



Technische Universität München

Fakultät für Medizin

**Retrospektive Analyse der Behandlungsqualität bei
Radiuskopffrakturen an einem Level 1 Traumazentrum (Klinik und
Poliklinik für Unfallchirurgie am Klinikum rechts der Isar der
Technischen Universität München)**

Verena Anna Maria Mann

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen
Universität München zur Erlangung des akademischen Grades einer

Doktorin der Medizin (Dr. med.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzende: Prof. Dr. Gabriele Multhoff

Prüfende/-r der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. Chlodwig Kirchhoff
2. Prof. Dr. Antonius Schneider

Die Dissertation wurde am 09.09.2021 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 15.02.2022 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	7
1.1. Epidemiologie	8
1.2. Ätiologie und Pathomechanismus	8
1.3. Anatomie	10
1.3.1. Ossäre Anatomie	10
1.3.2. Kapselbandapparat	12
1.3.3. Biomechanik	13
1.4. Klinische Untersuchung und Diagnostik	15
1.4.1. Anamnese und klinische Untersuchung	15
1.4.2. Bildgebende Diagnostik	15
1.5. Klassifikation der Radiuskopffraktur	17
1.5.1. Mason Klassifikation	17
1.5.2. AO Klassifikation	18
1.5.3. Sonstige Klassifikationen	18
1.6. Begleitverletzungen	19
1.7. Therapie der Radiuskopffraktur	20
1.7.1. Konservative Therapie	20
1.7.2. Operative Therapieformen	21
1.8. Nachbehandlung	23
1.9. Komplikationen	24
1.10. Stellenwert von Patient Reported Outcome Measures (PROM)	24
1.10.1. Einführung	24
1.10.2. PROM – Patient Reported Outcome Measures	24
1.10.3. Elbow Self- Assessment Score	25
1.10.4. Analysierte Scores	26
1.10.5. PROMs im Profisport	27
2. Fragestellung und Zielsetzung der Studie	28
3. Material und Methoden	29
3.1. Studiendesign	29
3.2. Patientenkollektiv	29
3.3. Datenerhebung	30
3.3.1. ESAS Score	30
3.3.2. Weitere Zielparameter	32
3.3.3. ESAS Score Ergebnisauswertung	33
3.3.4. Statistik	34
4. Ergebnisse	35
4.1. Epidemiologie des Patientenkollektivs	35
4.1.1. Geschlechterverteilung	35
4.1.2. Altersverteilung	36

4.1.3.	Berufstätigkeit	37
4.1.4.	Bearbeitungszeitpunkt ESAS.....	38
4.1.5.	Versicherungsverteilung	39
4.2.	Trauma-spezifische Angaben	40
4.2.1.	Seitendominanz	40
4.2.2.	Frakturklassifikation	41
4.3.	Therapie	42
4.3.1.	Behandlungsarten.....	42
4.3.2.	Behandlungsarten innerhalb der Klassifikationsgruppen.....	43
4.3.3.	Mason Klassifikation und Operationsmethode	46
4.3.4.	Revisionsoperation bzw. Therapieänderung	47
4.3.5.	Behandlungsarten und Versicherung	50
4.4.	ESAS Ergebnisse	51
4.4.1.	ESAS im Patientenkollektiv	51
4.4.2.	ESAS Mittelwerte innerhalb der Frakturklassifikationen.....	53
4.4.3.	Therapiestrategien und ESAS.....	57
4.5.	Mason Typ II – Vergleich des ESAS (konservativ versus operativ)	60
5.	Diskussion	63
5.1.	Epidemiologie	64
5.1.1.	Patientenkollektiv.....	64
5.1.2.	Geschlechterverteilung.....	64
5.1.3.	Altersverteilung	64
5.1.4.	Berufstätigkeit	65
5.1.5.	Bearbeitungszeitpunkt ESAS.....	65
5.1.6.	Versicherungsstatus	65
5.2.	Trauma-spezifische Angaben	66
5.2.1.	Seitendominanz	66
5.2.2.	Frakturklassifikation	66
5.3.	Therapie	66
5.3.1.	Behandlungsart (konservativ versus operativ)	66
5.3.2.	Behandlungsart (konservativ versus operativ) innerhalb der Frakturklassifikationsgruppen	66
5.3.3.	Operationsmethoden	67
5.3.4.	Mason Klassifikation und Operationsmethode	67
5.3.5.	Revisionsoperationen / Änderung des Therapiemanagements	68
5.4.	ESAS Ergebnisse	69
5.4.1.	ESAS im Patientenkollektiv	69
5.4.2.	ESAS Werte innerhalb der Frakturklassifikationen	70
5.4.3.	Therapiestrategien und ESAS.....	71
5.4.4.	Outcome des ESAS bei Mason Typ II Frakturen.....	72
5.4.5.	Ergebnisrelevanz.....	72
6.	Limitationen.....	72
6.1.	ESAS – Auswertung	72
6.2.	ESAS - Ceiling – Effekt	73

6.3. Patientenkollektiv	73
7. <i>Ausblick</i>	74
8. <i>Schlussfolgerung</i>	74
9. <i>Zusammenfassung</i>	76
10. <i>Abbildungsverzeichnis</i>	79
11. <i>Tabellenverzeichnis</i>	80
12. <i>Anhang</i>	81
12.1. Elbow Self- Assessment Score (Beirer et al., 2017)	81
13. <i>Literaturverzeichnis</i>	86
14. <i>Danksagung</i>	92

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
A.	Arteria
Art.	Articulatio
Bzw.	Beziehungsweise
CT	Computertomographie
ESAS	Elbow Self-Assessment Score
Lig.	Ligamentum
MRT	Magnetresonanztomographie
M.	Musculus
N	Anzahl
N.	Nervus
ORIF	Offene Reposition und interne Fixierung
p	Signifikanz
s.	siehe
vs.	versus

1. Einleitung

Ob der Sturz auf Inline Skates oder zu Fuß, die Inzidenz von Radiuskopffrakturen nahm im Zuge der erhöhten sportlichen Betätigung der Bevölkerung in den letzten Jahren stetig zu und stellt mit einem Anteil von etwa dreißig Prozent die häufigste Fraktur des Ellenbogengelenkes dar (K. J. Burkhart, Wegmann, Muller, & Gohlke, 2015; Pike, Athwal, Faber, & King, 2009; Rieger, 2012; Yoon, Athwal, Faber, & King, 2012). Meist erfolgt diese Verletzung bei einem Sturz auf den leicht flektierten und pronierten Arm. Die hierbei einwirkende Kraft kann zu einer Fraktur und gegebenenfalls zu einer Dislokation des Ellenbogengelenkes führen (Mason, 1953, 1954).

Für die Radiuskopffraktur existieren in der Literatur mehrere Klassifikationen, wobei sich letztendlich eine modifizierte Version der Klassifikation von Mason aus dem Jahre 1954 im klinischen Alltag etabliert hat (Broberg & Morrey, 1987; Gebauer, Rucker, Barvencik, & Rueger, 2005; Mason, 1954). Leitlinien hinsichtlich des Frakturmanagements bei Radiuskopffrakturen bestehen bis dato nicht, weswegen es immer wieder zu kontroversen Diskussionen bezüglich der optimalen Behandlungsstrategie bei Radiuskopffrakturen kommt (Lapner & King, 2014; Yoon et al., 2012).

Ob eine Radiuskopffraktur operativ oder konservativ versorgt werden soll, richtet sich nach der Frakturmorphologie sowie patientenabhängigen Faktoren (Cordula Röhm, 2002; Gühring M., 2016). Meist werden hierbei einfache und nicht dislozierte Frakturen konservativ behandelt, wohingegen komplexe und dislozierte Frakturen in den Bereich der operativen Behandlungen fallen (Cordula Röhm, 2002; Kohn Dieter (1) 2010; Wegmann, 2013). Das operative Spektrum reicht von der Radiuskopf erhaltenden Versorgung mittels Schraubenosteosynthese bis hin zur Resektion mit endoprothetischem Ersatz (Ewerbeck, 2014; Guhring, Stockle, & Ziegler, 2018).

Die hier vorliegende retrospektive Studie untersucht die Behandlungsqualität von Radiuskopffrakturen an einem Level 1 Traumazentrum in der Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie am Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München. Die Daten wurden mit dem Elbow Self-Assessment Score (ESAS) erhoben (Beirer et al., 2017). Bei diesem handelt es sich um einen Patient Reported Outcome Measure (PROM), das heißt einem validierten und standardisierten Fragebogen, mit dem die subjektive Zufriedenheit der Patienten nach Radiuskopffrakturen evaluiert werden kann (Beirer et al., 2017; Ruseckaite, Maharaj, Krysinska, Dean, & Ahern, 2019; U.S. Department of Health and Human Services et al., 2006).

1.1. Epidemiologie

Erstmals beschrieb Paul von Aegina (625 - 690 n. Chr.) die Radiuskopffraktur (Lill & Josten, 2002). Bei dieser handelt es sich aktuell um die häufigste Fraktur des Ellenbogengelenkes (Pike et al., 2009; Yoon et al., 2012). Ihre Prävalenz liegt bei etwa dreißig Prozent aller Ellenbogenfrakturen im Erwachsenenalter (K. J. Burkhart, Wegmann, et al., 2015). Die Häufigkeit von Radiuskopffrakturen nahm von 1996 bis 2012 von 1,7 % auf 5,4 % zu (Rieger, 2012). Als Grund für diese Entwicklung wird die erhöhte sportliche Aktivität der Bevölkerung gesehen (Rieger, 2012). Ein zusätzlicher Faktor für die Zunahme stellt die gestiegene Lebenserwartung der Bevölkerung dar (Gebauer et al., 2005).

Typischerweise findet sich die Radiuskopffraktur bei Patienten im mittleren Erwachsenenalter. So gibt eine Studie von Duckworth et al. einen Altersdurchschnitt von 43 Jahren, beziehungsweise eine Studie von Kaas et al. ein durchschnittliches Alter von 48 Jahren an. In Letzterer zeigte sich zudem, dass das Alter der Frauen höher ist (52,8 Jahre), als das der Männer (40,5 Jahre), die solche Verletzungen erleiden (Duckworth et al., 2012; Kaas, van Riet, Vroemen, & Eygendaal, 2010).

1.2. Ätiologie und Pathomechanismus

Radiuskopffrakturen entstehen häufig im Rahmen eines indirekten Traumas durch die Längsachse des Radius, wobei meist versucht wird, einen Sturz mit dem ausgestreckten Arm abzufangen (Mason, 1954). Experimentell wurde dieser Mechanismus von Mason bereits 1953 untersucht. Hierbei erkannte er, dass bei einem Schlag auf den Handballen eines Leichnams bei dorsalflektierter und pronierter Hand der Radiuskopf frakturieren kann (Mason, 1953). Er beobachtete zudem, dass Luxationen in Zusammenhang mit Frakturen des Radiuskopfes häufig vorkamen, sodass er sie als Teil des selben traumatischen Verletzungsvorgangs erachtete (Mason, 1954).

Durch das Abfangen eines Sturzes in leicht flektierter und pronierter Unterarmhaltung resultiert eine Stauchung des Radiusköpfchens gegen das Capitulum humeri (Rieger, 2012)(Cordula Röhm, 2002). Diese Stauchung in Abhängigkeit zu der einwirkenden Kraft und des Winkels können eine Fraktur des Radiuskopfes zur Folge haben (Lill & Josten, 2002). Gemäß dem „Arc of injury“ nach Amis und Miller (s. *Abbildung 1*) kommt es zu einer Fraktur des Radiuskopfes zwischen einer Streckung von null Grad und einer Beugung von 80 Grad im Gelenk. Bei einem Sturz in 20 bis 70 Grad Beugstellung resultiert hierbei meist ein Bruch des Radiushalses (Amis & Miller, 1995).

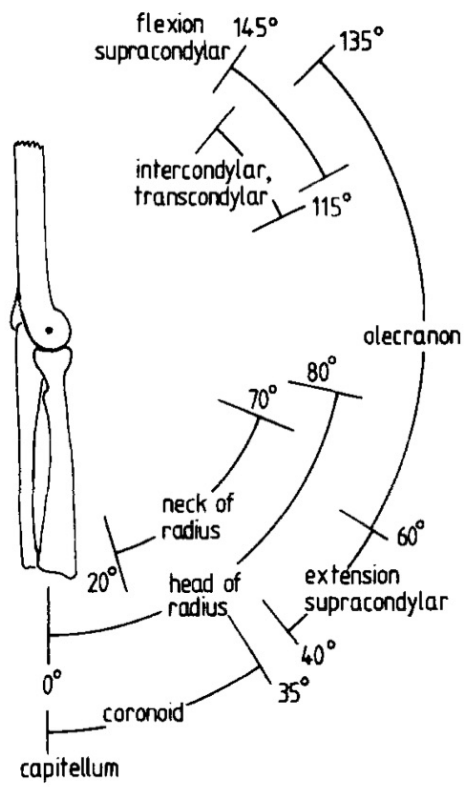


Abbildung 1: "Arc of Injury" von Amis and Miller 1995 (Amis & Miller, 1995)

1.3. Anatomie

1.3.1. Ossäre Anatomie

Der Radiuskopf bildet gemeinsam mit dem Humerus und der Ulna das Ellenbogengelenk (Art. Cubiti). Dieses besteht aus drei miteinander artikulierenden Teilgelenken, welche für die Flexion und Extension sowie für die Pronation und Supination des Armes verantwortlich sind (Benninghoff Alfred, 2014; Walther Graumann, 2003). Das Ellenbogengelenk ist sowohl in ventraler, als auch in dorsaler Projektion in *Abbildung 2* dargestellt (S. U. Schünke M., et al., 2018). Bei einem der Teilgelenke handelt es sich um das Humeroulnargelenk (Scharniergelenk). Dieses wird durch die konkaven Gelenkflächen partiell umfasst und erhält dadurch eine Knochenführung. Das Humeroulnargelenk besitzt einen Freiheitsgrad, wodurch lediglich die Flexion sowie die Extension um die Transversalachse erlaubt ist. Eine Überstreckung wird durch das Hineingleiten des Olecranon in die Fossa Olecrani verhindert (Benninghoff Alfred, 2014; Walther Graumann, 2003). Ein weiteres Teilgelenk ist das Humeroradialgelenk. Dieses Kugelgelenk wird durch den Humerus und den Radius gebildet. Die Besonderheit bei diesem Teilgelenk liegt in dessen Bewegungseinschränkung durch die Fixierung des Radius an der Ulna durch das Ligamentum anulare radii, wodurch es zu einer Verringerung von drei auf nur zwei Freiheitsgraden kommt (Benninghoff Alfred, 2014). Dies bedeutet, dass die Extension/Flexion nur in Kombination mit der Ulna möglich ist und auch nur so weit das Scharniergelenk von Ulna und Humerus es zulässt. Eine Abduktion oder Adduktion, das heißt eine Bewegung in der Sagittalebene ist aufgrund der Ulna-Humerus Verbindung nicht möglich. Die Pronation und Supination ist im Rahmen der radioulnaren Verbindung erlaubt (Walther Graumann, 2003). Das dritte Teilgelenk ist das proximale Radioulnargelenk. Es handelt sich hierbei um ein Radgelenk. Der Kopf des Gelenkes wird von einem Führungsring (Ligamentum anulare radii) umfasst, wodurch die Circumferentia articularis radii wie ein Rad in der Incisura radialis ulnae gleitet. Dieses Gelenk besitzt einen Freiheitsgrad (Benninghoff Alfred, 2014). Bei diesem handelt es sich um die Rotationsfähigkeit des Radius, welche sowohl bei Flexion als auch bei Extension erfolgen kann. Das Herausgleiten des Radius aus dem Umschluss des Ringbands ist bei Erwachsenen eher selten, kann jedoch bei einem Kleinkind durch das Hochheben an einer Hand vorkommen. Dies führt zu einer Luxation des proximalen Radioulnargelenkes (Walther Graumann, 2003).

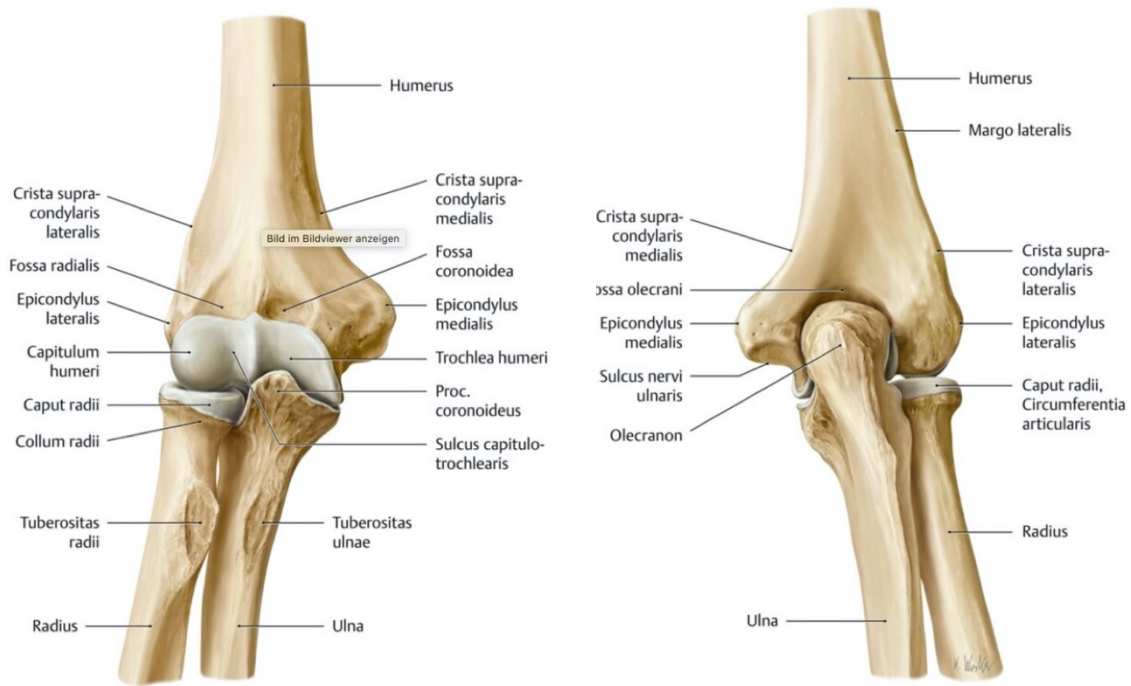


Abbildung 2: Ellenbogengelenk (*Articulatio cubiti*) als Ganzes (S. U. Schünke M., et al., 2018)

In der dorsalen Ansicht bilden beide Epikondylen mit dem Olecranon in Flexionshaltung ein gleichschenkliges Dreieck, dessen Geometrie durch Frakturen oder Luxationen verändert werden kann (Benninghoff Alfred, 2014). Dieses Dreieck wird nach seinem Beschreiber auch „Hueter Dreieck“ genannt. In Streckhaltung bilden diese tastbaren Knochenpunkte eine Gerade, die sogenannte „Hueter“ Linie (Walther Graumann, 2003). Das „Hueter Dreieck“ und die „Hueter Linie“ sind in *Abbildung 3* dargestellt (Erik Schulte, 2011).

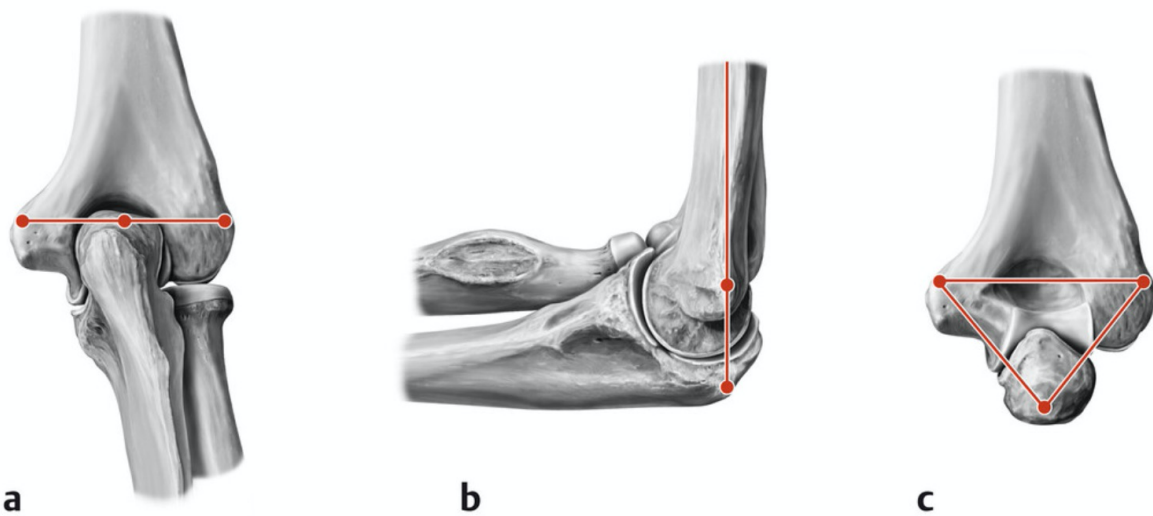


Abbildung 3: Hueter – Linie und Hueter Dreieck a. Streckstellung von dorsal b. Beugstellung, mediale Ansicht c. Beugstellung von ventral (Erik Schulte, 2011)

1.3.2. Kapselbandapparat

Das Ellbogengelenk erhält seine Stabilität durch den Kapselbandapparat in welchem drei Ligamente integriert sind. Bei diesen handelt es sich um das Mediale Kollateralband (MCL, Lig. Collaterale ulnare), das Laterale Kollateralband (LCL, Lig. Collaterale radiale) sowie das Ligamentum anulare radii (Benninghoff Alfred, 2014; Lill & Josten, 2002). Die beiden Kollateralbänder stabilisieren beidseits das Ellbogengelenk, wodurch eine Ab- und Adduktion verhindert wird. Durch eine fächerartige Anordnung der Bänder wird eine geführte und sichere Beuge-, sowie Streckbewegung ermöglicht (Walther Graumann, 2003). Das Lig. anulare radii ist an seinen Enden an der Ulna fixiert und umschlingt so den Radius, welcher hierdurch seine Rotationsfreiheit erlangt (Benninghoff Alfred, 2014). Zur Veranschaulichung ist in *Abbildung 4* der Kapsel-Band-Apparat des rechten Ellenbogens dargestellt (S. E. Schünke M., Schumacher U., et al. , 2011). Das mediale Kollateralband stellt den primären Stabilisator des Ellbogengelenkes dar (B. F. Morrey & An, 1983). Der Radiuskopf selbst wirkt stabilisierend bei Axial-, Varus-, Valgus- und posterolateraler Rotationsbelastung und ist nach dem MCL der zweit wichtigste Stabilisator des Ellbogengelenkes bei Valgusstress (K. J. Burkhart, Wegmann K. , Hackl M. , Müller L.P. , 2016).

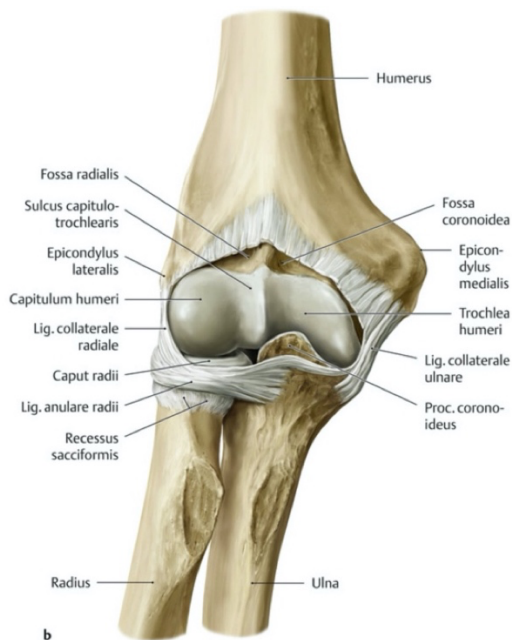


Abbildung 4: Kapsel- Band- Apparat eines rechten Ellenbogengelenkes in Extensionsstellung (S. E. Schünke M., Schumacher U., et al. , 2011)

1.3.3. Biomechanik

Aus den beschriebenen anatomischen Gegebenheiten ergibt sich der Bewegungsumfang des Ellbogengelenkes (Benninghoff Alfred, 2014). Dieser ist in *Abbildung 5* dargestellt (Seitz S., 2013). Durch das Scharniergelenk (**Art. Humeroulnaris**) ist eine Flexion sowie eine Extension entlang der Bewegungsachse möglich. Diese Bewegungsachse kann als gedachte Linie unterhalb der Epikondylen durch das Capitulum humeri und die Trochlea humeri angesehen werden. Die Bewegungen werden aus der Neutral-Null-Stellung beschrieben, wobei diese in diesem Fall bereits die Extension beschreibt. Gegebenenfalls kann die Extension auf zehn Grad ausgeweitet sein. Eine weitere Extension ist aufgrund der knöchernen Hemmung durch das Olecranon nicht möglich. Bei der Flexion aus der Neutral-Null-Stellung kann der Arm bis zu 150 Grad gebeugt werden. Eine weitere Flexion wird aufgrund der Weichteile verhindert (Benninghoff Alfred, 2014). Im alltäglichen Gebrauch kommt von diesen 150 Grad meist nur etwa ein Ausmaß zwischen 30 - 130 Grad Flexion zum Einsatz (B. F. Morrey, Askew, & Chao, 1981).

Das Radgelenk (**Art. Radioulnaris**) ermöglicht die Supinations-, sowie Pronationsbewegung von jeweils 80- 90 Grad (Benninghoff Alfred, 2014; Seitz S., 2013). Somit beträgt die maximale „Range of Motion“ der Rotation circa 160 - 180 Grad, wobei im alltäglichen Gebrauch meist nur etwa 100 Grad (50 Grad Pronation, 50 Grad Supination) benötigt werden (B. F. Morrey et al., 1981). Bei einer Rotationsbewegung im Ellenbogen ist nicht nur das proximale, sondern auch das distale Radioulnargelenk betroffen. Dadurch verläuft die Rotation nicht um die Längsachse, sondern um eine Schrägachse durch das Capitulum humeri und den Processus styloideus ulnae (Walther Graumann, 2003).

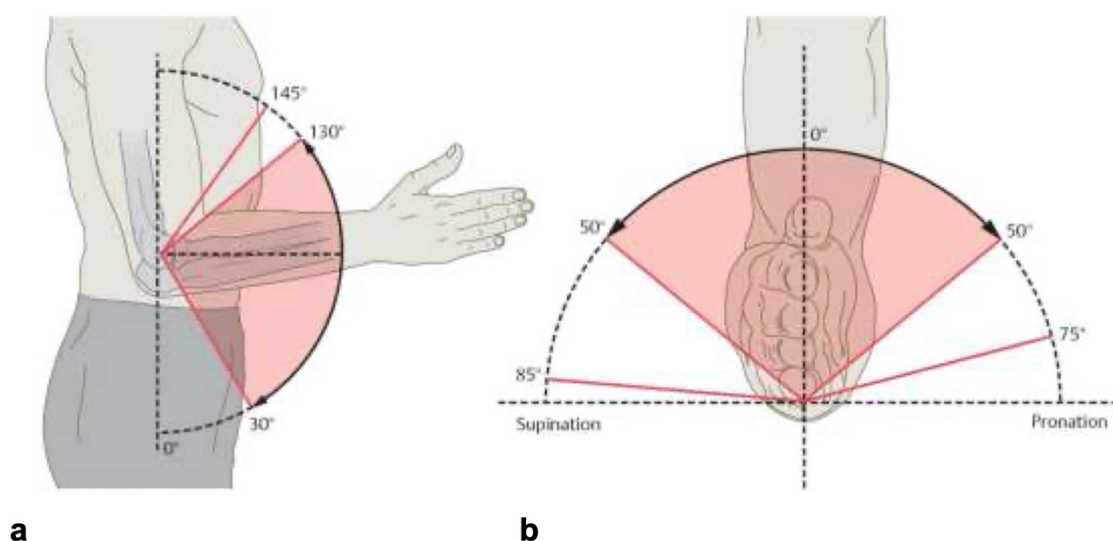


Abbildung 5: Bewegungsausmaß des Ellenbogens in Extension/Flexion (a) und Supination/Pronation (b) (Seitz S., 2013)
(Roter Bereich: Funktionsbereich des Alltages, Rote Linien: Physiologischer ROM)

Die physiologisch möglichen Bewegungsausmaße unterscheiden sich von den im Alltag benötigten. Morrey et al. analysierten 1981, dass sich die meisten Tätigkeiten sowohl in der Flexion/ Extension als auch bei der Pronation/ Supination in einem Radius von 100 Grad abspielen. Dies bedeutet für die Beugung einen Bereich zwischen 30 - 130 Grad und für Drehbewegungen einen Radius von 50 Grad Pronation bis 50 Grad Supination (B. F. Morrey et al., 1981). Eine neuere Studie aus dem Jahr 2011 von Sardelli et. al. setzte diese Thematik in Bezug zu modernen alltäglichen Tätigkeiten wie etwa der Nutzung einer Tastatur oder des Mobiltelefons. Hierbei stellte sich heraus, dass für die heutzutage nötigen alltäglichen Dinge ein etwas größerer Bewegungsradius genutzt wird. Beispielsweise wird für das Telefonieren mit einem Mobiltelefon eine maximale Flexion von 147 ± 3 Grad benötigt und für das Tippen auf der Tastatur ein maximaler Pronationswert von 65 ± 8 Grad (Sardelli, Tashjian, & MacWilliams, 2011). Insbesondere Defizite in der Flexion des Ellenbogengelenkes bedeuten relevante Einschränkungen, da die meisten alltäglichen Tätigkeiten in flektierter Armhaltung vorgenommen werden (Benninghoff Alfred, 2014).

1.4. Klinische Untersuchung und Diagnostik

1.4.1. Anamnese und klinische Untersuchung

Anamnestisch muss der Mechanismus des Traumas, der zur Fraktur des Radiuskopfes geführt hat abgeklärt werden (K. J. Burkhart, Wegmann, et al., 2015). Wie bereits im Kapitel „Pathomechanismus“ beschrieben, ereignet sich eine Radiuskopffraktur häufig bei dem Versuch, einen Sturz mit dem Arm abzufangen (Mason, 1953, 1954). Zusätzlich zum Unfallhergang müssen in der Anamnese unter anderem vorangegangene Erkrankungen und frühere chirurgische Eingriffe erfasst werden (K. J. Burkhart, Wegmann, et al., 2015). Klinisch sollte eine offene Fraktur ausgeschlossen werden (K. J. Burkhart, Wegmann, et al., 2015). Bei ausgedehnten Verletzungen oder sehr schlanken Patienten können neben Hämatomen auch starke Schwellungen sichtbar sein (Goost H., 2003). Palpatorisch wird von den Patienten meist ein starker lokaler Druckschmerz über dem Radiuskopf angegeben. Eine Palpation beidseits der Gelenkspalten wird empfohlen, um Hinweise auf eine Begleitverletzung der Kollateralbänder diagnostizieren zu können (Goost H., 2003; Wegmann, 2013). Hierbei ist häufig das ulnare Kollateralband aufgrund einer Valgusstellung des Ellenbogengelenkes während des Sturzes betroffen (Goost H., 2003; Wegmann, 2013). Um weitere Begleitverletzungen des Unterarms sowie des Handgelenkes zu detektieren, sollte zudem nicht auf eine Palpation entlang der Interossären Membran verzichtet werden (K. J. Burkhart, Wegmann, et al., 2015).

Bei der Funktionsprüfung ist eine geringe oder aufgehobene Funktion des Ellenbogengelenkes charakteristisch (Goost H., 2003). Bei der Diagnose ist es relevant festzustellen, ob die Patienten den Unterarm vollständig rotieren können. Sollte dies nicht der Fall sein, muss hierbei evaluiert werden, ob dies schmerzbedingt ist, oder ob eine mechanische Blockade des Gelenkes vorliegt (Wegmann, 2013; Yoon et al., 2012). Die Supination beziehungsweise Pronation kann sowohl bei Extension als auch bei Flexion im Ellenbogengelenk durchgeführt werden. Im Rahmen klinischer Untersuchungen wird empfohlen, diese in der Flexionshaltung zu prüfen, da Defizite in der Pro-/Supination bei gestrecktem Arm durch die Bewegung im Schultergelenk verschleiert werden können (Walther Graumann, 2003). Sollte eine Instabilitätsprüfung des Ellenbogengelenkes in einer Akutsituation schmerzbedingt nicht möglich sein, kann eine entsprechende Analgesie oder Kurznarkose für den Zeitraum der Untersuchung erwogen werden (Wegmann, 2013).

1.4.2. Bildgebende Diagnostik

Bei Frakturverdacht ist eine röntgenologische Untersuchung essenziell (Goost H., 2003). Hier können Frakturen beziehungsweise radiologische Frakturhinweise wie beispielsweise ein ventrales oder dorsales Fettpolsterzeichen (*Fat Pad Sign*) erkennbar sein (Panzica, 2006). Eine konventionelle Röntgenaufnahme in zwei Ebenen stellt hierbei die Basis dar. Zudem wird bei Hinweisen auf eine

Radiuskopffraktur eine Radiuskopfzielaufnahme angefertigt (Gebauer et al., 2005; Goost H., 2003; Wegmann, 2013). Diese wird in einem 45 Grad seitlichen Strahlengang von lateral nach medial durchgeführt (Rieger, 2012). Bei nicht eindeutigem Befund sollte anschließend eine Computertomographie (CT) angefertigt werden (Kohn Dieter (1) 2010). Dies gilt ebenfalls bei komplizierten Frakturen mit Begleitverletzungen, bei welchen als weiterführende Diagnostik neben einer CT auch eine Magnetresonanztomographie (MRT) veranlasst werden kann (Gebauer et al., 2005). Sollte der Verdacht einer Essex-Lopresti Läsion bestehen, muss zudem eine radiologische Abklärung des Handgelenkes erfolgen (Wegmann, 2013). Zur Genauigkeit der Diagnostik von Radiuskopffrakturen wurden von Haasters et al. Patienten in Bezug auf ihre primären Diagnosestellungen hin untersucht. Diese Studie ergab eine Änderung der Frakturklassifikation auf der Basis von Röntgenbildern von 70 %, im Vergleich zu lediglich 9 % bei der initialen Diagnosestellung von CT- oder MRT- Aufnahmen (Haasters et al., 2019).

1.5. Klassifikation der Radiuskopffraktur

1.5.1. Mason Klassifikation

In der Literatur existieren zahlreiche Klassifikationen der Radiuskopffraktur, wobei heutzutage die Einteilung nach Mason die Gebräuchlichste darstellt. Zur Erstellung der Klassifikation untersuchte Mason im Jahre 1954 einhundert Patienten mit der Diagnose einer Radiuskopffraktur, woraus sich drei Frakturtypen ergaben (Mason, 1954):

a. Mason Klassifikation (Original)

Mason Typ I: Fissur oder Randfraktur ohne Dislokation: Es handelt sich hierbei um eine subchondrale Rissfraktur sowie um eine Fraktur des lateralen Teils des Radiuskopfes ohne Dislokation.

Mason Typ II : Randfraktur mit Dislokation: Es handelt sich hierbei um eine Fraktur mit Segmentdislokation.

Mason Typ III: Trümmerfraktur des gesamten Radiuskopfes.

Im Jahre 1962 wurde durch Johnston ein vierter Typ hinzugefügt, welcher die Kombinationsverletzung aus einer Fraktur des Radiuskopfes und einer Dislokation des Ellenbogengelenkes erfasst (Johnston, 1962).

b. Modifizierte Mason Klassifikation nach Broberg und Morrey

Die Mason Klassifikation wurde 1987 durch Morrey und Broberg modifiziert (*s. Abbildung 6*) (Broberg & Morrey, 1987; Gebauer et al., 2005). Im klinischen Alltag wird diese Klassifikation heutzutage am meisten genutzt (Gebauer et al., 2005). Diese Modifikation berücksichtigt das Dislokationsausmaß sowie die beteiligten Gelenkflächen:

Mason Typ I: Nicht dislozierte Fraktur (< 2mm)

Mason Typ II: Dislozierte Fraktur mit > 2- 3 mm sowie Beteiligung von > 30 % des Radiuskopfes

Mason Typ III: Trümmerfraktur

Mason Typ IV: Ellenbogendislokation in Kombination mit einer Radiuskopffraktur (Broberg & Morrey, 1987)

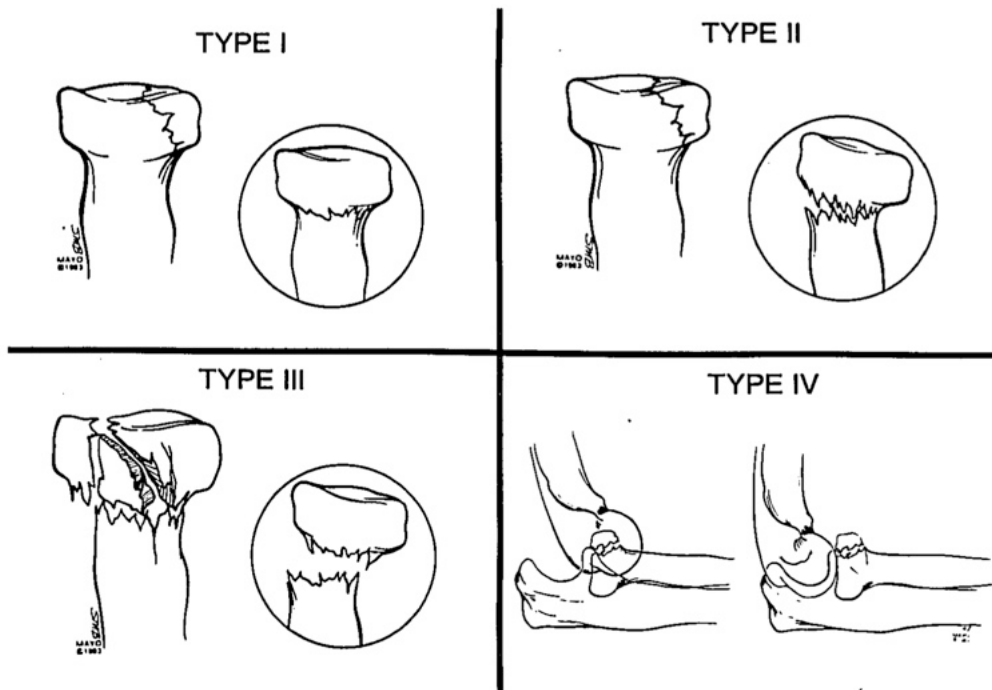


Abbildung 6: Modifizierte Mason Klassifikation der Radiuskopffrakturen (Broberg & Morrey, 1987)

1.5.2. AO Klassifikation

Eine weitere Einteilung stellt die von der *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen* entwickelte „AO“ Klassifikation dar (Baierlein, 2011; Müller-Mai C., 2010). Diese nutzt zur Einteilung der Radiuskopffrakturen einen alphanumerischen Code (Müller-Mai C., 2010). Die AO Klassifikation hat sich für Radiuskopffrakturen in der Praxis jedoch nicht durchgesetzt (Cordula Röhm, 2002). Begründet wird dies durch die geringe klinische Bedeutung sowie einer schweren Reproduzierbarkeit (Lill & Josten, 2002).

1.5.3. Sonstige Klassifikationen

Zusätzlich zu den oben genannten Klassifikationen existieren weitere Systeme zur Einteilung von Radiuskopffrakturen. So entwickelten beispielsweise Scharplatz und Algöwer in ihrer Studie 1975 eine Einteilung bezüglich der Richtung der Krafteinwirkung (Scharplatz & Allgower, 1975). Gelegentlich findet auch die Klassifikation nach Carstam (1950) oder nach Bakalim (1970) Anwendung (Bakalim, 1970; Carstam, 1950; Rieger, 2012).

1.6. Begleitverletzungen

In bis zu dreißig Prozent der Fälle kommt es bei Radiuskopffrakturen zu Begleitverletzungen (Lill & Josten, 2002). Diese Begleitverletzungen können die umliegenden ossären Strukturen wie beispielsweise das Olecranon oder den Processus Coronoideus betreffen (Gebauer et al., 2005). Zudem sind Läsionen der Ligamente wie zum Beispiel die Ruptur des medialen oder lateralen Kollateralbandes möglich (Itamura et al., 2005) (Cordula Röhm, 2002). Auch eine Ruptur der Membrana interossea (IOM) kann auftreten (Lill & Josten, 2002; McGinley, Gold, Cheung, & Yao, 2014).

Eine Sonderform bildet die „Terrible Triad“ Verletzung. Hierbei handelt es sich um eine Kombinationsverletzung aus einer posterioren beziehungsweise posteriolateralen Ellenbogenluxation, einer Radiuskopffraktur sowie einer Fraktur des Proc. Coronoideus (Chemama, Bonneville, Peter, Mansat, & Bonneville, 2010; Hackl M., 2019; Hotchkiss, 1996).

Bei weniger als fünf Prozent aller Radiuskopffrakturen tritt eine Essex-Lopresti Verletzung auf. Hierbei kommt es zusätzlich zur Radiuskopffraktur zu einer Ruptur der Interossären Membran sowie zu einer Verletzung des Radioulnargelenkes (Doser, Markmiller, Strohm, & Sudkamp, 2006; Essex-Lopresti, 1951).

Eine seltene Form der Radiuskopfverletzungen stellt die Monteggia Verletzung dar. Hierbei handelt es sich um eine Radiuskopfdisklokation in Kombination mit einer Fraktur des Ulnaschaftes (Delpont, Louahem, & Cottalorda, 2018; Monteggia, 1814).

1.7. Therapie der Radiuskopffraktur

Ziel der Behandlung von Radiuskopffrakturen ist die Wiederherstellung der vollen Bewegungsfähigkeit im Gelenk (Gebauer et al., 2005). Hierfür gibt es sowohl konservative als auch operative Behandlungsansätze (Gühring M., 2016). Allgemeine evidenzbasierte Therapieleitlinien hinsichtlich der optimalen Behandlungsstrategien von Radiuskopffrakturen bestehen bisher nicht, was zu zahlreichen Kontroversen führt (Kusnezov et al., 2018; Struijs, Smit, & Steller, 2007). Parameter der Entscheidungsfindung der Behandlungsvarianten sind unter anderem die Frakturstabilität, Dislokation und Begleitverletzungen (Swensen et al., 2019).

1.7.1. Konservative Therapie

Ein konservatives Therapiemanagement wird meist bei stabilen, nicht dislozierten Radiuskopffrakturen ohne mechanische Bewegungseinschränkung (Mason Typ I Frakturen) angewandt (Struijs et al., 2007; Swensen et al., 2019; Wegmann, 2013). Hierbei erfolgt eine drei bis fünftägige Ruhigstellung des Ellenbogengelenkes in einem Oberarmgips (von Glinski et al., 2019). In einer Studie von Mason wurde bei einem konservativen Vorgehen ein sehr gutes Outcome mit einem Wiedererlangen der vollen Funktionstüchtigkeit des Ellenbogens nach durchschnittlich 4,8 Wochen beobachtet (Mason, 1954). Bei einer Mason Typ II Fraktur kann ebenfalls ein konservatives Therapiemanagement angestrebt werden (Struijs et al., 2007). Beispiele hierfür sind Mason Typ II Frakturen bei welchen ein kleines, schwer konstruierbares Fragment ohne resultierende Bewegungseinschränkung vorliegt (Cordula Röhm, 2002). In mehreren Studien wurde das klinische Outcome nach operativer und konservativer Versorgung von Mason Typ II Frakturen verglichen. Hierbei zeigte sich kein Benefit in der operativen im Vergleich zur konservativen Therapieoption (Akeson et al., 2006; Lindenhovius, Felsch, Ring, & Kloen, 2009; Yoon, King, & Grewal, 2014).

Im Zuge der konservativen Therapiestrategie ist die frühfunktionelle Behandlung nach initialer Ruhigstellung zur Reduktion des Risikos einer Kapselband-Schrumpfung mit konsekutiver Bewegungseinschränkung essenziell (Cordula Röhm, 2002; Gühring M., 2016; Simon, Unterhauser, von Roth, Schmidmaier, & Winkler, 2014). Im Anschluss an die Therapie wird eine engmaschige klinische Kontrolle angeraten, um etwaige Komplikationen wie etwa eine sekundäre Dislokation frühzeitig diagnostizieren zu können (Lutz Lindemann-Sperfeld, 2000; Wegmann, 2013).

Bei Vorliegen eines Hämarthros kann eine Gelenkpunktion durchgeführt werden (Gebauer et al., 2005; Mahmoud, Moideen, Kotwal, & Mohanty, 2014). Da Raumforderungen im Ellenbogengelenk zu einer schmerzhaften Erhöhung des intraartikulären Drucks führen, kann dies zu einer Schmerzreduktion beitragen (Ditsios, Stavridis, & Christodoulou, 2011).

1.7.2. Operative Therapieformen

Bei komplexen Radiuskopffrakturen (dislozierte-/Mehrfragment- und Trümmerfrakturen) kann ein operatives Therapiemanagement mit diversen Optionen verfolgt werden (Jackson & Steinmann, 2007; Kusnezov et al., 2018). Es kann zwischen Gelenkerhaltenden und Gelenkersetzenden Verfahren differenziert werden. Unter die Gelenkerhaltenden Verfahren fallen die offene Reposition mit interner Fixierung wie Schrauben- oder Plattenosteosynthesen. Gelenkersetzend kann eine Radiuskopfresektion mit endoprothetischem Ersatz durchgeführt werden (Ewerbeck, 2014; Guhring et al., 2018; Jackson & Steinmann, 2007; Swensen et al., 2019). Die Wahl der operativen Therapieform hängt maßgeblich von dem Frakturausmaß sowie dem Funktionsanspruch der Patienten ab (Cordula Röhms, 2002).

1.7.2.1. Osteosynthese

Rekonstruierbare dislozierte Frakturen können osteosynthetisch mit Schrauben oder Platten versorgt werden (Ewerbeck, 2014; Guhring et al., 2018; Jackson & Steinmann, 2007). Auch eine Behandlung mit Kirschnerdrähten (K-Draht) ist möglich (Wang, Qi, Shen, Tao, & Liu, 2018). Im Rahmen der Therapieentscheidung wird empfohlen, die Indikation nicht nur abhängig von der Fragmentanzahl der Radiuskopffraktur, sondern patientenindividuell zu stellen (K. J. Burkhart, Gruszka, et al., 2015).

Schraubenosteosynthetisch werden meist zwei bis drei Schrauben subchondral eingebracht, um eine gute Rekonstruktion zu erzielen (Schmit - Neuerburg, 2001). Besonders in der Behandlung von Radiuskopffrakturen Typ Mason II wird ein gutes radiologisches sowie klinisches Outcome beschrieben (Demiroglu et al., 2016).

Plattenosteosynthetisch wird zwischen der klassischen Technik und der Versorgung mit winkelstabilen Platten differenziert. Klassisch wird eine Stabilität allein durch die auf dem Knochen angebrachte Platte erreicht. Das Prinzip der winkelstabilen Platten beruht auf einer Fixierung des Schraubenkopfes in der Platte und des Schraubenkörpers im Knochen. Somit erfolgt die Fixierung der winkelstabilen Platten nicht durch den Anpressdruck der Platte auf den Knochen, sondern durch dessen Wirkung als ein Fixateur interne (Ruchholtz, 2013). Hierbei liegt die Platte dem Knochen nicht direkt auf, sondern wird unter Schonung der periostalen Durchblutung winkelstabil durch Schrauben verankert. Diese Technik ist insbesondere bei Patienten mit einer verminderten Qualität des Knochens als positiv zu bewerten. Einen weiteren Vorteil stellt die hohe Stabilität und die Möglichkeit früher Bewegung dar, was die Komplikation einer Versteifung des Gelenkes reduzieren kann (Fuchs, 2006). Der Gebrauch der plattenosteosynthetischen Methode kann insbesondere bei Mehrfragmentfrakturen des Radiuskopfes angewendet werden. Diese Therapie hat im Gegensatz zu einem endoprothetischen Ersatz den Vorteil

des Anatomieerhalts und zeigt bei der Behandlung von Mason Typ III und IV Frakturen gute Ergebnisse (K. J. Burkhart, Gruszka, et al., 2015).

Eine Rekonstruktion von Radiuskopffrakturen ist auch durch das Einbringen von K-Drähten möglich. Hierbei werden insbesondere bei Mason Typ II Frakturen gute klinische Ergebnisse erzielt (Wang et al., 2018). Auch eine Fixierung von Typ III Frakturen ist hiermit prinzipiell durchführbar (Koslowsky et al., 2007; Li, Chang, & Chen, 2009).

1.7.2.2. Radiuskopfprothese

Sollte eine Radiuskopffraktur osteosynthetisch nicht rekonstruiert werden können, kann optional eine Versorgung mit einer Prothese erwogen werden (Ewerbeck, 2014; Guhring et al., 2018). Die Prothese gilt als Alternative der Behandlung einer Radiuskopffraktur bei jungen Patienten sowie als Zweitmaßnahme nach Versagen einer inneren Osteosynthesebehandlung oder Resektion (Raphael Kühle, 2003). Insbesondere bei Gelenkinstabilität wird eine endoprothetische Versorgung empfohlen (M.V Meyer-Marcotty, 2002).

Die Implantation einer Endoprothese bei Trümmerfrakturen des Radiuskopfes kann zu einer guten Wiederherstellung der Gelenkfunktion sowie zu einer Vermeidung von Instabilitäten führen (Vlcek, Streck, Cizmar, Pech, & Sosna, 2019). Insbesondere bei Mason Typ III Frakturen zeigen sich durch den Einsatz bipolarer Radiuskopfprothesen bessere funktionale Ergebnisse als bei einer Osteosynthese (Ruan, Fan, Liu, & Zeng, 2009).

1.7.2.3. Resektion des Radiuskopfes

Bei nicht durchführbarer Rekonstruktion kann auch eine Resektion des Radiuskopfes erwogen werden (Ewerbeck, 2014). Diese ist nur bei bestehender Kapselbandstruktur möglich, da andernfalls negative Auswirkungen auf die Gelenkfunktion zu erwarten sind. Weitere Komplikationen reichen hierbei von einer Instabilität oder Deformierung des Gelenkes bis hin zu einem „Cubitus valgus“ (Raphael Kühle, 2003). Zudem kann eine Erhöhung der humeroulnaren Druckbelastung resultieren, was eine Verringerung der Kraft sowie eine Arthrose nach sich ziehen kann. Ebenso besteht die Möglichkeit einer proximalen Verschiebung des Radioulnargelenkes mit der Konsequenz einer verringerten Unterarmdrehung (Lutz Lindemann-Sperfeld, 2000). Begleitverletzungen wie etwa eine „Essex-Lopresti-Läsion“ oder auch eine „unhappy Triad Verletzung“ stellen Kontraindikationen für eine alleinige Resektion des Radiuskopfes dar (Vlcek, Streck, Cizmar, Pech, & Landor, 2018). Wenn möglich ist die Entscheidung für eine Resektion bereits im Zuge der Erstoperation zu fällen, da eine primäre

Resektion bessere Ergebnisse als eine sekundäre Resektion bringt (Ambacher, Maurer, & Weise, 2000). Im Vergleich zur Behandlung mit einer Radiuskopfprothese zeigt sich bei einer Radiuskopfresektion eine geringere Komplikationsrate (Lopiz, Gonzalez, Garcia-Fernandez, Garcia-Coiradas, & Marco, 2016). Die Radiuskopfprothese führt jedoch zu einem besseren funktionalen Outcome (Unlu et al., 2018). Entsprechend wird die Nutzung von Radiuskopfprothesen bei Mason Typ III Frakturen insbesondere bei Patienten unter fünfzig Jahren oder Patienten mit einem hohen funktionellen Anspruch präferiert. Bei allen anderen kann eine alleinige Resektion des Radiuskopfes in Erwägung gezogen werden (Strigini et al., 2019).

1.7.2.4. Sonstige Operative Möglichkeiten

Eine alternative Therapieform ist der Einsatz von intramedullären Pins (Metaizeau, Prevot, & Schmitt, 1980). Die funktionellen Ergebnisse nach der Therapie von Mason Typ II Radiuskopffrakturen mit intramedullären Pins zeigen sehr gute Werte bei einer minimal invasiven Technik (Gao, Yin, & Zhou, 2019).

Des Weiteren sind in der Behandlung von Radiuskopffrakturen biodegradable Implantate erhältlich, welche durch ihre selbstaflösende Eigenschaft eine anschließende Metallentfernung unnötig machen. Biodegradable Implantate sind in diesem Punkt den Metallischen überlegen (Prokop et al., 2002). Zusätzlich kann bei der Nutzung von resorbierbaren Materialien die Häufigkeit von Fremdkörperreaktionen minimiert werden (Lill & Josten, 2002).

Zusätzlich zur osteosynthetischen Behandlung bei Trümmerfrakturen ist die Nutzung von chirurgischem Kleber möglich. Mit Hilfe dieser Kombinationstechnik kann ein zertrümmerter Radiuskopf erhalten und somit gegebenenfalls eine Resektion beziehungsweise eine endoprothetische Versorgung vermieden werden (D. W. Chen, Hu, & Zhou, 2019).

1.8. Nachbehandlung

In der Nachbehandlung stehen frühfunktionelle Bewegungsübungen im Fokus, da bereits Ruhigstellungen über drei Wochen mit einem erhöhten Risiko der Gelenksteife einhergehen (Gühring M., 2016; Wegmann, 2013). Eine frühzeitige Mobilisierung kann zudem zu einer Schmerzreduktion und einer verbesserten Funktionalität des Ellenbogengelenkes beitragen (Liow, 2002). Anhand der Stabilitätsgrade (Lagerungs-, Bewegungs-, Belastungs- sowie Trainingsstabilität) erfolgt eine angepasste physiotherapeutische Behandlung, die supportiv mit Lymphdrainagen sowie Kühlung ergänzt werden kann (Gutbier, 2010).

1.9. Komplikationen

Komplikationen nach Behandlungen von Radiuskopffrakturen können sich als Instabilität, Knorpelschäden sowie einer Versteifung des Ellenbogengelenkes präsentieren (Hackl et al., 2019; Nietschke et al., 2018). Eine Versteifung tritt vor allem bei fehlender frühfunktioneller Nachbehandlung auf (Everding, Maschke, Hoyer, & Evans, 2013). Bei einer endoprothetischen Versorgung steht die Gefahr der Prothesenlockerung im Vordergrund (Delclaux et al., 2015).

1.10. Stellenwert von Patient Reported Outcome Measures (PROM)

1.10.1. Einführung

Ergänzend zur Evaluation klinischer Behandlungsergebnisse wird zunehmend die subjektive Patientenzufriedenheit mit sogenannten Patient Reported Outcome Measures (PROM) ermittelt. Hierdurch kann die Therapie hinsichtlich subjektiver Aspekte modifiziert werden (Rothrock, Kaiser, & Cella, 2011).

1.10.2. PROM – Patient Reported Outcome Measures

PROMs sind Berichte von Patienten über ihren Gesundheitszustand (U.S. Department of Health and Human Services et al., 2006). Sie sind ein effizientes Mittel, um Verständnis über die Gesundheit und Lebensqualität von Patienten zu erhalten. Ebenso wie klinische Tests soll mit Hilfe von PROMs der Zustand der Patienten weiter beurteilt und dieser hierdurch optimal therapiert werden (Black, 2013; Rothrock et al., 2011). PROMs bieten die Möglichkeit, die Kluft zwischen der klinischen Realität und der Realität der Patienten in deren persönlichen Alltag zu überbrücken (Nelson et al., 2015). Bei der Erstellung der PROM Systeme ist eine Zusammenarbeit von Patienten und der Fachöffentlichkeit zur Effektmaximierung obligat (Nelson et al., 2015).

Es können zwei Formen von PROMs unterschieden werden: generische und krankheitsspezifische. Letztere untersuchen die Auswirkung von Krankheiten auf die Funktion der betroffenen Bereiche. Generische PROMs inkludieren allgemeinere Aspekte wie zum Beispiel die Selbstversorgung oder die Mobilität. Häufig werden beide Formen kombiniert (Black, 2013). PROMs werden in drei Hauptbereichen verwendet: erstens in der klinischen Forschung, zweitens in der klinischen Praxis und drittens im Gesundheitswesen (JC Davis, 2015).

Oftmals wird in der Klinik gezögert PROMs routinemäßig zu verwenden, da eine Steigerung der Arbeitsbelastung im klinischen Alltag befürchtet wird (Nelson et al., 2015). Allerdings soll die routinierte Nutzung von PROMs zu besseren klinischen Entscheidungen führen. Zudem können die

hierdurch gewonnenen Daten zu Therapieverbesserungen beitragen (Black, 2013). Auch steigert deren Einsatz die Patientenzufriedenheit deutlich (J. Chen, Ou, & Hollis, 2013).

Von den PROMs zu differenzieren sind die sogenannten PREMs (*Patient Reported Experience Measures*). Diese beziehen sich auf Punkte der Menschlichkeit in der Versorgung (zum Beispiel eine mit Würde erfolgte Behandlung) (Black, 2013).

1.10.3. Elbow Self- Assessment Score

Der ESAS (*Elbow Self-Assessment Score*) ist ein Ellenbogen Selbstbewertungsscore, welcher sowohl subjektive als auch objektive Parameter misst, um die optimale Patientenzufriedenheit zu evaluieren (Beirer et al., 2017). Bei diesem Score handelt es sich um einen PROM (*Patient Reported Outcome Measure*) (U.S. Department of Health and Human Services 2009).

Um diesen Score zu entwickeln, wurden von Beirer et al. im Rahmen einer Untersuchung diverse Bewertungssysteme analysiert (Beirer et al., 2017). Hierbei handelte es sich um den „American Shoulder and Elbow Surgeons Score“, den „Mayo Elbow Self Performance Score“ (MEPS), das „Broberg- und Morrey Rating System“ (BMS), die „Patient- Rated Elbow Evaluation“ (PREE), den „Oxford Elbow Score“ (OES) und den (Quick)DASH („(Quick-) Disability of the Arm, Shoulder and Hand“) (Beaton, Wright, Katz, & Upper Extremity Collaborative, 2005; Broberg & Morrey, 1987; Dawson et al., 2008; Hudak, Amadio, & Bombardier, 1996; MacDermid, 2001; Bernard F. Morrey, 1993; Richards et al., 1994). Diese wurden analysiert und miteinander verglichen, sodass aus diesen Erkenntnissen der „Elbow Self-Assessment Score“ entwickelt werden konnte (Beirer et al., 2017). Laut Beirer et al. ermöglicht der ESAS eine zuverlässige Einschätzung des Ellenbogengelenkes durch die Patienten, wodurch dieser eine breite Anwendung in der Evaluierung des Outcomes von Radiuskopffrakturen bietet (Beirer et al., 2017).

Entsprechend einer Validierungsstudie besitzt dieser Score eine hohe Test-Retest Wahrscheinlichkeit mit einem Intraklassen – Korrelationskoeffizienten von 0,71. Zudem konnte die Konstruktvalidität und Ansprechbarkeit durch einen Korrelationskoeffizienten von 0,8- 0,84 und 0,72- 0,84 ($p < 0,5$) nachgewiesen werden (Beirer et al., 2017). Alle anderen für die Studie untersuchten Scores hatten ähnliche Korrelationskoeffizienten im Bereich zwischen 0,70 – 0,90 (Beirer et al., 2017).

1.10.4. Analyisierte Scores

Die zur Erstellung des ESAS analysierten Scores sind im Folgenden dargestellt.

American Shoulder and Elbow Surgeon Score (ASES)

Dieser Score wurde entwickelt, um einen von der Krankheitspathologie unabhängigen Zustand der Schulter zu beurteilen. Der „ASES“ beinhaltet zwei Teile, von denen einer durch die Patienten, der andere durch Ärzte bearbeitet werden muss. Der Selbstbewertungsscore der Patienten geht auf die Aspekte der Aktivität des täglichen Lebens, die Instabilität und den Schmerz ein. Der ärztliche Teil umfasst Informationen bezüglich des Bewegungsumfanges, spezifische körperliche Anzeichen, der Kraft und der Stabilität (Richards et al., 1994). Bei dem „ASES“ handelt es sich um einen validen, zuverlässigen und gut ansprechenden Score (Michener, McClure, & Sennett, 2002).

Mayo Elbow Performance Score (MEPS)/ Broberg and Morrey Rating System

Der Mayo Elbow Performance Score (MEPS) wurde 1993 publiziert (Bernard F. Morrey, 1993; OrthoToolKit). Es handelt sich hierbei um eine Modifikation des von Broberg and Morrey erschaffenen Rating Systems aus dem Jahre 1987 (Broberg & Morrey, 1987; OrthoToolKit).

Im MEPS werden vier Hauptaspekte unterschieden. Diese sind der Schmerz, die Stabilität, der Bewegungsumfang sowie die Alltagsfunktion (Morrey Bernard F., 2018; Bernard F. Morrey, 1993). Die Reliabilität des MEPS und dessen Vergleich mit dem ASES wurden in einer Studie von Cusick et al. untersucht. Diese zeigte auf, dass der MEPS eine hohe Reliabilität besäße und eine ähnliche Genauigkeit wie der ASES aufweisen würde (Cusick et al., 2014).

DASH/ QuickDASH

Der DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) wurde 1996 veröffentlicht (Hudak et al., 1996). Der DASH beinhaltet Fragen bezüglich der Symptome Schmerz, Schwäche, Steifheit, Kribbeln oder Taubheit sowie dem funktionellen Status. Zudem umfasst dieser physische, soziale und psychologische Teilaspekte (Hudak et al., 1996).

Der QuickDASH ist eine verkürzte Version des DASH. Hierbei wurde der originale DASH, welcher insgesamt dreißig Elemente erfasst, zum QuickDASH mit nur noch elf Elementen verkürzt. Somit soll der QuickDASH eine effizientere Version des Originals darstellen (Beaton et al., 2005). Hinsichtlich der Performance zeigte sich, dass die Querschnitts- und Test-Retest Zuverlässigkeit des DASH und QuickDASH ähnlich waren, sodass der QuickDASH anstelle des DASH bei Erkrankungen der oberen Extremität genutzt werden kann (Gummesson, Ward, & Atroshi, 2006).

Oxford Elbow Score

Dawson et al. entwickelten 2008 den Oxford Elbow Score, welcher die Beurteilung des subjektiven Ergebnisses der Patienten nach einer Ellenbogenoperation ermöglicht. Es handelt sich hierbei um einen zwölf Item Fragebogen, welcher die Bereiche Ellenbogenfunktion, Schmerz und Sozialpsychologie umfasst (Dawson et al., 2008).

Patient- Rated Elbow Evaluation (PREE)

Der PREE besteht aus zwanzig Items. Er wurde erstellt, um den Schmerz sowie die Funktion des Ellenbogens zu messen. Der Bereich der Funktion wird in zwei Untergruppen unterteilt. Erstens: Spezifischen Aktivitäten (zum Beispiel: Haare kämmen), zweitens: Übliche Aktivitäten (zum Beispiel: Ausführen des Berufes) (MacDermid, 2001).

1.10.5. PROMs im Profisport

Auch im Sportbereich kann von dem Gebrauch von PROMs profitiert werden (Gallagher, Needleman, Ashley, Sanchez, & Lumsden, 2017; Lam, Marshall, & Snyder Valier, 2020). Zu den in der Sportmedizin häufig verwendeten PROMs gehören beispielsweise der „Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI)“, welcher die Schulterinstabilität untersucht oder der „Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score“, welcher sich mit Beschwerden im Kniebereich befasst (JC Davis, 2015; Kirkley, Griffin, McLintock, & Ng, 1998; Roos & Toksvig-Larsen, 2003).

Insgesamt ist die Nutzung von PROMs im Sportbereich bisher jedoch gering. Zukünftig ist eine Strategieentwicklung zur Reduktion von Hindernissen (organisatorisch oder zeitlich) bei der Nutzung von PROMs im Sportbereich zu fördern (Lam, Harrington, Cameron, & Valier, 2019).

2. Fragestellung und Zielsetzung der Studie

In Kapitel 1.7. wurden die diversen Behandlungsoptionen bei Radiuskopffrakturen dargestellt, jedoch gibt es bis dato anhaltende kontroverse Diskussionen bezüglich der optimalen Therapiewahl (Yoon et al., 2012).

Hierdurch angeregt, wurde diese retrospektive Studie angelegt. Ziel war es, die Qualität der Behandlung von Radiuskopffrakturen im Level 1 Traumazentrum der Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie im Klinikum rechts der Isar hinsichtlich des subjektiven Outcomes innerhalb der verschiedenen Frakturklassifikationen zu evaluieren. Hierzu wurden Patienten, denen die Diagnose einer Radiuskopffraktur gestellt wurde mit Hilfe eines Patient Reported Outcome Measures (PROM), dem sogenannten ESAS (Elbow Self- Assessment Score) untersucht (Beirer et al., 2017).

Im Rahmen der Studie sollte herausgefunden werden, ob die bisher etablierten Therapiemethoden mit der subjektiven Zufriedenheit korrelieren, oder ob sich Diskrepanzen zwischen der Zufriedenheit und den Therapieoptionen ergeben. Von besonderem Interesse war hierbei sowohl der Unterschied in der Behandlung zwischen den verschiedenen Frakturtypen als auch die Frage, ob die subjektive Zufriedenheit mit der Frakturklassifikation und der daraus resultierenden Therapie einhergeht. Insbesondere bei hochgradigen Frakturen des Radiuskopfes unterscheiden sich bisher die Meinungen der besten Therapieform (Lutz Lindemann-Sperfeld, 2000). Aufgrund dessen wurde erhofft, dass anhand dieser Studie herausgefunden werden kann, inwiefern zukünftig eine Therapieoptimierung von Radiuskopffrakturen im Klinikum rechts der Isar hinsichtlich der subjektiven Patientenzufriedenheit möglich ist.

Innerhalb dieser Studie lag das Augenmerk nicht auf dem klinischen Outcome im Sinne einer radiologischen Kontrolle, sondern vielmehr auf der subjektiven Empfindung der Patienten. Dies wird dadurch begründet, dass trotz zahlreich existierender diagnostischer Mittel in der Medizin bei der Entscheidung nach der optimalen Behandlungsmethode die Zufriedenheit und Lebensqualität der Patienten immer an erster Stelle stehen.

3. Material und Methoden

3.1. Studiendesign

Bei dieser Studie handelt es sich um eine retrospektive Studie, dessen Datenerhebung zwischen April 2016 und Dezember 2016 stattfand. Ein positives Votum der Ethikkommission liegt vor.

3.2. Patientenkollektiv

Einschlusskriterien für die vorliegende Studie waren das Vorliegen einer Radiuskopffraktur bei der Vorstellung im Klinikum rechts der Isar sowie der Zeitpunkt der Verletzung zwischen dem 01.01.2003 und dem 01.06.2016. Den potenziellen Studienteilnehmern wurde postalisch der Fragebogen inklusive Einverständniserklärung zugesandt. Ein Bruchteil dieser konnte nicht zugestellt werden. Die Gründe hierfür lagen beispielsweise darin, dass die Patienten ohne Nachsendeadresse verzogen oder im Zeitraum zwischen Unfall und der Erhebung des Fragebogens verstorben sind. Nach Erhalt der zurückgesendeten Fragebögen, wurden diese ausgewertet, wobei lückenhafte Bögen ausgeschlossen werden mussten. Zur Erhöhung der Zahl der Studienteilnehmer wurden zudem ein Zweitversuch der Kontaktaufnahme durchgeführt. Der beschriebene Verlauf zum Erhalt des Patientenkollektivs ist im Flussdiagramm in *Abbildung 7* dargestellt.

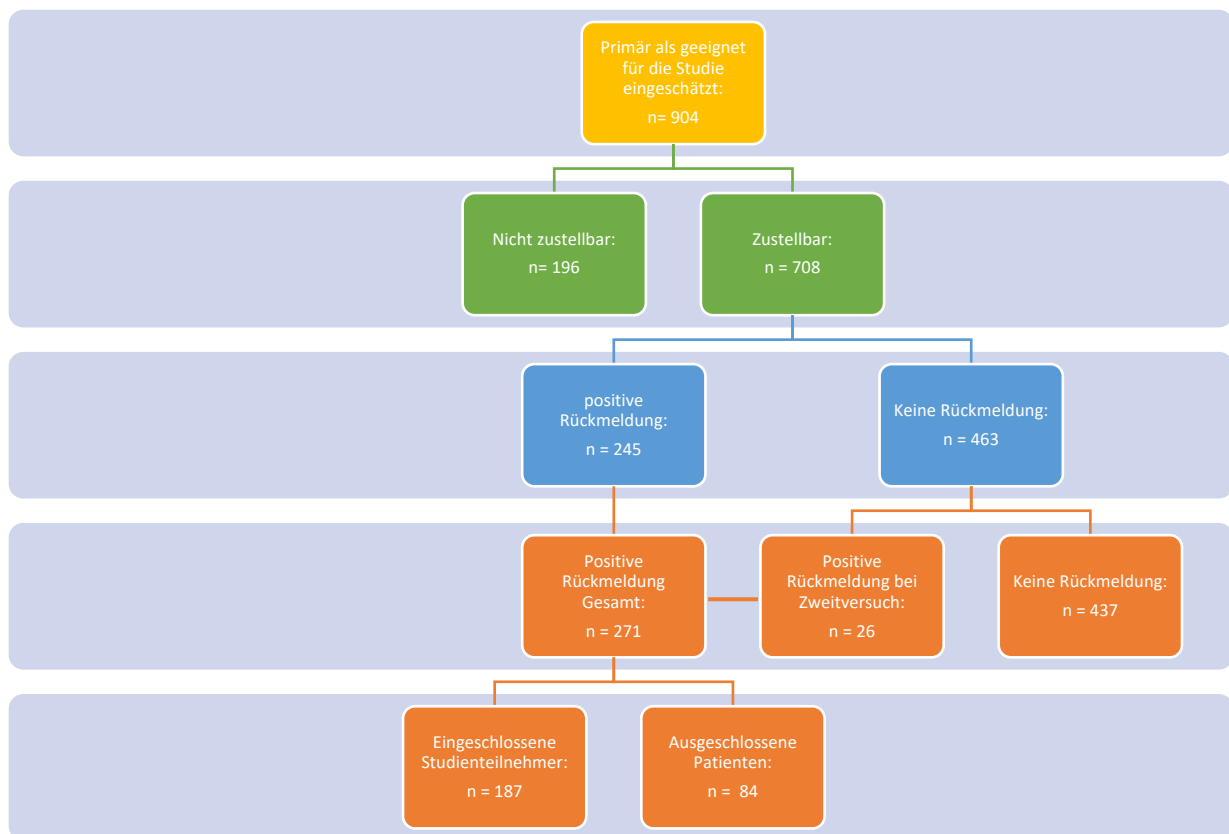


Abbildung 7: Flussdiagramm Patientenkollektiv

3.3. Datenerhebung

3.3.1. ESAS Score

In der Studie wurde der ESAS (Elbow Self-Assessment Score) verwendet (s. Anhang 13) (Beirer et al., 2017). Der ESAS umfasst 22 Fragen und gliedert sich in drei Teilbereiche. Sieben Fragen thematisieren den Schmerz, zwölf den Funktionsbereich und drei die Aspekte der Lebensqualität. Diese Unterteilung ist in *Tabelle 1* dargestellt.

Teilbereich	Fragen
Schmerz	1 - 7
Funktion	8 - 19
Lebensqualität	20- 22

Tabelle 1: Gliederung des ESAS

In der Auswertung erhält jede angekreuzte Antwort einen korrespondierenden Zahlenwert zwischen den Werten zehn und null, wobei null dem Bestwert entspricht. Beispielhaft ist hier die erste Frage des ESAS aufgeführt (s. *Abbildung 8*). Ein Kreuz bei „Keine“ entspricht einem Wert von null und ein Kreuz bei „Unerträglich“ einem Wert von zehn Punkten.


1. Wie stark waren die maximalen Schmerzen in Ihrem Ellenbogen in den letzten 4 Wochen?

Keine Unerträglich

Abbildung 8: ESAS 1. Frage (Beirer et al., 2017)

Eine Ausnahme hiervon bilden die Fragen acht und neun bei welchen jedes nicht angekreuzte Feld als eine Punktzahl von zwei gewertet wird (s. *Abbildung 9*). In diesen Fragen wird die „Range of motion“ bestimmt. Hier kann der Patient angeben, welche Bewegungen hinsichtlich der Pro-/Supination sowie der Flexion und Extension im Ellenbogengelenk noch durchführbar sind.

8. Bitte markieren Sie jede Ihnen mögliche Bewegung mit einem Kreuz (mehrere Kreuze möglich)!



9. Bitte markieren Sie jede Ihnen mögliche Bewegung mit einem Kreuz (mehrere Kreuze möglich)!





Abbildung 9: ESAS Frage 8/9 (Beirer et al., 2017)

Bei Frage zehn werden die Patienten aufgefordert zu schätzen, wie viel Gewicht bei einem neunzig Grad gebeugten Ellenbogen für circa fünf Sekunden gehalten werden kann (s. *Abbildung 10*). Hierfür wurde festgelegt, dass alle Ergebnisse größer gleich fünf Kilogramm als optimaler Wert (null Punkte) gesehen werden und jedes Kilogramm Abweichung nach unten als „zwei Punkte“ gezählt wird. Dies bedeutet, dass beispielsweise Patienten mit einem maximalen Haltegewicht von drei Kilogramm einen Punktwert von vier Punkten erhalten.

10. Wie viel Kilogramm können Sie in einer Einkaufstasche mit ihrem betroffenen Ellenbogen in der abgebildeten Position für ca. 5 Sekunden halten?



_____ (Hier bitte Kilogramm eintragen)

Abbildung 10: ESAS Frage 10 (Beirer et al., 2017)

3.3.2. Weitere Zielparameter

Ergänzend zum ESAS - Fragebogen wurden weitere Angaben der Patienten erhoben.

Geschlecht und Geburtsdatum

Die Angabe des Geschlechts und des Geburtsdatums diene der Evaluation der Verteilung und Häufigkeiten der Radiuskopffrakturen in Abhängigkeit dieser beiden Faktoren. Von Interesse hierbei war die Frage, ob es ein prädisponiertes Geschlecht oder ein bestimmtes Alter gibt, bei welchem Radiuskopffrakturen gehäuft auftreten.

Frakturklassifikation und Behandlungsmethode

Um das Outcome der unterschiedlichen Behandlungen beurteilen zu können, wurden aus den Patientenakten die Frakturklassifikationen ermittelt und durch bildgebende Befunde kontrolliert. Zudem wurden für die Differenzierung der Behandlungserfolge die angewandten Therapieformen analysiert.

Revisionsoperationen/ Änderung des Therapiemanagements

Zur Beurteilung der Behandlungserfolge wurde ermittelt, ob Revisionsoperationen oder Änderungen des Therapiemanagements stattfanden.

Versicherungsstatus

Der Versicherungsstatus der Patienten war für die Studie von Relevanz, da hierbei eruiert werden sollte, ob sich zwischen den verschiedenen Versicherungsarten Diskrepanzen in der Behandlung ergaben.

Unfalldatum und Operationsdatum

Im Rahmen dieser Studie wurden die Daten hinsichtlich des Unfalldatums und einer potenziell erfolgten Operation erhoben. Dies war nötig, um einen Überblick darüber zu bekommen, wie alt die Frakturen am Zeitpunkt der Studienteilnahme waren. Das gleiche galt auch für das Datum einer eventuell erfolgten Operation.

Berufstätigkeit

Die Patienten wurden hinsichtlich ihres derzeitig ausgeführten Berufes befragt. Hierbei war relevant, ob eine Berufsunfähigkeit vorlag und wenn ja, ob diese durch die Radiuskopffraktur hervorgerufen wurde. Dies zielte auf die Frage ab, ob Radiuskopffrakturen zu einer Berufsunfähigkeit führen.

Betroffene Seite

Hinsichtlich einer potenziellen Seitenpräferenz bei Radiuskopffrakturen wurde zudem eruiert an welcher Seite die Ellenbogenfraktur auftrat.

3.3.3. ESAS Score Ergebnisauswertung

Nach der Auswertung der Fragebögen wurde das Endergebnis des ESAS der jeweiligen Patienten berechnet. In der im Folgenden dargestellten Formel wird ein Zahlenwert für den gesamten Fragebogen gebildet. Dies wurde genutzt, um die Fragebögen untereinander vergleichbar zu machen. Die Formel hierfür lautet*:

$$\frac{(MW1 + MW2 + MW3 \times 2)}{4} = x$$

$$100 - x = ESAS \text{ Score}$$

*MW= Mittelwert; MW1= Frage 1-7; MW2= Frage 8- 17, 21, 22; MW3= Frage 18-20

Zur Vereinfachung und um sinnvolle Gruppen für eine bessere Ergebnisevaluation bilden zu können, wurde der ESAS gegliedert (s. *Tabelle 2*). Die Werte gehen hierbei von den Noten 1 - 4, wobei „4“ das schlechteste und „1“ das beste Ergebnis darstellt:

Wert	Wert in Worten	ESAS Score Punktwert
1	Sehr gut	76 – 100
2	Gut	51 – 75
3	Befriedigend	26 – 50
4	Ungenügend	0 – 25

Tabelle 2: Kategoriale Gliederung des ESAS

3.3.4. Statistik

Alle im Rahmen der Studie erhobenen Daten wurden in einer „Excel-Tabelle“ erfasst und mithilfe von „Excel“ sowie „SPSS“ statistisch ausgewertet. Zur weiteren Analyse statistischer Zusammenhänge wurden mit dem Statistikprogramm „Prism“ Chi- Quadrat Tests, Kruskal Wallis Tests und Dunn’s Multiple Comparison Tests durchgeführt. Hierbei wurde der Chi-Quadrat Test bei normalskalierten, kategorischen Variablen und der Kruskal Wallis Test bei nicht parametrischen Variablen angewandt. Bei einer statistischen Signifikanz des Kruskal Wallis Tests wurde im Anschluss der Dunn’s Multiple Comparison Test durchgeführt.

4. Ergebnisse

4.1. Epidemiologie des Patientenkollektivs

4.1.1. Geschlechterverteilung

Insgesamt wurden 187 Patienten in die vorliegende Studie eingeschlossen. Das Patientenkollektiv umfasste 78 Frauen (= **41,7 %**) und 109 Männer (= **58,3 %**). Zur Veranschaulichung der Geschlechterverteilung ist die *Abbildung 11* in prozentualen Werten einsehbar.

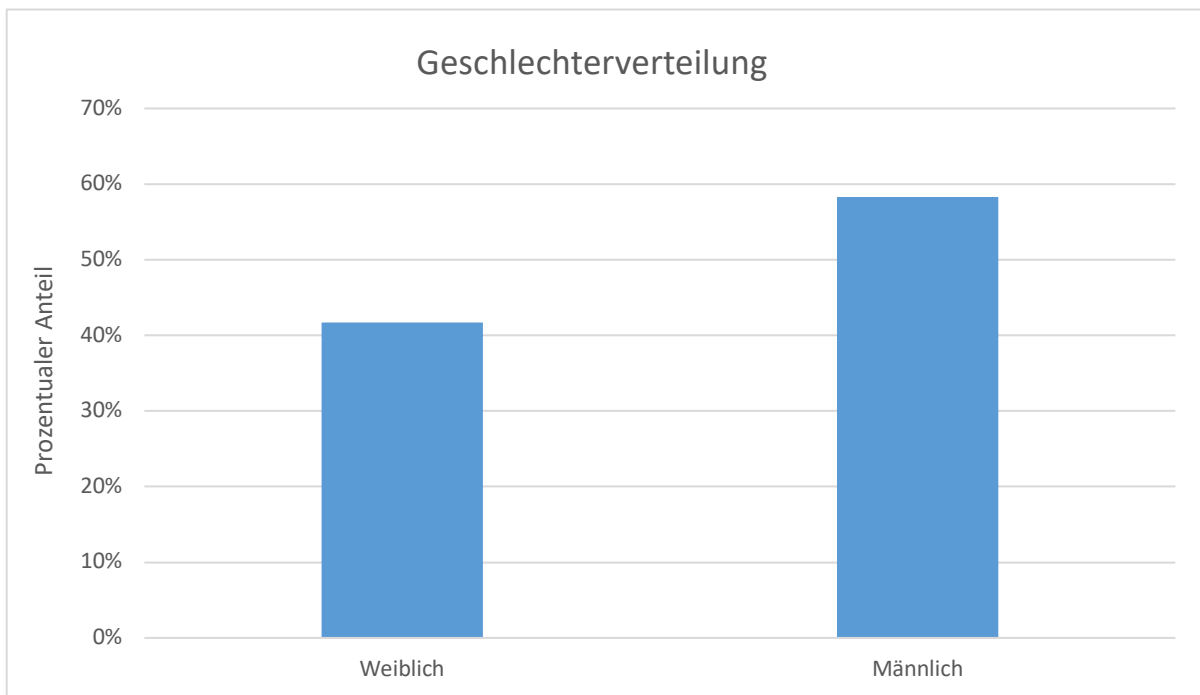


Abbildung 11: Diagramm: Prozentuale Geschlechterverteilung im Patientenkollektiv

4.1.2. Altersverteilung

Die Altersverteilung der Patienten bei Studienteilnahme wird in folgendem Histogramm ersichtlich (s. *Abbildung 12*). Die in die Studie eingeschlossenen Personen waren zum Zeitraum der Erhebung 16 – 86 Jahre alt. Die Verteilung zeigt sich annähernd normalverteilt mit einem Mittelwert von **49,51** Jahren und einer Standardabweichung von **15,645**.

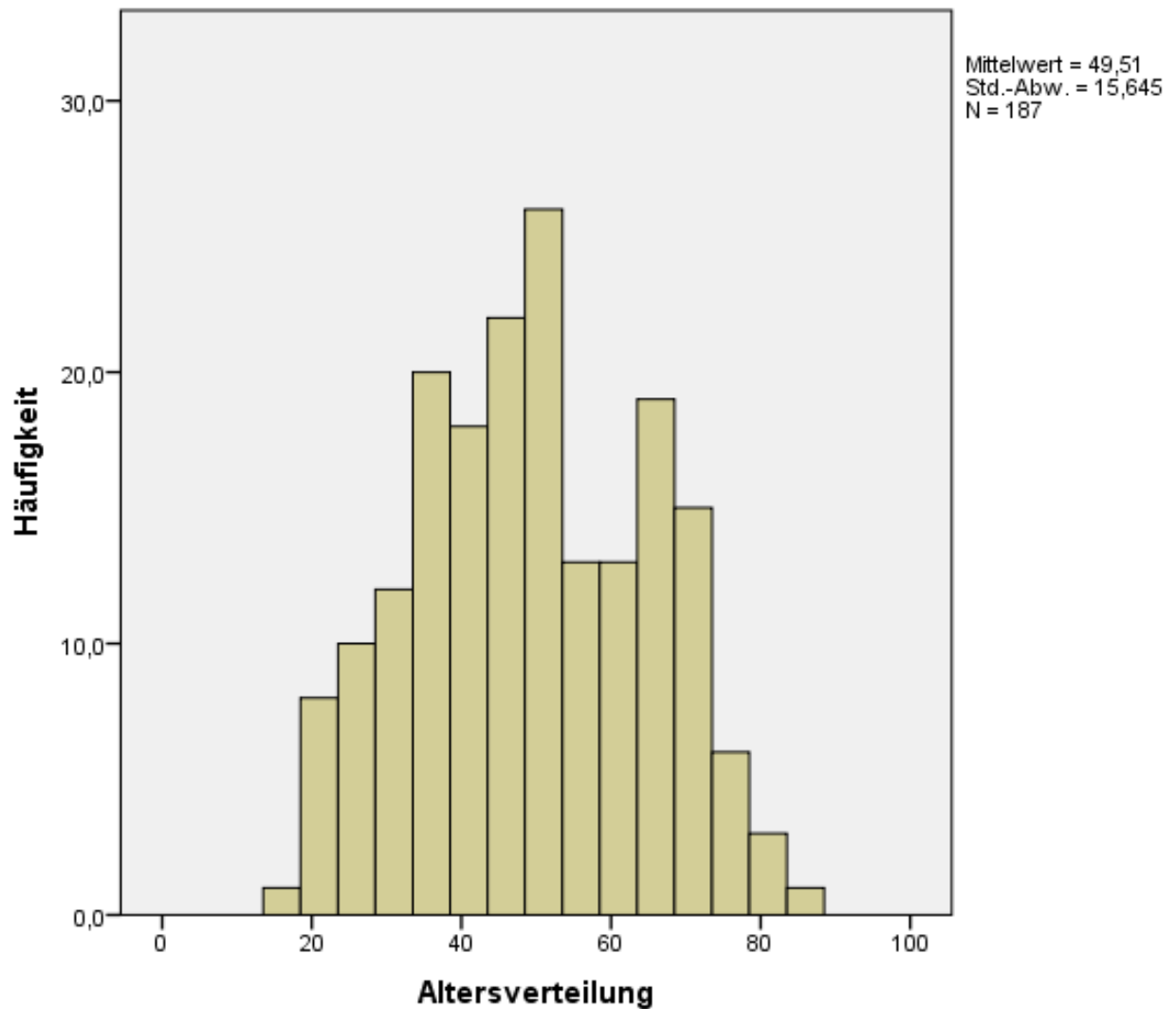


Abbildung 12: Histogramm: Altersverteilung des Patientenkollektivs

4.1.3. Berufstätigkeit

Innerhalb des Patientenkollektivs wurde die Berufstätigkeit ermittelt. Hierbei gaben 134 Patienten (= **71,7 %**) an berufstätig zu sein. Nicht berufstätig waren elf Personen (= **5,9 %**), 37 Personen waren Rentner (= **19,8 %**) und fünf waren Hausfrauen/-männer (= **2,7 %**) (s. *Abbildung 13*).

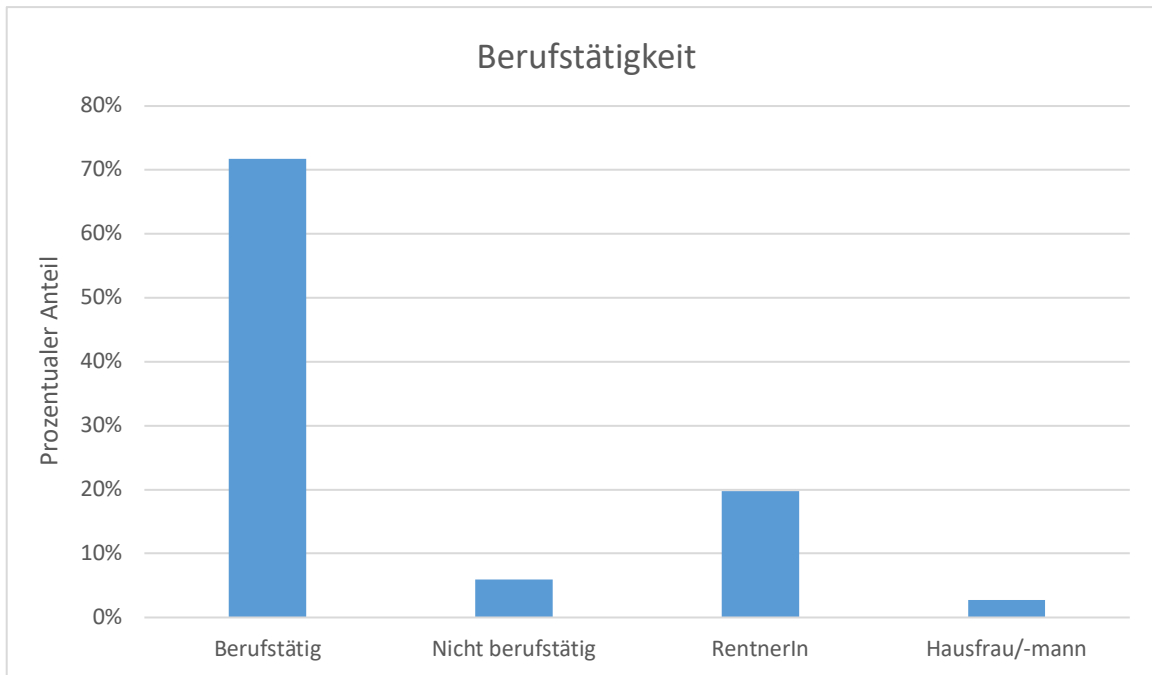


Abbildung 13: Diagramm: Verteilung der Berufstätigkeit innerhalb des Patientenkollektivs

4.1.4. Bearbeitungszeitpunkt ESAS

Im Rahmen dieser Studie wurde der Zeitraum zwischen dem Unfallgeschehen und der Beantwortung des ESAS in Jahren ermittelt. Die zeitliche Verteilung ist in *Abbildung 14* als Histogramm dargestellt. Hieraus ist ersichtlich, dass der Mittelwert zwischen dem Unfall und dem Ausfüllen des ESAS **3,7** Jahre mit einer Standardabweichung von **2,833** Jahren beträgt. Das Minimum beläuft sich hierbei auf **0** Jahre bis maximal **12** Jahre, was eine Spannweite von **12** Jahren ergibt. Der Median liegt bei **3** Jahren. Der geringste Zeitraum zwischen der Studienteilnahme und dem Unfallereignis beträgt einen Monat. Der maximale Zeitraum **12** Jahre und **10** Monate.

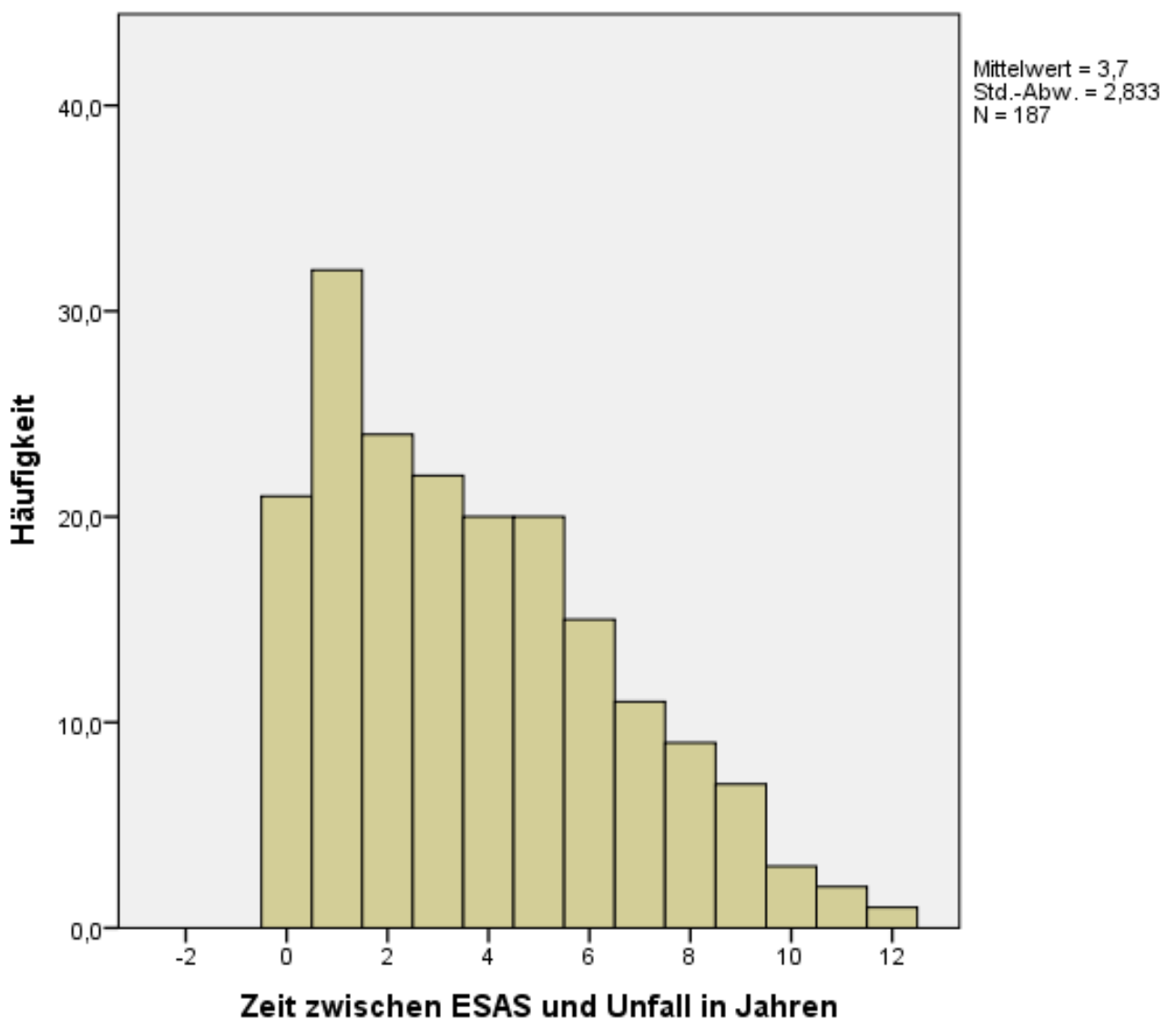


Abbildung 14: Histogramm: Zeitraum zwischen dem Unfall und dem Ausfüllen des ESAS in Jahren

4.1.5. Versicherungsverteilung

Das Patientenkollektiv wurde hinsichtlich der Versicherungszugehörigkeit analysiert. Von den 187 eingeschlossenen Personen waren 100 in der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) (= **54,5 %**) und 53 in einer Privaten Krankenversicherung (PKV) (= **28,3 %**) versichert. Des Weiteren gab es 33 Berufsunfälle (BG), welche insgesamt **17,6 %** ausmachten. Eine Person war keiner Gruppe zu zuordnen (= **0,5 %**), da in den Aufzeichnungen kein Hinweis auf den Versicherungsstatus hinterlegt war (s. *Abbildung 15*).

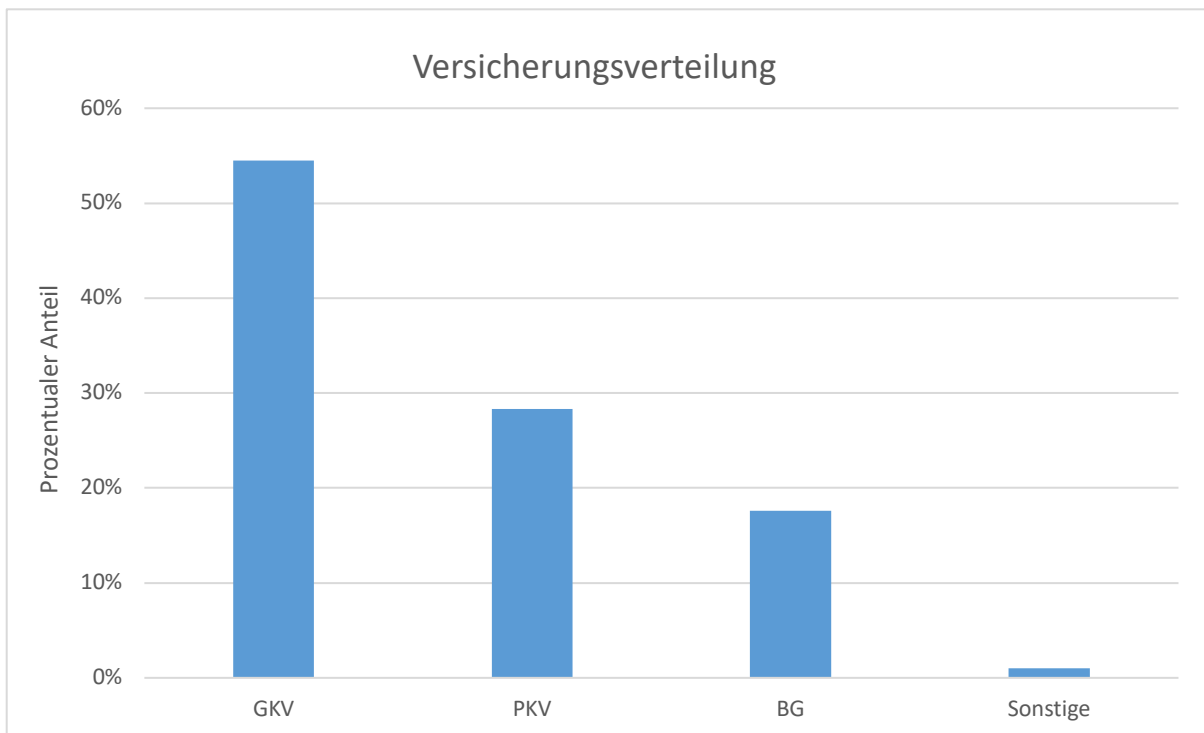


Abbildung 15: Diagramm: Versicherungsverteilung innerhalb des Patientenkollektivs

4.2. Trauma-spezifische Angaben

4.2.1. Seitendominanz

Bei 87 Patienten (= **46,5 %**) war die rechte Seite und bei 96 (= **51,3 %**) die linke Seite betroffen. Drei der insgesamt 187 untersuchten Personen erlitten bilaterale Frakturen (= **1,6 %**). Bei einer Person konnte die Seite nachträglich nicht festgestellt werden, aufgrund dessen wurde diese von dieser Subanalyse ausgeschlossen (s. *Abbildung 16*).

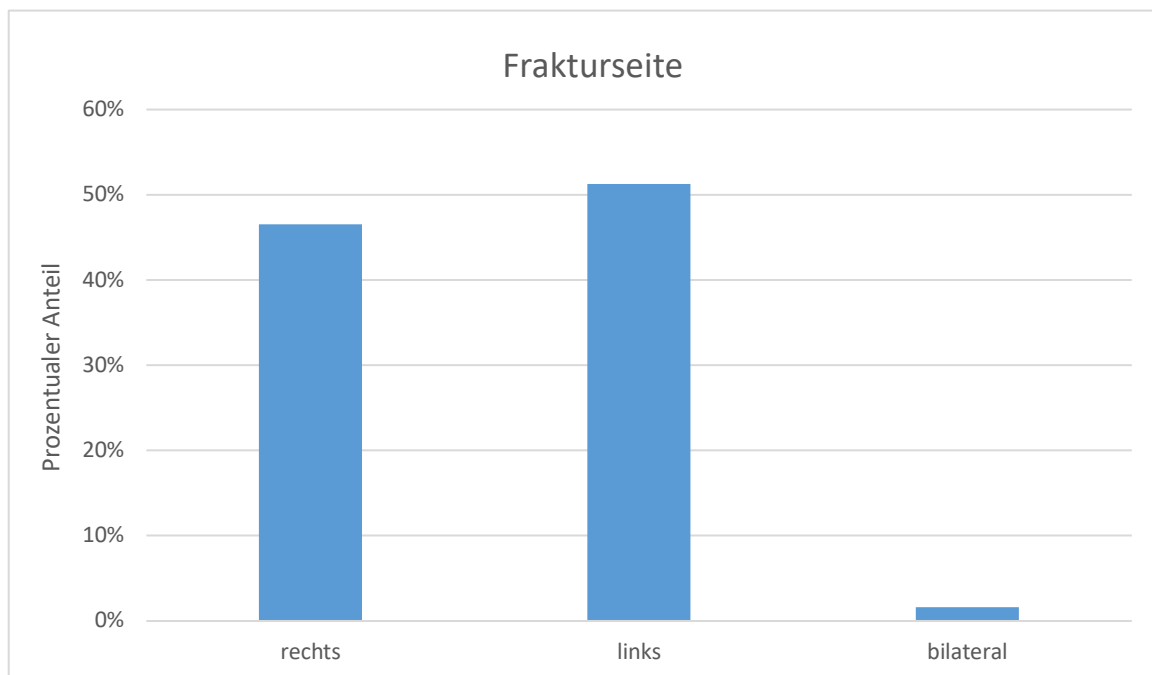


Abbildung 16: Diagramm: Frakturseiten innerhalb des Patientenkollektivs

4.2.2. Frakturklassifikation

Innerhalb der 187 in der Studie eingeschlossenen Patienten wurde die Verteilung der Klassifikationen der Radiusköpfchenfrakturen nach Mason untersucht. Es stellte sich heraus, dass bei 81 Personen (= **43,3 %**) eine Mason Typ I Fraktur, bei 70 Personen (= **37,4 %**) eine Mason Typ II Fraktur und bei 36 Personen (= **19,3 %**) eine Mason Typ III Fraktur diagnostiziert wurde. Bei keiner Person wurde eine Mason Typ IV Fraktur diagnostiziert (s. *Abbildung 17*).

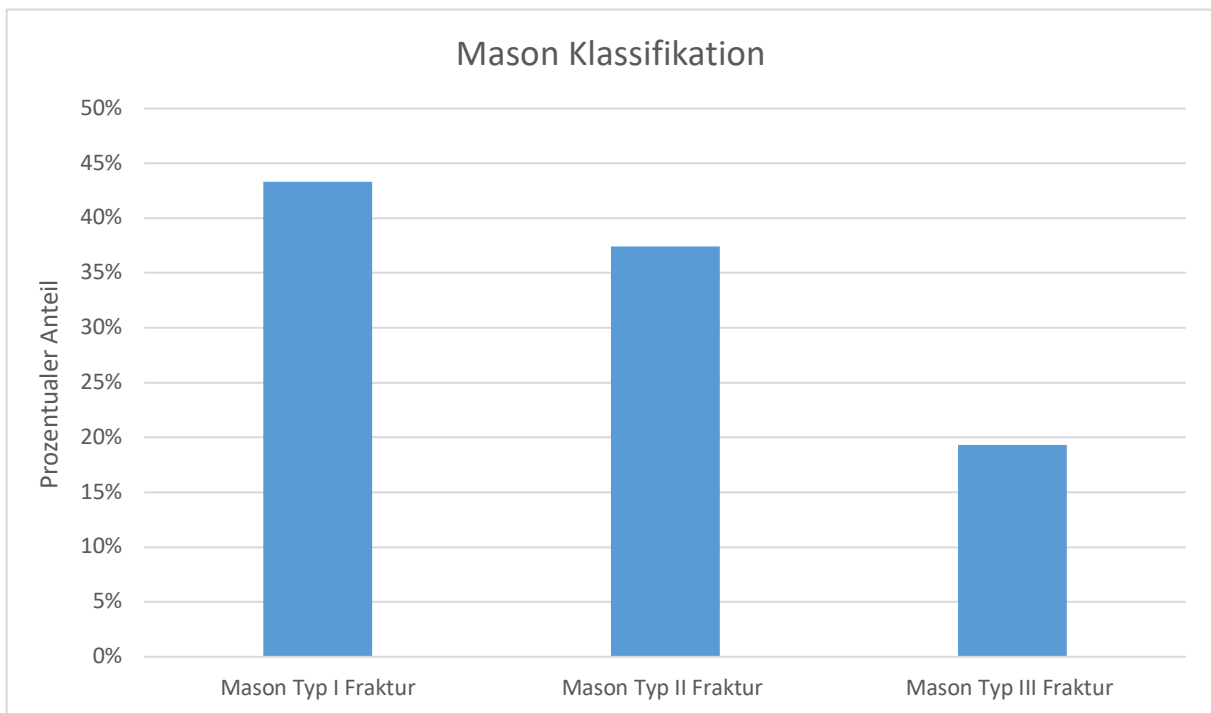


Abbildung 17: Diagramm: Verteilung der Mason Klassifikation innerhalb des Patientenkollektivs

4.3. Therapie

4.3.1. Behandlungsarten

a) Konservative versus Operative Therapie

Von relevanter Bedeutung für die Studie war die Frage, welche Behandlungsmethoden bei den Studienteilnehmern angewandt wurden. Hierbei stellte sich heraus, dass von den 187 eingeschlossenen Patienten 91 Personen konservativ (= **48,7 %**) und 96 Personen operativ (= **51,3 %**) behandelt wurden. Diese Untersuchung wurde klassifikationsübergreifend durchgeführt (s. *Abbildung 18*).

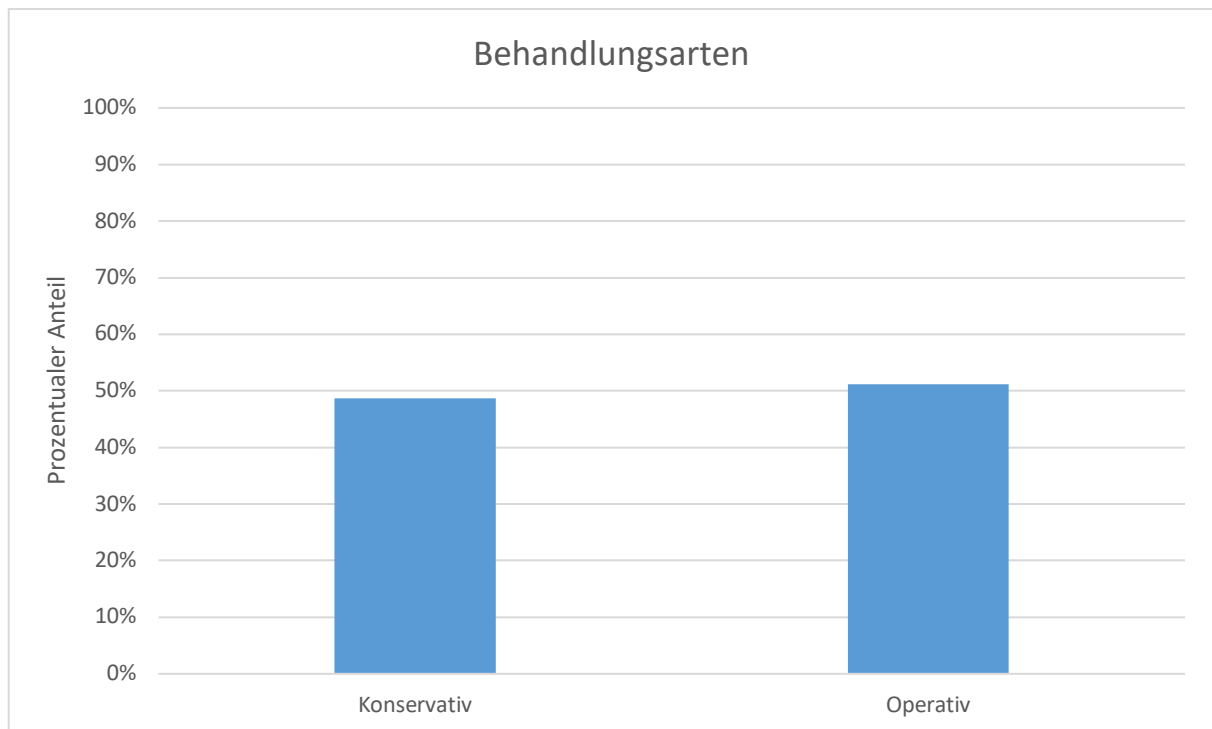


Abbildung 18: Diagramm: Behandlungsarten innerhalb des Patientenkollektivs

4.3.2. Behandlungsarten innerhalb der Klassifikationsgruppen

Ein zentrales Thema der Studie war die Analyse der durchgeführten Behandlungsmethoden innerhalb der Klassifikationsgruppen. Eine Differenzierung erfolgte zwischen der konservativen und operativen Behandlungsform.

a) Prozentualer Anteil der Behandlungsarten innerhalb der Klassifikationsgruppen

In *Abbildung 19* erkennt man, dass bei der Mason Typ I Fraktur hauptsächlich eine konservative Behandlung (80 Personen = **98,77 %**) angestrebt wurde und lediglich einmal eine operative Versorgung erfolgte (= **1,23 %**).

Bei der Mason Typ II Fraktur wurde sowohl konservativ (11 Personen = **15,71 %**) als auch operativ (59 Personen = **84,29 %**) behandelt.

Bei der Mason Typ III Fraktur wurde lediglich die operative Behandlungsmethode genutzt (36 Personen = **100 %**).

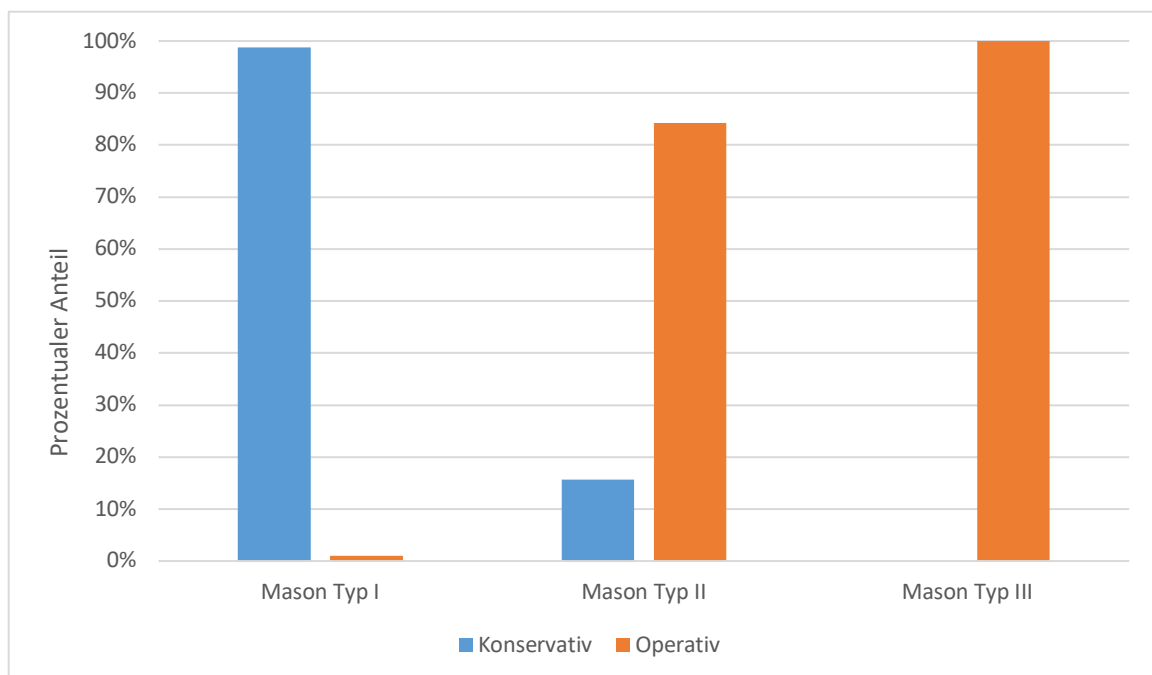


Abbildung 19: Diagramm: Behandlungsarten innerhalb der Mason Klassifikationen

b) Behandlungsarten innerhalb der Klassifikationsgruppen: Chi Quadrat Test

Die Anzahl beziehungsweise die prozentuale Verteilung der Behandlungsarten sind in den Diagrammen in den *Abbildungen 20 und 21* dargestellt. Zur weitergehenden Analyse wurde der Chi-Quadrat Test durchgeführt. Dieser zeigt, dass die Ergebnisse mit $p < 0,0001$ eine signifikante Abhängigkeit aufwiesen. Laut dieser Analyse besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Mason Klassifikation und der Behandlungsart.

Behandlungsarten innerhalb der Klassifikationsgruppen

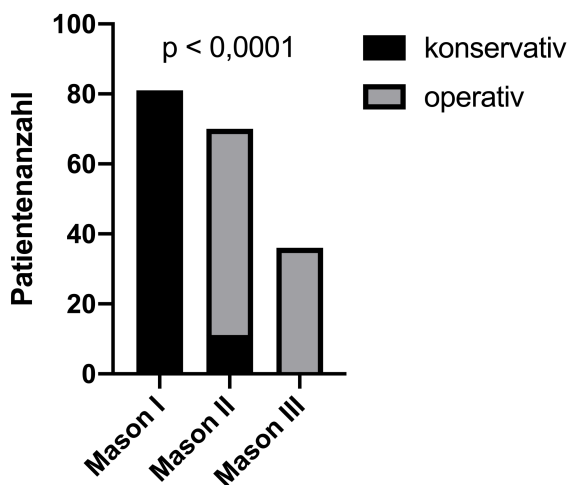


Abbildung 20: Diagramm: Anzahl der Behandlungsarten innerhalb der Klassifikationsgruppen

Behandlungsarten innerhalb der Klassifikationsgruppen

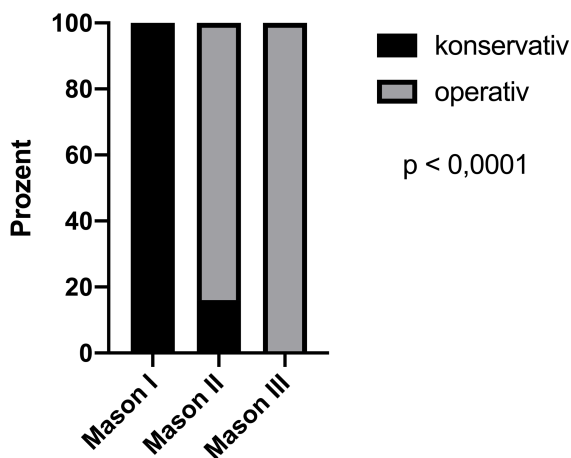


Abbildung 21: Diagramm: Prozentuale Verteilung der Behandlungsarten innerhalb der Klassifikationsgruppen

c) Operationsarten

Hinsichtlich der Aufteilung der angewandten Operationsverfahren wurden drei Patienten (= **1,6 %**) mit einer K-Draht Osteosynthese, 68 Patienten (= **36,4 %**) mit einer Schraubenosteosynthese und 19 Patienten (= **10,2 %**) mit einer Plattenosteosynthese versorgt. Nur ein Patient erhielt eine alleinige Resektion (= **0,5 %**). Fünf Patienten wurden nach Resektion mit einer Endoprothese versorgt (= **2,7 %**). Die Verteilung der Operationsarten ist in *Abbildung 22* ersichtlich. Die meisten Patienten dieser Studie erhielten eine nicht operative Behandlung, gefolgt von einer operativen Therapie in Form einer Rekonstruktion durch eine Schraubenosteosynthese. Diese Daten sind nicht in Kontext mit den Frakturklassifikationen gesetzt, sondern repräsentieren lediglich die Verteilung der verschiedenen Operationsarten im gesamten Patientenkollektiv. Es zeigt sich hierbei, dass in der Studie im operativen Bereich hauptsächlich rekonstruktive Verfahren eingesetzt wurden.

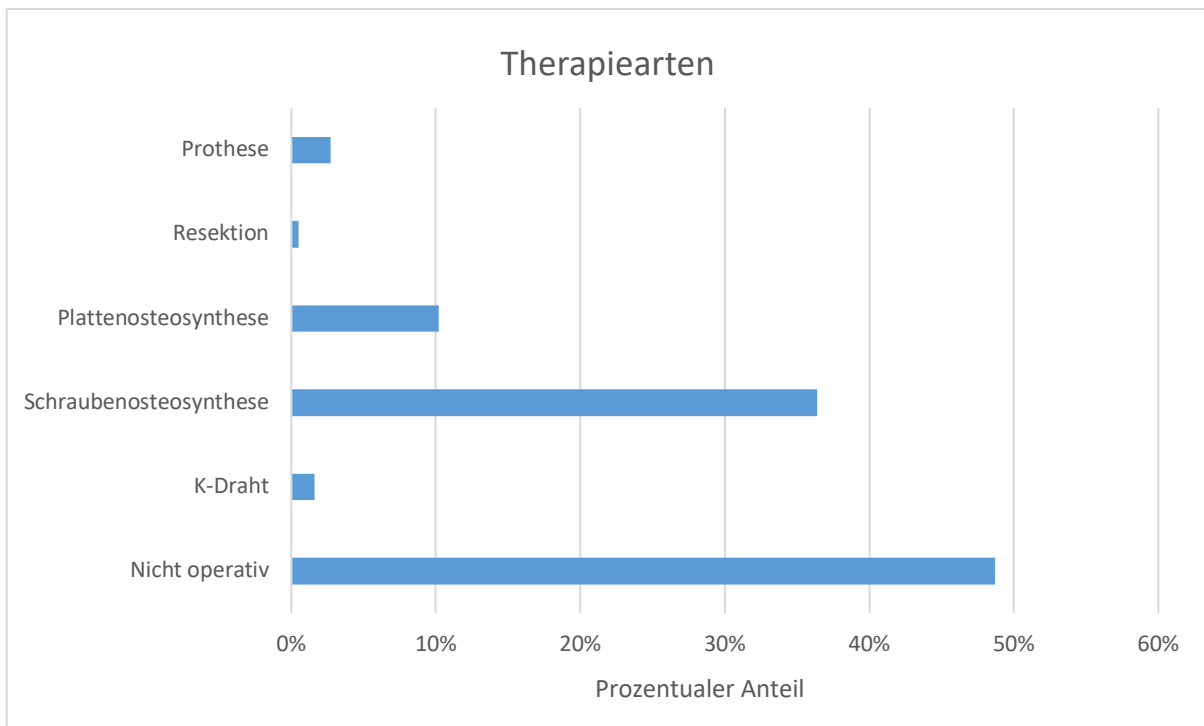


Abbildung 22: Diagramm: Verteilung der Therapiearten innerhalb des Patientenkollektivs

4.3.3. Mason Klassifikation und Operationsmethode

Es wurde zudem analysiert bei welchem Mason- Klassifikationstyp welche Operationsmethode eingesetzt wurde (s. *Abbildung 23*). Zur Vollständigkeit sind hier auch die konservativ behandelten Patienten mit aufgeführt.

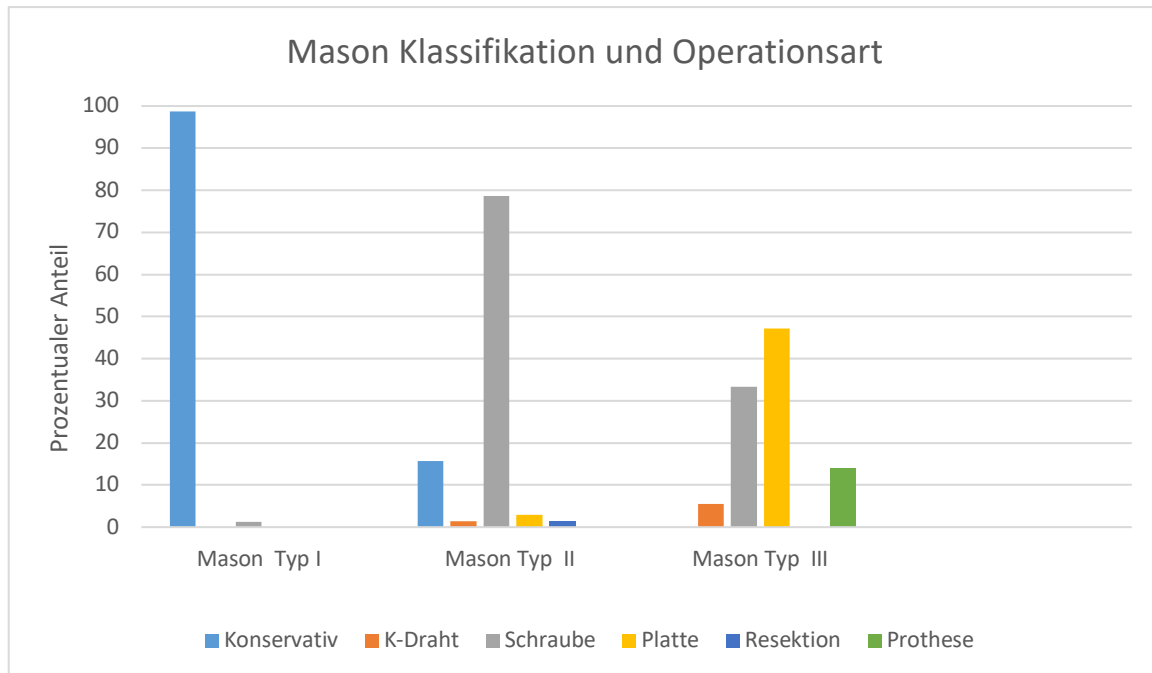


Abbildung 23: Diagramm: Verteilung der Operationsarten innerhalb der Mason Klassifikation

In *Abbildung 23* ist zu erkennen, dass bei der Mason Typ I Fraktur nur einmal (= **1,23 %**) operativ therapiert wurde, wobei hierbei mit einer Schraubenosteosynthese behandelt wurde. Die restlichen 80 (= **98,77 %**) Mason Typ I Frakturen wurden konservativ behandelt. In der Gruppe der Mason Typ II Frakturen gab es elf konservativ versorgte Personen (= **15,71 %**), eine Person mit K-Draht (= **1,43 %**), 55 Personen mit Schraubenosteosynthese (= **78,57 %**), zwei Personen mit einer Plattenosteosynthese (= **2,86 %**) und eine Person mit einer Radiuskopfresektion (= **1,43 %**).

Bei den Mason Typ III Frakturen wurde nie konservativ behandelt. Zwei Personen erhielten einen K-Draht (= **5,56 %**), zwölf Personen eine Schraubenosteosynthese (= **33,33 %**), siebzehn Personen eine Plattenosteosynthese (= **47,22 %**) und fünf Personen eine Prothese (= **13,89 %**).

4.3.4. Revisionsoperation bzw. Therapieänderung

Die in die Studie eingeschlossenen 187 Patienten wurden hinsichtlich einer stattgehabten Revisionsoperation beziehungsweise Therapieänderung untersucht. Hierbei zeigte sich, dass lediglich vier Personen des gesamten Kollektivs eine Revisionsoperation (3 Personen) oder eine Änderung des Therapiemanagements (1 Person) erhielten. Dies entspricht einer Prozentzahl von **2,1 %**.

Im Folgenden sind diese in Revisionsoperationen nach primär operativem Vorgehen und Änderung des Therapiemanagements nach initial konservativer Behandlung unterteilt. Zudem ist die subjektive Patientenzufriedenheit durch die ESAS- Werte der jeweiligen Patienten aufgeführt.

a) Revisionsoperation

Drei der initial operativ versorgten Personen erhielten im Verlauf eine Revisionsoperation. Dies macht bei einer Gesamtzahl von 96 operativ versorgten Patienten im Kollektiv einen prozentualen Anteil von **3,1 %** aus. Es zeigte sich also nur ein geringfügiger Anteil an Revisionsoperationen innerhalb der operativ versorgten Patienten dieser Studie. Allen drei Patienten wurde die Diagnose einer Mason Typ III Fraktur gestellt.

Patient A: Initiale Schraubenosteosynthese, Revision mit Plattenosteosynthese, ESAS Score: **92,53**

Patient B: Initiale Plattenosteosynthese, Revision mit Radiuskopfprothese, ESAS Score: **73,86**

Patient C: Initiale Schraubenosteosynthese, Revision mit Radiuskopfprothese, ESAS Score: **29,91**

ESAS Score Mittelwert der Patienten mit Revisionsoperationen: 65,44 Punkte

b) Sekundäre Konversion

Ein initial konservativ versorgter Patient mit einer Mason Typ II Fraktur wurde im Verlauf bei in Fehlstellung verheilte Fraktur osteosynthetisch versorgt. Hierbei erhielt dieser eine Schraubenosteosynthese mit drei Schrauben. Der ESAS Score betrug: **78,04 Punkte**.

c) Revisionsoperationen / sekundäre Konversion: operativ vs. konservativ

In *Abbildung 24* ist ersichtlich, dass drei der initial 96 operativ versorgten Patienten (**3,1 %**) eine Revisionsoperation erhielten. Im Rahmen der primär konservativen Therapieversuche wurde bei einer von 91 Personen (**1,1 %**) im Verlauf zu einer operativen Strategie gewechselt.

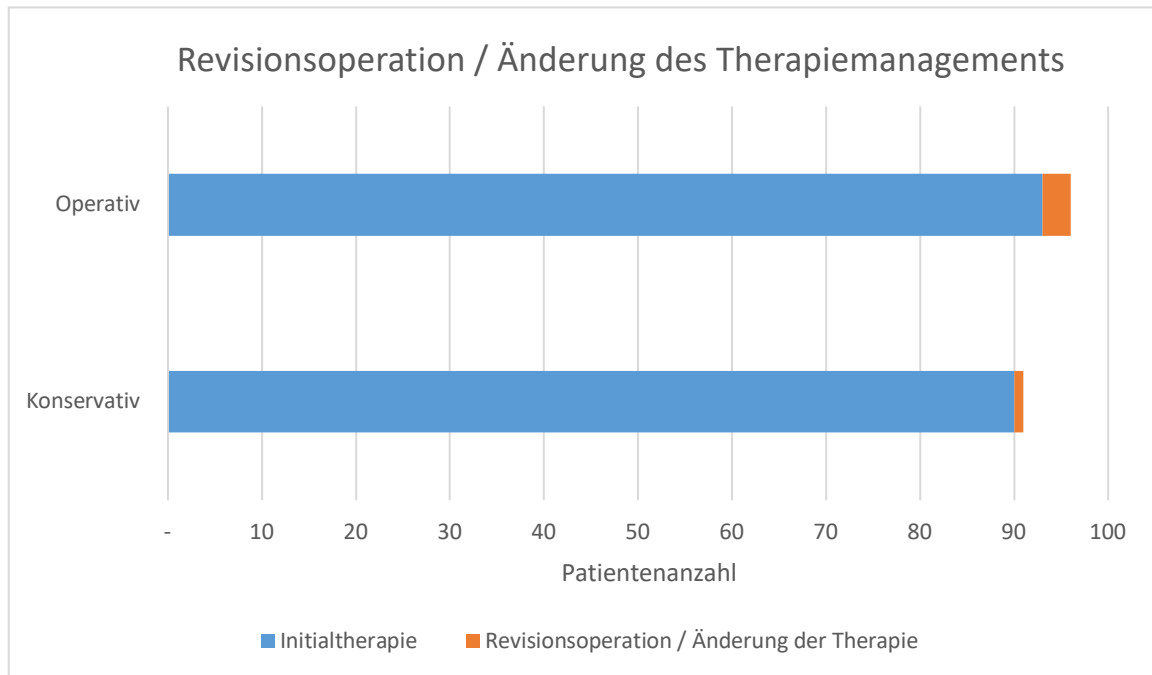


Abbildung 24: Diagramm: Revisionsoperation bzw. Änderung des Therapiemanagements

d) Revisionsoperationen / sekundäre Konversion: Operationsarten

In *Abbildung 25* sind die Revisionsoperationen in Abhängigkeit der Operationsarten einzusehen. Hierbei ist zu erkennen, dass diese lediglich die Platten- beziehungsweise Schraubenosteosynthese betreffen. Dies macht **2,9 %** aller schraubenosteosynthetisch versorgten Patienten beziehungsweise **5,3 %** aller plattenosteosynthetischen Behandlungen aus. Entsprechend bedeutet dies einen Prozentsatz von **3,1 %** aller operativ versorgten Patienten beziehungsweise **3,3 %** aller mit einer ORIF (*open reduction and internal fixation*) behandelten Personen.

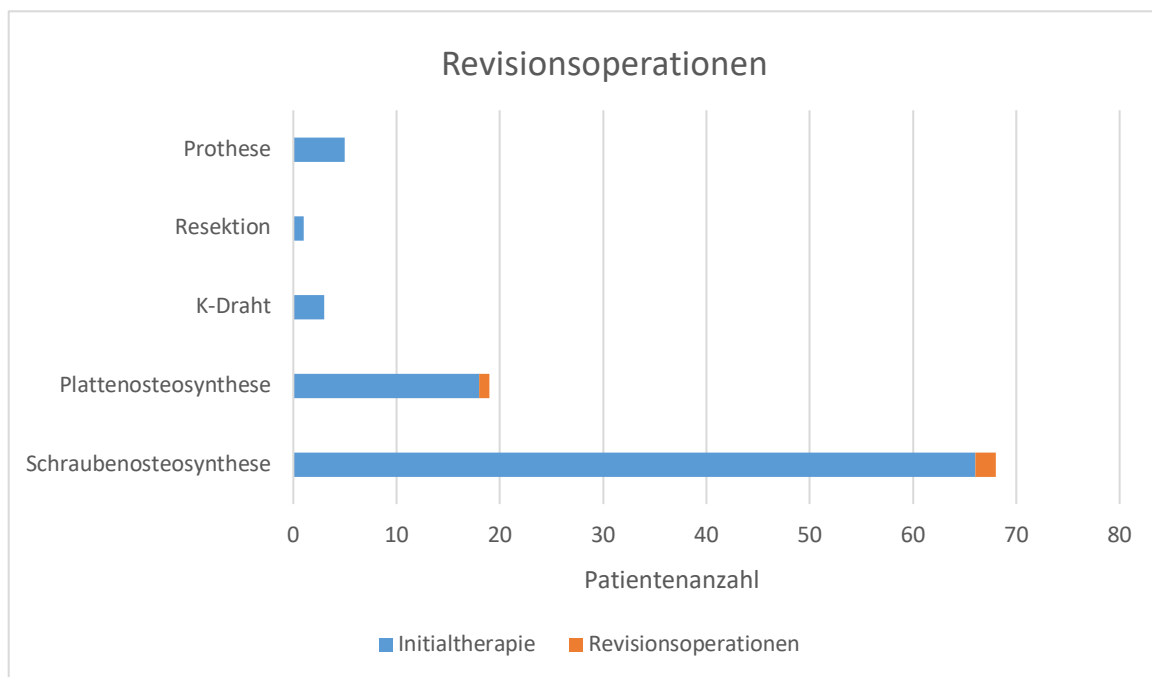


Abbildung 25: Diagramm: Revisionsoperationen innerhalb der Operationsarten

4.3.5. Behandlungsarten und Versicherung

Innerhalb des Gesamtkollektivs waren 100 Personen gesetzlich versichert (GKV). Von diesen wurden 44 Personen konservativ (= **44 %**) und 56 Personen (= **56 %**) operativ versorgt.

Zu den privat Versicherten (PKV) zählten 53 Personen. Hier wurden 28 (= **52,83 %**) konservativ und 25 (= **47,17 %**) operativ versorgt.

Unter den BG-Fällen (Berufsunfälle) gab es 19 konservativ versorgte (= **57,58 %**) und 14 operativ behandelte Personen (= **42,42 %**).

Da eine Person keiner Versicherungsklasse zuzuordnen war, wurde dieser zu „Sonstiges“ gezählt. Diese Person erhielt eine operative Versorgung.

Wie in *Abbildung 26* dargestellt besteht bei jeder Versicherungsart eine ähnliche Verteilung zwischen der Operation und der konservativen Therapie.

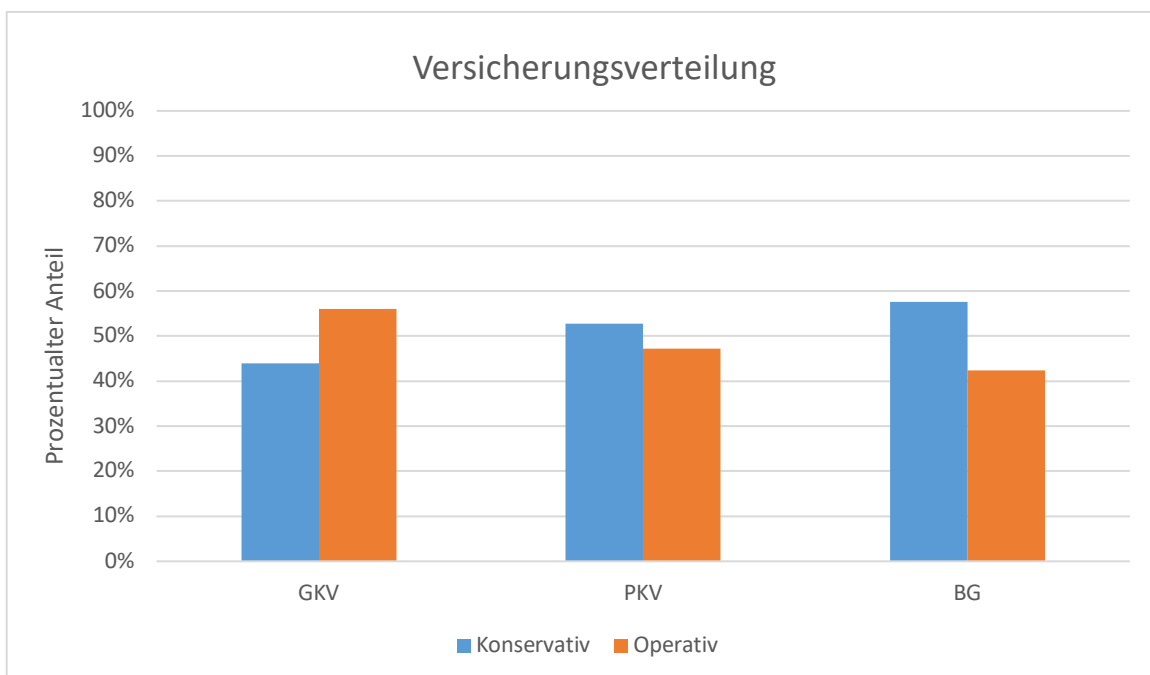


Abbildung 26: Diagramm: Versicherungsverteilung und Behandlungsart

4.4. ESAS Ergebnisse

4.4.1. ESAS im Patientenkollektiv

Diese retrospektive Studie erhob die subjektive Patientenzufriedenheit, welche anhand des ESAS ermittelt wurde (Beirer et al., 2017). Die Ergebnisse aus der Auswertung der Fragebögen werden im Folgenden dargestellt. Im Histogramm in *Abbildung 27* ist ersichtlich, dass der Mittelwert des ESAS aus allen Fragebögen der Studie bei einem Score von **93,03 (SD +/- 13,26)** lag. Der maximal zu erreichende Wert lag bei 100 Punkten. Im Zuge der Auswertung entstand das Kreisdiagramm in *Abbildung 28*, welches veranschaulicht, dass 170 Patienten (= **90,9 %**) in die Kategorie 1 „sehr gut“, elf Patienten (= **5,9 %**) in die Kategorie 2 „gut“ und sechs Patienten (= **3,2 %**) in die Kategorie 3 „befriedigend“ fielen. In dem Patientenkollektiv von 187 Personen gab es keine Person der Kategorie 4 „ungenügend“.

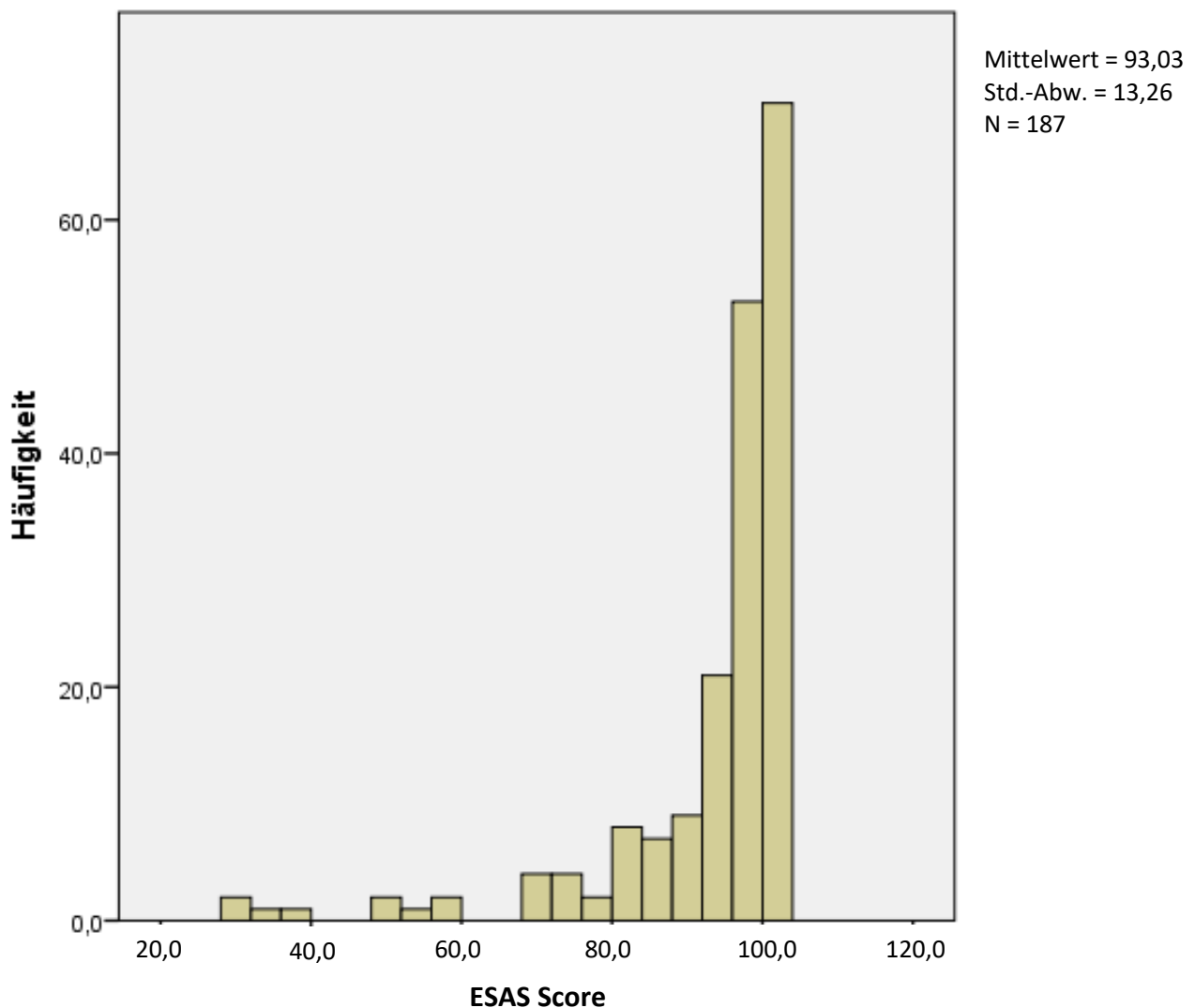


Abbildung 27: Histogramm: Mittelwert ESAS

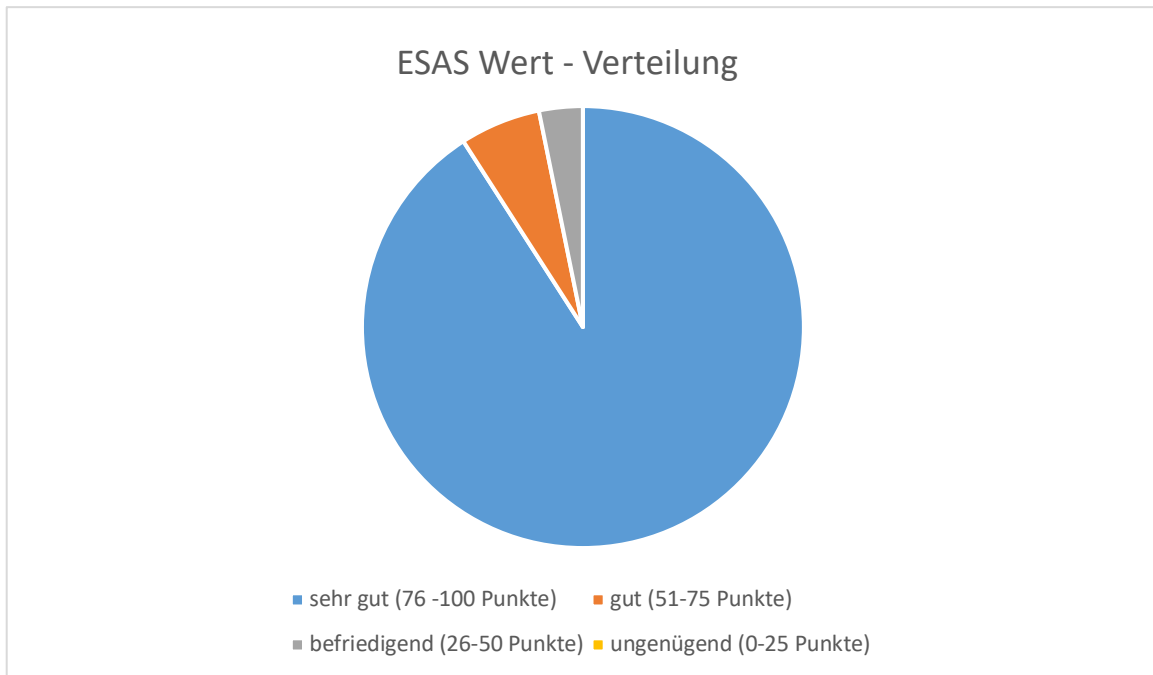


Abbildung 28: Kreisdiagramm: Kategoriale Gliederung der ESAS Werte des Gesamtkollektivs

4.4.2. ESAS Mittelwerte innerhalb der Frakturklassifikationen

Die subjektive Patientenzufriedenheit innerhalb der Frakturklassifikationen wurde anhand des ESAS analysiert (Beirer et al., 2017).

a) ESAS Mittelwerte innerhalb der Frakturklassifikationen

In dem Diagramm in *Abbildung 29* ist die Verteilung der Mittelwerte des ESAS in Bezug auf die Mason Klassifikation dargestellt. Hierbei hatte die Gesamtheit der Patienten mit Mason Typ I Klassifikation einen durchschnittlichen ESAS Mittelwert von **97,51** Punkten, die Patienten in der Gruppe der Mason Typ II Frakturen einen Mittelwert von **91,49** Punkten und die Patienten der Mason Typ III Klassifikation einen Mittelwert von **85,95** Punkten. Es zeigte sich hierbei also ein tendenziell sinkender ESAS Mittelwert bei zunehmender Frakturschwere.

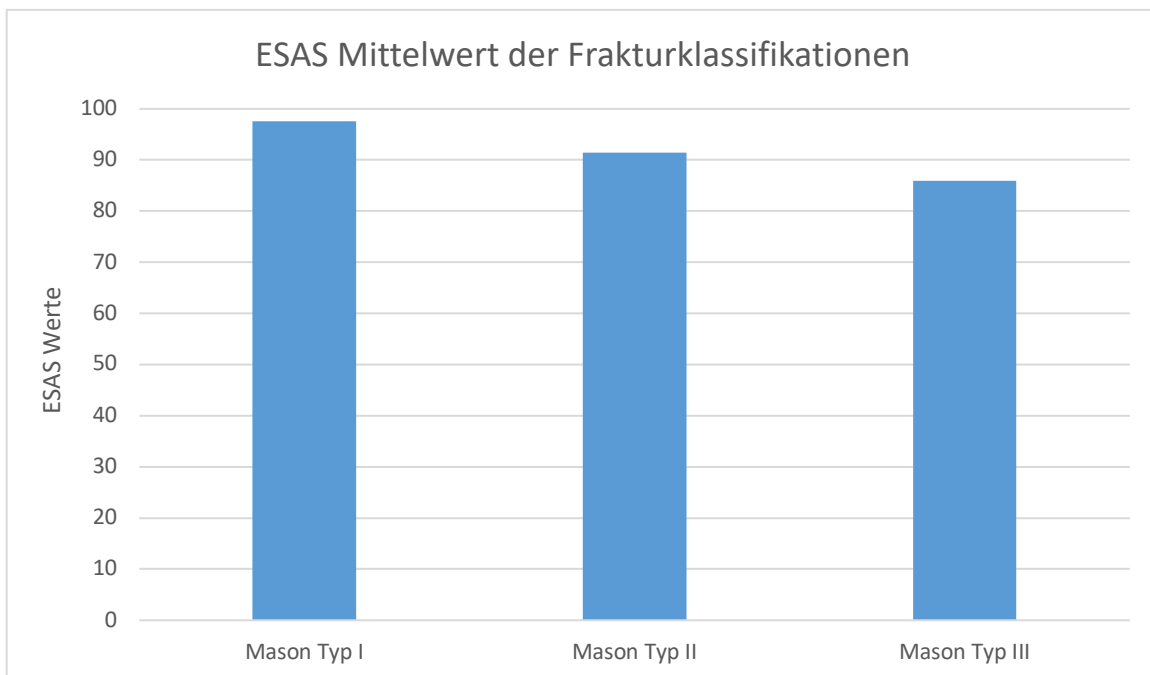


Abbildung 29: Diagramm: ESAS Mittelwert und Frakturklassifikation

b) Kruskal Wallis Test und Dunn's multiple comparison test

Die Daten hinsichtlich des ESAS in Bezug zu den einzelnen Klassifikationsgruppen werden in *Tabelle 3* und in dem Punktdiagramm in *Abbildung 30* dargestellt. In diesem Punktdiagramm ist der jeweilige Median der ESAS Werte innerhalb der Klassifikationsgruppe als schwarze Linie erkennbar. Auf der X-Achse sind die Klassifikationsgruppen, auf der Y-Achse der ESAS Wert aufgetragen. Es ist zu erkennen, dass die meisten ESAS Ergebnisse klassifikationsübergreifend im oberen Bereich lagen. Wie aus *Tabelle 3* zu entnehmen, lagen die Maximalwerte in allen Kategorien bei **100** Punkten. Der minimale Wert lag in der Gruppe der Mason Typ I Frakturen deutlich höher als in den Gruppen der Typ II und III Frakturen. Der Median der ESAS Werte sank mit Zunahme der Klassifikation. Die Spannweite betrug bei Mason Typ I Frakturen **29,41** und fiel somit im Vergleich zu Mason Typ II (**70,92**) und III (**70,09**) deutlich geringer aus. Die Kruskal Wallis Analyse zeigte einen signifikanten Unterschied der Mediane der ESAS Werte zwischen den drei Klassifikationsgruppen ($p < 0.0001$). In der Gegenüberstellung der Mittelwerte der einzelnen Gruppen wurde im Rahmen des „Dunn's Multiple Comparison Tests“ (s. *Tabelle 4*) festgestellt, dass die Mason Typ I Gruppe gegenüber den beiden anderen Gruppen einen signifikanten Unterschied in den ESAS Ergebnissen aufwies. In der Gegenüberstellung der Gruppen II und III zeigte sich dieser nicht.

	Mason Typ I	Mason Typ II	Mason Typ III
Minimum	70.86	29.08	29.91
Maximum	100	100	100
Median	100	98.44	95.67
Range	29.41	70.92	70.09

Tabelle 3: ESAS Werte innerhalb der Klassifikationsgruppen

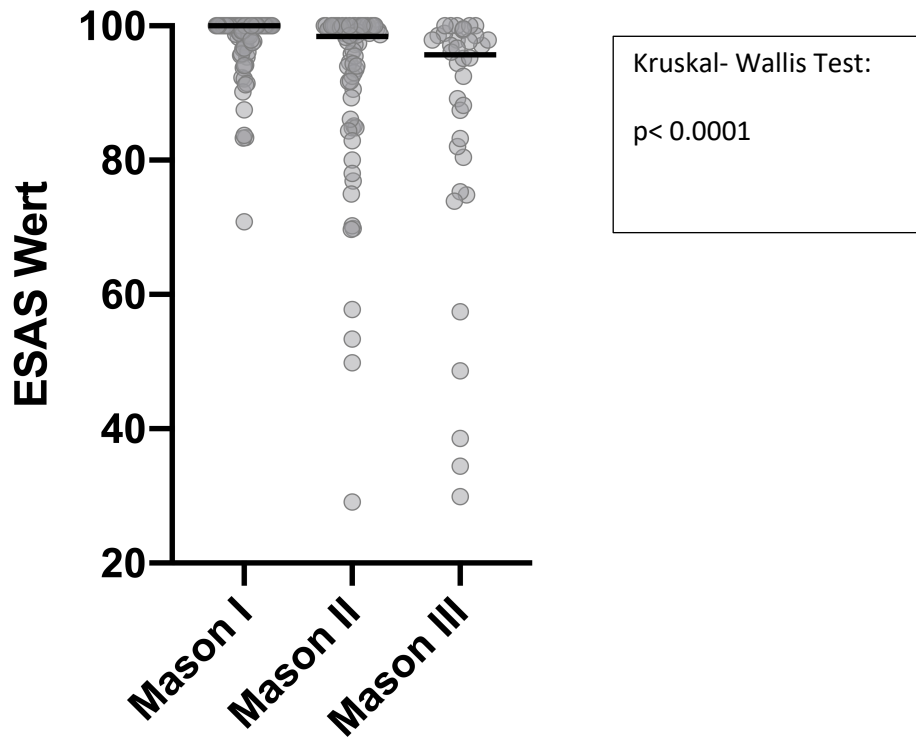


Abbildung 30: Punktdiagramm: ESAS Werte innerhalb der Klassifikationsgruppen

Comparison	Signifikanz
Mason Typ I vs. Mason Typ II	Ja (p= 0.0023)
Mason Typ I vs. Mason Typ III	Ja (p< 0.0001)
Mason Typ II vs. Mason Typ III	Nein (p= 0.1650)

Tabelle 4: „Dunn’s multiple comparison Test“: ESAS innerhalb der Klassifikationsgruppen

c) Kategoriale Verteilung der ESAS – Werte innerhalb der Klassifikationsgruppen

In der *Abbildung 31* ist zu erkennen, dass es in der Gruppe der Mason Typ I Frakturen lediglich einen Wert in der Kategorie „Gut“ gab (= **1,23 %**) und alle restlichen Patienten (80 Personen = **98,77 %**) mit diesem Frakturtyp in die Kategorie der „sehr guten“ ESAS Werte fielen. In der Gruppe der Mason Typ II Fraktur erzielten **2,86 %** der Patienten (zwei Personen) ein „befriedigendes“ Ergebnis; **8,57 %** (6 Patienten) ein „gutes“ Ergebnis und **88,57 %** der Patienten (62 Personen) ein „sehr gutes“ Ergebnis. Innerhalb der Mason Typ III Gruppe gab es **11,11 %** (vier Personen) mit einem „befriedigenden“ Ergebnis, vier Patienten (**11,11 %**) mit einem „guten“ Ergebnis und **77,78 %** (28 Personen) mit einem „sehr guten“ Ergebnis. Innerhalb des gesamten Patientenkollektivs wurde kein einziges Mal ein „ungenügendes“ Ergebnis (ESAS Punktwert < 26) erreicht.

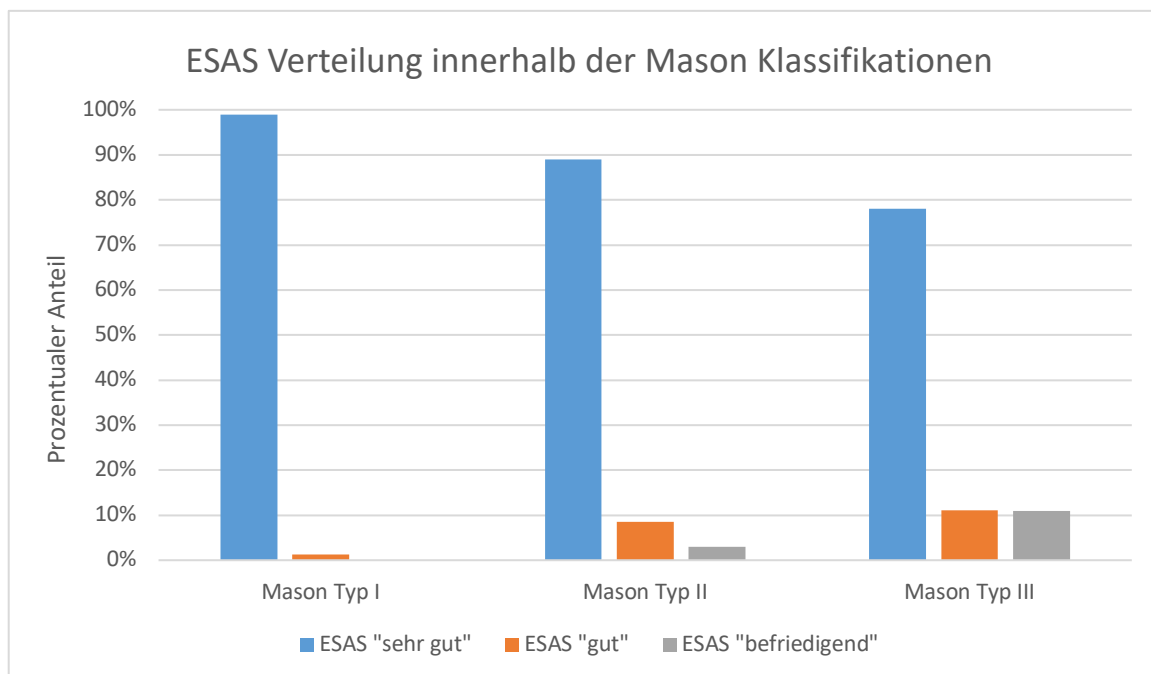


Abbildung 31: Diagramm: ESAS Verteilung innerhalb der Mason Klassifikationsgruppen

4.4.3. Therapiestrategien und ESAS

a) Mittelwerte innerhalb der Therapiearten

In *Abbildung 32* werden die ESAS- Mittelwerte innerhalb der jeweiligen Therapiestrategien graphisch dargestellt. Hierbei zeigte sich der geringste Mittelwert bei der plattenosteosynthetischen Behandlung mit **84,65** Punkten. Die Mittelwerte der einzelnen Therapiearten sind im Folgenden aus der Tabelle 5 zu entnehmen:

Therapieform	ESAS Mittelwert
Konservativ	96,24
K-Draht	98,02
Schraubenosteosynthese	91,10
Plattenosteosynthese	84,65
Resektion	97,71
Prothese	89,11

Tabelle 5: Therapieform und ESAS Mittelwert

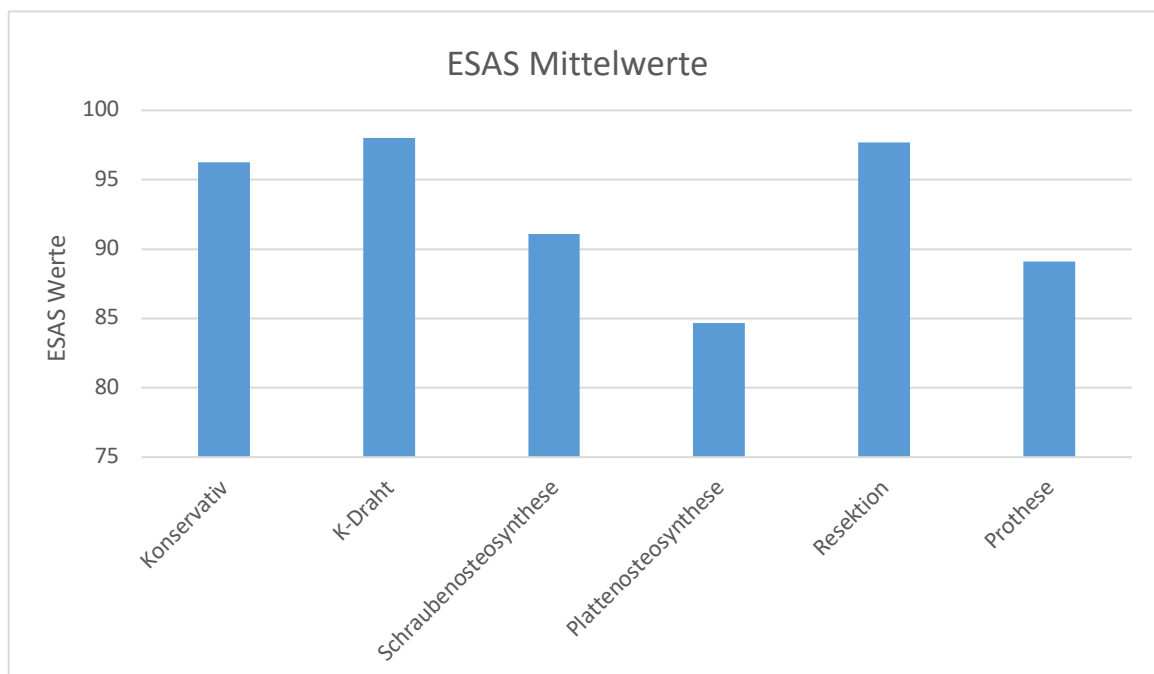


Abbildung 32: ESAS Mittelwerte innerhalb der Therapieformen

b) Punktdiagramm und Kruskal Wallis Test

Die ESAS Ergebnisse innerhalb der Therapieformen sind im Punktdiagramm in *Abbildung 33* dargestellt. *Tabelle 6* gibt zudem Aufschluss über die minimalen beziehungsweise maximalen Werte, den Median (schwarze Linie im Diagramm in *Abb. 33*) und die Spannweite innerhalb der Therapiegruppen. Hierbei ist zu erkennen, dass die schlechtesten Einzel- ESAS Ergebnisse (Minimum) in der Gruppe der Schraubenosteosynthese gefolgt von den Plattenosteosynthesen zu finden sind. Im Rahmen einer Kruskal Wallis Analyse zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang der Mediane der ESAS Ergebnisse zwischen den einzelnen Therapiearten auf einem Niveau von **p= 0,0017**.

	Konservativ	K- Draht	Schrauben- osteosynthese	Platten- osteosynthese	Resektion	Prothese
Minimum	57,80	96,13	29,08	34,40	97,71	57,44
Maximum	100	100	100	100	97,71	97,92
Median	100	97,92	98,54	88,15	97,71	97,11
Spannweite	42,20	3,87	70,92	65,60	0	40,48

Tabelle 6: ESAS innerhalb der Therapieformen

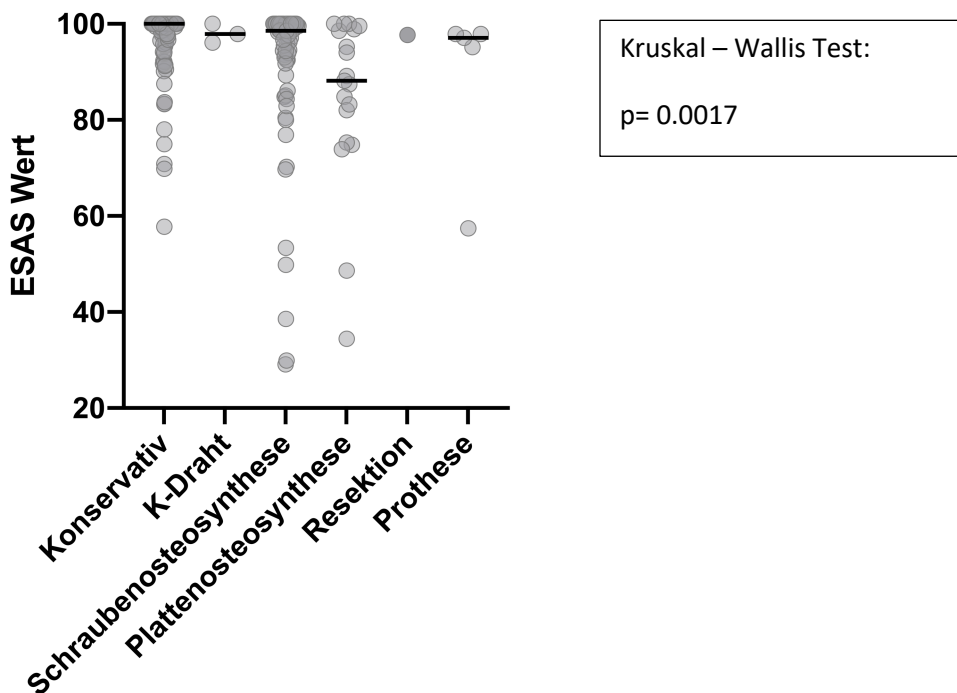


Abbildung 33: Punktdiagramm: ESAS innerhalb der Therapieformen

c) Kategorial gegliederte ESAS Werte und Therapieformen

Im Diagramm in *Abbildung 34* wird die Verteilung des kategorial gegliederten ESAS innerhalb der Operationsarten dargestellt.

In der konservativ versorgten Gruppe erhielten 87 der 91 Personen ein „sehr gutes“ Ergebnis (= **95,60 %**) und vier Personen ein „gutes“ (= **4,40 %**). In der Gruppe der K-Draht-Operationen gab es bei allen drei Patienten nur „sehr gute“ Ergebnisse (= **100 %**). Die Kategorie der Schraubenosteosynthese beinhaltet insgesamt 68 Personen. Vier davon bekamen ein „befriedigendes“ Ergebnis (= **5,88 %**), drei ein „gutes“ Ergebnis (= **4,41 %**) und 61 ein „sehr gutes“ Ergebnis (= **89,71 %**). Plattenosteosynthetisch versorgt wurden 19 Personen. Hiervon beschrieben zwei Personen ein „befriedigendes“ Ergebnis (= **10,53 %**), drei Personen ein „gutes“ (= **15,79 %**) und 14 Personen ein „sehr gutes“ Ergebnis (= **73,68 %**). Es erhielt nur eine Person eine Resektion. Diese hatte den Punktwert „sehr gut“ (= **100 %**).

Bei den fünf Personen, welche mit einer Prothese versorgt wurden, erhielten vier einen „sehr guten“ Wert (= **80 %**) und einer einen „guten“ Wert (= **20 %**).

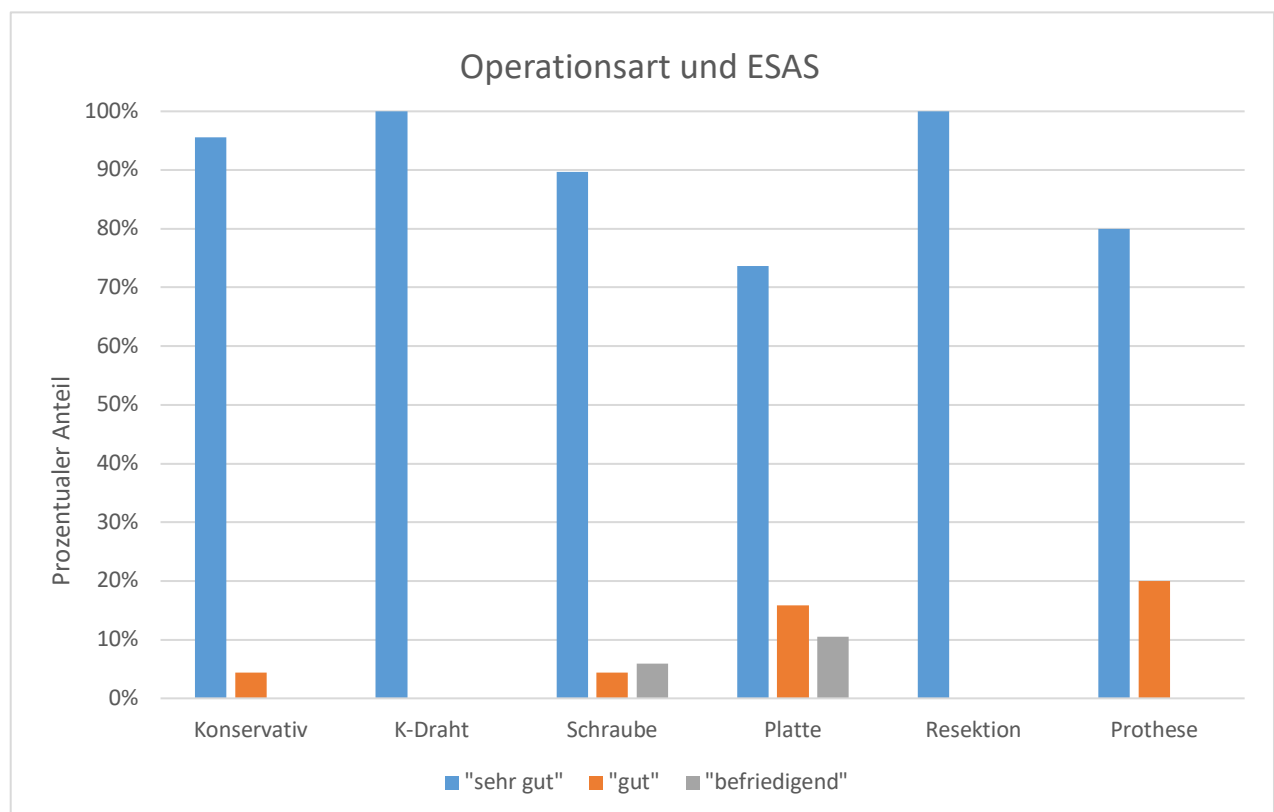


Abbildung 34: Diagramm: Operationsart und ESAS (kategorial)

4.5. Mason Typ II – Vergleich des ESAS (konservativ versus operativ)

a) ESAS Mittelwert in der Mason Typ II Klassifikation

Im Diagramm in *Abbildung 35* ist die Verteilung des ESAS innerhalb der Frakturklassifikation des Mason Typ II in Zusammenhang mit der Behandlungsart gesetzt. Insgesamt wurden elf Personen konservativ behandelt (= **15,72 %**) und 59 Personen operativ (= **84,28 %**).

Innerhalb der konservativ behandelten Gruppe zeigte sich ein ESAS Mittelwert von **87,27** Punkten, wohingegen der Mittelwert der operativ versorgten Gruppe bei **92,28** Punkten lag.

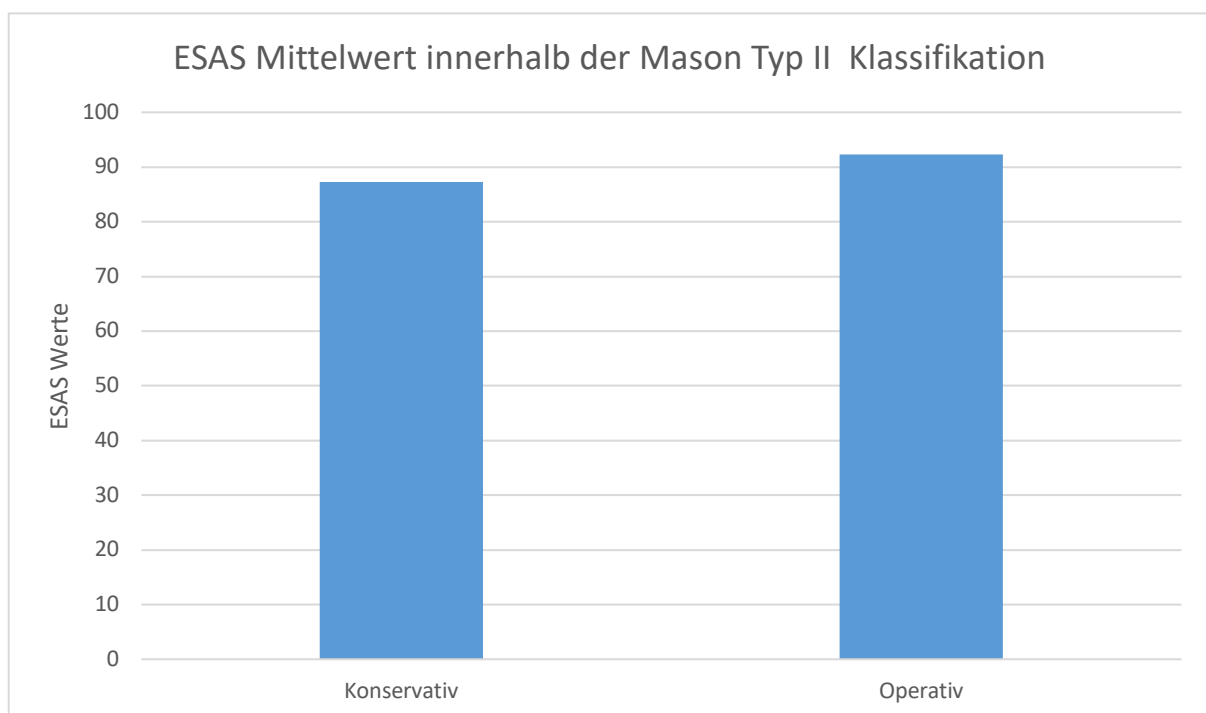


Abbildung 35: Diagramm: ESAS Mittelwert innerhalb der Mason Typ II Klassifikation

b) ESAS Ergebnisse in der Mason Typ II Kategorie

Die Ergebnisse des ESAS in der Mason Typ II Kategorie sind in der nachfolgenden *Tabelle 7* beziehungsweise in dem Punktdiagramm in *Abbildung 36* einzusehen. Es zeigte sich, dass das geringste ESAS Ergebnis in der Gruppe der operativen Versorgung lag (Minimum: **29,08**). Das Maximum beider Gruppen lag bei **100** Punkten. Die Spannweite war in der konservativen Gruppe kleiner (**42,20** vs. **70,92**). Der Median (in *Abb. 36* als schwarze Linie eingezeichnet) betrug in der konservativen Gruppe **91,67** und in der operativen Gruppe **98,54** Punkte. Die Mittelwerte lagen wie bereits in Unterpunkt a. aufgezeigt bei **87,23** beziehungsweise **92,28**.

	Konservativ	Operativ
Minimum	57,80	29,08
Maximum	100	100
Median	91,67	98,54
Spannweite	42,20	70,92
Mittelwert	87,23	92,28

Tabelle 7: ESAS Werte in der Mason Typ II Kategorie

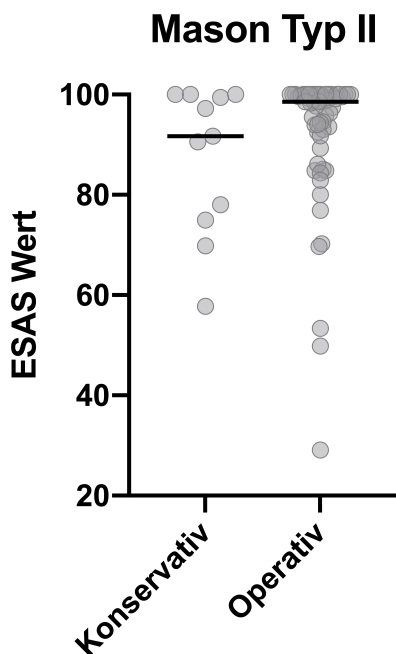


Abbildung 36: Punktdiagramm: ESAS Werte innerhalb der Mason Typ II Klassifikation

c) Gegliederte ESAS Ergebnisse innerhalb der Mason Typ II Klassifikation

Hinsichtlich des Vorkommens der einzelnen Bewertungsstufen des ESAS in der Mason Typ II Klassifikation zeigten sich folgende Daten:

In der konservativ versorgten Gruppe der Mason Typ II Frakturen beschrieben drei Patienten (= **27,72 %**) ein „gutes“ ESAS Ergebnis und acht Patienten (= **72,73 %**) ein „sehr gutes“ Ergebnis.

Innerhalb der operativ versorgten Gruppe zeigten zwei Patienten (= **3,39 %**) ein „befriedigendes“ Ergebnis, drei Patienten (= **5,08 %**) ein „gutes“ ESAS Ergebnis und 54 Patienten (= **91,53 %**) ein „sehr gutes“ Ergebnis. Diese Daten sind in *Abbildung 37* als Diagramm aufgezeigt.

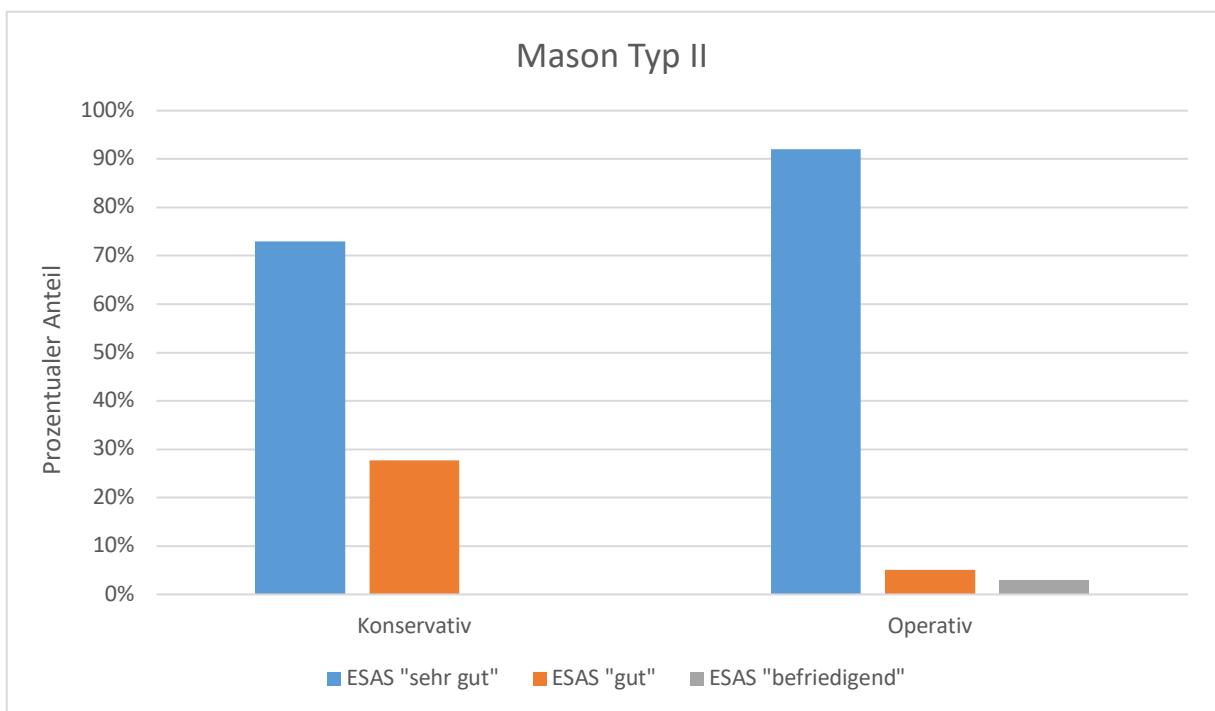


Abbildung 37: Diagramm: Mason Typ II – Verteilung des ESAS innerhalb der Klassifikation in Bezug zur Behandlungsart

5. Diskussion

Mit einem Anteil von etwa einem Drittel stellt die Radiuskopffraktur die häufigste Fraktur des Ellenbogengelenkes dar (K. J. Burkhart, Wegmann, et al., 2015; Pike et al., 2009; Rieger, 2012; Yoon et al., 2012). Diese entsteht meist im Rahmen eines Sturzes, der in flektierter und pronierter Armhaltung abgefangen wird. Durch die beim Aufprall einwirkende Kraft kommt es zu einer Fraktur und gegebenenfalls Dislokation des Ellenbogens (Mason, 1953, 1954).

Radiuskopffrakturen können sowohl konservativ als auch operativ behandelt werden (Gühring M., 2016). Bis dato gibt es jedoch zahlreiche Kontroversen bezüglich der optimalen Behandlungsstrategie dieser Frakturen (Kusnezov et al., 2018; Struijs et al., 2007; Yoon et al., 2012).

Ziel dieser Studie war die Evaluation der subjektiven Patientenzufriedenheit nach der Behandlung von Radiuskopffrakturen. Es handelt sich hierbei um eine retrospektive Studie mit einem Patientenkollektiv von 187 Patienten, welche aufgrund der Diagnose einer Radiuskopffraktur im Klinikum rechts der Isar im Zeitraum zwischen 2003 und 2016 therapiert wurden. Zur Evaluierung der subjektiven Patientenzufriedenheit wurde der Elbow Self-Assessment Score (ESAS) von Beirer et al. herangezogen (Beirer et al., 2017). Bei diesem Score handelt es sich um einen sogenannten Patient Reported Outcome Measure (PROM) (U.S. Department of Health and Human Services et al., 2006). PROMs werden zunehmend im klinischen Alltag genutzt, um die subjektiven Therapieergebnisse der Patienten zu analysieren. Dies kann zur Modifikation der Therapie hinsichtlich der subjektiven Aspekte beitragen (Rothrock et al., 2011).

5.1. Epidemiologie

5.1.1. Patientenkollektiv

Zur Anfertigung der Studie wurden 187 Patienten, die in den Jahren zwischen 2003 und 2016 mit einer Radiuskopffraktur im Klinikum rechts der Isar behandelt wurden, in das Patientenkollektiv eingeschlossen. Primär sind 904 Personen für die Teilnahme an der Studie in Frage gekommen, jedoch konnten durch die Patientenrekrutierung hieraus lediglich 271 freiwillige Studienteilnehmer generiert werden, von denen wiederum 84 ausgeschlossen werden mussten (*s. Abbildung 7*). Somit liegt in der Studie der Anteil der potenziellen Teilnehmer bei 29,9 % beziehungsweise der letztendlich in der Studie eingeschlossenen Teilnehmer bei 20,7 %.

Recherchen bezüglich der Teilnahme an freiwilligen klinischen Studien zeigen, dass die meisten Personen gegenüber einer Teilnahme an klinischen Studien positiv gestimmt seien. So gaben in einer Untersuchung von Hollis et al. 168 von 200 Personen an, dass sie an einer klinischen Studie teilnehmen würden (Hollis & Davis, 2018). Mögliche Faktoren, die letztendlich die Studienteilnahme beeinflussen, sind beispielsweise die Randomisierung, die Unsicherheit der Patienten oder die Beziehung zwischen dem Patienten und der Person, die um die Einwilligung bittet (Nievaard, de Vos, de Haes, & Levi, 2004). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden keine Gründe bei Nichtteilnahme der Patienten erhoben.

5.1.2. Geschlechterverteilung

Anhand des Diagramms in *Abbildung 11* ist zu erkennen, dass in dem für die Studie untersuchten Patientenkollektiv 41,3 % der Teilnehmer weiblich und 58,3 % männlich waren. Es zeigte sich in dieser Studie also ein etwas höherer Anteil an Männlichen als an weiblichen Patienten.

Im Literaturvergleich findet sich zum Beispiel in der Studie von Duckworth et al. ein etwas ausgewogeneres Patientengut. In ihrer Untersuchung hinsichtlich der Epidemiologie bei Radiuskopffrakturen wurde ein Prozentsatz von 53 % weiblicher Patienten eruiert (Duckworth et al., 2012). Insgesamt ist weder in der Literatur noch in dieser Studie eine Geschlechterpräferenz bei Radiuskopffrakturen zu detektieren.

5.1.3. Altersverteilung

Hinsichtlich der Altersverteilung (*s. Abbildung 12*) der untersuchten Patienten zeigte sich, dass diese bei der Erhebung des ESAS im Mittel 49,1 ($\pm 15,645$) Jahre alt waren. Da die Befragung im Schnitt 3,7 ($\pm 2,833$) Jahre nach dem Unfallereignis stattfand, ergibt dies ein durchschnittliches Alter von 45,4 Jahren am Unfalltag. Das in der Studie vertretene Alter entspricht auch dem Durchschnittsalter aus diversen Studien in der Literatur. So lag das Durchschnittsalter bei Duckworth et al. bei 43, bei Simon et al. bei 41,3 und bei Kaas et al. bei 48 Jahren (Duckworth et al., 2012; Kaas et al., 2010; Simon et al., 2014).

5.1.4. Berufstätigkeit

Die Patienten wurden im Rahmen dieser Studie hinsichtlich ihrer Berufstätigkeit befragt (s. *Abbildung 13*). Hierbei stellte sich heraus, dass der größte Teil des Kollektivs (= 71,7 %) berufstätig war. Nicht-berufstätig waren 5,9 %; der Anteil der Rentner lag bei 19,8 % und der Anteil der Hausfrauen/-männer bei 2,7 %. Keiner der Patienten, die nicht berufstätig waren, gab an, dass dies in einer Berufsunfähigkeit durch die Radiuskopffraktur begründet gewesen wäre.

Der Wiedereintritt in den Beruf nach Radiuskopffrakturen wurde von Kusnezov und Kollegen bei Angehörigen des US-Militärs im aktiven Dienst untersucht. Sie konnten feststellen, dass fast alle Patienten (= 90 %) nach einer Radiuskopffraktur innerhalb einer Nachbeobachtungszeit von 3,5 ($\pm 1,1$, Jahren) wieder zurück in den aktiven Dienst gehen konnten und von diesen sogar 96 % wieder die volle Funktion zurückerhielten (Kusnezov et al., 2018). Diese Studie verdeutlicht, wie gering die Gefahr der Berufsunfähigkeit nach Radiuskopffrakturen ist. Zusätzlich muss man betonen, dass die Untersuchung von Kusnezov und Kollegen an Personen im aktiven Militärdienst stattgefunden hat, wobei höchstwahrscheinlich der Anspruch an die Funktionalität des Ellenbogens bei diesen deutlich höher im Vergleich zur Normalbevölkerung sein dürfte.

5.1.5. Bearbeitungszeitpunkt ESAS

Die Bearbeitung des ESAS durch die Patienten erfolgte im Schnitt 3,7 Jahre ($\pm 2,83$ Jahre) nach dem Auftreten der Fraktur (s. *Abbildung 14*). Der Median liegt bei drei Jahren. Hieraus ist ersichtlich, dass sich insbesondere Personen mit kürzlich aufgetretenen Verletzungen, an dieser Studie beteiligten. Der geringste Zeitraum zwischen der Bearbeitung des ESAS und des Unfalls lag bei einem Monat, der größte bei 12 Jahren und 10 Monaten.

5.1.6. Versicherungsstatus

Um der Frage bezüglich einer möglichen Therapiediskrepanz zwischen den Patienten mit unterschiedlichem Versicherungsstatus nachzugehen, wurden diese bezüglich ihrer Versicherungszugehörigkeit befragt (s. *Abbildung 15*). Es zeigte sich, dass 54,5 % der Befragten gesetzlich und 28,3 % privat versichert waren. Zudem handelte es sich bei 17,6 % der Patienten um einen Berufsunfall mit BG-Versicherung. Bei einer Person konnte nachträglich die Versicherungsart nicht festgestellt werden. Wie in *Abbildung 26* ersichtlich, wurde die Versicherungsverteilung in Bezug zur Behandlungsstrategie (konservativ versus operativ) gesetzt. Hierbei zeigte sich über alle Versicherungsarten hinweg eine ähnliche Verteilung der Behandlungsarten. Somit ergab sich in dieser Studie keine Diskrepanz hinsichtlich des Therapiemanagements zwischen gesetzlich und privat Versicherter.

5.2. Trauma-spezifische Angaben

5.2.1. Seitendominanz

In dieser Studie betraf die Fraktur bei 52,3 % der Patienten die linke Seite und bei 46,5 % die rechte Seite. Bilaterale Frakturen präsentierten sich mit 1,6 % als Seltenheit (s. *Abbildung 16*).

Auch im Literaturvergleich lässt sich keine eindeutige Seitenpräferenz bei Radiuskopffrakturen erkennen. Ebenfalls ist hier der Anteil an bilateralen Frakturen ähnlich gering (Kaas et al., 2010). Dies lässt vermuten, dass Radiuskopffrakturen keine Seitenpräferenz aufweisen und bilateral auftretende Frakturen eher die Minderheit darstellen.

5.2.2. Frakturklassifikation

Bezogen auf die Häufigkeitsverteilung der Radiuskopffrakturen erlitt im untersuchten Kollektiv eine große Mehrheit der Patienten eine Mason Typ I Fraktur (43,3 %), weniger eine Mason Typ II Fraktur (37,4 %) und die geringste Menge eine Mason Typ III Fraktur (19,3 %) (s. *Abbildung 17*).

Es zeigte sich also ein deutlich höheres Auftreten einfacher als komplexer Frakturen. In dem für die Studie untersuchten Patientenkollektiv war die Mason Typ IV Fraktur, welche als schwerste Form der Radiusköpfchenfrakturen gilt, nicht vertreten (0 %) und wurde somit aus den Untersuchungen exkludiert.

Eine ähnliche Frakturverteilung im Patientenkollektiv zeigt sich auch in der Literatur in einer Studie von Duckworth et al.. Hierbei war die Mason Typ I Fraktur mit 72 %, gefolgt von den Mason Typ II (16 %), Mason Typ III (7 %) und Mason Typ IV Frakturen (3 %) vertreten (Duckworth et al., 2012).

5.3. Therapie

5.3.1. Behandlungsart (konservativ versus operativ)

Im Rahmen dieser Studie wurde die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Therapieoptionen innerhalb des Patientenkollektivs untersucht. Es stellte sich hierbei heraus, dass bezogen auf das Gesamtkollektiv, knapp die Hälfte der Patienten konservativ (48,7 %) und die andere Hälfte operativ (51,4 %) versorgt wurde (s. *Abbildung 18*). Diese Untersuchung wurde unabhängig von der Frakturklassifikation durchgeführt.

5.3.2. Behandlungsart (konservativ versus operativ) innerhalb der Frakturklassifikationsgruppen

Die in 5.3.1. beschriebenen Ergebnisse wurden in Zusammenhang zur Frakturklassifikation analysiert (s. *Abbildung 19*). In der Gruppe der Patienten mit einer Mason Typ I Fraktur wurde hauptsächlich

konservativ behandelt (98,77 %). Zudem wurde einer der Patienten mit einer Mason Typ I Fraktur operativ versorgt (1,23 %).

In der Mason Typ II Klassifikation wurde bei 15,71 % konservativ und bei 84,29 % operativ therapiert. In der Gruppe der Typ Mason Typ III Frakturen wurde nur operativ therapiert.

Diese Zahlen wurden im Rahmen eines Chi – Quadrat Tests weitergehend analysiert (s. *Abbildung 20/21*). Hierbei stellte sich heraus, dass diese Ergebnisse bei einem p-Wert von kleiner als 0,0001 einen signifikanten Zusammenhang aufwiesen. Dies lässt schlussfolgern, dass in der vorliegenden Studie zwischen der Mason Klassifikation und den Behandlungsarten (operativ vs. konservativ) eine signifikante Abhängigkeit besteht. Auch in der Literatur wird beschrieben, dass bei Zunahme der Frakturkomplexität vermehrt die operative Behandlungsmethode gewählt wird (K. J. Burkhart, Wegmann, et al., 2015; M. Gühring, 2017; Wegmann, 2013). Zunehmend zeigt die Forschung jedoch, dass eine Abkehr der operativen Methode hin zu einer konservativen Behandlung bei komplexeren Frakturen ebenfalls zielführend sein kann. So konnten vor allem bei Mason Typ II Frakturen hierdurch gute Ergebnisse erzielt werden (Duckworth, Wickramasinghe, Clement, Court-Brown, & McQueen, 2014; Lindenhovius et al., 2009; Yoon et al., 2014).

5.3.3. Operationsmethoden

Innerhalb der operativ versorgten Patienten wurde hinsichtlich der unterschiedlichen Operationsarten differenziert (s. *Abbildung 22*). Diese Untersuchung erfolgte frakturklassifikationsübergreifend. Hierbei wurden 1,6 % der Personen mit einer K-Draht; 26,4 % mit einer Schraubenosteosynthese; 10,2 % mit einer Plattenosteosynthese; 0,5 % mit einer alleinigen Resektion und 2,7 % mit einem endoprothetischen Ersatz behandelt. Es zeigte sich also die Schraubenosteosynthese als die am häufigsten angewandten Operationsmethode im Patientenkollektiv dieser Studie. Insgesamt wurden hauptsächlich rekonstruktive Therapiestrategien in der operativen Behandlung der Radiuskopffrakturen gewählt.

5.3.4. Mason Klassifikation und Operationsmethode

Die Analyse hinsichtlich der einzelnen Operationsarten wurde in Kontext mit den Mason Klassifikationen gesetzt (s. *Abbildung 23*).

Eine Mason Typ I Fraktur wurde operativ mit einer Schraubenosteosynthese versorgt. Alle anderen Patienten aus dieser Gruppe wurden konservativ behandelt. Dieses im Klinikum rechts der Isar angewandte Vorgehen deckt sich mit dem in der Literatur beschriebenen Forschungsstand. Hier wird

meist bei stabilen, nicht dislozierten Frakturen das konservative Vorgehen gewählt (Struijs et al., 2007; Swensen et al., 2019; Wegmann, 2013).

Die Behandlung von Mason Typ II Frakturen sorgt in der Literatur immer wieder für Diskussionen (Yoon et al., 2012). Bei den Personen mit einer Mason Typ II Fraktur wurde größtenteils eine operative Versorgung (82,86 %) gewählt. Unter den operativ versorgten Personen erhielten die meisten eine Schrauben- (78,57 %), gefolgt von einer Plattenosteosynthese (2,86 %), einem K-Draht (1,43 %) und einer Resektion (1,43 %). Zudem wurden elf Personen konservativ versorgt (15,7 %). Eine konservative Behandlung bei Mason Typ II Frakturen wird insbesondere dann vorgenommen, wenn nur ein sehr kleines schwer konstruierbares Fragment vorliegt, welches keine Einschränkungen in der Bewegung des Gelenkes hervorruft (Cordula Röhm, 2002). In Studien zeigen sich bei einem konservativen Vorgehen bei Radiuskopffrakturen des Mason Typ II überwiegend gute Ergebnisse (Akesson et al., 2006; Lindenhovius et al., 2009; Yoon et al., 2014).

In der Gruppe der Mason Typ III Frakturen wurden die meisten Patienten mit einer Plattenosteosynthese (42,22 %) behandelt. Dieser folgt die Schraubenosteosynthese sowie der Ersatz des Radiuskopfes durch eine Prothese. Dies entspricht den in der aktuellen Literatur beschriebenen Ansätzen, dass entweder eine Rekonstruktion angestrebt werden kann oder alternativ auch eine Resektion gegebenenfalls mit endoprothetischem Ersatz durchgeführt wird (Ewerbeck, 2014). Die rekonstruktive Methode im Rahmen einer ORIF hat im Gegensatz zur endoprothetischen Versorgung den Vorteil des Anatomieerhalts (K. J. Burkhart, Gruszka, et al., 2015). In unserem Patientenkollektiv wurde bei keiner Person mit einer Radiuskopffraktur Typ Mason III eine alleinige Radiuskopfresektion durchgeführt. Dieses Vorgehen wird in der Literatur untermauert. Hierbei ergab sich ein besseres funktionales Outcome bei endoprothetischer Versorgung im Vergleich zu einer Resektion (Unlu et al., 2018)

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Therapiemethoden bei Radiuskopffrakturen, welche im Klinikum rechts der Isar am Patientenkollektiv dieser Studie durchgeführt wurden, in vielerlei Hinsicht dem aktuellen Forschungsstand und Empfehlungen der gängigen Literatur entsprechen.

5.3.5. Revisionsoperationen / Änderung des Therapiemanagements

Hinsichtlich der Häufigkeit von Revisionsoperationen bzw. einer Änderung des Therapiemanagements zeigte sich im Rahmen dieser Studie, dass dies lediglich bei einem kleinen Teil (2,1 % = 4 Personen) des Gesamtkollektivs von Nöten war.

Das Diagramm in *Abbildung 24* stellt den Anteil an Revisionsoperationen/Änderungen des Therapiemanagements innerhalb der jeweiligen Behandlungsmethoden dar. Es zeigte sich hierbei, dass drei Revisionsoperationen (Anteil an allen Operationen: 3,1 %) und eine Änderung des Therapiemanagements nach initial konservativer Behandlung (Anteil an allen konservativen Behandlungen: 1,1 %) durchgeführt wurden.

Bei der primär konservativ versorgten Person handelte es sich um eine Mason Typ II Fraktur. Diese wurde sekundär mit einer Schraubenosteosynthese mit drei Schrauben versorgt. Bei den drei initial operativ versorgten Personen handelte es sich jeweils um Mason Typ III Frakturen. Zwei von diesen wurden zuerst mit einer Schraubenosteosynthese versorgt. Eine davon erhielt im Verlauf eine Revisionsoperation mit einer Plattenosteosynthese, die andere eine Radiuskopfprothese. Bei der dritten Person wurde nach einer Plattenosteosynthese eine endoprothetische Versorgung durchgeführt. Insgesamt zeigt sich, dass Revisionsoperationen nur bei Schrauben- (2,9 %) und bei Plattenosteosynthesen (5,3 %) auftraten (s. *Abbildung 25*). Dies macht unter allen operativ versorgten Patienten 3,1 % beziehungsweise unter allen ORIF behandelten Patienten 3,3 % aus.

Der Anteil an Revisionsoperationen beziehungsweise Änderungen des Therapiemanagements war in unserem am Klinikum rechts der Isar behandeltem Patientenkollektiv erfreulicherweise sehr gering.

Im Vergleich wird eine Studie von Kuppermann und Kollegen aus dem Jahr 2018 herangezogen. In dieser untersuchten sie die Notwendigkeit für Revisionsoperationen nach Radiuskopffrakturen nach einem Zeitraum von einem beziehungsweise zwei Jahren. Hier zeigte sich, dass bei den mit einer ORIF behandelten Patienten nach zwei Jahren bei 14,4 % Revisionstherapien von Nöten waren (Kupperman, Kupperman, & Mitchell, 2018).

5.4. ESAS Ergebnisse

Das Ziel dieser retrospektiven Studie war die Evaluation des subjektiven Outcomes nach der Behandlung von Radiuskopffrakturen anhand des Elbow Self-Assessment Scores (ESAS) (Beirer et al., 2017).

5.4.1. ESAS im Patientenkollektiv

Die Ergebnisse des ESAS der Patienten wurden analysiert. Der Mittelwert des ESAS lag im Gesamtkollektiv der Studie bei 93,03 Punkten (s. *Abbildung 27*). Maximal erreichbar sind hier 100 Punkte. Kategorial gegliedert ergibt die Analyse, dass 90,9 % aller Patienten einen ESAS Wert von über 76 Punkten erreichten, was der Bestnote „sehr gut“ entspricht (s. *Abbildung 28*). Dahinter folgte ein

Anteil von 5,9 % mit einem „guten“ und sechs Patienten (3,2 %) mit einem „befriedigenden“ Wert. Kein Patient erreichte den schlechtesten Notenwert „ungenügend“.

Diese Analyse zeigt unabhängig von der Frakturklassifikation oder der Behandlungsmethode, dass der Großteil der Teilnehmer dieser Studie eine große subjektive Patientenzufriedenheit nach der Behandlung der Radiuskopffraktur im Klinikum rechts der Isar angab.

5.4.2. ESAS Werte innerhalb der Frakturklassifikationen

a) Gesamtverteilung

Die ESAS Ergebnisse wurden in Zusammenhang zu der Frakturklassifikation analysiert (s. *Abbildung 29*). Im Rahmen der Mittelwert- Analyse zeigte sich hierbei, dass der Mittelwert der Gruppe der Mason Typ I Frakturen bei 97,51 Punkten lag. In der Mason Typ II Gruppe lag dieser bei 91,49 Punkten und in der Mason Typ III Gruppe bei 85,95 Punkten. All diese Mittelwerte stellen sehr gute ESAS Ergebnisse dar, jedoch ergab sich eine tendenzielle Abnahme der ESAS Mittelwerte bei zunehmender Frakturkomplexität.

Der geringste ESAS Wert wurde bei der Mason Typ II Klassifikation (29,08 Punkte), gefolgt von der Mason Typ III Klassifikation (29,91 Punkte) festgestellt. Im Vergleich zu dem kleinsten Ergebnis der Mason Typ I Klassifikation (70,86 Punkte) ist hier eine große Diskrepanz vorzufinden. Dies führt bei der Mason Typ I Klassifikation zu einer deutlich geringeren Spannweite der Ergebnisse als bei den anderen beiden Klassifikationen (s. *Tabelle 3*). Die Mediane liegen bei Mason Typ I bei 100 Punkten, bei Mason Typ II bei 98,44 und bei Mason Typ III bei 95,67 Punkten.

Zur Analyse signifikanter Unterschiede wurde eine „Kruskal Wallis Analyse“ durchgeführt (s. *Abbildung 30*). Diese zeigte einen signifikanten Unterschied der drei Klassifikationsgruppen bei einem p-Wert von $<0,0001$. Weiterführend wurde der „Dunn’s multiple comparison Test“ durchgeführt (s. *Tabelle 4*). Dieser beschreibt, dass ein signifikanter Unterschied lediglich in der Gegenüberstellung der Mason Typ I Gruppe mit den anderen zwei Gruppen besteht, jedoch nicht im direkten Vergleich zwischen der zweiten und dritten Klassifikationsgruppe.

b) Vergleich der ESAS Mittelwerte bei Revisionsoperationen bzw. Änderungen des Therapiemanagements

Wie in Kapitel 4.4.1. beschrieben, lag der ESAS - Mittelwert des Gesamtkollektivs bei 93,03 Punkten. Im Vergleich hierzu zeigten sich bei den Mittelwerten der Patienten mit Revisionsoperationen (65,44 Punkte) beziehungsweise Änderungen des Therapiemanagements (78,04 Punkte) deutlich geringere Werte (s. Kapitel 4.3.4.). Dies lässt darauf schließen, dass Patienten, bei welchen eine

Revisionsoperation oder eine Änderung des initialen Therapiemanagements von Nöten war, eine geringere subjektive Zufriedenheit aufwiesen.

c) Kategoriale Verteilung

Die kategoriale Verteilung der ESAS Ergebnisse innerhalb der Frakturgruppen in prozentualen Werten ist in *Abbildung 31* dargestellt. In der Gruppe der Mason Typ I Frakturen fanden sich hauptsächlich „sehr gute“ Ergebnisse (98,77 %) und lediglich 1,23 % „gute“ Ergebnisse. Schlechtere Werte waren in dieser Frakturklassifikation nicht zu finden. In der Gruppe der Mason Typ II Frakturen ergab sich bei 88,57 % der Patienten ein „sehr gutes“ Ergebnis; 8,57 % ein „gutes“ Ergebnis und bei 2,86 % der Patienten ein „befriedigendes“ Ergebnis. Innerhalb der Gruppe der Mason Typ III Frakturen erbrachten 77,78 % der Patienten einen „sehr guten“ ESAS Wert, 11,11 % einen „guten“ und 11,11 % einen „befriedigenden“ Wert. Im Vergleich zwischen den Frakturklassifikationen ist auch hier wie bereits in Unterpunkt a. beschrieben deutlich zu erkennen, dass die Gruppe der Mason Typ I Klassifikation bessere ESAS Ergebnisse erzielte als die anderen beiden. Die Mason Typ III Gruppe präsentierte sich im Vergleich mit den schlechtesten Werten.

5.4.3. Therapiestrategien und ESAS

a) Gesamtverteilung

Zusätzlich wurden die ESAS Ergebnisse in Abhängigkeit der Therapiestrategien gesetzt. In der Mittelwertanalyse zeigte sich in *Tabelle 5* und *Abbildung 32*, dass der geringste ESAS-Mittelwert in der Gruppe der plattenosteosynthetisch behandelten Patienten lag (84,65 Punkte). Insgesamt fanden sich alle Mittelwerte in einem sehr guten Ergebnisbereich.

Der geringste ESAS Wert war mit 29,08 Punkten in der Gruppe der Schraubenosteosynthesen zu finden (s. *Tabelle 6*). Diese Behandlungsform wies auch die größte Spannweite an Ergebnissen auf (70,92 Punkte).

Die Ergebnisse wurden mittels einem Kruskal Wallis Test analysiert (s. *Abbildung 33*). Hierbei zeigte sich ein signifikanter Unterschied der Mediane der ESAS Ergebnisse der verschiedenen Therapieformen ($p = 0,0017$).

b) Kategoriale Verteilung

Die Ergebnisse der kategorialen Verteilung der ESAS Werte innerhalb der Therapiestrategien ist in *Abbildung 34* dargestellt. Hierbei zeigt sich, dass lediglich in der Gruppe der Platten- und Schraubenosteosynthetischen Versorgung Werte der Kategorie drei „befriedigend“ vorkamen. Bei

allen anderen Behandlungsarten beliefen sich die ESAS Ergebnisse auf „*sehr gut*“ beziehungsweise „*gut*“.

5.4.4. Outcome des ESAS bei Mason Typ II Frakturen

Im Rahmen der Frage ob bei einer Mason Typ II Fraktur ein konservatives oder ein operatives Vorgehen angestrebt werden soll, wurde die Patientenzufriedenheit in Bezug auf die Therapieformen (konservativ vs. operativ) anhand des ESAS untersucht. Im Vergleich ergab sich in der Gruppe der konservativen Versorgung ein schlechterer Mittelwert (ESAS-Mittelwert: 87,27) als bei Patienten mit einer operativen Versorgung (ESAS-Mittelwert: 92,28) (s. *Abbildung 35*). Wie in *Tabelle 7* ersichtlich, lag das minimale ESAS Ergebnis bei der operativ versorgten Gruppe bei 29,08 und damit deutlich niedriger als bei der konservativ versorgten Gruppe (57,80 Punkte). Die Spannweite war entsprechend in der operativ versorgten Gruppe höher (70,92 Punkte).

In der kategorialen Gliederung des ESAS innerhalb der zwei Behandlungsformen bei Mason Typ II Frakturen ergab sich, dass nur in der Gruppe der operativ versorgten Patienten ein Wert der Kategorie 3 „*befriedigend*“ auftrat. Bei den konservativ versorgten Patienten fanden sich lediglich „*sehr gute*“ und „*gute*“ Ergebnisse (s. *Abbildung 37*).

Im Zuge dieser Studie wird aufgrund des erhöhten ESAS Mittelwertes ein tendenziell besseres Outcome der operativ versorgten Gruppe angenommen. Zu dessen Verifizierung sind weiterführende klinische Studien bezüglich der optimalen Therapieform bei Mason Typ II Frakturen empfehlenswert.

5.4.5. Ergebnisrelevanz

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die subjektive Patientenzufriedenheit des Patientenkollektivs nach einer Behandlung der Radiuskopffraktur im Klinikum rechts der Isar Fraktur- und Klassifikationsübergreifend stark positiv ausfällt. Dies lässt auf einen Erfolg der bisher angewandten Therapieoptionen von Radiuskopffrakturen am Klinikum rechts der Isar schließen. Allerdings kann aus den gewonnenen Daten keine allgemein gültige Handlungsempfehlung bei der Behandlung von Radiuskopffrakturen ausgesprochen werden und weitere Studien werden zur Untermauerung dieser Vermutung empfohlen.

6. Limitationen

6.1. ESAS – Auswertung

Die in der Studie präsentierten ESAS Ergebnisse wurden durch die Patienten selbstständig zu Hause bearbeitet. Dies bot keine Möglichkeit von Rückfragen bei Unklarheiten, mit dem Potenzial falsche Ergebnisse zu generieren. Insbesondere die Fragen bezüglich der „Range of Motion“ stellten durch

fehlerhaftes Beantworten einen häufigen Grund für den Ausschluss eines potenziellen Studienteilnehmers dar. Auch die zehnte Frage bezüglich des Maximalgewichtes wurde häufig nicht oder nur mit geschätzten Werten beantwortet. Dies könnte im hohen Arbeitsaufwand zur Beantwortung der Frage begründet liegen.

Aufgrund dieser Kritikpunkte hinsichtlich der Beantwortung des ESAS wäre es empfehlenswert in künftigen Untersuchungen eine Möglichkeit zur Rückfrage der Patienten zu bieten und Fragen, die mit einem größeren Aufwand und Fehlern behaftet sind, aus dem Fragebogen zu exkludieren. Auch wäre ein Fragebogen mit erweiterten Erklärungen und Hilfen zur Durchführung denkbar.

6.2. ESAS - Ceiling – Effekt

Im Zuge der Studie wurden die Ergebnisse des ESAS in vier Kategorien eingeteilt. Dies erfolgte zur besseren Ergebnisbeurteilung und um eine akkuratere Vergleichbarkeit zwischen den Ergebnissen zu ermöglichen. Nachträglich zeigte sich jedoch, dass sehr viele Patienten in die beste Kategorie mit dem Ergebnis „*sehr gut*“ fielen. Hierbei handelt es sich um das Phänomen des „Ceiling Effektes“. Bei diesem Effekt befinden sich zu viele Objekte mit demselben Merkmal, jedoch in einer anderen Ausprägung in der obersten Kategorie. Analog hierzu wäre dieser Zustand in der untersten Kategorie der sogenannte „Floor Effekt“ (Bortz, 2006).

Dies führt zu der Überlegung, dass in künftigen Studien die kategoriale Einteilung gegebenenfalls erweitert werden sollte, sodass auch zwischen den sehr guten Ergebnissen Abstufungen gefunden werden können.

6.3. Patientenkollektiv

Der ESAS wurde im Schnitt 3,7 Jahre nach dem Unfallereignis ausgefüllt. Hierbei gab es eine Spannweite von 12 Jahren. Somit ist eine Verzerrung der Ergebnisse aufgrund der unterschiedlichen Zeiträume möglich, da Personen in der Heilungsphase, als auch Personen deren Verletzung im letzten Jahrzehnt lag, daran teilnahmen.

Zudem stellt sich bei dieser Studie die Frage, welche Patienten daran teilgenommen haben. Hierbei könnte es sich um Personen handeln, die sehr zufrieden mit der Behandlung waren und dies gerne mitteilen würden, oder um solche, die unzufrieden waren und darin eine Möglichkeit der Kritik sehen. Sollte es eine Verschiebung auf eine der genannten Personengruppen geben, wären die daraus resultierenden Ergebnisse einer starken Verzerrung unterworfen.

Zur Verbesserung dieser Kritikpunkte wäre eine Studie in einem prospektiven Rahmen von Vorteil. Hierbei könnten Patienten zu einem festgelegten Zeitpunkt nach Therapieabschluss den ESAS bearbeiten, sodass einer zeitlichen Ergebnisverzerrung entgegengewirkt werden kann. Zusätzlich

könnten diese bereits im Zuge der primären Behandlung über die Studie informiert werden, was zu einer erhöhten Teilnahmebereitschaft unabhängig des Behandlungsergebnisses führen könnte.

Ein weiterer kritisch zu bewertender Aspekt ist, dass die teilnehmenden Personen nicht befragt wurden, ob diese an Nachbehandlungen wie Physiotherapie und Trainingsübungen teilnahmen. So könnten diese gegebenenfalls zu besseren ESAS Ergebnissen führen, was jedoch in dieser Studie nicht berücksichtigt wurde.

7. Ausblick

Der ESAS ist ein gutes Instrument zur Messung der subjektiven Patientenzufriedenheit bei Radiuskopffrakturen. Eine Optimierung hinsichtlich der in Kapitel sechs genannten Punkte sowie der künftige Einsatz bei prospektiven Studien sollte erwogen werden.

Perspektivisch sollte der ESAS für Patienten zusätzlich online zum Beispiel in Form einer App zugänglich gemacht werden. Eine Reduktion des zeitlichen Aufwandes, der beispielsweise durch das Versenden von Briefen entsteht und eine daraus resultierende erhöhte Teilnahmebereitschaft wären mögliche Folgen. Der Wegfall der postalischen Datenerhebung ist zudem auch unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit positiv zu bewerten. Denkbar sind Videos mit Erklärungen zur Durchführung des ESAS, die in diesem online System (zum Beispiel in der App) eingepflegt sind. Ein Weiterer Vorteil wäre die Möglichkeit von festgelegten Zeiträumen, in welchen der ESAS in der App erneut durchgeführt werden soll. Dies ermöglicht eine Bewertung im zeitlichen Verlauf und kann potenzielle Komplikationen frühestmöglich identifizieren. Durch Push- Erinnerungen an die Patienten könnte die Zahl der Teilnehmenden gegebenenfalls erhöht werden. Sollte die Erstellung einer App unter höchster Einhaltung von Datenschutzrichtlinien möglich sein, würde dies eine sinnvolle und zukunftsorientierte Möglichkeit der Nutzung des ESAS und zahlreichen anderen PROMs darstellen.

8. Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieser Studie zeigten eine Abnahme der ESAS-Werte bei Zunahme der Frakturkomplexität. Dies lässt darauf schließen, dass sich die subjektive Patientenzufriedenheit mit zunehmender Schwere der Radiuskopffraktur reduziert. Es ergab sich zudem, dass sich die subjektive Patientenzufriedenheit bei Notwendigkeit einer Änderung des Therapiemanagements beziehungsweise Revisionsoperationen im Vergleich zum Gesamtkollektiv verschlechterte.

Bezüglich der Frage nach der optimalen Behandlungsform bei Mason Typ II Frakturen stellte sich heraus, dass sowohl operativ als auch konservativ im Patientenkollektiv behandelt wurde. Innerhalb der Behandlungsarten bei Mason Typ II Frakturen konnte eine tendenziell höhere subjektive

Patientenzufriedenheit in der operativ versorgten Gruppe festgestellt werden. Jedoch kann im Rahmen dieser Studie keine Handlungsempfehlung für eine der Behandlungsmethoden bei Mason Typ II Frakturen ausgesprochen werden. Weitergehende, prospektive Analysen sind hierfür anzuraten.

9. Zusammenfassung

Die Inzidenz von Radiuskopffrakturen nahm im Zuge der vermehrten sportlichen Betätigung der Bevölkerung in den letzten Jahren immer weiter zu und ist mit einem Anteil von einem Drittel die häufigste Fraktur des Ellenbogengelenkes (K. J. Burkhart, Wegmann, et al., 2015; Pike et al., 2009; Rieger, 2012; Yoon et al., 2012). Diese Fraktur resultiert häufig aus einem Sturz in flektierter und pronierter Armhaltung. Meist geschieht dies im Rahmen des Versuches einen Sturz mit den Händen abzufangen. Hierbei kann die einwirkende Kraft zu einer Fraktur und gegebenenfalls einer Dislokation des Ellenbogens führen (Mason, 1953, 1954).

Die Radiuskopffraktur ist bereits mehrfach klassifiziert worden. Im klinischen Alltag hat sich die modifizierte Version der Klassifikation von Mason aus dem Jahre 1954 etabliert (Broberg & Morrey, 1987; Gebauer et al., 2005; Mason, 1954). Bis dato bestehen noch keine Leitlinien für die Therapie von Radiuskopffrakturen und somit gibt es immer wieder kontroverse Diskussionen bezüglich deren optimalen Therapiemanagements (Lapner & King, 2014; Yoon et al., 2012).

Diese retrospektive Studie hatte die Zielsetzung die subjektive Patientenzufriedenheit nach Radiuskopffrakturen anhand des ESAS (Elbow Self- Assessment Score) zu evaluieren und damit zu einer Behandlungsoptimierung im Klinikum rechts der Isar beizutragen (Beirer et al., 2017).

Das Patientenkollektiv der Studie bestand aus 187 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 49,51 Jahren (s. *Abbildung 12*). Der größte Anteil (58,3 %) der Teilnehmer war männlich (s. *Abbildung 11*). Der Zeitraum zwischen dem Unfallereignis und der Beantwortung des ESAS betrug im Schnitt 3,7 Jahre (s. *Abbildung 14*).

Bezüglich der Trauma-spezifischen Daten zeigte sich in der Studie keine eindeutige Seitenpräferenz der Frakturen (s. *Abbildung 16*). Innerhalb des Patientenkollektivs fanden sich vor allem Mason Typ I Frakturen (43,3 %), gefolgt von Mason Typ II (37,4 %) und Mason Typ III (19,3 %) Frakturen (s. *Abbildung 17*).

Die Analysen bezüglich der im Kollektiv angewandten Behandlungsformen führten bei 48,7 % zu einem konservativem und bei 51,3 % zu einem operativen Therapiemanagement (s. *Abbildung 18*). Insbesondere bei Mason Typ I Frakturen wurde die konservative Therapieform gewählt (98,77 %). In der Gruppe der Mason Typ II Frakturen wurden 15,71 % konservativ versorgt. In der Gruppe der Mason Typ III Frakturen wurde nur operativ behandelt (s. *Abbildung 19*). Hier ergab sich eine statistisch signifikante Abhängigkeit zwischen der Mason Klassifikation und der Behandlungsart (operativ vs. konservativ) (s. *Abbildungen 20/21*).

Die operativ behandelten Patienten wurden hauptsächlich mit Schrauben- (36,4 %), gefolgt von Plattenosteosynthesen (10,2 %), Endoprothesen (2,7 %), K-Draht (1,6 %) und Resektion (0,5 %) versorgt (s. *Abbildung 22*).

Die einzig operativ versorgte Mason Typ I Fraktur erhielt eine Schraubenosteosynthese. In der Mason Typ II Klassifikation wurde im operativen Bereich vor allem mit Schraubenosteosynthesen behandelt, in der Gruppe der Mason Typ III Frakturen vor allem mit Plattenosteosynthesen. Ein endoprothetischer Ersatz in der initialen Therapie der Radiuskopffrakturen wurde nur in der Mason Typ III Klassifikation genutzt (s. *Abbildung 23*).

Bei vier Personen des Studienkollektivs (2,1 %) wurde eine Änderung des primären Therapiemanagements durchgeführt. Hierunter fielen drei Revisionsoperationen und eine primär konservativ versorgte Fraktur, welche sekundär operativ therapiert wurde (s. *Abbildung 24*). Dies war eine in Fehlstellung verheilte Mason Typ II Fraktur, welche sekundär osteosynthetisch mit Schrauben korrigiert wurde. Die Patienten mit den notwendigen Revisionsoperationen hatten eine Mason Typ III Fraktur. Dies macht einen Anteil an Revisionsoperationen von 3,1 % aller operativ versorgten Personen aus. Alle drei wurden initial osteosynthetisch (Schrauben/ Platten) therapiert (s. *Abbildung 25*). Im Verlauf erhielten zwei von ihnen eine Radiuskopfprothese. Die dritte Person erhielt statt einer Schraubenosteosynthese eine Plattenosteosynthese.

Die Evaluierung der subjektiven Patientenzufriedenheit erfolgte anhand des ESAS. Der Mittelwert der ESAS Ergebnisse lag im Gesamtkollektiv bei 93,03 Punkten (s. *Abbildung 27*). Dies bedeutete eine insgesamt sehr gute subjektive Patientenzufriedenheit in dieser Studie.

Kategorial gegliedert zeigte sich, dass 90,9 % der Patienten des Gesamtkollektivs ein „sehr gutes“ ESAS Ergebnis beschrieben. Bei elf Personen (5,9 %) ergab sich ein „gutes“ Ergebnis und bei sechs ein „befriedigendes“ (s. *Abbildung 28*). Die schlechteste Kategorie „ungenügend“ war in diesem Kollektiv nicht vertreten.

Innerhalb der Frakturklassifikationen nach Mason ergab sich ein sinkender ESAS Mittelwert, das heißt eine sinkende subjektive Patientenzufriedenheit bei Zunahme der Frakturkomplexität (s. *Abbildung 29*). Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der subjektiven Patientenzufriedenheit und der Frakturklassifikation wurde mit dem Kruskal Wallis Test analysiert (s. *Abbildung 30*). In der Gegenüberstellung der einzelnen Klassifikationen zeigte sich nur ein Unterschied zwischen der Mason Typ I Klassifikation gegenüber den anderen beiden. Zwischen der Mason II und III Klassifikation bestand demnach kein signifikanter Unterschied (s. *Tabelle 4*).

Die Differenzierung der ESAS Ergebnisse innerhalb der verschiedenen Behandlungsarten zeigte, dass die Gruppe der plattenosteosynthetisch versorgten Patienten den geringsten ESAS Mittelwert aufwies. Insgesamt lag jedoch jede Behandlungsart in einem „sehr guten“ ESAS Bereich (s. *Tabelle 5*). Die ESAS Ergebnisse waren in Bezug auf die Behandlungsarten statistisch signifikant (s. *Abbildung 33*).

Im Vergleich lagen die ESAS Ergebnisse bei den Patienten mit Revisionsoperationen beziehungsweise Änderung des primären Therapiemanagements unterhalb der Ergebnisse des Gesamtkollektivs (68,59 Punkte vs. 93,03 Punkte) (s. Kapitel 4.3.4.). Dies zeigte eine im Vergleich geringere subjektive Zufriedenheit der Patienten bei Änderung des Therapiemanagements beziehungsweise Revisionsoperationen.

Von besonderer Beachtung ist in dieser Studie die optimale Therapieform der Mason Typ II Fraktur. In dieser Klassifikationsgruppe wurde sowohl konservativ als auch operativ behandelt, wobei das operative Management bevorzugt wurde (84,28 %). Bezüglich der Patientenzufriedenheit in der Gruppe der Mason Typ II Frakturen zeigte sich insgesamt ein ESAS Mittelwert von 91,49 Punkten (s. *Abbildung 29*). Weitergehende Analysen ergaben, dass der ESAS- Mittelwert in der Gruppe der konservativ versorgten Patienten etwas schlechter war als in der Gruppe der operativ versorgten Patienten (87,27 Punkte vs. 92,28 Punkte) (s. *Abbildung 35 und Tabelle 7*).

Im Allgemeinen zeigen die Ergebnisse dieser retrospektiven Studie nach der Behandlung von Radiuskopffrakturen am Klinikum rechts der Isar über alle Klassifikationen und Behandlungsarten hinweg gute Ergebnisse bezüglich der subjektiven Patientenzufriedenheit. Um diese hinsichtlich der einzelnen Behandlungsarten noch besser differenzieren zu können, sind weitere Studien unter Einbezug des ESAS empfehlenswert.

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung	Titel	Seite
Abbildung 1	“Arc of Injury” von Amis and Miller 1995	Seite 9
Abbildung 2	Ellenbogengelenk (Articulatio Cubiti) als Ganzes	Seite 11
Abbildung 3	Hueter Linie und Hueter Dreieck	Seite 11
Abbildung 4	Kapsel – Band – Apparat eines rechten Ellenbogengelenkes in Extensionsstellung	Seite 12
Abbildung 5	Bewegungsausmaß des Ellenbogens in Extension/Flexion (a) und Supination/Pronation (b)	Seite 13
Abbildung 6	Modifizierte Mason Klassifikation der Radiuskopffrakturen	Seite 18
Abbildung 7	Flussdiagramm Patientenkollektiv	Seite 30
Abbildung 8	ESAS 1. Frage	Seite 31
Abbildung 9	ESAS Frage 8/9	Seite 31
Abbildung 10	ESAS Frage 10	Seite 32
Abbildung 11	Diagramm: Prozentuale Geschlechterverteilung im Patientenkollektiv	Seite 35
Abbildung 12	Histogramm: Altersverteilung des Patientenkollektivs	Seite 36
Abbildung 13	Diagramm: Verteilung der Berufstätigkeit innerhalb des Patientenkollektivs	Seite 37
Abbildung 14	Histogramm: Zeitraum zwischen dem Unfall und dem Ausfüllen des ESAS in Jahren	Seite 38
Abbildung 15	Diagramm: Versicherungsverteilung innerhalb des Patientenkollektivs	Seite 39
Abbildung 16	Diagramm: Frakturseiten innerhalb des Patientenkollektivs	Seite 40
Abbildung 17	Diagramm: Verteilung der Mason Klassifikation innerhalb des Patientenkollektivs	Seite 41
Abbildung 18	Diagramm: Behandlungsarten innerhalb des Patientenkollektivs	Seite 42
Abbildung 19	Diagramm: Behandlungsarten innerhalb der Mason Klassifikation	Seite 43
Abbildung 20	Diagramm: Anzahl der Behandlungsarten innerhalb der Klassifikationsgruppen	Seite 44
Abbildung 21	Diagramm: Prozentuale Verteilung der Behandlungsarten innerhalb der Klassifikationsgruppen	Seite 44
Abbildung 22	Diagramm: Verteilung der Therapiearten innerhalb des Patientenkollektivs	Seite 45
Abbildung 23	Diagramm: Verteilung der Operationsarten innerhalb der Mason Klassifikation	Seite 46
Abbildung 24	Diagramm: Revisionsoperation bzw. Änderung des Therapiemanagements	Seite 48
Abbildung 25	Diagramm: Revisionsoperationen innerhalb der Operationsarten	Seite 49
Abbildung 26	Diagramm: Versicherungsverteilung und Behandlungsart	Seite 50
Abbildung 27	Histogramm: Mittelwert ESAS	Seite 51
Abbildung 28	Kreisdiagramm: Kategoriale Gliederung der ESAS Werte des Gesamtkollektivs	Seite 52
Abbildung 29	Diagramm: ESAS Mittelwert und Frakturklassifikation	Seite 53
Abbildung 30	Punktdiagramm: ESAS Werte innerhalb der Klassifikationsgruppen	Seite 55
Abbildung 31	Diagramm: ESAS Verteilung innerhalb der Mason Klassifikationsgruppen	Seite 56
Abbildung 32	Diagramm: ESAS Mittelwerte innerhalb der Therapieformen	Seite 57
Abbildung 33	Punktdiagramm: ESAS innerhalb der Therapieformen	Seite 58
Abbildung 34	Diagramm: Operationsart und ESAS (kategorial)	Seite 59
Abbildung 35	Diagramm: ESAS Mittelwert innerhalb der Mason Typ II Klassifikation	Seite 60
Abbildung 36	Punktdiagramm: ESAS Werte innerhalb der Mason Typ II Klassifikation	Seite 61
Abbildung 37	Diagramm: Mason Typ II – Verteilung des ESAS innerhalb der Klassifikation in Bezug zur Behandlungsmethode	Seite 62

11. Tabellenverzeichnis

Tabelle	Titel	Seite
Tabelle 1	Gliederung des ESAS	Seite 30
Tabelle 2	Kategoriale Gliederung des ESAS	Seite 34
Tabelle 3	ESAS Werte innerhalb der Klassifikationsgruppen	Seite 54
Tabelle 4	Tabelle: „Dunn´s multiple comparison Test“: ESAS innerhalb der Klassifikationsgruppen	Seite 55
Tabelle 5	Therapieform und ESAS Mittelwert	Seite 57
Tabelle 6	ESAS innerhalb der Therapieformen	Seite 58
Tabelle 7	ESAS Werte in der Mason Typ II Kategorie	Seite 61

12. Anhang

12.1. Elbow Self- Assessment Score ([Beirer et al., 2017](#))



Münchner Ellenbogen Score

Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie
Klinikum rechts der Isar München
H.J.B. Friese, M. Beirer, S. Siebenlist, P. Biberthaler

Patienten ID

Datum:			
Geschlecht:	männlich	weiblich	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Welcher Ellenbogen ist betroffen?	rechts	links	beide
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Falls beide Ellenbogen betroffen sind: Für welchen Ellenbogen füllen Sie den Fragebogen aus?		rechts	links
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Berufstätig:	Ja	Nein	Rentner(_____%MdE) Hausfrau
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
wenn "ja": In welchem Beruf?			
wenn "nein": Aufgrund Ihres Ellenbogens?		Ja	Nein
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nehmen Sie Medikamente zur Linderung der Schmerzen in Ihrem Ellenbogen ?		Ja	Nein
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 Wenn ja, welche?			

1. Wie stark waren die maximalen Schmerzen in Ihrem Ellenbogen in den letzten 4 Wochen?

Keine  Unerträglich


2. Wie stark waren die durchschnittlichen Schmerzen in Ihrem Ellenbogen in den letzten 4 Wochen?

Keine  Unerträglich

3. Wie oft hatten Sie in den letzten 4 Wochen Schmerzen in Ihrem Ellenbogen?

Nie  Immer

4. Wie oft hatten Sie in den letzten 4 Wochen nächtliche Schmerzen in Ihrem Ellenbogen?

Nie  Immer

5. Wie oft hatten Sie in den letzten 4 Wochen Schmerzen in Ruhe in Ihrem Ellenbogen?

Nie  Immer

6. Nahmen in den letzten 4 Wochen die Schmerzen in Ihrem Ellenbogen zu, wenn Sie diesen bewegten?

Gar nicht  Unerträglich

7. Mein Ellenbogen kribbelte und/oder war taub in den letzten 4 Wochen
(Bitte auch ausfüllen, wenn Sie Kribbeln oder Taubheit an dem
zugehörigen Unterarm oder der Hand empfunden haben!)?

Nie  Unerträglich

8. Bitte markieren Sie jede Ihnen mögliche Bewegung mit einem Kreuz
(mehrere Kreuze möglich)!



9. Bitte markieren Sie jede Ihnen mögliche Bewegung mit einem Kreuz
(mehrere Kreuze möglich)!



10. Wie viel Kilogramm können Sie in einer Einkaufstasche mit ihrem
betroffenen Ellenbogen in der abgebildeten Position für ca. 5 Sekunden
halten?



_____ (Hier bitte Kilogramm eintragen)

11. Wie stark war das Gefühl der Instabilität in Ihrem Ellenbogen in den
letzten 4 Wochen?

Keine Instabilität  Unerträglich

12. Haben Sie das Gefühl, dass Ihr Ellenbogen die Kraft Ihres Armes einschränkt?

Gar nicht Komplett

13. Mein Ellenbogen behindert mich beim Tragen von Gegenständen.

Nie Unmöglich

14. Mein Ellenbogen behindert mich beim Anziehen/Wechseln meiner Bekleidung.

Nie Unmöglich

15. Mein Ellenbogen behindert mich bei der täglichen Körperhygiene /-pflege.

Nie Unmöglich


16. Mein Ellenbogen behindert mich bei der Zubereitung meiner Nahrung.

Nie Unmöglich


17. Mein Ellenbogen behindert mich bei meiner Fortbewegung.

Nie Unmöglich


18. Ich habe das Gefühl, dass ich wegen meines Ellenbogens weniger Lebensqualität habe.

Überhaupt nicht  Ja, sehr


19. Ich grübele oft über meinen Ellenbogen bzw. die damit verbundenen Schmerzen.

Überhaupt nicht  Immer


20. Mein Ellenbogen behindert mich bei Sport und Freizeitaktivitäten.

Nie  Unmöglich

21. Behindert Sie Ihr Ellenbogen bei der Arbeit?

Nie  Unmöglich

22. Haben Sie Beschwerden beim Abstützen auf dem betroffenen Arm

Ohne Probleme  Unmöglich

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

13. Literaturverzeichnis

- Akesson, T., Herbertsson, P., Josefsson, P. O., Hasserijs, R., Besjakov, J., & Karlsson, M. K. (2006). Primary nonoperative treatment of moderately displaced two-part fractures of the radial head. *J Bone Joint Surg Am*, *88*(9), 1909-1914. doi:10.2106/JBJS.E.01052
- Ambacher, T., Maurer, F., & Weise, K. (2000). [Treatment results after primary and secondary resection of the radial head]. *Unfallchirurg*, *103*(6), 437-443. doi:10.1007/s001130050563
- Amis, A. A., & Miller, J. H. (1995). The mechanisms of elbow fractures: an investigation using impact tests in vitro. *Injury*, *26*(3), 163-168. doi:10.1016/0020-1383(95)93494-3
- Baierlein, S. A. (2011). *Frakturklassifikationen*: Thieme.
- Bakalim, G. (1970). Fractures of radial head and their treatment. *Acta Orthop Scand*, *41*(3), 320-331. doi:10.3109/17453677008991518
- Beaton, D. E., Wright, J. G., Katz, J. N., & Upper Extremity Collaborative, G. (2005). Development of the QuickDASH: comparison of three item-reduction approaches. *J Bone Joint Surg Am*, *87*(5), 1038-1046. doi:10.2106/JBJS.D.02060
- Beirer, M., Friese, H., Lenich, A., Cronlein, M., Sandmann, G. H., Biberthaler, P., . . . Siebenlist, S. (2017). The Elbow Self-Assessment Score (ESAS): development and validation of a new patient-reported outcome measurement tool for elbow disorders. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, *25*(7), 2230-2236. doi:10.1007/s00167-015-3647-z
- Benninghoff Alfred, D. D. u. J. W. (2014). *Taschenbuch Anatomie* (Vol. 2. Auflage): Urban Fischer Lehrbücher.
- Black, N. (2013). Patient reported outcome measures could help transform healthcare. *BMJ*, *346*, f167. doi:10.1136/bmj.f167
- Bortz, D. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human und Sozialwissenschaftler* (Vol. 4): Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Broberg, M. A., & Morrey, B. F. (1987). Results of treatment of fracture-dislocations of the elbow. *Clin Orthop Relat Res*(216), 109-119. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3102139>
- Burkhart, K. J., Gruszka, D., Frohn, S., Wegmann, K., Rommens, P. M., Eicker, C. M., & Muller, L. P. (2015). [Locking plate osteosynthesis of the radial head fractures : clinical and radiological results]. *Unfallchirurg*, *118*(11), 949-956. doi:10.1007/s00113-014-2562-y
- Burkhart, K. J., Wegmann, K., Muller, L. P., & Gohlke, F. E. (2015). Fractures of the Radial Head. *Hand Clin*, *31*(4), 533-546. doi:10.1016/j.hcl.2015.06.003
- Burkhart, K. J., Wegmann K. , Hackl M. , Müller L.P. . (2016). Expertise Ellenbogen In M. L. P. (Ed.), *Expertise Ellenbogen* (pp. 189 -191): Georg Thieme Verlag
- Carstam, N. (1950). Operative treatment of fractures of the head and neck of the radius. *Acta Orthop Scand*, *19*(4), 502-526. doi:10.3109/17453675008991105
- Chemama, B., Bonneville, N., Peter, O., Mansat, P., & Bonneville, P. (2010). Terrible triad injury of the elbow: how to improve outcomes? *Orthop Traumatol Surg Res*, *96*(2), 147-154. doi:10.1016/j.rcot.2010.02.008
- Chen, D. W., Hu, W. K., & Zhou, J. Q. (2019). Use of surgical glue for Mason type III radial head fractures: A case report. *Medicine (Baltimore)*, *98*(22), e15863. doi:10.1097/MD.00000000000015863
- Chen, J., Ou, L., & Hollis, S. J. (2013). A systematic review of the impact of routine collection of patient reported outcome measures on patients, providers and health organisations in an oncologic setting. *BMC Health Serv Res*, *13*, 211. doi:10.1186/1472-6963-13-211
- Cordula Röhm, H. L., Jan Korner, Christoph Josten. (2002). Radiusköpfchenfrakturen - Rekonstruktion, Resektion, Ersatz? In *Trauma und Berufskrankheit* (Vol. 4, pp. 91-95): Springer Verlag.
- Cusick, M. C., Bonnaig, N. S., Azar, F. M., Mauck, B. M., Smith, R. A., & Throckmorton, T. W. (2014). Accuracy and reliability of the Mayo Elbow Performance Score. *J Hand Surg Am*, *39*(6), 1146-1150. doi:10.1016/j.jhsa.2014.01.041

- Dawson, J., Doll, H., Boller, I., Fitzpatrick, R., Little, C., Rees, J., . . . Carr, A. J. (2008). The development and validation of a patient-reported questionnaire to assess outcomes of elbow surgery. *J Bone Joint Surg Br*, *90*(4), 466-473. doi:10.1302/0301-620X.90B4.20290
- Delclaux, S., Lebon, J., Faraud, A., Toulemonde, J., Bonneville, N., Coulet, B., & Mansat, P. (2015). Complications of radial head prostheses. *Int Orthop*, *39*(5), 907-913. doi:10.1007/s00264-015-2689-7
- Delpont, M., Louahem, D., & Cottalorda, J. (2018). Monteggia injuries. *Orthop Traumatol Surg Res*, *104*(1S), S113-S120. doi:10.1016/j.otsr.2017.04.014
- Demiroglu, M., Ozturk, K., Baydar, M., Kumbuloglu, O. F., Sencan, A., Aykut, S., & Kilic, B. (2016). Results of screw fixation in Mason type II radial head fractures. *Springerplus*, *5*, 545. doi:10.1186/s40064-016-2189-2
- Ditsios, K. T., Stavridis, S. I., & Christodoulou, A. G. (2011). The effect of haematoma aspiration on intra-articular pressure and pain relief following Mason I radial head fractures. *Injury*, *42*(4), 362-365. doi:10.1016/j.injury.2010.09.003
- Doser, A., Markmiller, M., Strohm, P. C., & Sudkamp, N. P. (2006). [Diagnosis and treatment of the Essex-Lopresti lesion. Literature review and four case reports]. *Unfallchirurg*, *109*(7), 593-599. doi:10.1007/s00113-006-1113-6
- Duckworth, A. D., Clement, N. D., Jenkins, P. J., Aitken, S. A., Court-Brown, C. M., & McQueen, M. M. (2012). The epidemiology of radial head and neck fractures. *J Hand Surg Am*, *37*(1), 112-119. doi:10.1016/j.jhsa.2011.09.034
- Duckworth, A. D., Wickramasinghe, N. R., Clement, N. D., Court-Brown, C. M., & McQueen, M. M. (2014). Long-term outcomes of isolated stable radial head fractures. *J Bone Joint Surg Am*, *96*(20), 1716-1723. doi:10.2106/JBJS.M.01354
- Erik Schulte, U. S., Michael Schünke, Markus Voll, Karl. H. Wesker. (2011). *Prometheus - Lernatlas der Anatomie- Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem* (Vol. 3): Thieme.
- Essex-Lopresti, P. (1951). Fractures of the radial head with distal radio-ulnar dislocation; report of two cases. *J Bone Joint Surg Br*, *33B*(2), 244-247. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14832324>
- Everding, N. G., Maschke, S. D., Hoyer, H. A., & Evans, P. J. (2013). Prevention and treatment of elbow stiffness: a 5-year update. *J Hand Surg Am*, *38*(12), 2496-2507; quiz 2507. doi:10.1016/j.jhsa.2013.06.007
- Ewerbeck. (2014). Radiuskopffraktur. In *Standardverfahren in der operativen Orthopädie und Unfallchirurgie* (pp. 172 - 174).
- Fuchs, M., Raschke. (2006). Innovation in der operativen Frakturbehandlung - Winkelstabilität. *Orthopädie und Unfallchirurgie Up2date*, 167 - 184. doi:10.1055/s-2006-924988
- Gallagher, J., Needleman, I., Ashley, P., Sanchez, R. G., & Lumsden, R. (2017). Self-Reported Outcome Measures of the Impact of Injury and Illness on Athlete Performance: A Systematic Review. *Sports Med*, *47*(7), 1335-1348. doi:10.1007/s40279-016-0651-5
- Gao, X., Yin, H. L., & Zhou, G. J. (2019). Minimally Invasive Treatment of Mason Type II Radial Head Fracture by Intramedullary Pinning. *Orthop Surg*, *11*(5), 879-885. doi:10.1111/os.12540
- Gebauer, M., Rucker, A. H., Barvencik, F., & Rueger, J. M. (2005). [Therapy for radial head fractures]. *Unfallchirurg*, *108*(8), 657-667; quiz 668. doi:10.1007/s00113-005-0979-z
- Goost H., R. C. (2003). *Radiusköpfchenbrüche - Wo liegt das Problem?* : Springer Verlag
- Guhring, M., Stockle, U., & Ziegler, P. (2018). [Radial Head Fracture - Management Recommendations]. *Z Orthop Unfall*, *156*(2), 214-222. doi:10.1055/s-0043-120926
- Gühning M., S. F., Freude T., Stöckle U., . (2016). Radiuskopffraktur - wann operativ und wie? doi:10.3238/oup.2015.0146-0153
- Gummesson, C., Ward, M. M., & Atroshi, I. (2006). The shortened disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire (QuickDASH): validity and reliability based on responses within the full-length DASH. *BMC Musculoskelet Disord*, *7*, 44. doi:10.1186/1471-2474-7-44
- Gutbier, M. (2010). Physiotherapeutische Nachbehandlung am Ellenbogen. In *Trauma und Berufskrankheit* (Vol. 12, pp. 289-292).

- Haasters, F., Helfen, T., Bocker, W., Mayr, H. O., Prall, W. C., & Lenich, A. (2019). The value of elbow arthroscopy in diagnosing and treatment of radial head fractures. *BMC Musculoskelet Disord*, *20*(1), 343. doi:10.1186/s12891-019-2726-6
- Hackl, M., Wegmann, K., Hollinger, B., El-Zayat, B. F., Seybold, D., Guhring, T., . . . Muller, L. P. (2019). Surgical revision of radial head fractures: a multicenter retrospective analysis of 466 cases. *J Shoulder Elbow Surg*, *28*(8), 1457-1467. doi:10.1016/j.jse.2018.11.047
- Hackl M., M. L. P. (2019). Terrible Triad Injuries. In *Acute Elbow Trauma. Strategies in Fracture Treatments.*: Springer, Cham.
- Hollis, A. C., & Davis, E. T. (2018). Understanding the factors that influence patient participation in Orthopaedic Clinical Trials. *Int Orthop*, *42*(8), 1769-1774. doi:10.1007/s00264-018-3890-2
- Hotchkiss, R. (1996). Fractures and dislocation of the elbow. In G. D. Rockwood CA Jr., Bucholz RW, Heckman JD (Ed.), *Rockwood and green's fractures in adults* (pp. 929–1024.). Philadelphia, PA: Lippincott-Raven
- Hudak, P. L., Amadio, P. C., & Bombardier, C. (1996). Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med*, *29*(6), 602-608. doi:10.1002/(SICI)1097-0274(199606)29:6<602::AID-AJIM4>3.0.CO;2-L
- Itamura, J., Roidis, N., Mirzayan, R., Vaishnav, S., Learch, T., & Shean, C. (2005). Radial head fractures: MRI evaluation of associated injuries. *J Shoulder Elbow Surg*, *14*(4), 421-424. doi:10.1016/j.jse.2004.11.003
- Jackson, J. D., & Steinmann, S. P. (2007). Radial head fractures. *Hand Clin*, *23*(2), 185-193, vi. doi:10.1016/j.hcl.2007.01.009
- JC Davis, B. S. (2015). Patient Reported Outcome Measures (PROMs) have arrived ind sports and exercise medicine: Why do they matter? *Br J Sports Med*. doi:10.1136/bjsports-2014-093707
- Johnston, G. W. (1962). A follow-up of one hundred cases of fracture of the head of the radius with a review of the literature. *Ulster Med J*, *31*, 51-56. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14452145>
- Kaas, L., van Riet, R. P., Vroemen, J. P., & Eygendaal, D. (2010). The epidemiology of radial head fractures. *J Shoulder Elbow Surg*, *19*(4), 520-523. doi:10.1016/j.jse.2009.10.015
- Kirkley, A., Griffin, S., McLintock, H., & Ng, L. (1998). The development and evaluation of a disease-specific quality of life measurement tool for shoulder instability. The Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI). *Am J Sports Med*, *26*(6), 764-772. doi:10.1177/03635465980260060501
- Kohn Dieter (1) , P. T., Fritsch Ekkehard (3). (2010). *Operationsatlas für die orthopädisch - unfallchirurgische Weiterbildung*: Springer Berlin Heidelberg.
- Koslowsky, T. C., Mader, K., Dargel, J., Koebke, J., Hellmich, M., & Pennig, D. (2007). Reconstruction of a Mason type-III fracture of the radial head using four different fixation techniques. An experimental study. *J Bone Joint Surg Br*, *89*(11), 1545-1550. doi:10.1302/0301-620X.89B11.19433
- Kupperman, E. S., Kupperman, A. I., & Mitchell, S. A. (2018). Treatment of Radial Head Fractures and Need for Revision Procedures at 1 and 2 Years. *J Hand Surg Am*, *43*(3), 241-247. doi:10.1016/j.jhsa.2017.10.022
- Kusnezov, N., Eisenstein, E., Dunn, J. C., Fares, A., Mitchell, J., Kilcoyne, K., & Waterman, B. R. (2018). Operative Management of Unstable Radial Head Fractures in a Young Active Population. *Hand (N Y)*, *13*(4), 473-480. doi:10.1177/1558944717715136
- Lam, K. C., Harrington, K. M., Cameron, K. L., & Valier, A. R. S. (2019). Use of Patient-Reported Outcome Measures in Athletic Training: Common Measures, Selection Considerations, and Practical Barriers. *J Athl Train*, *54*(4), 449-458. doi:10.4085/1062-6050-108-17
- Lam, K. C., Marshall, A. N., & Snyder Valier, A. R. (2020). Patient-Reported Outcome Measures in Sports Medicine: A Concise Resource for Clinicians and Researchers. *J Athl Train*, *55*(4), 390-408. doi:10.4085/1062-6050-171-19

- Lapner, M., & King, G. J. (2014). Radial head fractures. *Instr Course Lect*, 63, 3-13. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24720289>
- Li, Y. A., Chang, M. C., & Chen, T. S. (2009). Extreme comminuted fracture of the radial head fixed with multiple Kirschner wires: case report. *J Trauma*, 67(4), E124-128. doi:10.1097/TA.0b013e318047e03e
- Lill, H., & Josten, C. (2002). *Ellenbogenverletzungen*: Steinkopff Heidelberg.
- Lindhovius, A. L., Felsch, Q., Ring, D., & Kloen, P. (2009). The long-term outcome of open reduction and internal fixation of stable displaced isolated partial articular fractures of the radial head. *J Trauma*, 67(1), 143-146. doi:10.1097/TA.0b013e31818234d6
- Liow, C., Nanda, Montgomery. (2002). Early mobilisation for minimally displaced radial head fractures is desirable. *Injury*. doi:10.1016/s0020-1383(02)00164-x
- Lopez, Y., Gonzalez, A., Garcia-Fernandez, C., Garcia-Coiradas, J., & Marco, F. (2016). Comminuted fractures of the radial head: resection or prosthesis? *Injury*, 47 Suppl 3, S29-S34. doi:10.1016/S0020-1383(16)30603-9
- Lutz Lindemann-Sperfeld, K. H., Michael Genest, Lars Jansch, Ivan Marintshev, Wieland Otto. (2000). Differenzialtherapie der Radiuskopffraktur in Abhängigkeit vom Frakturtyp. In *Trauma und Berufskrankheit* (Vol. 2, pp. 304-312).
- M. Gühring, U. S., P. Ziegler. (2017). Isolierte Radiuskopffraktur *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie* 214-222. doi:10.1055/s-0043-120926
- M.V Meyer-Marcotty, L. U. L., M.P. Hahn, G. Muhr. (2002). Die Differenzialtherapie der Radiusköpfchenfraktur: Eine kritische Analyse anhand der Ergebnisse von 53 Patienten. *Der Unfallchirurg*, 105, 532-539. doi:10.1007/s00113-001-0380-5
- MacDermid, J. C. (2001). Outcome evaluation in patients with elbow pathology: issues in instrument development and evaluation. *J Hand Ther*, 14(2), 105-114. doi:10.1016/s0894-1130(01)80040-5
- Mahmoud, S. S., Moideen, A. N., Kotwal, R., & Mohanty, K. (2014). Management of Mason type 1 radial head fractures: a regional survey and a review of literature. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 24(7), 1133-1137. doi:10.1007/s00590-013-1386-8
- Mason, M. L. (1953). Colles's fracture; a survey of end-results. *Br J Surg*, 40(162), 340-346. doi:10.1002/bjs.18004016208
- Mason, M. L. (1954). Some observations on fractures of the head of the radius with a review of one hundred cases. *Br J Surg*, 42(172), 123-132. doi:10.1002/bjs.18004217203
- McGinley, J. C., Gold, G., Cheung, E., & Yao, J. (2014). MRI detection of forearm soft tissue injuries with radial head fractures. *Hand (N Y)*, 9(1), 87-92. doi:10.1007/s11552-013-9561-2
- Metaizeau, J. P., Prevot, J., & Schmitt, M. (1980). [Reduction and fixation of fractures of the neck of the radius by centro-medullary pinning. Original technic]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 66(1), 47-49. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6447340>
- Michener, L. A., McClure, P. W., & Sennett, B. J. (2002). American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form, patient self-report section: reliability, validity, and responsiveness. *J Shoulder Elbow Surg*, 11(6), 587-594. doi:10.1067/mse.2002.127096
- Monteggia, G. (1814). *Lussazioni delle ossa delle estremita superiori* (Vol. 2nd Vol. 5). Mioan, Italy.
- Morrey Bernard F., S.-S. J., Morrey Mark E. . (2018). *The Elbow and its disorders* (Vol. 5th Edition).
- Morrey, B. F. (1993). *The elbow and its disorders* (Vol. 2): Saunders.
- Morrey, B. F., & An, K. N. (1983). Articular and ligamentous contributions to the stability of the elbow joint. *Am J Sports Med*, 11(5), 315-319. doi:10.1177/036354658301100506
- Morrey, B. F., Askew, L. J., & Chao, E. Y. (1981). A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg Am*, 63(6), 872-877. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7240327>
- Müller-Mai C., F. M. (2010). Klassifikationen in der Unfallchirurgie. In *Frakturen*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Nelson, E. C., Eftimovska, E., Lind, C., Hager, A., Wasson, J. H., & Lindblad, S. (2015). Patient reported outcome measures in practice. *BMJ*, 350, g7818. doi:10.1136/bmj.g7818

- Nietschke, R., Burkhart, K. J., Hollinger, B., Dehlinger, F. I., Zimmerer, A., & Schneider, M. M. (2018). Reasons for surgical revision after conservatively treated radial head fractures-retrospective study of 70 patients. *Obere Extremität, 13*(2), 112-120. doi:10.1007/s11678-018-0456-2
- Nievaard, M. A., de Vos, R., de Haes, J. C., & Levi, M. (2004). [Reasons why patients do or do not participate in clinical trials; a systemic review of the literature]. *Ned Tijdschr Geneeskde, 148*(4), 186-190. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14974312>
- OrthoToolKit. The Mayo Elbow Score. Retrieved from <https://www.orthotoolkit.com/mayo-elbow/>
- Panzica, M. (Producer). (2006, 07.05.2020). Radiusköpfchenfrakturen - Was ist richtig?
- Pike, J. M., Athwal, G. S., Faber, K. J., & King, G. J. (2009). Radial head fractures--an update. *J Hand Surg Am, 34*(3), 557-565. doi:10.1016/j.jhsa.2008.12.024
- Prokop, A., Jubel, A., Helling, H. J., Udomkaewkanjana, C., Brochhagen, H. G., & Rehm, K. E. (2002). [New biodegradable polylactide implants (Polypin-C) in therapy for radial head fractures]. *Chirurg, 73*(10), 997-1004. doi:10.1007/s00104-002-0545-y
- Raphael Küchle, B. H., Martin Hessmann, Martin Runkel, Pol Maria Rommens. (2003). Indikation und Ergebnisse nach Radiuskopfprothesen. In *Trauma und Berufskrankheit* (Vol. 5, pp. 35-40): Springer.
- Richards, R. R., An, K. N., Bigliani, L. U., Friedman, R. J., Gartsman, G. M., Gristina, A. G., . . . Zuckerman, J. D. (1994). A standardized method for the assessment of shoulder function. *J Shoulder Elbow Surg, 3*(6), 347-352. doi:10.1016/S1058-2746(09)80019-0
- Rieger, G. (2012). Radiuskopffrakturen. *OP Journal, 28*(1), 28-33. doi:10.1055/s-0032-1315008
- Roos, E. M., & Toksvig-Larsen, S. (2003). Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) - validation and comparison to the WOMAC in total knee replacement. *Health Qual Life Outcomes, 1*, 17. doi:10.1186/1477-7525-1-17
- Rothrock, N. E., Kaiser, K. A., & Cella, D. (2011). Developing a valid patient-reported outcome measure. *Clin Pharmacol Ther, 90*(5), 737-742. doi:10.1038/clpt.2011.195
- Ruan, H. J., Fan, C. Y., Liu, J. J., & Zeng, B. F. (2009). A comparative study of internal fixation and prosthesis replacement for radial head fractures of Mason type III. *Int Orthop, 33*(1), 249-253. doi:10.1007/s00264-007-0453-3
- Ruchholtz. (2013). Plattenosteosynthese. In *Essentials - Intensivkurs zur Weiterbildung: Orthopädie und Unfallchirurgie*.
- Ruseckaite, R., Maharaj, A. D., Krysinska, K., Dean, J., & Ahern, S. (2019). Developing a Preliminary Conceptual Framework for Guidelines on Inclusion of Patient Reported-Outcome Measures (PROMs) in Clinical Quality Registries. *Patient Relat Outcome Meas, 10*, 355-372. doi:10.2147/PROM.S229569
- Sardelli, M., Tashjian, R. Z., & MacWilliams, B. A. (2011). Functional elbow range of motion for contemporary tasks. *J Bone Joint Surg Am, 93*(5), 471-477. doi:10.2106/JBJS.I.01633
- Scharplatz, D., & Allgower, M. (1975). Fracture-dislocations of the elbow. *Injury, 7*(2), 143-159. doi:10.1016/0020-1383(75)90012-1
- Schmit - Neuerburg, T., Letsch. (2001). Ellenbogen, Unterarm, Hand. In *Tscherne Unfallchirurgie*.
- Schünke M., S. E., Schumacher U., et al. . (2011). *Kapsel - Band Apparat eines rechten Ellenbogengelenks in Extensionsstellung* (Vol. 3. Auflage): Thieme.
- Schünke M., S. U., et al. (2018). *Ellenbogengelenk (Articulatio cubiti) als Ganzes* (Vol. 5. Auflage). Stuttgart: Thieme.
- Seitz S., R. W. (2013). *Funktionelle Anatomie und Biomechanik des Ellenbogens*: Springer.
- Simon, P., Unterhauser, F., von Roth, P., Schmidmaier, G., & Winkler, T. (2014). [Treatment of Mason type II radial head fractures by percutaneous reduction]. *Unfallchirurg, 117*(4), 341-347. doi:10.1007/s00113-012-2340-7
- Strigini, G., Rendina, M., Ghiara, M., Quattrini, F., Ghidoni, L., Burgio, V., . . . Benazzo, F. (2019). Surgical treatment of radial head isolated Mason III fractures. *Injury, 50 Suppl 4*, S2-S5. doi:10.1016/j.injury.2018.11.056

- Struijs, P. A., Smit, G., & Steller, E. P. (2007). Radial head fractures: effectiveness of conservative treatment versus surgical intervention. A systematic review. *Arch Orthop Trauma Surg*, 127(2), 125-130. doi:10.1007/s00402-006-0240-4
- Swensen, S. J., Tyagi, V., Uquillas, C., Shakked, R. J., Yoon, R. S., & Liporace, F. A. (2019). Maximizing outcomes in the treatment of radial head fractures. *J Orthop Traumatol*, 20(1), 15. doi:10.1186/s10195-019-0523-5
- U.S. Department of Health and Human Services, F. a. D. A., Center for Drug Evaluation and Research (CDER), Center for Biologics Evaluation and Research (CBER), Center for Devices and Radiological Health (CDRH). (2009). Guidance for Industry. Patient - Reported Outcome Measures: Use in Medical Product Development to Support Labeling Claims. Retrieved from <https://permanent.access.gpo.gov/LPS113413/LPS113413/www.fda.gov/downloads/Drugs/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/Guidances/UCM071975.pdf>
- U.S. Department of Health and Human Services, Evaluation, F. D. A. C. f. D., Research, Health, U. S. D. o., Human Services, F. D. A. C. f. B. E., Research, . . . Radiological, H. (2006). Guidance for industry: patient-reported outcome measures: use in medical product development to support labeling claims: draft guidance. *Health Qual Life Outcomes*, 4, 79. doi:10.1186/1477-7525-4-79
- Unlu, M. C., Guven, M. F., Aslan, L., Aydingoz, O., Bilgili, M. G., Bayrak, A., . . . Botanlioglu, H. (2018). Comparison of the functional results of radial head resection and prosthesis for irreparable mason type-III fracture. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, 24(4), 359-363. doi:10.5505/tjtes.2017.97682
- Vlcek, M., Streck, M., Cizmar, I., Pech, J., & Landor, I. (2018). [Indication for Radial Head Resection in Traumatology]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*, 85(3), 186-193. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30257777>
- Vlcek, M., Streck, M., Cizmar, I., Pech, J., & Sosna, A. (2019). [Our Initial Experience with Radial Head Replacement]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*, 86(5), 362-367. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31748113>
- von Glinski, A., Rausch, V., Konigshausen, M., Dudda, M., Schildhauer, T. A., Seybold, D., & Gessmann, J. (2019). [Instability after operative and conservative treatment of isolated Mason type II fractures]. *Unfallchirurg*, 122(3), 219-224. doi:10.1007/s00113-018-0504-9
- Walther Graumann, D. S. (2003). *CompactLehrbuch der gesamten Anatomie - Bewegungsapparat: Schattauer*.
- Wang, J., Qi, W., Shen, X., Tao, S., & Liu, Y. (2018). Results of arthroscopic fixation of Mason type II radial head fractures using Kirschner wires. *Medicine (Baltimore)*, 97(12), e0201. doi:10.1097/MD.00000000000010201
- Wegmann, K., Ries C., Mueller L.P. Burkhart K.J. (2013). *Arthroskopie* (Vol. 26): Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Yoon, A., Athwal, G. S., Faber, K. J., & King, G. J. (2012). Radial head fractures. *J Hand Surg Am*, 37(12), 2626-2634. doi:10.1016/j.jhsa.2012.10.001
- Yoon, A., King, G. J., & Grewal, R. (2014). Is ORIF superior to nonoperative treatment in isolated displaced partial articular fractures of the radial head? *Clin Orthop Relat Res*, 472(7), 2105-2112. doi:10.1007/s11999-014-3541-x

14. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinen persönlichen Dank an alle Personen aussprechen, ohne die die Anfertigung der vorliegenden Dissertation nicht möglich gewesen wäre.

Ein herzlicher Dank geht an meinen Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. Chlodwig Kirchhoff für seine Betreuung der Dissertation. Tatkräftig unterstützt wurde ich zudem von meinem Mentor Herrn Dr. med. Arne Buchholz sowie Herrn Julian Zapf. Ich bedanke mich für die gute und erfolgreiche Zusammenarbeit.

Ein besonderer Dank gilt meiner Familie und Freunden, die stets hinter mir standen und mich auf diesem Weg begleiteten. Ganz besonders ist hier Frau Stefanie Seitz hervorzuheben, die durch ihre Expertise eine großartige Unterstützung darstellte.