supply of the scaphoid bone. J Hand Surg Eur Vol 2009; 34: 351-357
23. Taleisnik J, PJ Kelly. The extraosseous and intraosseous blood supply of the scaphoid bone. J Bone Joint Surg Am 1966; 48: 1125-1237
24. Garala K, NA Taub, JJ Dias. The epidemiology of fractures of the scaphoid: impact of age, gender, deprivation and seasonality. Bone Joint J 2016; 98: 654-659
25. Leslie IJ, RA Dickson. The fractured carpal scaphoid. Natural history and factors influencing outcome. J Bone Joint Surg Br 1981; 63: 225-230
26. Choi WJ, SN Robinovitch. Pressure distribution over the palm region during forward falls on the outstretched hands. J Biomech 2011; 44: 532-539
27. Mayfield JK. Mechanism of carpal injuries. Clin Orthop Relat Res 1980: 45-54
28. Rettig AC. Athletic injuries of the wrist and hand. Part I: traumatic injuries of the wrist. Am J Sports Med 2003; 31: 1038-1048

29. Weber ER, EY Chao. An experimental approach to the mechanism of scaphoid waist fractures. *J Hand Surg Am* 1978; 3: 142-148
30. Krimmer H, R Schmitt, T Herbert. Kahnbeinfrakturen – Diagnostik, Klassifikation und Therapie. *Unfallchirurg* 2000; 103: 812-819
31. Stecher W. Roentgenography of the carpal navicular bone. *Am J Roentgenol* 1937; 37: 704-705
32. Jorgsholm P, NO Thomsen, J Besjakov, et al. The benefit of magnetic resonance imaging for patients with posttraumatic radial wrist tenderness. *J Hand Surg Am* 2013; 38: 29-33
33. Welling RD, JA Jacobson, DA Jamadar, et al. MDCT and radiography of wrist fractures: radiographic sensitivity and fracture patterns. *Am J Roentgenol* 2008; 190: 10-16
34. Breederveld RS, WE Tuinebreijer. Investigation of computed tomographic scan concurrent criterion validity in doubtful scaphoid fracture of the wrist. *J Trauma* 2004; 57: 851-854
35. Cruickshank J, A Meakin, R Breadmore, et al. Early computerized tomography accurately determines the presence or absence of scaphoid and other fractures. *Emerg Med Australas* 2007; 19: 223-228
36. Tada K, K Ikeda, S Okamoto, et al. Scaphoid Fracture--Overview and Conservative Treatment. *Hand Surg* 2015; 20: 204-209
37. Moser VL, H Krimmer, TJ Herbert. Minimal invasive treatment for scaphoid fractures using the cannulated herbert screw system. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2003; 7: 141-146
38. Oduwole KO, B Cichy, JP Dillon, et al. Acutrak versus Herbert screw fixation for scaphoid non-union and delayed union. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2012; 20: 61-65
39. Hudak PL, PC Amadio, C Bombardier. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand). The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med* 1996; 29: 602-608
40. Germann G, G Wind, A Harth. Der DASH-Fragebogen - Ein neues Instrument zur Beurteilung von Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1999; 31: 149-152
41. Germann G, A Harth, G Wind, et al. Standardisierung und Validierung der deutschen Version 2.0 des "Disability of Arm, Shoulder, Hand" (DASH)-Fragebogens zur Outcome-Messung an der oberen Extremität. *Unfallchirurg* 2003; 106: 13-19

42. Cooney WP, R Bussey, JH Dobyns, et al. Difficult wrist fractures. Perilunate fracture-dislocations of the wrist. Clin Orthop Relat Res 1987; 136-147
43. Green DP, ET O'Brien. Classification and management of carpal dislocations. Clin Orthop Relat Res 1980: 55-72
44. Krimmer H, P Wiemer, K Kalb. Vergleichende Ergebnisbewertung am Handgelenk - mediokarpale Teilarthrodese und Totalarthrodese. Handchir Mikrochir Plast Chir 2000; 32: 369-374
45. Kellgren JH, JS Lawrence. Radiological assessment of osteo-arthritis. Ann Rheum Dis 1957; 16: 494-502
46. Kellgren JH, JS Lawrence. Rheumatism in miners. II. X-ray study. Br J Ind Med 1952; 9: 197-207
47. Firrell JC, GM Crain. Which setting of the dynamometer provides maximal grip strength? J Hand Surg Am 1996; 21: 397-401
48. Statistisches Bundesamt - Wanderung nach Alter und Geschlecht 2015 in Deutschland.
49. Bickert B, S Baumeister, M Sauerbier, et al. Der Einsatz der kanülierten 3,0 mm-AO-Schraube mit intraossärer Unterlegscheibe bei der Osteosynthese des Skaphoids: Ergebnisse und Problemanalyse bei 28 Fällen. Handchir Mikrochir Plast Chir 2000; 32: 277-282
50. Müller M, ZB Chen, A al Morshidy, et al. Ergebnisse frischer osteosynthetisch verschraubter Skaphoidfrakturen nach postoperativer CT-Kontrolluntersuchung. Unfallchirurg 2006; 109: 185-192
51. Schädel-Höpfner M, G Böhringer, L Gotzen. Die perkutane Osteosynthese der Skaphoidfraktur mit der Herbert-Whipple-Schraube - Technik und Resultate. Handchir Mikrochir Plast Chir 2000; 32: 271-276
52. Beaton DE, JN Katz, AH Fossel, et al. Measuring the whole or the parts? Validity, reliability, and responsiveness of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand outcome measure in different regions of the upper extremity. J Hand Ther 2001; 14: 128-146
53. Gummesson C, I Atroshi, 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 Musculoskelet Disord 2003; 4: 11
54. Changulani M, U Okonkwo, T Keswani, et al. Outcome evaluation measures for wrist and hand: which one to choose? Int Orthop 2008; 32: 1-6

55. Calderón SA, D Zurakowski, JS Davis, et al. Quantitative Adjustment of the Influence of Depression on the Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand (DASH) Questionnaire. *Hand (N Y)* 2010; 5: 49-55
56. Dowrick AS, BJ Gabbe, OD Williamson, et al. Does the disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) scoring system only measure disability due to injuries to the upper limb? *J Bone Joint Surg Br* 2006; 88: 524-527
57. Jester A, A Harth, G Wind, et al. Ersetzt der Disability of Arm, Shoulder and Hand Questionnaire (DASH-Fragebogen) die Erfassung von Bewegungsausmaß und Kraft bei der Bewertung von Ergebnissen? *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2005; 37: 126-130
58. Kalb K, A Ludwig, A Tauscher, et al. Behandlungsergebnisse nach operativer Handgelenkversteifung. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1999; 31: 253-259
59. Böhler L, E Trojan, H Jahna. Die Behandlungsergebnisse von 734 frischen Brüchen des Kahnbeinkörpers der Hand. *Wiederherstellungschir Traumatol* 1954; 2: 86-111
60. Lindström G, A Nyström. Incidence of post-traumatic arthrosis after primary healing of scaphoid fractures: a clinical and radiological study. *J Hand Surg Br* 1990; 15: 11-13
61. Brøndum V, CF Larsen, O Skov. Fracture of the carpal scaphoid: frequency and distribution in a well-defined population. *Eur J Radiol* 1992; 15: 118-122
62. Holloway KL, DJ Moloney, SL Brennan-Olsen, et al. Carpal and scaphoid fracture incidence in south-eastern Australia: an epidemiologic study. *Arch Osteoporos* 2015; 10: 10-16
63. Duckworth A, P Jenkins, S Aitken, et al. Scaphoid Fracture Epidemiology. *J Trauma Acute Care Surg* 2012; 72: E41-45
64. Krasin E, M Goldwirth, A Gold, et al. Review of the current methods in the diagnosis and treatment of scaphoid fractures. *Postgrad Med J* 2001; 77: 235-237
65. Phillips TG, AM Reibach, WP Slomiany. Diagnosis and management of scaphoid fractures. *Am Fam Physician* 2004; 70: 879-884
66. Punzi L, P Galozzi, R Luisetto, et al. Post-traumatic arthritis: overview on pathogenic mechanisms and role of inflammation. *RMD open* 2016; 2: e000279
67. Rhon DI, KG Perez, SL Eskridge. Risk of post-traumatic knee osteoarthritis after knee injury in military service members. *Musculoskeletal Care* 2019; 17: 113-119

68. Dias JJ, CJ Wildin, B Bhowal, et al. Should acute scaphoid fractures be fixed? A randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87: 2160-2168
69. Geurts G, R van Riet, G Meermans, et al. Incidence of scaphotrapezial arthritis following volar percutaneous fixation of nondisplaced scaphoid waist fractures using a transtrapezial approach. *J Hand Surg Am* 2011; 36: 1753-1758
70. Brauer RB, M Dierking, K D. Werber. Die Anwendung der Herbert-Schraube mit der Freehand-Methode zur Osteosynthese der frischen Skaphoidfraktur. *Unfallchirurg* 1997; 100: 776-781
71. Bond CD, AY Shin, MT McBride, et al. Percutaneous screw fixation or cast immobilization for nondisplaced scaphoid fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83-a: 483-488
72. Haddad FS, NJ Goddard. Acute percutaneous scaphoid fixation. A pilot study. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 80: 95-99
73. McQueen MM, MK Gelbke, A Wakefield, et al. Percutaneous screw fixation versus conservative treatment for fractures of the waist of the scaphoid: a prospective randomised study. *J Bone Joint Surg Br* 2008; 90: 66-71
74. Szabo RM, D Manske. Displaced fractures of the scaphoid. *Clin Orthop Relat Res* 1988: 30-38
75. Schädel-Höpfner M, M Marent-Huber, M Sauerbier, et al. Operative vs. konservative Therapie nichtdislozierter Skaphoidfrakturen. Ergebnisse einer kontrollierten multizentrischen Kohortenstudie. *Unfallchirurg* 2010; 113: 804, 806-813
76. Wozasek GE, KD Moser. Percutaneous screw fixation for fractures of the scaphoid. *J Bone Joint Surg Br* 1991; 73: 138-142
77. Dias JJ, M Taylor, J Thompson, et al. Radiographic signs of union of scaphoid fractures. An analysis of inter-observer agreement and reproducibility. *J Bone Joint Surg Br* 1988; 70: 299-301
78. Inoue G, M Sakuma. The natural history of scaphoid non-union. Radiographical and clinical analysis in 102 cases. *Arch Orthop Trauma Surg* 1996; 115: 1-4
79. Mack GR, MJ Bosse, RH Gelberman, et al. The natural history of scaphoid non-union. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66: 504-509
80. Martini AK. Der Spontanverlauf der Kahnbeinpseudarthrose. *Der Orthopäde* 1994; 23: 249-254

81. Ruby LK, J Stinson, MR Belsky. The natural history of scaphoid non-union. A review of fifty-five cases. *J Bone Joint Surg Am* 1985; 67: 428-432
82. Rettig ME, SH Kozin, WP Cooney. Open reduction and internal fixation of acute displaced scaphoid waist fractures. *J Hand Surg Am* 2001; 26: 271-276
83. Saedén B, H Törnkvist, S Ponzer, et al. Fracture of the carpal scaphoid. A prospective, randomised 12-year follow-up comparing operative and conservative treatment. *J Bone Joint Surg Br* 2001; 83: 230-234
84. Dias JJ, IJ Brenkel, DB Finlay. Patterns of union in fractures of the waist of the scaphoid. *J Bone Joint Surg Br* 1989; 71: 307-310

10 Anhang

10.1 Fragebogen zur Nachuntersuchung

Patientenkleber <input type="radio"/> männlich <input type="radio"/> weiblich	<u>Untersuchungsdatum:</u> <u>Untersucher:</u>
--	---

<u>Unfalldatum:</u>	<u>Datum Erstdiagnose:</u>	
<u>Beruf (Prä-OP):</u>	<u>Beruf (Post-OP):</u>	<u>körperliche Belastung:</u>
<u>Bei Berufswechsel:</u> <input type="radio"/> auf Grund der Verletzung/Folgen <input type="radio"/> andere Gründe		
<u>OP-Seite:</u> <input type="radio"/> Links <input type="radio"/> Rechts	<u>Dominante Hand:</u> <input type="radio"/> Links <input type="radio"/> Rechts	
<u>Zum OP Zeitpunkt:</u> <input type="radio"/> Raucher <input type="radio"/> Nichtraucher	<input type="radio"/> Grunderkrankungen/Medis:	
<u>Unfallhergang:</u> <input type="radio"/> nicht rememberlich		
<u>Aktuelle Beschwerden:</u> <input type="radio"/> keine <input type="radio"/> Wetterfähigkeit		
<u>Besonderheiten:</u> (vorbestehende Handprobleme, OPs vor oder nach der Kahnbein#,...)		

<p><u>Vorbehandlung:</u> <input type="radio"/> keine</p> <p><input type="radio"/> konservativ: <input type="radio"/> Ruhigstellung Art: _____ Dauer: _____</p> <p><input type="radio"/> sonstiges: _____</p> <p><input type="radio"/> operativ: OP: _____ Datum: _____</p>
<p><u>Begleitverletzungen:</u> <input type="radio"/> keine</p> <p><input type="radio"/> SL-Band <input type="radio"/> Radiusfraktur <input type="radio"/> de-Quervain-Fraktur <input type="radio"/> _____</p>
<p><u>Operation (ggf. anhand des OP Protokolls auswerten):</u></p> <p><input type="radio"/> Herbertschraube <input type="radio"/> _____ Operateur: <input type="radio"/> CA / OA</p> <p><input type="radio"/> Handchirurg</p> <p>OP - Datum: _____ Dauer: _____ min. <input type="radio"/> Facharzt</p> <p><input type="radio"/> andere</p> <p><input type="radio"/> intraoperative Komplikationen: _____</p> <p>Zugangsweg: <input type="radio"/> palmar <input type="radio"/> dorsal</p>
<p><u>Zusätzliche Maßnahmen</u> (Spongiosa/Behandlung weiterer Verletzungen): <input type="radio"/> keine</p> <p><input type="radio"/> Beckenkammspan <input type="radio"/> Radiuspongiosa</p> <p><input type="radio"/> _____ <input type="radio"/> _____</p>
<p><u>Postoperative Nachbehandlung:</u></p> <p>Dauer Krankenhausaufenthalt: _____ Tage</p> <p><input type="radio"/> Ruhigstellung Art: <input type="radio"/> Skaphoidgips <input type="radio"/> _____ Dauer: _____</p> <p><input type="radio"/> KG <input type="radio"/> Ergo Dauer: _____</p> <p>Dauer der AU: von: _____ bis: _____</p>

Folge-Operationen / Postoperative Komplikationen: <input type="radio"/> keine <input type="radio"/> ja: Art: _____ Datum: _____ <input type="radio"/> KfH <input type="radio"/> auswärtig Art: _____ Datum: _____ <input type="radio"/> KfH <input type="radio"/> auswärtig				
<input type="radio"/> Normale Arbeitsfähigkeit	<input type="radio"/> Arbeitsfähigkeit beeinträchtigt	<input type="radio"/> Nicht arbeitsfähig wegen Beschwerden	<input type="radio"/> Arbeitsfähig, aber arbeitslos	<input type="radio"/> Arbeitsunfähig aus anderen Gründen

<u>Die folgenden Fragen sind auf die ursprüngliche Operation bezogen!</u>		
Visuelle Analogskala: Ruheschmerz (A = vor Unfall, B = nach OP)		
kein Schmerz	mäßiger Schmerz	stärkster Schmerz

Visuelle Analogskala: Belastungsschmerz (A = vor Unfall, B = nach OP)		
kein Schmerz	mäßiger Schmerz	stärkster Schmerz

Verbale Analogskala (Krimmer-Score):	vorbestehend	Post-OP
1 = schmerzfrei	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 = ausschließlich Belastungsschmerz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 = noch erträglich, aber Ruhe + Belastungsschmerz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 = starke, unerträgliche Schmerzen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Verbale Analogskala (Mayo Wrist Score):	vorbestehend	Post-OP
1 = schmerzfrei	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 = gelegentliche, leichte Schmerzen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 = mittelstarke Schmerzen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 = unerträgliche Schmerzen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Gebrauchsfähigkeit (Krimmer-Score)	
1 = normal, keine Einschränkung	<input type="radio"/>
2 = nur bei speziellen Tätigkeiten eingeschränkt	<input type="radio"/>
3 = erhebliche Einschränkungen	<input type="radio"/>
4 = starke Einschränkung bereits im Alltag	<input type="radio"/>

10 Schmerzpunkte				11 Tests zur Stabilität		
radiokarpal	<input type="radio"/>	<u>mediokarpal</u>	<input type="radio"/>	Watson	<u>pos</u>	<u>neg</u>
<u>ulnokarpal (TFCC)</u>	<input type="radio"/>	Daumensattelgelenk	<input type="radio"/>	Schublade	<u>pos</u>	<u>neg</u>
Tabatiere	<input type="radio"/>	STT	<input type="radio"/>	DRUG	stabil	instabil
Distaler Kahnbeinpol	<input type="radio"/>	Sonstige:				

Bewegungsumfang	rechts			links		
Extension/Flexion						
Ulnar-/Radialdeviation						
Pronation/Supination						

Kraftmessung (Jamardynamometer St 2/Pinchgauge): Händigkeit: <input type="radio"/> rechts <input type="radio"/> links							
rechts			∅	links			∅
							Grobgriff
							Spitzgriff
							Schlüsselgriff

<u>Präoperative Diagnostik:</u>		
<input type="radio"/> Röntgen	<input type="radio"/> auswärts	<input type="radio"/> im Haus
<input type="radio"/> CT	<input type="radio"/> auswärts	<input type="radio"/> im Haus
<input type="radio"/> MRT	<input type="radio"/> auswärts	<input type="radio"/> im Haus

<u>Röntgenvorbefund präoperativ:</u> Datum: _____		
Frakturlokalisierung:	<input type="radio"/> proximal	<input type="radio"/> mittig <input type="radio"/> distal
Frakturspalt sichtbar:	<input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja
Humpbackdeformität:	<input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja, Winkel: ____°
Herbert-Klassifikation: ____	SL-Winkel: ____°	
<u>Röntgenvorbefund postoperativ:</u> Datum: _____		
Einliegendes Material:	<input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja: _____
Pseudarthrose:	<input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja
Arthrosezeichen:	<input type="radio"/> Geröllzysten	<input type="radio"/> subchondrale Sklerosierung
	<input type="radio"/> Osteophyten	<input type="radio"/> Gelenkspaltverschmälerung
Arthrose Stadium nach Kerk/Jupiter:	_____	
Humpbackdeformität:	<input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja, Winkel: ____°
SL-Winkel:	____°	
Weitere Diagnostik nötig?	<input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja

10.2 Auswertung

Verbale Analogskala (Krimmer-Score):	Punkte:
1 = schmerzfrei	20
2 = ausschließlich Belastungsschmerz	15
3 = noch erträglich, aber Ruhe + Belastungsschmerz	10
4 = starke, unerträgliche Schmerzen	0

Verbale Analogskala (Mayo Wrist Score):	Punkte:
1 = schmerzfrei	25
2 = gelegentliche, leichte Schmerzen	20
3 = mittelstarke Schmerzen	15
4 = unerträgliche Schmerzen	0

Gebrauchsfähigkeit (Krimmer-Score)	Punkte:
1 = normal, keine Einschränkung	30
2 = nur bei speziellen Tätigkeiten eingeschränkt	20
3 = erhebliche Einschränkungen	10
4 = starke Einschränkung bereits im Alltag	0

Extension / Flexion	Punkte :	Ulnar- / Radialdeviation	Punkte:
<31	0	<11 °	0
31-60°	10	11-35°	10
61-100	15	36-50°	15
> 100°	20	> 50°	20

Bewegungsumfang (Mayo Wrist Score)		
Extension / Flexion im Vgl. zur Gegenseite	Punkte :	Extension / Flexion wenn kein Vgl. zur Gegenseite mögl.
0-24 %	0	<30 °
25-49 %	5	30-60°
50-74 %	10	60-90°
75-99 %	15	90-120°
100 %	25	> 120°

Kraft Krimmer-Score	Kraft Mayo Wrist Score
---------------------	------------------------

– Anhang –

Kraft % der Gegenseite	Punkte :	Kraft % der Gegenseite	Punkte :
0-25%	0	0-24 %	0
26-50%	10	25-49 %	5
51-75%	20	50-74 %	10
>75%	30	75-99 %	15
		100 %	25

Funktioneller Status Mayo Wrist Score	Punkte
Normale Arbeitsfähigkeit	25
Arbeitsfähigkeit beeinträchtigt	20
Arbeitsfähig, aber arbeitslos	15
Nicht arbeitsfähig auf Grund der Schmerzen	0

Krimmer Score Beurteilung: sehr gut >80 Punkte, gut 66-80 Punkte, befriedigend 51-65 Punkte, schlecht ≤ 50

Mayo Wrist Score Beurteilung: Sehr gut 90-100 Punkte, gut 80-90 Punkte, befriedigend 60-80 Punkte, schlecht ≤ 60

Punkte Krimmer Score gesamt:

Punkte Mayo Wrist Score (www.orthopaedicscore.com/scorepages/mayo_wrist_score.html)
gesamt:

11 Danksagung

Ich möchte mich bei allen bedanken, die mich bei meiner Arbeit unterstützt haben.

In erster Linie gilt dies für Herrn Professor Prommersberger für die Überlassung des Themas und für die Betreuung während des Verfassens.

Ein besonderer Dank geht an Frau Natalie Nagel für die umfassende und stets schnelle Unterstützung in allen organisatorischen Belangen.

Weiter danke ich Frau Dr. Kottmann für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Zu guter Letzt geht mein besonderer Dank und meine Wertschätzung für all die Unterstützung an meine gesamte Familie. Meinen Eltern für die Ermöglichung des Studiums und die andauernde Motivation und natürlich allen voran Johanna und meinem Sohn Leo für ihre unendliche Geduld während der gesamten Arbeit. Ich bin mir sehr wohl bewusst, dass das absolut keine Selbstverständlichkeit ist.