

Diplomarbeit

**Eine Analyse der Variabilität bei Messung der
Dislokation von Epicondylus ulnaris Frakturen im
Kindes- und Jugendalter**

eingereicht von

Florian Sebastian Achtner

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie

unter der Anleitung von

Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr. med. univ. Georg Singer

Graz, am 28.09.2019

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 28.09.2019

Florian Achtner eh.

Danksagung

Hier möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich im Rahmen meiner Diplomarbeit begleitet und unterstützt haben. Besonders herzlich möchte ich mich bei Herrn Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr. med. univ. Georg Singer bedanken, der mich stets fachlich und persönlich bei der Fertigstellung meiner Diplomarbeit unterstützte, bei Rückfragen immer zeitnah und bereitwillig zu Verfügung stand und mir dabei bei Problemen mit Feedback zur Seite stand.

Darüber hinaus möchte ich mich bei meinen Eltern, bei meiner Familie und bei meinen Freunden bedanken, die mich während meines Studiums unterstützt haben und zur Seite gestanden sind.

Zusammenfassung

Hintergrund: Epicondylus ulnaris Frakturen machen 12% bis 20% der Ellenbogenverletzungen im Kindes- und Jugendalter aus. Bei fehlender eindeutiger Operationsindikation wird die Therapieentscheidung oftmals anhand der gemessenen Dislokation der Fraktur gestellt.

Das Ziel unserer Studie war, die Variabilität der Dislokationsmessungen zwischen Untersuchern verschiedener klinischer Erfahrungsstufen und den daraus resultierenden Therapieentscheidungen zu untersuchen.

Methoden: Retrospektiv wurden die Dislokationen anhand der Röntgenbilder von 57 PatientInnen mit dislozierten Epicondylus ulnaris Frakturen unabhängig voneinander durch 2 erfahrene Kinderchirurgen, 2 Assistenzärzte und 2 Kinderradiologen gemessen. Eine zweite Messung erfolgte im Abstand von 4 Wochen. Zusätzlich wurde von den 4 Kinderchirurgen zu jeder Messung jeweils ein Behandlungsvorschlag (konservativ oder operativ) abgegeben.

Eine Differenz zwischen den Messungen von kleiner oder gleich 2 Millimetern wurde als klinische Einigkeit gewertet. Zudem wurde mithilfe von Intraklassen-Korrelationskoeffizienten die Interrater- und Intrarater-Reliabilität der Dislokationsmessungen berechnet. Die Intrarater-Reliabilität der Therapieentscheidungen wurde mittels Cohens Kappa und die Interrater-Reliabilität mittels Fleiss' Kappa Werten bestimmt.

Ergebnisse: Die Dislokationsmessungen aller 6 Untersucher ergaben eine moderate Interrater-Reliabilität mit Intraklassen-Korrelationskoeffizienten von 0,63 (95% Konfidenzintervall (KI) 0,52 – 0,67) für Messung 1 und 0,71 (95% KI 0,62 – 0,80) für Messung 2. Betreffend der klinischen Einigkeit widersprach sich die Gruppe aller Untersucher in 93% der Messungen.

Die Intrarater-Reliabilität der Dislokationsmessungen ergaben Intraklassen-Korrelationskoeffizienten von 0,67 (0,48 – 0,81) für Kinderchirurg 1, 0,80 (95% KI 0,70 – 0,88) für Kinderchirurg 2, 0,80 (95% KI 0,68 – 0,88) für Assistent 1, 0,93 (95% KI 0,88 – 0,96) für Assistent 2, 0,93 (95% KI 0,88 – 0,96) für Kinderradiologe 1 und

0,94 (95% KI 0,90 – 0,97) für Kinderradiologe 2. Innerhalb der Messungen eines Untersuchers ergab sich eine Uneinigkeit in bis zu 28,1% Fälle.

Zwischen den Therapieentscheidungen der Kinderchirurgen ergaben sich mit Fleiss' Kappa Werten von 0,33 und 0,49 eine minimale bis schwache Übereinstimmung. Die höchste Intrarater-Reliabilität erreichte Assistent 2 (Cohens Kappa 0,90), die geringste Assistent 1 (0,46). Zwischen den Therapieentscheidungen eines Untersuchers zeigte sich Uneinigkeit in bis zu 28,1%.

Schlussfolgerung: Unsere Ergebnisse zeigten eine hohe Variabilität der Dislokationsmessungen und den daraus resultierenden Therapieentscheidungen. Höhere klinische Erfahrung führte dabei zu keinen besseren Ergebnissen. Die hohe Variabilität der Therapieentscheidungen stellt in Frage, die Entscheidung zur Operation anhand der Dislokationsmessung zu stellen. Ein standardisiertes Messverfahren und eindeutige Richtlinien zur Therapieentscheidung sollten eingeführt werden.

Schlagworte: Epicondylus ulnaris Fraktur, Dislokation, Interrater-Reliabilität, Intrarater-Reliabilität

Abstract

Background: Fractures of the medial humeral epicondyle account for 12% to 20% of elbow injuries in children and adolescents. In the absence of a clear indication for surgery, the therapeutic decision is made based on the measured dislocation of the fracture.

The aim of our study was to assess the interrater- and intrarater-reliability of the dislocation measurements between raters with different clinical experience and the resulting therapy recommendations.

Methods: Retrospectively, the dislocations of 57 radiographs of children with displaced humeral epicondyle fractures were measured by 2 experienced senior pediatric surgeons, 2 residents and 2 pediatric radiologists. A second measurement was performed after 4 weeks. In addition, each of the 4 pediatric surgeons stated treatment recommendations (non-operative or operative) for each measurement.

A difference of less than or equal to 2 millimeters between measurements was considered as clinical agreement. In addition, the interrater- and intrarater-reliability of the dislocation measurements were calculated using intraclass correlation coefficients. The intrarater-reliability of the therapy proposals was determined by means of Cohen's kappa and the interrater reliability using Fleiss' Kappa.

Results: The dislocation measurements of all six examiners showed moderate interrater reliability with intraclass correlation coefficients of 0.63 (95% confidence interval (CI) 0.52 - 0.67) for measurement 1 and 0.71 (95% CI 0.62 - 0.80) for measurement 2. All investigators disagreed in 93% of the measurements.

The intrarater reliability of the dislocation measurements revealed intraclass correlation coefficients of 0.67 (95% CI 0.48 - 0.81) for pediatric surgeon 1, 0.80 (95% CI 0.70 - 0.88) for pediatric surgeon 2, 0.80 (95% CI 0.68 - 0.88) for resident 1, 0.93 (95% CI 0.88 - 0.96) for resident 2, 0.93 (95% CI 0.88 - 0.96) for pediatric radiologist 1 and 0.94 (95% CI 0.90 - 0.97) for pediatric radiologist 2. There was disagreement in up to 28.1% within the measurements of one examiner.

Between the treatment decisions of the pediatric surgeons, Fleiss' Kappa values of 0.33 and 0.49 showed minimal to weak agreement. Resident 2 (Cohen's Kappa 0.90) showed the highest intrarater-reliability, resident 1 (0.46) the lowest. Disagreement between therapeutic decisions was up to 28.1%.

Conclusion: Our results showed a high variability of the dislocation measurements and the resulting treatment decisions. Higher clinical experience did not lead to better results. The high variability of treatment decisions questions whether dislocation measurement should be used to determine an indication for surgical or conservative treatment. A standardized measurement procedure and clear guidelines for therapy decision should be introduced.

Keywords: medial epicondyle fracture, dislocation, interrater reliability, intrarater reliability

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	2
Zusammenfassung.....	3
Abstract.....	5
Glossar und Abkürzungen.....	9
Abbildungsverzeichnis.....	10
Tabellenverzeichnis.....	12
1 Einleitung	13
1.1 Anatomie des Ellenbogengelenks	13
1.1.1 Bewegungsausmaß des Ellenbogengelenks	14
1.1.2 Anatomie des Epicondylus ulnaris	14
1.2 Frakturen des Epicondylus ulnaris	15
1.2.1 Behandlungsmöglichkeiten der Frakturen	16
1.2.2 Kriterien zur Indikation für eine operative Behandlung	18
1.2.3 Unterschiede im Behandlungserfolg zwischen konservativer und operativer Frakturversorgung	19
1.2.4 Behandlung der Epicondylus ulnaris Frakturen an der Universitätsklinik Graz	21
1.3 Fragestellung der Studie	27
2 Methoden	28
2.1 Studienaufbau	28
2.2 Statistische Analyse	29

3	Ergebnisse	31
3.1	PatientInnenkollektiv	31
3.1.1	Vergleich Alter und Geschlecht.....	31
3.2	Therapie der Frakturen.....	33
3.2.1	Vergleich Behandlung mit Alter und Geschlecht.....	33
3.3	Variabilität der Messungen.....	36
3.3.1	Deskriptive Statistik der Messungen.....	36
3.3.2	Einigkeit in den Dislokationsmessungen.....	38
3.4	Variabilität der Behandlungsvorgaben.....	51
3.4.1	Übereinstimmungen der Therapievorgaben	58
3.4.2	Intrarater – Reliabilität der Therapievorgaben	58
3.4.3	Übereinstimmungen der Therapievorgaben zwischen den Untersuchern.....	59
3.4.4	Interrater – Reliabilität der Therapievorgaben	61
4	Diskussion.....	62
	Literaturverzeichnis	67

Glossar und Abkürzungen

Abb.	Abbildung
ICC	Intraklassenkorrelationskoeffizient
ID	Identifikationsnummer
KC	Kinderchirurg
KI	Konfidenzintervall
kons.	konservativ
KR	Kinderradiologe
Lig.	Ligamentum
M1	Messzeitpunkt 1
M2	Messzeitpunkt 2
Mm	Millimeter
MW	Mittelwert
SD	Standardabweichung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Röntgenaufnahmen einer Epicondylus ulnaris Fraktur bei einem elfjährigen Jungen.....	21
Abbildung 2 Kontrollerröntgenaufnahmen der Fraktur in Oberarmschienen nach fünf Tagen	22
Abbildung 3 Röntgenaufnahmen eines 17-jährigen Jungen mit Ellenbogenluxation und Epicondylus ulnaris Fraktur	23
Abbildung 4 Bildwandlerkontrolle nach Reposition und Schraubenosteosynthese	24
Abbildung 5 Postoperatives Röntgenbild des Jungen nach zwei Monaten	25
Abbildung 6 Röntgenbilder einer Epicondylus ulnaris Fraktur eines fünfjährigen Mädchens.....	26
Abbildung 7 Röntgenkontrolle nach offener Reposition und Bohrdrahtosteosynthese	27
Abbildung 8 Beispiel einer Dislokationsmessung mit Synedra Personal View, die Messung der Dislokation ergab 4,4mm.	29
Abbildung 9 Altersverteilung der weiblichen Patientinnen (Alter in Jahren).....	32
Abbildung 10 Altersverteilung der männlichen Patienten (Alter in Jahren).....	32
Abbildung 11 Therapie der weiblichen Patientinnen.....	34
Abbildung 12 Therapie der männlichen Patienten.....	35
Abbildung 13 Streudiagramm mit 2 Messungen für Kinderchirurg 1 (KC 1).....	45
Abbildung 14 Streudiagramm mit 2 Messungen für Kinderchirurg 2 (KC 2).....	46
Abbildung 15 Streudiagramm mit 2 Messungen für Assistent 1 (KC 3).....	47
Abbildung 16 Streudiagramm mit 2 Messungen für Assistent 2 (KC 4).....	48

Abbildung 17 Streudiagramm mit 2 Messungen für Kinderradiologe 1 (KR 1)	49
Abbildung 18 Streudiagramm mit 2 Messungen für Kinderradiologe 2 (KR 2)	50
Abbildung 19 Behandlungsvorgaben aller vier Untersucher zum Messzeitpunkt 1	52
Abbildung 20 Behandlungsvorgaben aller vier Untersucher zum Messzeitpunkt 2	53
Abbildung 21 Behandlungsvorgaben Kinderchirurg 1 (KC 1)	54
Abbildung 22 Behandlungsvorgaben Kinderchirurg 2 (KC 2)	55
Abbildung 23 Behandlungsvorgaben Assistent 1 (KC 3).....	56
Abbildung 24 Behandlungsvorgaben Assistent 2 (KC 4).....	57
Abbildung 25 Therapievorgaben der Untersucher zu beiden Messzeitpunkten mit durchschnittlich gemessener Dislokation in mm. Chirurgische Therapievorschläge rot hinterlegt; konservative Therapievorschläge grün hinterlegt.	60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Mittelwert mit Standardabweichung und Spannweite für die Dislokationsmessungen (SD = Standardabweichung, KC = Kinderchirurg, KR = Kinderradiologe).....	37
Tabelle 2 Einigkeit der Messung der Dislokation von insgesamt 57 Fällen mit dislozierten Epicondylus ulnaris Frakturen; als Einigkeit wurde ein Unterschied zwischen den Messungen $\leq 2\text{mm}$ definiert.....	40
Tabelle 3 Intraklassen- Korrelationskoeffizient (95% Konfidenzintervall) für die Interrater- Reliabilität	42
Tabelle 4 Intraklassen- Korrelationskoeffizient zwischen beiden Messungen jedes Untersuchers	44
Tabelle 5 Behandlungsvorgaben (konservativ oder operativ) der Kinderchirurgen mit Übereinstimmungen in den beiden Messungen (Prozentangabe).....	51
Tabelle 6 Cohens Kappa der vier Kinderchirurgen für die Behandlungsvorschläge Messung 1 gegen Messung 2	58
Tabelle 7 Fleiss´ Kappa der vier Kinderchirurgen in Messung 1 und Messung 2.	61

1 Einleitung

1.1 Anatomie des Ellenbogengelenks

Das Ellenbogengelenk setzt sich aus drei Teilgelenken zusammen, diese bilden zusammen eine funktionelle Einheit (Waldeyer, Anderhuber, Pera, & Streicher, 2012) (Platzer, Fritsch, Kahle, & Spitzer, 2018) (Wirth, Mutschler, Kohn, & Pohlemann, 2014). Zu der Gelenkfläche tragen das distale Ende des Humerus, sowie die proximalen Anteile von Speiche und Elle bei. Das Ellenbogengelenk besitzt eine gemeinsame Gelenkkapsel (Aumüller, et al., 2014) (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2007).

- Im Humeroulnargelenk artikuliert die Trochlea des Humerus mit der Incisura trochlearis der Ulna. Die Bewegungsachse des Scharniergelenks verläuft direkt unter den beiden Epicondylen quer durch den Humerus (Waldeyer, Anderhuber, Pera, & Streicher, 2012) (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2007) (Aumüller, et al., 2014).
- Das Humeroradialgelenk setzt sich aus dem Capitulum des Humerus und der Fovea radialis des Radius zusammen. Aufgrund des Bandapparates folgt das Gelenk den Bewegungen des Humeroulnargelenks (Waldeyer, Anderhuber, Pera, & Streicher, 2012) (Aumüller, et al., 2014).
- Das proximale Radioulnargelenk wird durch die Circumferentia articularis des Radiuskopfes und der Incisura radialis der Ulna gebildet und vom Ligamentum anulare des Radius ringförmig umschlossen (Waldeyer, Anderhuber, Pera, & Streicher, 2012) (Aumüller, et al., 2014). Das Zapfengelenk ermöglicht die Pronation und Supination der Hand (Waldeyer, Anderhuber, Pera, & Streicher, 2012).

Das Ellenbogengelenk wird zudem durch zwei Kollateralbänder geführt. Das radiale Seitenband entspringt am lateralen Epicondylus des Humerus und setzt über zwei Schenkel gemeinsam mit dem Ligamentum anulare radii verwachsen an der Elle an. Das mediale Seitenband zieht fächerförmig vom medialen Epicondylus ulnaris

zur Elle. Beide Epicondylen bleiben von Gelenkkapsel frei (Waldeyer, Anderhuber, Pera, & Streicher, 2012) (Aumüller, et al., 2014) (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2007) (Platzer, Fritsch, Kahle, & Spitzer, 2018).

1.1.1 Bewegungsausmaß des Ellenbogengelenks

Im Ellenbogengelenk ist eine maximale Beugung bis 150 Grad möglich, das Bewegungsausmaß wird durch eine Weichteilhemmung mit Muskel- und Fettgewebe bestimmt. Eine Streckung des Gelenks ist bis maximal 10 Grad möglich. Die Knochenhemmung erfolgt über das Olecranon (Waldeyer, Anderhuber, Pera, & Streicher, 2012) (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2007). Das Ellenbogengelenk weist in Streckung eine physiologische Valgusstellung mit einem Winkel von 165- 170 Grad auf (Waldeyer, Anderhuber, Pera, & Streicher, 2012) (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2007).

Die Umwendbewegung der Hand erfolgt gemeinsam im proximalen und distalen Radioulnargelenk. Die Bewegungsachse verläuft vom Radiuskopf zum Processus styloideus der Elle, Radius und Hand rotieren um die Elle (Aumüller, et al., 2014) (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2007). Pronation und Supination sind jeweils bis maximal 90 Grad möglich (Waldeyer, Anderhuber, Pera, & Streicher, 2012) (Aumüller, et al., 2014) (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2007).

1.1.2 Anatomie des Epicondylus ulnaris

Der Epicondylus ulnaris bildet an der medialen Seite des distalen Humerus den Ursprung des Caput commune der Unterarmbeugemuskulatur (Dauber, Feneis, & Spitzer, 2008) (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2007). Proximal setzt sich die Crista supracondylaris medialis in den Knochenvorsprung fort. Distal grenzt sich der Gelenkkopf mit der Gelenkfläche ab (Waldeyer, Anderhuber, Pera, & Streicher,

2012). Der Epicondylus ulnaris bleibt frei von der Kapsel des Ellenbogengelenks (Waldeyer, Anderhuber, Pera, & Streicher, 2012) (Aumüller, et al., 2014). Neben dem Ansatz der Unterarmbeugemuskulatur zieht das ulnare Seitenband (Lig. collaterale ulnare) vom Epicondylus ulnaris zur Elle (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2007). Dieses Band dient als wichtiger Stabilisator des Ellenbogengelenks bei Valgusstress (Cruz, Steere, & Lawrence, 2016) (Pathy & Dodwell, 2015).

Der Nervus ulnaris verläuft in enger Beziehung zum Epicondylus ulnaris auf der dorsalen Seite des Knochenvorsprungs im Sulcus nervus ulnaris (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2007). Die arterielle Blutversorgung des Epicondylus ulnaris erfolgt über die Arteria collateralis ulnaris inferior und Arteria collateralis ulnaris superior, sowie die Arteria recurrens ulnaris (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2007) (Pathy & Dodwell, 2015).

1.1.2.1 Entwicklung des Epicondylus ulnaris

Der Knochenkern des Epicondylus ulnaris entwickelt sich in etwa im 4. bis 9. Lebensjahr. Die vollständige Verknöcherung findet erst sehr spät im Alter von 15 bis 20 Jahren statt (Cruz, Steere, & Lawrence, 2016) (Pathy & Dodwell, 2015) (Popkin, Rosenwasser, & Ellis, 2017). Das Knorpelgewebe der Apophyse gilt als mögliche Prädilektionsstelle für Frakturen (Cruz, Steere, & Lawrence, 2016).

1.2 Frakturen des Epicondylus ulnaris

Epicondylus ulnaris Frakturen gelten als häufige Verletzung im Kindes- und Jugendlichenalter und machen 12% (Farsetti, Potenza, Caterini, & Ippolito, 2001) (Pathy & Dodwell, 2015) bis 20% (Cruz, Steere, & Lawrence, 2016) der Ellenbogenverletzung dieser Altersgruppe aus. Der größte Teil dieser Frakturen tritt

in der Gruppe der 9- bis 14-Jährigen auf. Männliche Patienten sind deutlich häufiger betroffen als weibliche Patientinnen (Hughes, et al., 2017) (Pathy & Dodwell, 2015).

Frakturen des Epicondylus ulnaris können infolge eines direkten Traumas beziehungsweise als Abrissfraktur auftreten. Abrissfrakturen des Knochenvorsprungs können durch einen Sturz auf den ausgestreckten Arm mit Zug über die Unterarmbeugemuskulatur entstehen (Pathy & Dodwell, 2015). Frakturen des Epicondylus können ebenfalls im Zusammenhang mit einer Dislokation des Ellenbogengelenks auftreten. Insgesamt werden 50-60% der Epicondylus ulnaris Frakturen mit einem luxierten Ellenbogengelenk assoziiert (Pathy & Dodwell, 2015) (Hughes, et al., 2017) (Chorney, Sylvestre, & Seeley, 2019). Bei dislozierten Frakturen stellt sich die Gefahr eines inkarzerierten Knochenfragments im Ellenbogengelenk (Pathy & Dodwell, 2015) (Gottschalk, Eisner, & Hosalkar, Medial epicondyle fractures in the pediatric population., 2012). Bei bis zu 18% dieser dislozierten Frakturen tritt ein inkarzeriertes Fragment im Ellenbogenbogen auf (Tarallo, et al., 2015) (Chorney, Sylvestre, & Seeley, 2019).

1.2.1 Behandlungsmöglichkeiten der Frakturen

Die Therapie von Epicondylus ulnaris Frakturen kann grundsätzlich konservativ oder operativ durch entsprechende Osteosyntheseverfahren erfolgen.

Die konservative Therapie erfolgt mit Ruhigstellung im Oberarmgips und danach Mobilisierung. Vor allem nicht dislozierte Frakturen werden bevorzugt konservativ therapiert (Pathy & Dodwell, 2015) (Cruz, Steere, & Lawrence, 2016) (Gottschalk, Eisner, & Hosalkar, Medial epicondyle fractures in the pediatric population., 2012).

Ziel einer operativen Behandlung ist die anatomische Refixierung des Epicondylus ulnaris Fragments zur Wiederherstellung der Stabilität und der Beweglichkeit des Ellenbogengelenks. Als Operationsverfahren erfolgt je nach Alter des Patienten/der Patientineine Schrauben- beziehungsweise Bohrdrahtosteosynthese (Weinberg & Tscherne, 2006).

1.2.1.1 Konservative Therapie

Die konservative Therapie der Epicondylus ulnaris Frakturen erfolgt durch Ruhigstellung mithilfe der Anlage einer Oberarmschiene in 90 Grad Beugstellung. Zunächst wird in der Regel ein gespaltener Oberarmgips angelegt, nach Abheilung der Weichteile erfolgt die Anlage eines geschlossenen Gipses. Damit wird eine Ruhigstellung für 3 bis 4 Wochen angestrebt. Zum Ausschluss einer sekundären Dislokation kann nach etwa einer Woche ein Kontrollröntgen durchgeführt werden. Anschließend sollte vor Freigabe zur Mobilisierung des Ellenbogens ein abschließendes Kontrollröntgen zur Sicherstellung der Stabilität des Gelenks erfolgen (Weinberg & Tscherne, 2006) (Pathy & Dodwell, 2015).

1.2.1.2 Operative Therapie

Bei der operativen Sanierung von Epicondylus ulnaris Frakturen wird eine anatomische Re-Fixierung des Knochenfragments mitsamt der Bandstrukturen des ulnaren Seitenbandes und des Muskelansatzes der Unterarmbeugemuskulatur angestrebt (Weinberg & Tscherne, 2006). Als Operationsverfahren finden vor allem eine Fixierung mittels einer Schraubenosteosynthese oder eine Bohrdrahtosteosynthese mit Kirschner-Drähten statt. Bei sehr kleinen Fragmenten oder Trümmerfrakturen bietet sich zudem die Möglichkeit einer Knochennaht (Weinberg & Tscherne, 2006) (Pathy & Dodwell, 2015).

Kirschner-Drähte werden bevorzugt bei jüngeren Kindern sowie bei für eine Verschraubung zu kleinen Fragmenten verwendet. Die Schraubenosteosynthese mit kanülierten Schrauben (3,0-4,5 mm) wird bei ausreichend großen Fragmenten und bevorzugt ab einem Alter von 10 bis 12 Jahren eingesetzt. Die Verwendung von Spongiosaschrauben mit Teilgewinde führt hier zu einer besseren Kompression der Fraktur (Weinberg & Tscherne, 2006) (Pathy & Dodwell, 2015).

Nach einer Schraubenosteosynthese sollte die Ruhigstellung in einer Orthese in 90 Grad Beugstellung für 7 bis 10 Tagen postoperativ zur Vermeidung einer Versteifung des Gelenks kurzgehalten werden. Danach kann eine Mobilisierung mit oder ohne abnehmbarer Schiene folgen. Nach einer Bohrdrahtosteosynthese sollte aufgrund der geringeren Stabilität nach Abschwellung der Weichteile eine Ruhigstellung in einem Oberarmgips für circa 3 Wochen erfolgen. Die Mobilisierung erfolgt schmerzadaptiert (Weinberg & Tscherne, 2006) (Pathy & Dodwell, 2015).

Aufgrund der oberflächennahen Lage des Osteosynthesematerials unter der Haut ist meist ein zweiter operativer Eingriff zur Metallentfernung indiziert. Kirschner-Drähte können nach circa 4 bis 6 Wochen und Schrauben nach 8 bis 12 Wochen entfernt werden (Weinberg & Tscherne, 2006).

Postoperativ erreichen 90 bis 100% der PatientInnen eine Knochenheilung der Fraktur mit guter Stabilität und Beweglichkeit. Für ein bestehendes Streckdefizit sowie für eine Valgus-Instabilität des Ellenbogens finden sich in der Literatur Zahlen für weniger als 5 Prozent der PatientInnen (Pathy & Dodwell, 2015).

1.2.2 Kriterien zur Indikation für eine operative Behandlung

Eine absolute Operationsindikation ergibt sich aus einer offenen Fraktur sowie einem inkarzerierten Knochenfragment im Gelenk (Cruz, Steere, & Lawrence, 2016) (Gottschalk, Eisner, & Hosalkar, Medial epicondyle fractures in the pediatric population., 2012) (Pathy & Dodwell, 2015) (Pace & Henrikus, 2017) (Weinberg & Tscherne, 2006). Als relative Operationsindikation finden sich eine Beeinträchtigung des Nervus ulnaris, eine bedeutende Instabilität des Ellenbogens und die Dislokation des Knochenfragments (Pathy & Dodwell, 2015) (Gottschalk, Eisner, & Hosalkar, Medial epicondyle fractures in the pediatric population., 2012) (Ostrander, O'Connell, & Dolch, 2019). Uneinigkeit besteht jedoch über das notwendige Ausmaß der Dislokation. Von verschiedenen Autoren werden Dislokation größer als

2 mm beziehungsweise größer als 5 mm als Operationsindikation angegeben (Pathy & Dodwell, 2015) (Cruz, Steere, & Lawrence, 2016) (Farsetti, Potenza, Caterini, & Ippolito, 2001) (Pappas, Lawrence, Donegan, Ganley, & Flynn, 2010). Zudem besteht bei gleichzeitiger Dislokation des Ellenbogens die Tendenz zur operativen Frakturversorgung (Hughes, et al., 2017).

1.2.3 Unterschiede im Behandlungserfolg zwischen konservativer und operativer Frakturversorgung

Der Behandlungserfolg zwischen konservativer und operativer Frakturversorgung wird von verschiedenen Autoren unterschiedlich beurteilt.

Die Therapieerfolge in der Versorgung von dislozierten Epicondylus ulnaris Frakturen bei gleichzeitig fehlender absoluter Operationsindikation zeigten in der Literatur zwischen konservativer und operativer Therapie vergleichbare Ergebnisse. So stellten sich oftmals keine relevanten Unterschiede bezüglich Beweglichkeit, Stabilität und Heilungsrate heraus (Farsetti, Potenza, Caterini, & Ippolito, 2001) (Cruz, Steere, & Lawrence, 2016) (Pappas, Lawrence, Donegan, Ganley, & Flynn, 2010) (Hughes, et al., 2017) (Brnjoš & Patel, 2019) (Axibal, Carry, Skelton, & Mayer, 2018) (Stepanovich, et al., 2016).

Eine weitere Studie empfiehlt für geschlossene, dislozierte Epicondylus ulnaris Frakturen unabhängig der Dislokationsweite bei fehlender absoluter Operationsindikation ein konservatives Therapievorgehen und konnte damit gute Behandlungserfolge erzielen (Lim, Woo, Chong, UL-Alam, & Allen, 2015).

Im Gegensatz dazu wird ein vermehrtes Auftreten von Pseudarthrosen als Komplikation von konservativ behandelten Epicondylus ulnaris Frakturen beschrieben. Daraus resultierte jedoch kein höheres Auftreten von Schmerzen bei den PatientInnen (Pathy & Dodwell, 2015) (Hughes, et al., 2017) (Stepanovich, et al., 2016) (Kamath, Baldwin, Horneff, & Hosalkar, 2009).

Anderen Autoren erzielten mit der operativen Behandlung von dislozierten Epicondylus ulnaris Frakturen bessere Ergebnisse (Lee, Shen, Chang, Lee, & Wu, 2005) (Ip & Tsang, 2007).

Trotz fehlender eindeutig beweisender Datenlage (Firth , Marson, & Hunter, 2019) zeigt bei der Behandlung von Epicondylus ulnaris Frakturen der Trend in Richtung operatives Therapievorgehen. Daraus verspricht man sich, eine höhere Stabilität für das Ellenbogengelenk zu erzielen, Steifigkeit im Gelenk zu vermeiden und eine schnellere vollständige Belastbarkeit und Beweglichkeit zu erreichen (Pathy & Dodwell, 2015).

1.2.4 Behandlung der Epicondylus ulnaris Frakturen an der Universitätsklinik Graz

Frakturen des Epicondylus ulnaris wurden in der Abteilung für Allgemeine Kinder- und Jugendchirurgie der Medizinischen Universität Graz sowohl konservativ als auch operativ versorgt.

1.2.4.1 Beispiel einer konservativ behandelten Fraktur

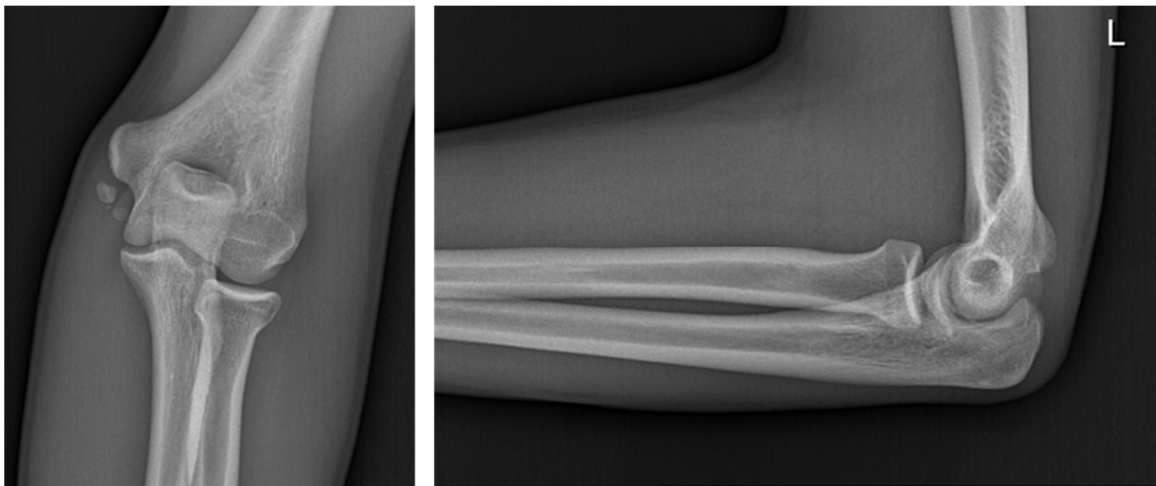


Abbildung 1 Röntgenaufnahmen einer Epicondylus ulnaris Fraktur bei einem elfjährigen Jungen

Abbildung 1 zeigt die posttraumatischen Röntgenaufnahmen eines elfjährigen Jungen mit Fraktur nach Sturz beim Fußballspielen.

In Abbildung 2 zeigen sich die Kontroll-Röntgenaufnahmen nach fünf Tagen.

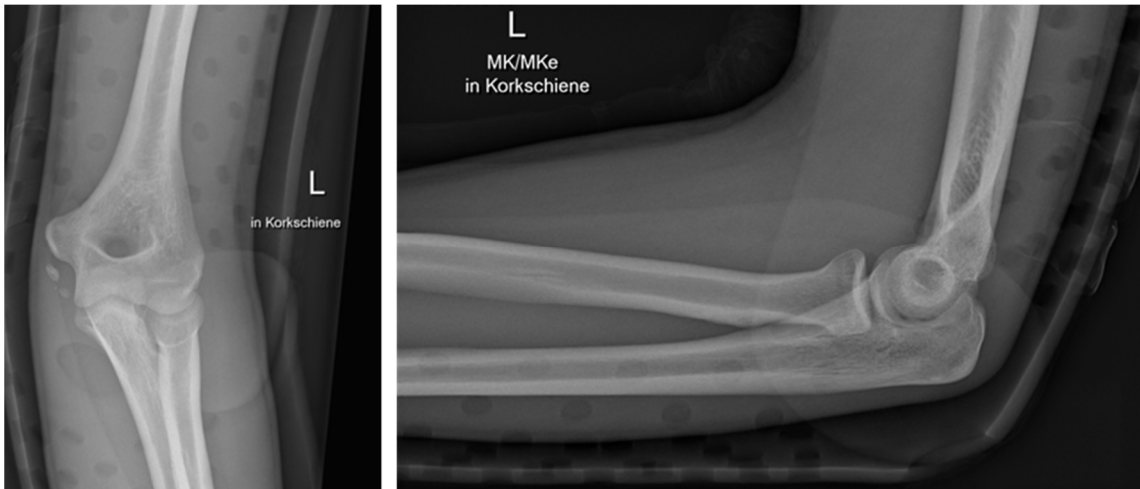


Abbildung 2 Kontrollröntgenaufnahmen der Fraktur in Oberarmschienen nach fünf Tagen

Die Fraktur wurde konservativ behandelt, es erfolgte eine Ruhigstellung in einer Oberarmschiene. Eine Röntgenkontrolle wurde am fünften posttraumatischen Tag bei anliegender Oberarmschiene durchgeführt.

1.2.4.2 Beispiele für operativ versorgte Frakturen

Die operative Versorgung von Epicondylus ulnaris Frakturen erfolgte an der Abteilung sowohl mittels Schraubenosteosynthese als auch mithilfe der Bohrdrahtosteosynthese.

1.2.4.2.1 Frakturversorgung mittels Schraubenosteosynthese

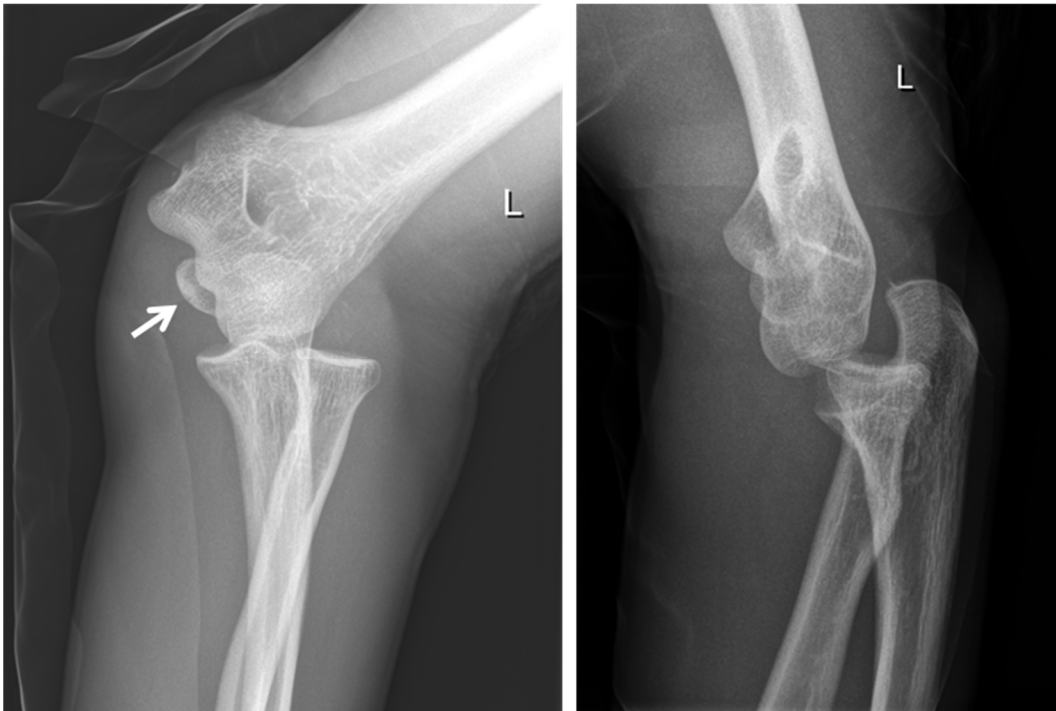


Abbildung 3 Röntgenaufnahmen eines 17-jährigen Jungen mit Ellenbogenluxation und Epicondylus ulnaris Fraktur

Abbildung 3 zeigt die posttraumatischen Röntgenbilder eines 17-jährigen Patienten mit Ellenbogenluxation und Fraktur des Epicondylus ulnaris nach Sturz aus dem Handstand. Die Verletzung wurde operativ versorgt.

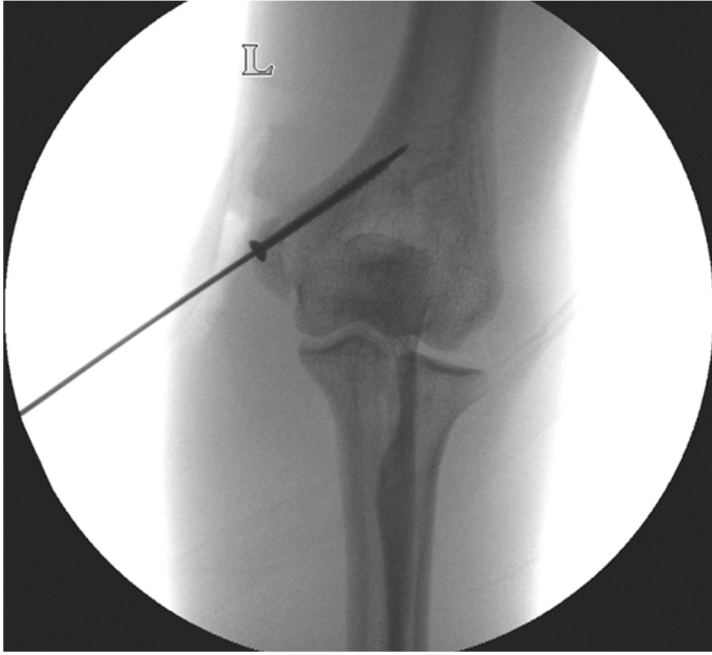


Abbildung 4 Bildwandlerkontrolle nach Reposition und Schraubenosteosynthese

In Abbildung 4 ist die intraoperative Bildwandler-Kontrolle nach Reposition und Durchführung einer Schraubenosteosynthese zu sehen.

Die Kontrollröntgenbilder zwei Monate posttraumatisch sind in Abbildung 5 angeführt.

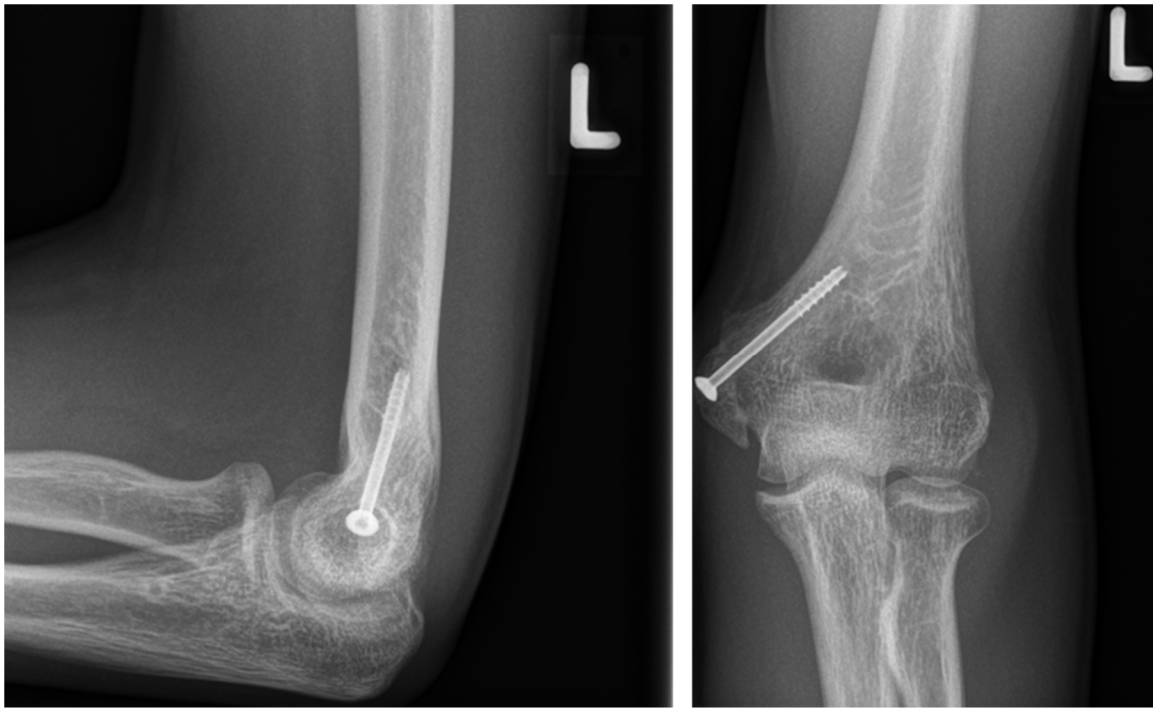


Abbildung 5 Postoperatives Röntgenbild des Jungen nach zwei Monaten

1.2.4.2.2 Frakturversorgung mittels Bohrdrahtosteosynthese

Abbildung 6 zeigt die Röntgenbilder einer fünfjährigen Patientin mit Luxation des rechten Ellenbogens und Epicondylus ulnaris Fraktur nach Sturz aus einem Hochbett. Die Fraktur wurde hier mittels offener Reposition und Bohrdrahtsynthese versorgt.

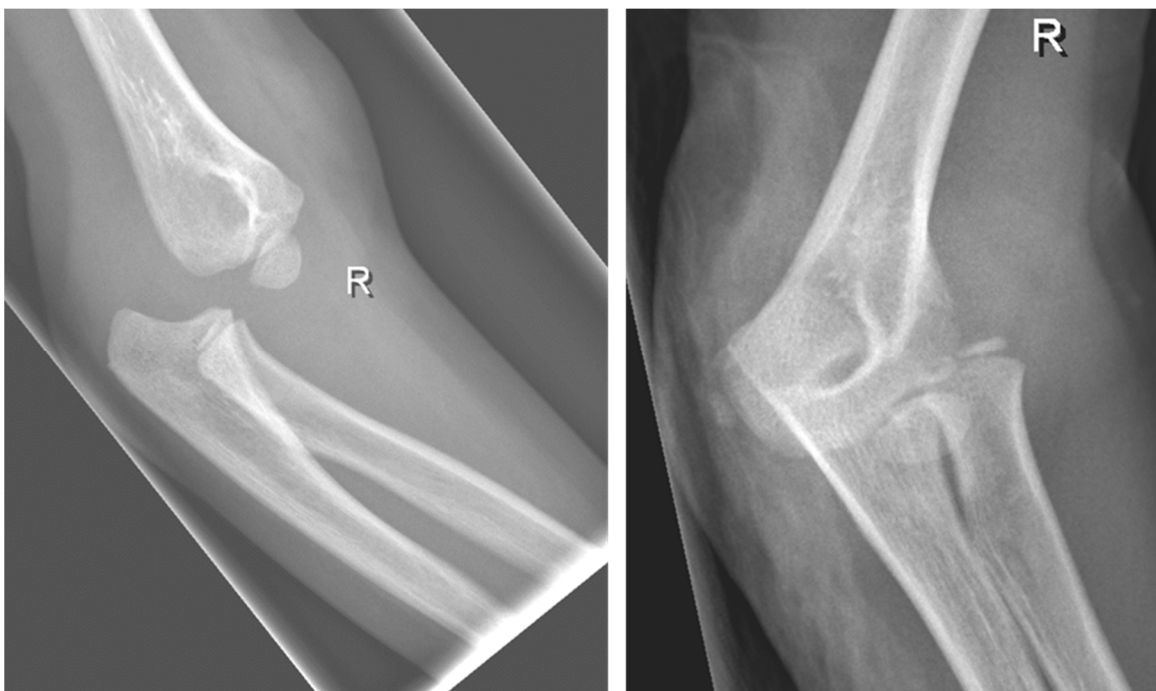


Abbildung 6 Röntgenbilder einer Epicondylus ulnaris Fraktur eines fünfjährigen Mädchens

In Abbildung 7 sind die postoperativen Röntgenbilder der Patientin zu sehen. Die Fraktur wurde mithilfe zweier Bohrdrähte fixiert. Es erfolgte eine postoperative Ruhigstellung für 3 Wochen.

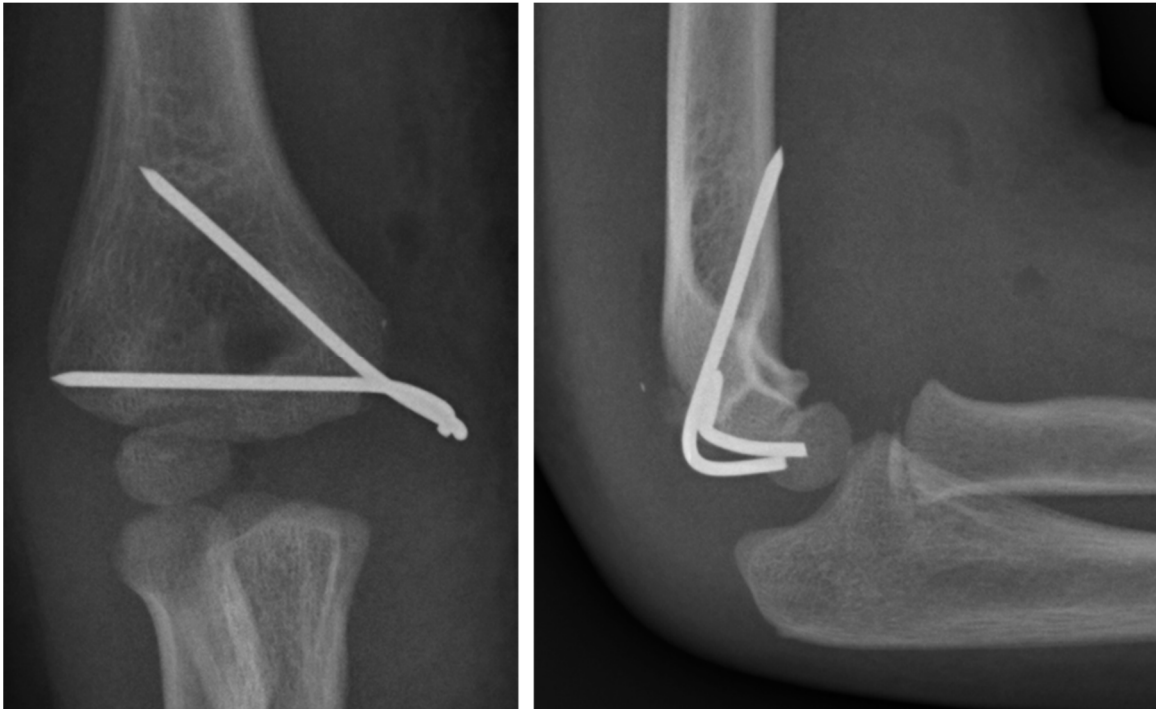


Abbildung 7 Röntgenkontrolle nach offener Reposition und Bohrdrahtosteosynthese

1.3 Fragestellung der Studie

Bei der Therapieentscheidung zwischen konservativer und operativer Behandlung bei Epicondylus ulnaris Frakturen kommt dem Ausmaß der Dislokation oftmals eine entscheidende Bedeutung zu (Pappas, Lawrence, Donegan, Ganley, & Flynn, 2010) (Hughes, et al., 2017) (Onay, et al., 2019). Das Ziel der Studie war, die Verlässlichkeit bei Messungen der Dislokation der Epicondylus ulnaris Frakturen und den daraus folgenden Therapieentscheidungen zwischen UntersucherInnen unterschiedlicher Erfahrungsstufen zu untersuchen.

2 Methoden

2.1 Studienaufbau

Die Studie wurde an der Universitätsklinik für Allgemeine Kinder- und Jugendchirurgie der Medizinischen Universität Graz durchgeführt. Die Genehmigung erfolgte durch die Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz mit der Ethikkommissionsnummer EK 30-122 ex17/18.

Inkludiert wurden in die Studie PatientInnen mit Epicondylus ulnaris Fraktur unter Berücksichtigung folgender Einschlusskriterien:

- Behandlung im Zeitraum 2007 bis 2016
- Dislozierte Fraktur
- Vorhandenes Röntgenbild
- Alter null bis 18 Jahre

Die Messung der Dislokationen erfolgte unabhängig voneinander durch sechs Personen, je zwei erfahrene Oberärzte für Kinderchirurgie, zwei Assistenzärzte für Kinderchirurgie und zwei Kinderradiologen. Eine zweite Messung durch alle sechs Untersucher erfolgte im Abstand von vier Wochen. Zusätzlich wurde von den vier Kinderchirurgen an beiden Zeitpunkten jeweils ein Behandlungsvorschlag (konservativ oder operativ) zu jeder Messung angegeben.

Für die Vermessungen wurde das Programm Synedra Personal View (Version 17.0.0.2) verwendet. Abbildung 8 zeigt ein Beispielmessung.

Zudem wurden noch folgende Parameter der PatientInnen retrospektiv analysiert:

- Alter beim Unfall
- Geschlecht
- Art der tatsächlich durchgeführten Behandlung



Abbildung 8 Beispiel einer Dislokationsmessung mit Synedra Personal View, die Messung der Dislokation ergab 4,4mm.

2.2 Statistische Analyse

Für die Auswertung wurden die Variablen Alter, Geschlecht und Behandlungsart untersucht. Die Berechnung der deskriptiven Statistik erfolgte mittels SPSS (Version 22). Für das Alter der PatientInnen zum Zeitpunkt des Unfalls wurden Mittelwerte mit Standardabweichung und Spannweite berechnet. Zudem wurde das Geschlechterverhältnis, die Altersverteilung nach Geschlecht, die Art der Behandlung und die Behandlung nach Geschlecht untersucht.

Für die Dislokationsmessungen der sechs Personen wurden Mittelwerte mit Standardabweichung und Spannweite berechnet. Die Messwerte wurden auf Übereinstimmung zwischen den Untersuchern untersucht. Nach Papas et al. wurde eine Differenz zwischen Messwerten von kleiner bzw. gleich 2 Millimeter als Einigkeit gewertet (Pappas, Lawrence, Donegan, Ganley, & Flynn, 2010). Die

Einigkeit wurde sowohl zwischen den Untersuchern sowie innerhalb der zwei Messungen einzelner Untersucher analysiert. Die Interrater-Reliabilität der Messungen wurde mittels two way mixed, consistency, single measure (ICC 3,1) mittels SPSS Version 22 berechnet. Die Intrarater-Reliabilität wurde mittels two way mixed, absolute agreement, single measure in SPSS Version 22 berechnet (Koo & Li, 2015).

ICC -Werte unter 0,5 wurden als schwache Reliabilität, Werte zwischen 0,5 und 0,75 als moderate Reliabilität, Werte zwischen 0,75 und 0,9 als gute Reliabilität und Werte über 0,9 als ausgezeichnete Reliabilität gewertet (Koo & Li, 2015).

Streuungsdiagramme mit den Messwerten beider Zeitpunkte jeder Person wurden erstellt, um die Variabilität zwischen den Messungen jedes Untersuchers darzustellen.

Bei den Behandlungsvorschlägen der Kinderchirurgen wurde zwischen konservativer und operativer Therapie unterschieden. Anzahl und Prozentsatz der jeweiligen Therapie wurde berechnet und grafisch dargestellt. Mittels Cohens Kappa wurde die Intrarater-Reliabilität dieser kategorischen Variable analysiert. Die Interrater-Reliabilität der Behandlungsvorschläge aller vier Kinderchirurgen wurde mithilfe der Fleiss' Kappa Werte berechnet.

Für die Interpretation der Übereinstimmung wurden Kappa Werte von 0 bis 0,20 als fehlende Übereinstimmung, 0,21 bis 0,39 als minimale Übereinstimmung, 0,40 bis 0,59 als schwache Übereinstimmung, 0,60 bis 0,79 als moderate Übereinstimmung, 0,80 bis 0,90 als starke Übereinstimmung und Werte größer 0,90 als nahezu perfekte Übereinstimmung gewertet (McHugh, 2012).

3 Ergebnisse

3.1 PatientInnenkollektiv

Insgesamt erfüllten 57 der 176 PatientInnen die Aufnahmekriterien für die Studie. Das durchschnittliche Alter der StudienteilnehmerInnen war 11,5 Jahre bei einer Standardabweichung von 2,9. Das Minimalalter betrug fünf Jahre, das Maximalalter belief sich auf 17 Jahre. Das Studienkollektiv unterteilte sich in 23 weibliche Patientinnen und 34 männliche Patienten. Dies entspricht einer Zusammensetzung von 40% weiblichen Teilnehmerinnen und 60% männlichen Teilnehmern.

3.1.1 Vergleich Alter und Geschlecht

Das mittlere Alter der 23 weiblichen Patientinnen ergab 10,04 Jahre bei einer Standardabweichung von 2,72 und einer Spannweite von 5 Jahren bis 16 Jahren. In Abbildung 9 ist die genaue Verteilung der Patientinnen bezogen auf das Alter dargestellt.

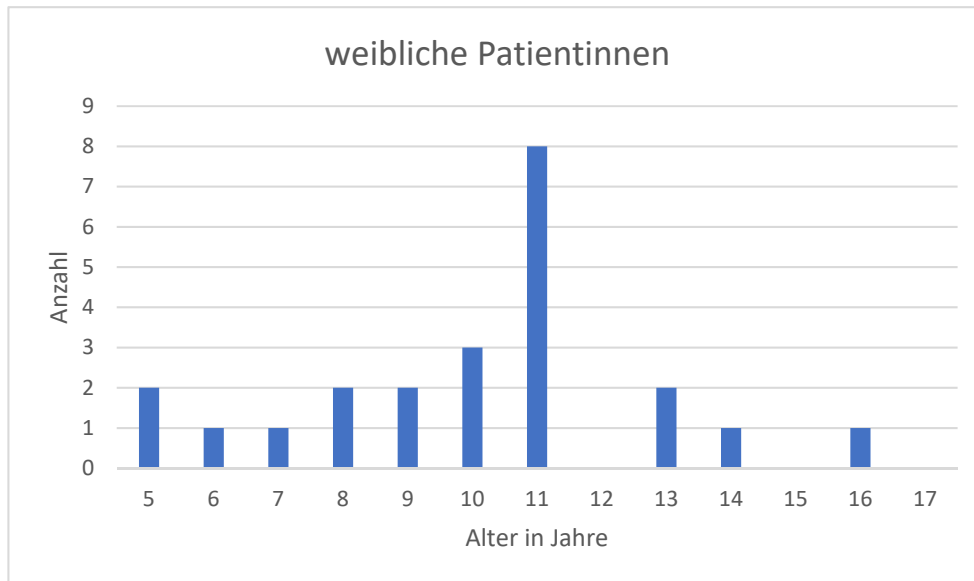


Abbildung 9 Altersverteilung der weiblichen Patientinnen (Alter in Jahren)

Die männlichen Studienteilnehmer waren im Mittel 12,6 Jahre alt. Die Standardabweichung war 2,6 und die Spannweite 6 Jahre bis 17 Jahre. Abbildung 10 stellt das männliche Patientenkollektiv bezüglich der Altersverteilung dar.

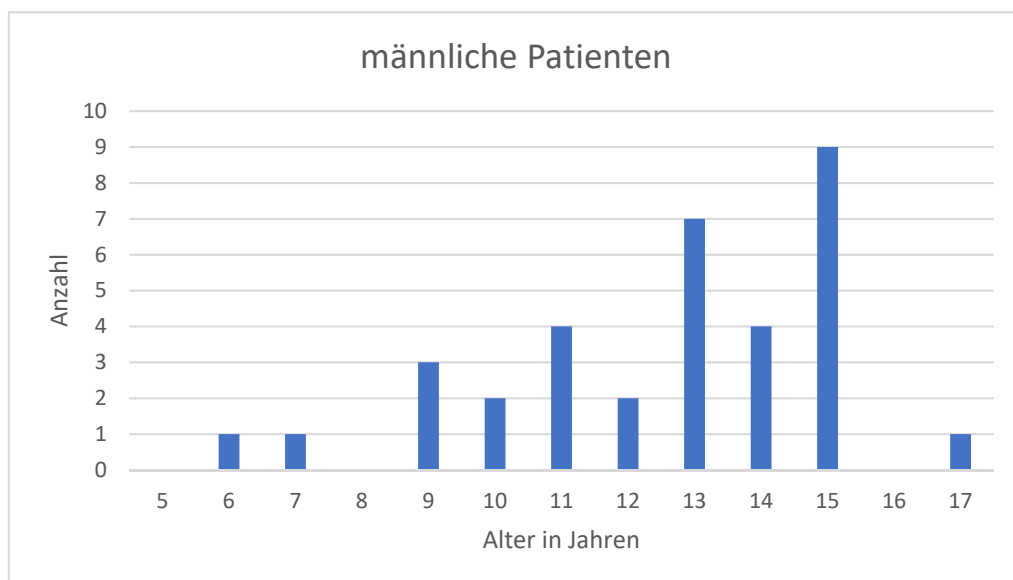


Abbildung 10 Altersverteilung der männlichen Patienten (Alter in Jahren)

3.2 Therapie der Frakturen

Insgesamt 12 der 57 PatientInnen wurden konservativ therapiert. Dies entspricht 21% des Kollektivs. Bei 45 PatientInnen erfolgte primär eine operative Behandlung der Fraktur. Somit wurden 79% der dislozierten Epicondylus ulnaris Frakturen operativ versorgt.

3.2.1 Vergleich Behandlung mit Alter und Geschlecht

Von den 23 weiblichen Patientinnen wurden 6 konservativ behandelt (26%) und 17 primär operativ versorgt (74%). In Abbildung 11 ist die Wahl der Behandlung bei weiblichen Patientinnen bezogen auf das Alter dargestellt.

Patientinnen mit einem Alter zwischen 5 Jahren bis 11 Jahren wurden sowohl konservativ als auch operativ versorgt. In der Gruppe der 13 bis 16-jährigen erfolgte ausschließlich eine operative Therapie.

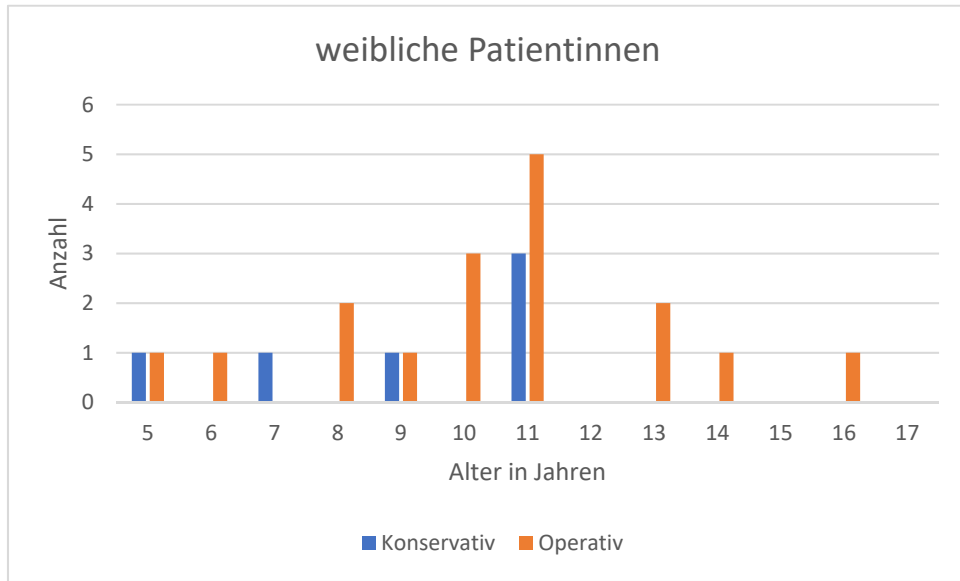


Abbildung 11 Therapie der weiblichen Patientinnen

Von den 34 männlichen Patienten wurden 6 konservativ (18%) und 28 operativ (82%) therapiert (82%). Patienten mit einem Alter zwischen 14 und 17 Jahren wurden ausschließlich osteosynthetisch versorgt (Abbildung 12).

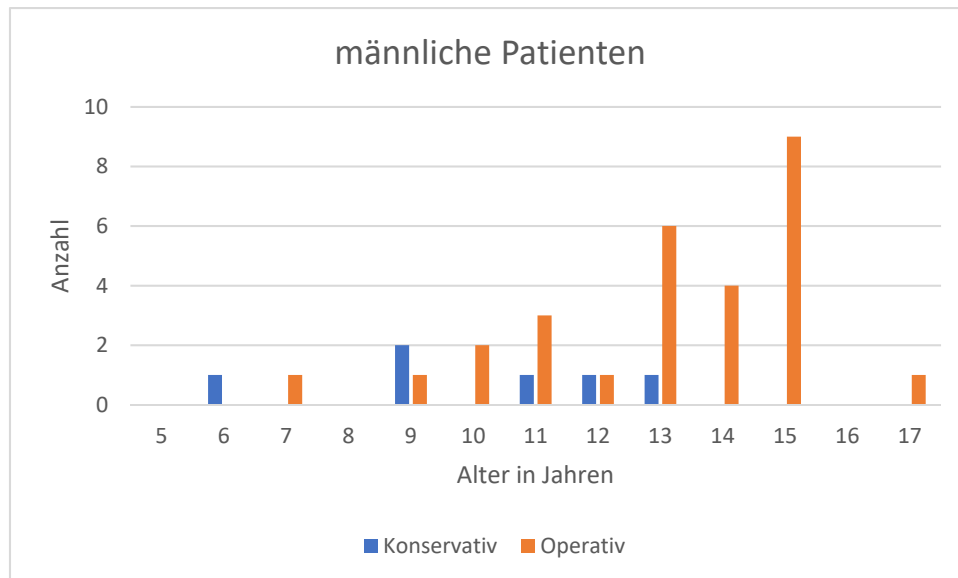


Abbildung 12 Therapie der männlichen Patienten

3.3 Variabilität der Messungen

3.3.1 Deskriptive Statistik der Messungen

Anhand der 57 Röntgenbilder wurden die Dislokationen der Epicondylus ulnaris Frakturen von 6 Personen zu je zwei Zeitpunkten im Abstand von vier Wochen vermessen. Dabei wurden die Messungen von je zwei erfahrenen Kinderchirurgen, zwei Assistenten in Ausbildung zum Kinderchirurgen und zwei erfahrenen Kinderradiologen vorgenommen.

In Tabelle 1 sind die Mittelwerte für die gemessene Dislokation mit Standardabweichung und Spannweite für die jeweilige Person zu den zwei Messzeitpunkten angegeben.

	Messung 1 Mittelwert \pm SD (Spannweite) [mm]	Messung 2 Mittelwert \pm SD (Spannweite) [mm]
Kinderchirurg 1 (KC 1)	7,4 \pm 5,6 (0,0 – 40,0)	5,7 \pm 3,1 (1,0 – 20,0)
Kinderchirurg 2 (KC 2)	7,3 \pm 3,7 (0,5 – 16,2)	7,2 \pm 3,4 (0,5 – 17,4)
Assistent 1 (KC 3)	4,9 \pm 3,6 (0,0 – 23,6)	5,5 \pm 3,8 (1,0 – 26,9)
Assistent 2 (KC 4)	7,9 \pm 4,6 (1,3 – 24,0)	7,8 \pm 4,0 (1,5 – 20,1)
Kinderradiologe 1 (KR 1)	6,1 \pm 3,9 (1,3 – 27,4)	5,9 \pm 3,6 (1,0 – 21,4)
Kinderradiologe 2 (KR 2)	6,1 \pm 3,8 (1,5 – 27,9)	5,8 \pm 3,8 (1,3 – 27,2)

Tabelle 1 Mittelwert mit Standardabweichung und Spannweite für die Dislokationsmessungen (SD = Standardabweichung, KC = Kinderchirurg, KR = Kinderradiologe)

3.3.2 Einigkeit in den Dislokationsmessungen

Nach Pappas et al. wurde eine Differenz in den Dislokationsmessungen von kleiner oder gleich zwei Millimeter als Einigkeit zwischen den Untersuchern gewertet (Pappas, Lawrence, Donegan, Ganley, & Flynn, 2010). Analysiert wurde Einigkeit zunächst zwischen allen sechs Untersuchern und den vier chirurgischen Untersuchern. Dies wurde jeweils für beide Messzeitpunkte durchgeführt. Anschließend wurde die Variabilität getrennt für jeweils beide erfahrenen Kinderchirurgen, die zwei Assistenzärzte und beide Kinderradiologen verglichen. Hier wurden ebenfalls beide Messzeitpunkte getrennt untersucht.

Im Folgenden wird die Anzahl an Übereinstimmungen überprüft, welche jeder Untersucher zwischen beiden Messungen erreichte.

3.3.2.1 Einigkeit bei den Messungen zwischen den Untersuchern

Für den ersten Messzeitpunkt erreichten alle sechs Untersucher Einigkeit in 4 von 57 Fällen beziehungsweise in 7% der Fälle. Beim zweiten Messzeitpunkt lag die Einigkeit ebenfalls bei 4 von 57 Fällen. Die zwei erfahrenen Kinderchirurgen und die zwei Assistenzärzte erreichten gemeinsam bei beiden Messungen jeweils eine Übereinstimmung in 5 von 57 Fällen (8,8%).

Zwischen beiden Kinderchirurgen kam es bei der ersten Messung zu 33 von 57 (57,9%) und bei der zweiten Messung zu 32 von 57 (56%) Übereinstimmungen.

Die Kinderchirurgen in Ausbildung erreichten Einigkeit in 20 von 57 (35,1%) bei der ersten Messung und 25 von 57 (43,9%) bei der zweiten Messung.

Die höchste Übereinstimmung bestand zwischen den beiden Kinderradiologen. Hier bestand für Messung 1 Einigkeit in 41 (71,9%) Fällen und für Messung 2 in 45 von 57 (78,9%) Fällen.

In Tabelle 2 werden die als Einigkeit klassifizierten Dislokationsmessungen innerhalb der Personengruppen für beide Messungen dargestellt.

	Messung 1	Messung 2
Kinderchirurgen (KC 1 + KC 2) + Assistenten (KC 3 + KC 4) + Kinderradiologen (KR 1 + KR 2)	4 (7,0%)	4 (7,0%)
Kinderchirurgen (KC 1 + KC 2) + Assistenten (KC 3 + KC 4)	5 (8,8%)	5 (8,8%)
Kinderchirurgen (KC 1 + KC 2)	33 (57,9%)	32 (56%)
Assistenten (KC 3 + KC 4)	20 (35,1%)	25 (43,9%)
Kinderradiologen (KR 1 + KR 2)	41 (71,9%)	45 (78,9%)

Tabelle 2 Einigkeit der Messung der Dislokation von insgesamt 57 Fällen mit dislozierten Epicondylus ulnaris Frakturen; als Einigkeit wurde ein Unterschied zwischen den Messungen $\leq 2\text{mm}$ definiert.

3.3.2.1.1 Interrater – Reliabilität der Dislokationsmessungen

Die Interrater-Reliabilität wurde mittels Intraklassen-Korrelationskoeffizienten der jeweiligen Untersucher -Paarungen für beide Messzeitpunkte berechnet.

Werte wurden für alle sechs Rater gemeinsam, für die vier Kinderchirurgen, für beide erfahrenen Kinderchirurgen, für beide Assistenten und für beide Kinderradiologen zu jeweils beiden Messungen erstellt.

Nur die beiden Kinderradiologen erreichten im Vergleich eine gute Intrarater-Reliabilität bezüglich ihrer Messung zu beiden Zeitpunkten. Der Vergleich der Dislokationsmessungen der beiden erfahrenen Traumatologen ergab für Messung 1 eine schlechte Reliabilität. Die Ergebnisse der restlichen Berechnungen ergaben eine mäßige Reliabilität.

Die Intraklassen-Korrelationskoeffizienten sind in Tabelle 3 dargestellt.

	Messung 1	Messung 2
	ICC (95% KI)	ICC (95% KI)
Kinderchirurgen (KC 1 + KC 2) + Assistenten (KC 3 + KC 4) + Kinderradiologen (KR 1 + KR 2)	0,63 (0,52 – 0,67)	0,71 (0,62 – 0,80)
Kinderchirurgen (KC 1 + KC 2) + Assistenten (KC 3 + KC 4)	0,54 (0,41 – 0,67)	0,66 (0,55 – 0,76)
Kinderchirurgen (KC 1 + KC 2)	0,28 (0,02 – 0,50)	0,52 (0,31 – 0,69)
Assistenten (KC 3 + KC 4)	0,60 (0,40 – 0,74)	0,75 (0,66 – 0,87)
Kinderradiologen (KR 1 + KR 2)	0,84 (0,75 – 0,90)	0,84 (0,74 – 0,90)

Tabelle 3 Intraklassen- Korrelationskoeffizient (95% Konfidenzintervall) für die Interrater- Reliabilität

3.3.2.2 Einigkeit innerhalb der Messungen eines Untersuchers

Im nächsten Schritt wurden die Übereinstimmungen eines jeden Untersuchers zwischen seinen beiden Messungen untersucht. Auch hier wurde eine Differenz von kleiner oder gleich zwei Millimeter als Einigkeit klassifiziert. Für die Messungen der beiden erfahrenen Kinderchirurgen ergab sich Einigkeit in 43 (75,4%) und 41 (71,9%) von 57 Fällen. Die Kinderchirurgen in Ausbildung erzielten Übereinstimmung in 42 (73,7%) und 50 (87,7%) Fällen. Die Messungen der Kinderradiologen ergaben Übereinstimmungen in 52 (91,2%) und 51 (89,5%) Fällen.

3.3.2.2.1 Intrarater – Reliabilität der Dislokationsmessungen

Zur Bestimmung der Variabilität zwischen den beiden Messungen eines jeden Untersuchers wurde die Intrarater-Reliabilität berechnet.

Beide Kinderradiologen und Assistenten 2 erzielten sehr gute Werte bezüglich der Variabilität ihrer Messungsergebnisse. Der Interklassen-Korrelationskoeffizient für Kinderchirurg 2 und Assistent 1 ergab eine gute Reliabilität. Lediglich die Messungen von Kinderchirurg 1 erzielten eine mäßige Reliabilität.

In Tabelle 4 sind die Intraklassen-Korrelationskoeffizienten für beide Messzeitpunkte für den jeweiligen Untersucher dargestellt.

	Intraklassen-Korrelationskoeffizient (95% KI)
Kinderchirurg 1 (KC 1)	0,67 (0,48 – 0,81)
Kinderchirurg 2 (KC 2)	0,80 (0,70 – 0,88)
Assistent 1 (KC 3)	0,80 (0,68 – 0,88)
Assistent 2 (KC 4)	0,93 (0,88 – 0,96)
Kinderradiologe 1 (KR 1)	0,93 (0,88 – 0,96)
Kinderradiologe 2 (KR 2)	0,94 (0,90 – 0,97)

Tabelle 4 Intraklassen- Korrelationskoeffizient zwischen beiden Messungen jedes Untersuchers

Für die graphische Darstellung der Intrarater Variabilität zwischen den beiden Messzeitpunkten wurde für jeden Untersucher ein Streudiagramm mit den Messergebnissen erstellt (Abbildungen 13-18).

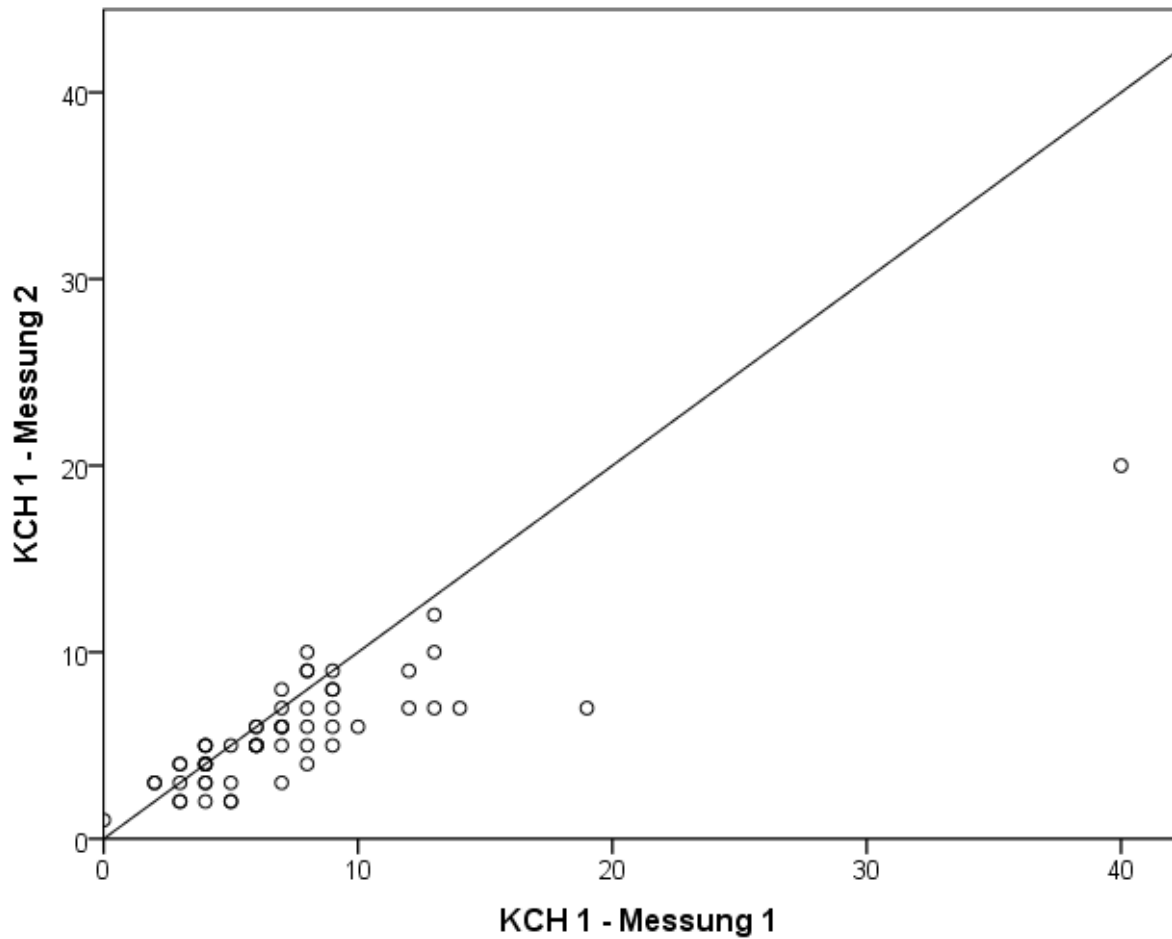


Abbildung 13 Streudiagramm mit 2 Messungen für Kinderchirurg 1 (KC 1)

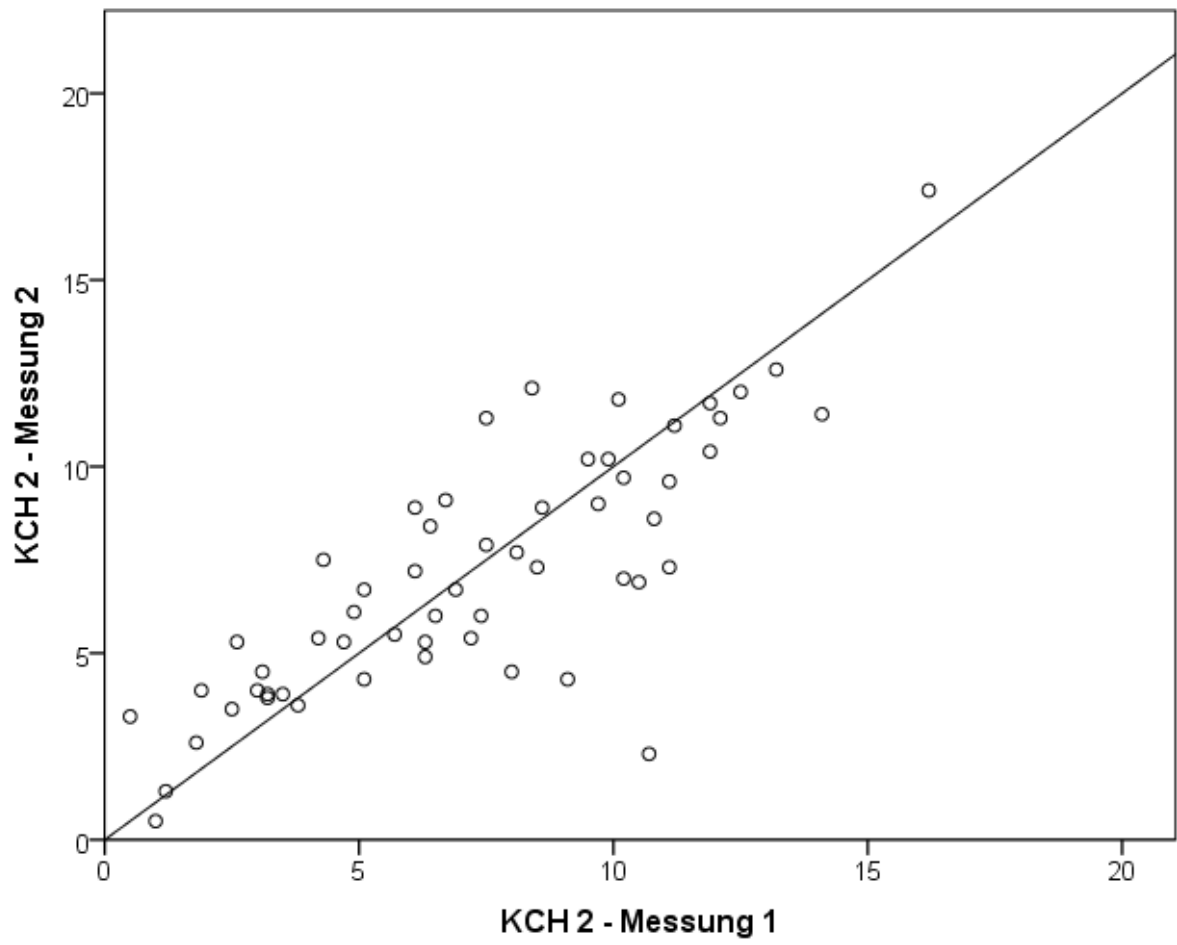


Abbildung 14 Streudiagramm mit 2 Messungen für Kinderchirurg 2 (KC 2)

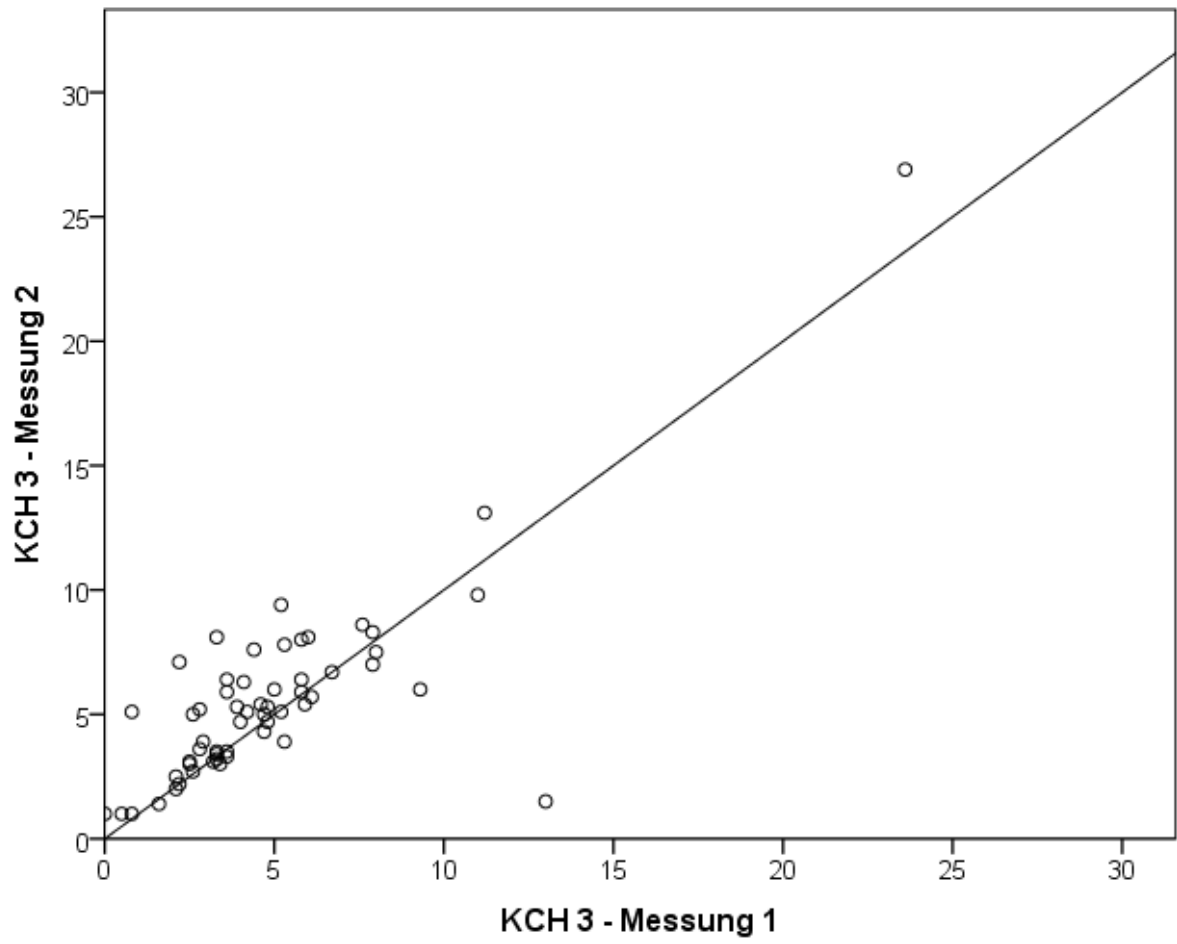


Abbildung 15 Streudiagramm mit 2 Messungen für Assistent 1 (KC 3)

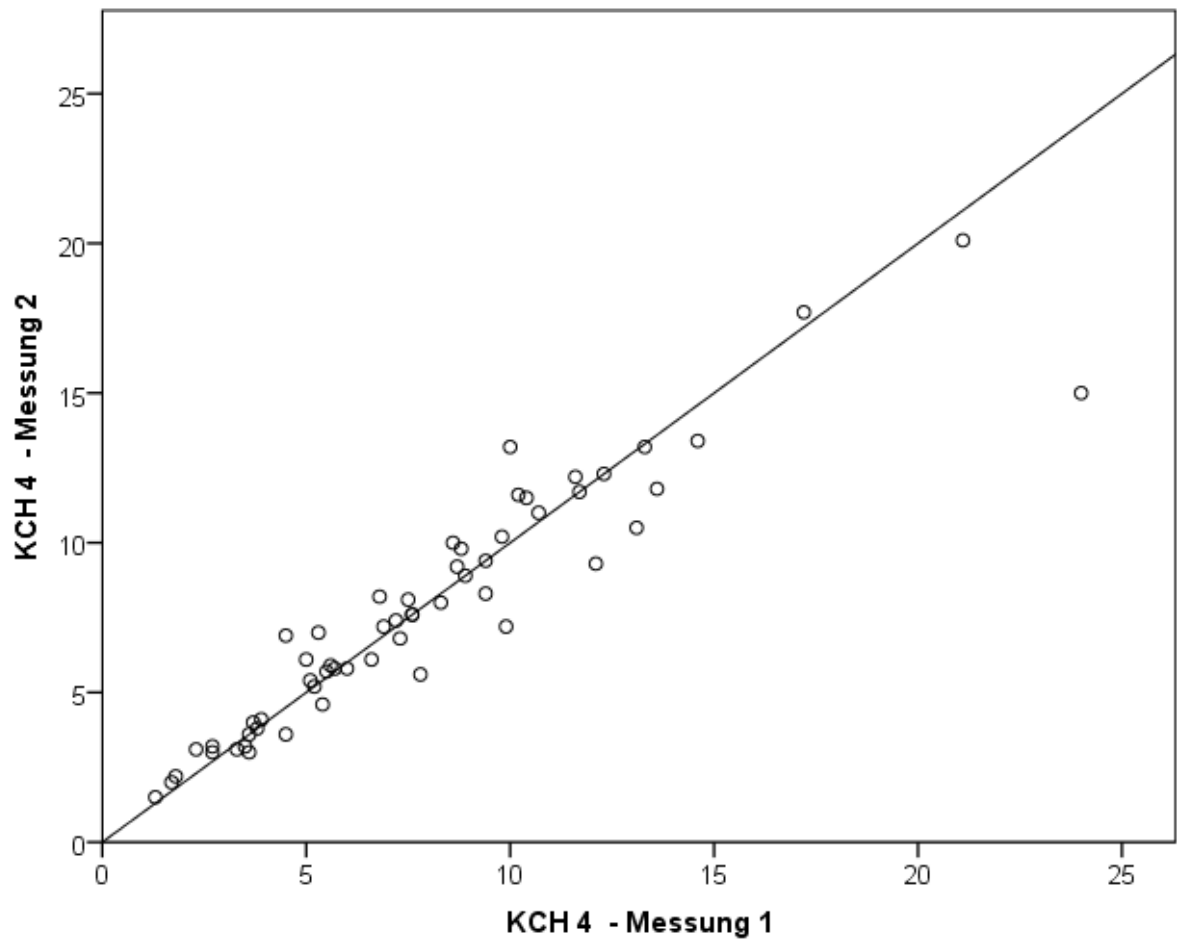


Abbildung 16 Streudiagramm mit 2 Messungen für Assistent 2 (KC 4)

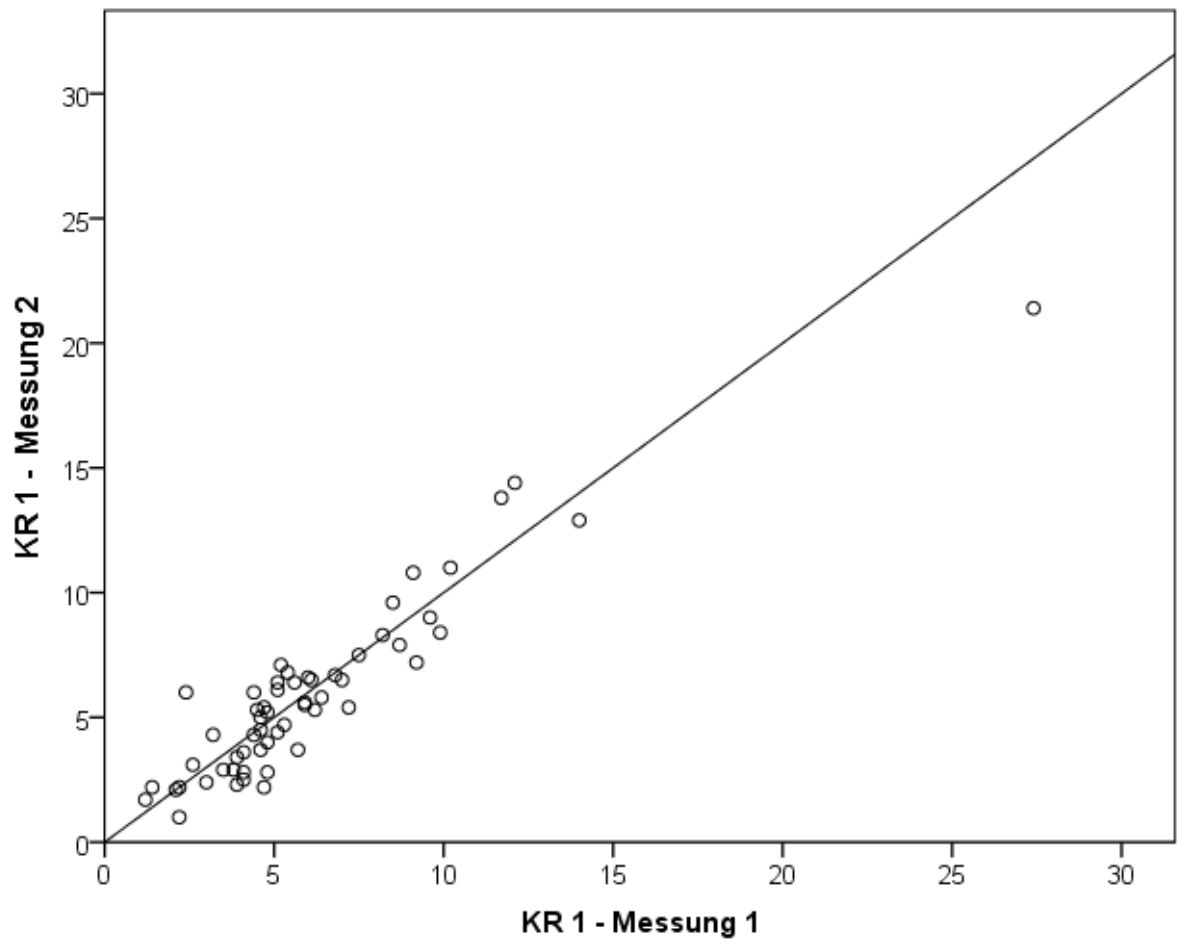


Abbildung 17 Streudiagramm mit 2 Messungen für Kinderradiologe 1 (KR 1)

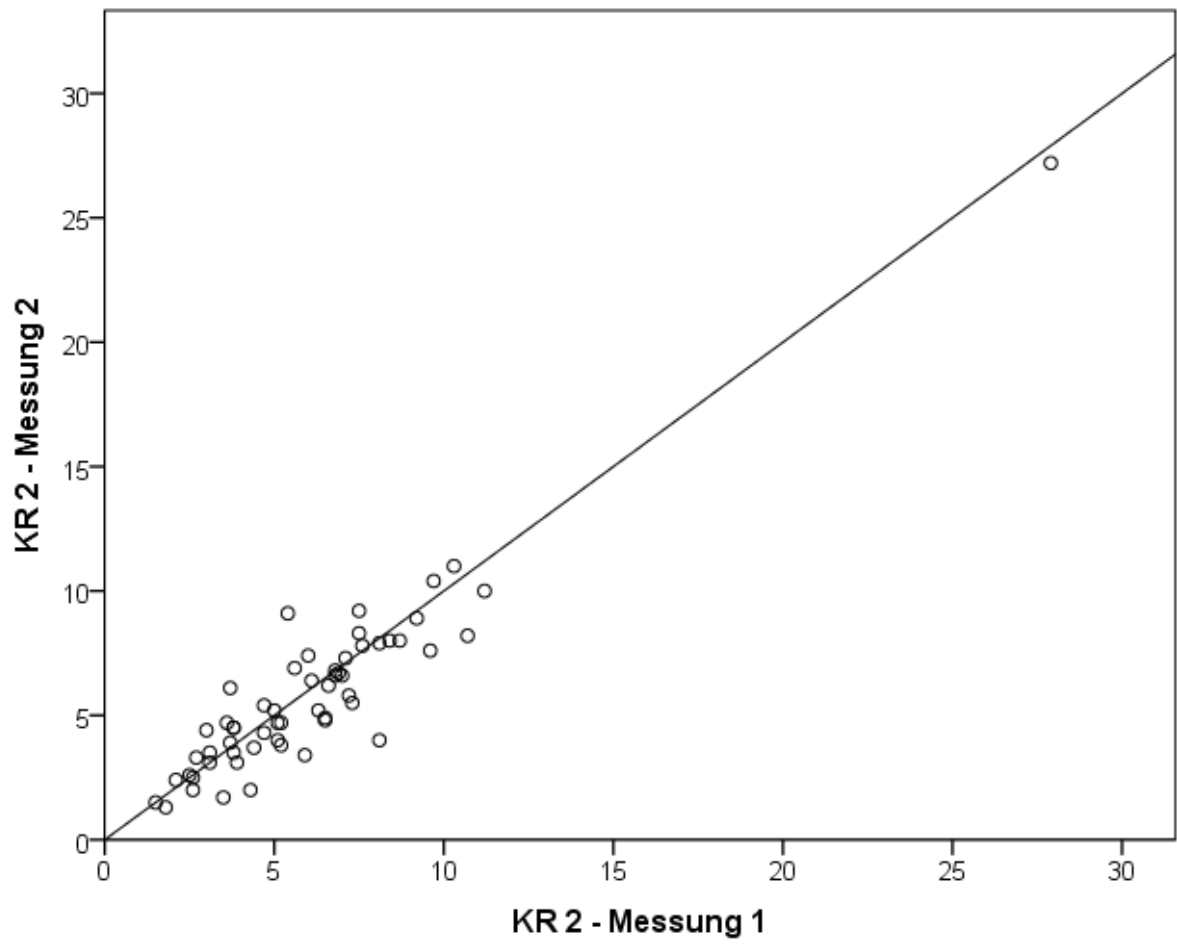


Abbildung 18 Streudiagramm mit 2 Messungen für Kinderradiologie 2 (KR 2)

3.4 Variabilität der Behandlungsvorgaben

Die vier Kinderchirurgen gaben zu jeder Messung einen Behandlungsvorschlag (konservativ oder operativ) ab. Tabelle 5 zeigt die Entscheidungen zwischen konservativer oder operativer Therapievorgabe für die Untersucher und den entsprechenden Messzeitpunkt.

	Messung 1		Messung 2		Übereinstimmungen M1 und M2
	kons.	operativ	kons.	operativ	
Kinderchirurg 1 (KC 1)	22 (38,6%)	35 (61,4%)	20 (35,1%)	37 (64,9%)	51 (89,5%)
Kinderchirurg 2 (KC 2)	16 (28,1%)	41 (71,9%)	26 (45,6%)	31 (54,4%)	45 (78,9%)
Assistent 1 (KC 3)	35 (61,4%)	22 (38,6%)	23 (40,4%)	34 (59,6%)	41 (71,9%)
Assistent 2 (KC 4)	11 (19,3%)	46 (80,7%)	13 (22,8%)	44 (77,2%)	55 (96,5%)

Tabelle 5 Behandlungsvorgaben (konservativ oder operativ) der Kinderchirurgen mit Übereinstimmungen in den beiden Messungen (Prozentangabe)

Die höchste Übereinstimmung bei den Behandlungsvorgaben erreichte Assistent 2 mit 96,5%. Die niedrigste Übereinstimmung zwischen den beiden Messungen ergaben die Behandlungsvorgaben von Assistent 1 mit 71,9%.

In folgenden Abbildungen (Abb. 19 – 24) werden die Behandlungsvorgaben der einzelnen Untersucher entsprechend der Messzeitpunkte grafisch dargestellt. Miteinander verglichen werden sowohl die Angaben aller Untersucher zu jeweils einem Messzeitpunkt als auch die Angaben jedes einzelnen Untersachers zu den beiden Messzeitpunkten.

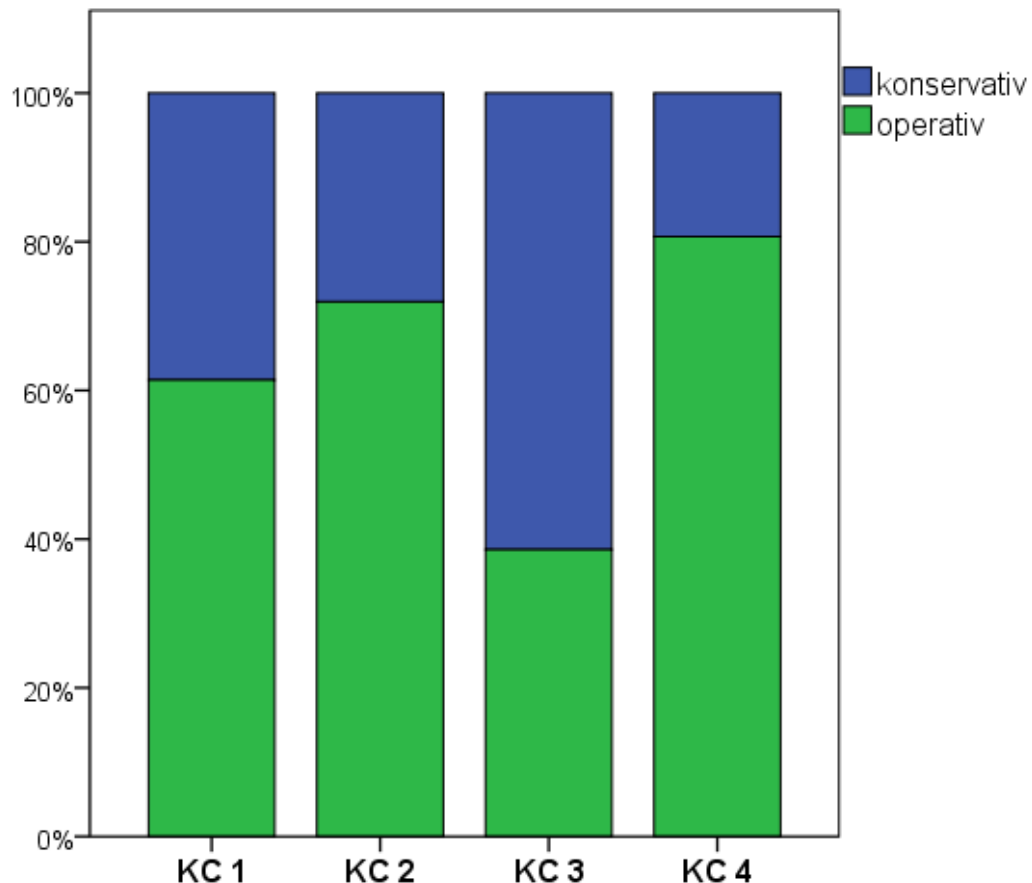


Abbildung 19 Behandlungsvorgaben aller vier Untersucher zum Messzeitpunkt 1

Bei Messung 1 (Abb. 19) schlug Kinderchirurg 1 (KC 1) bei 35 PatientInnen und Kinderchirurg 2 (KC 2) bei 41 PatientInnen eine operative Therapie vor. Bei den Assistenten entfiel die Therapievorgabe bei 22 (KC 3) und 46 (KC 4) PatientInnen auf eine operative Entscheidung.

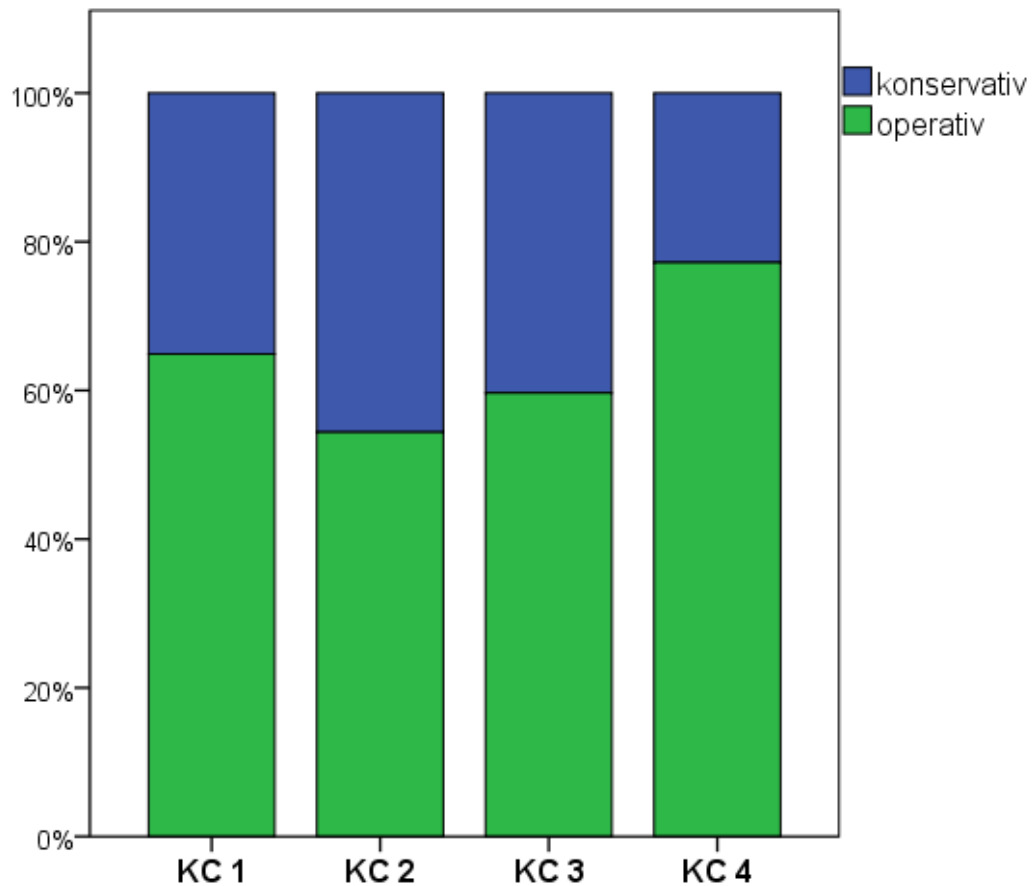


Abbildung 20 Behandlungsvorgaben aller vier Untersucher zum Messzeitpunkt 2

Zum Messzeitpunkt 2 (Abb. 20) schlugen die erfahrenen Kinderchirurgen in 37 (KC 1) und 31 (KC 2) Fällen eine operative Therapie vor. Bei den Assistenten entfiel die Entscheidung hier auf 34 (KC 3) beziehungsweise 44 (KC 4) operative Therapievorgaben.

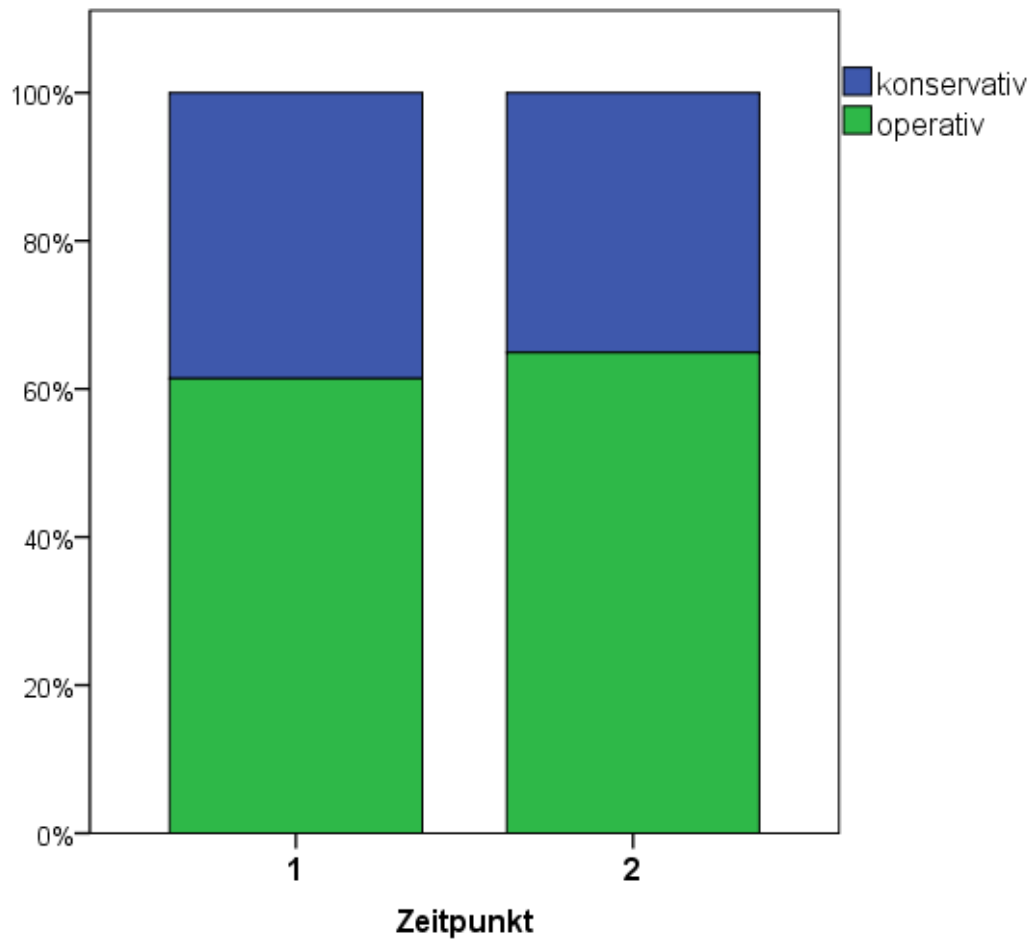


Abbildung 21 Behandlungsvorgaben Kinderchirurg 1 (KC 1)

Kinderchirurg 1 schlug zum Messzeitpunkt 1 bei 35 Fällen und zum Messzeitpunkt 2 bei 37 Fällen eine operative Therapie vor. Abbildung 21 stellt die Therapieentscheidungen für Kinderchirurg 1 zu beiden Messzeitpunkten dar.

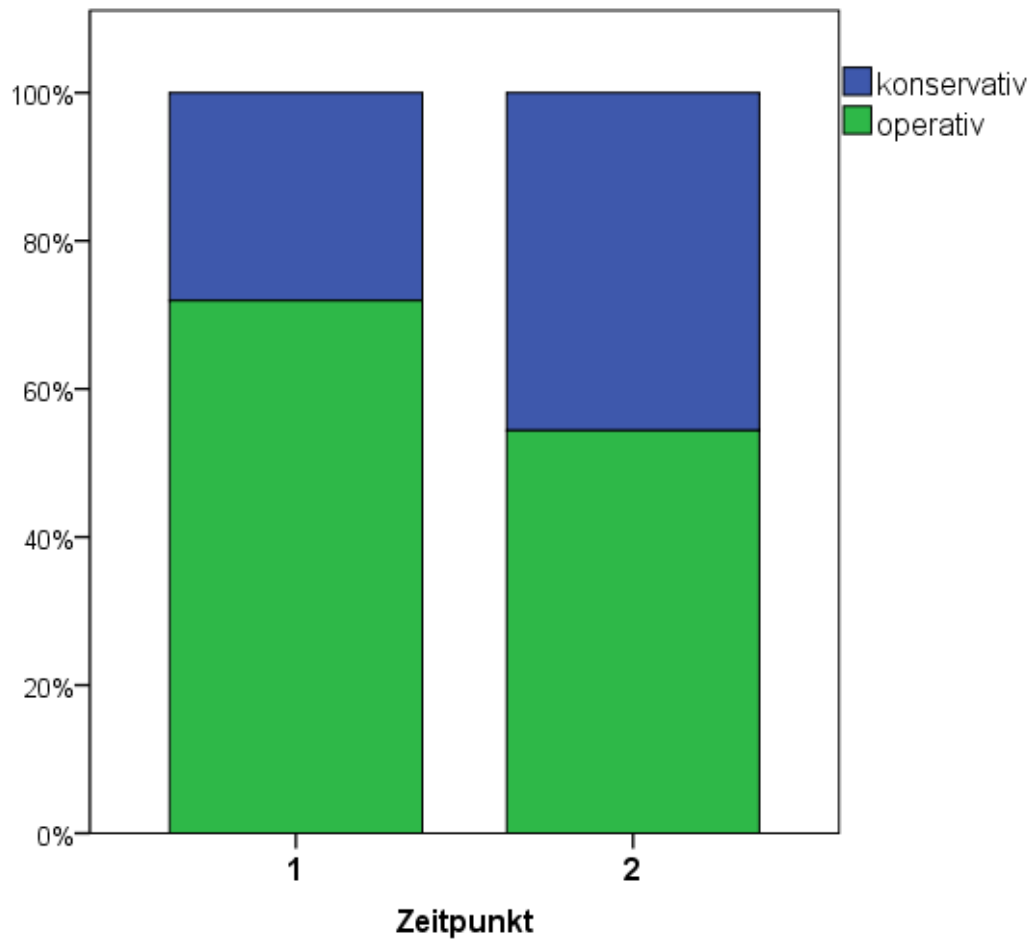


Abbildung 22 Behandlungsvorgaben Kinderchirurg 2 (KC 2)

Kinderchirurg 2 entschied sich bei 41 (Messzeitpunkt 1) und 31 PatientInnen (Messzeitpunkt 2) für eine operative Therapievorgabe. Abbildung 22 stellt die Therapievorgaben für Kinderchirurg 2 grafisch dar.

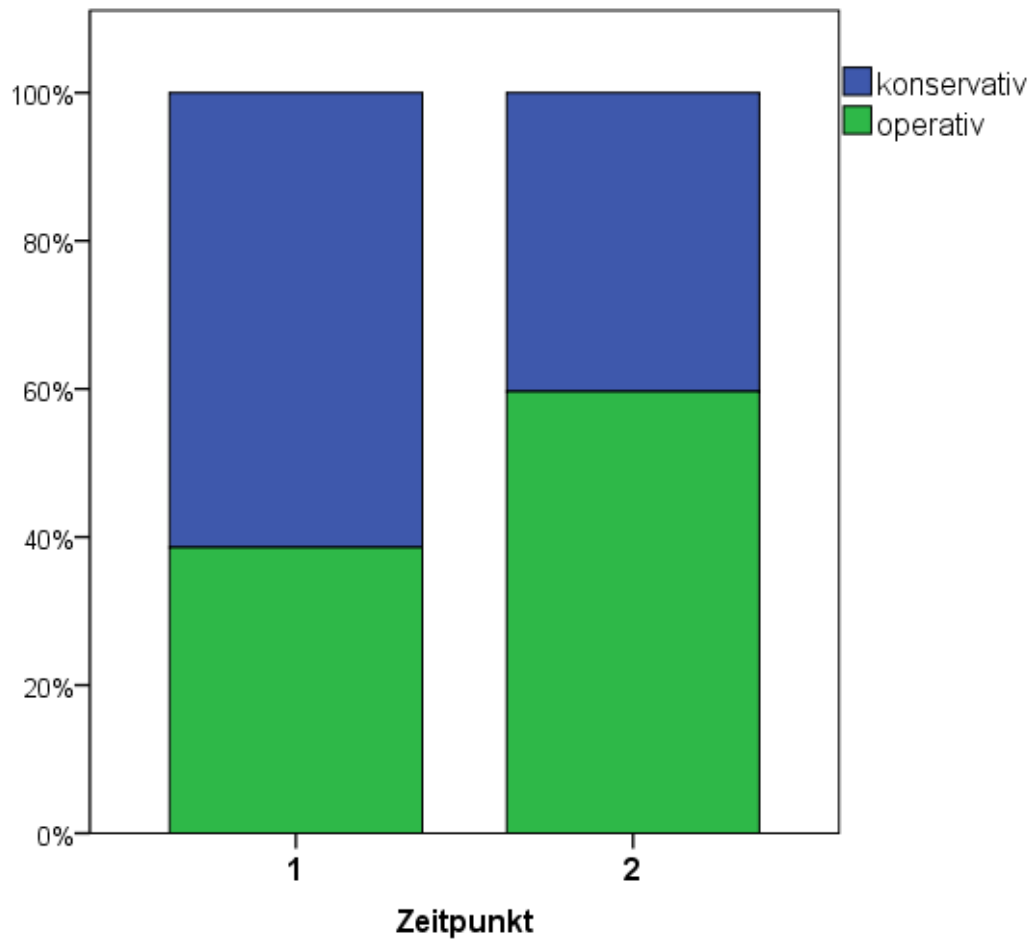


Abbildung 23 Behandlungsvorgaben Assistent 1 (KC 3)

Assistent 1 entschied bei 22 (Messzeitpunkt 1) und 34 PatientInnen (Messzeitpunkt 2) für eine operative Therapie (Abbildung 23).

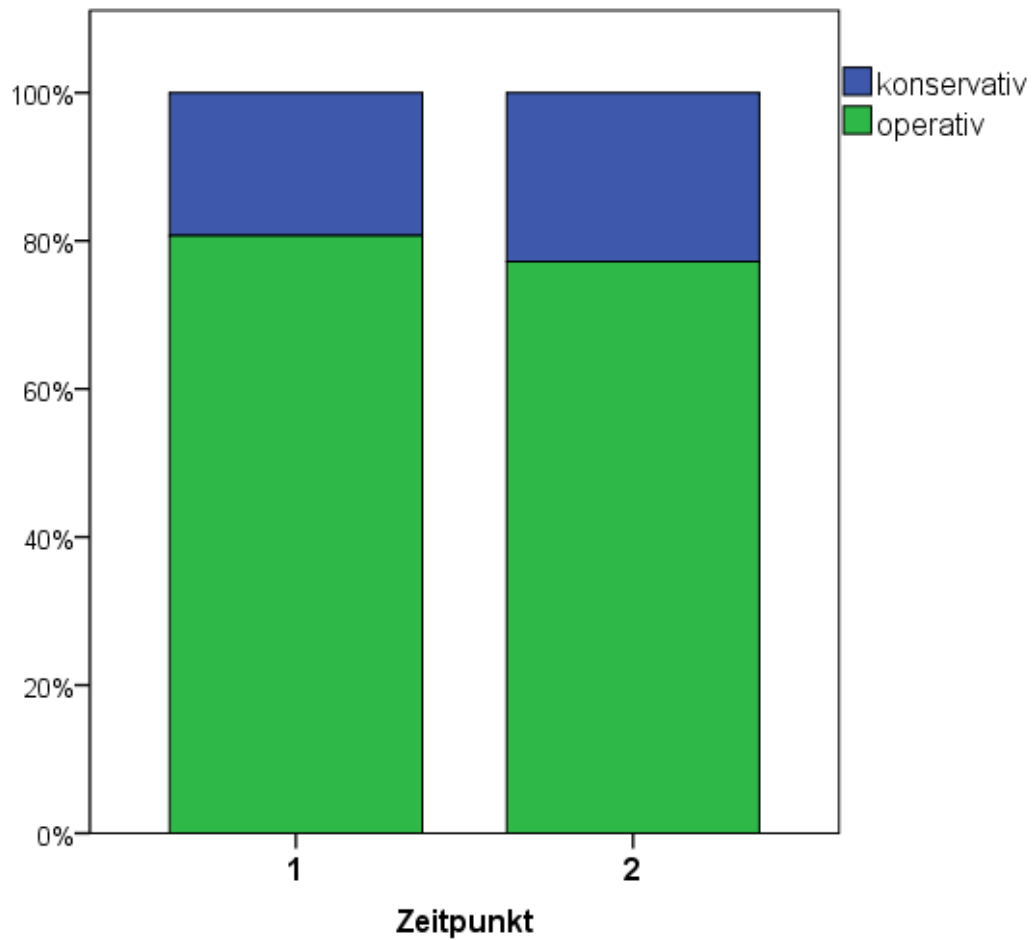


Abbildung 24 Behandlungsvorgaben Assistent 2 (KC 4)

Assistent 2 entschied für 46 und 44 operative Therapievorgaben bei den zwei Messzeitpunkten. Abbildung 24 zeigt die Therapievorgaben von Assistent 2 zum jeweiligen Zeitpunkt.

3.4.1 Übereinstimmungen der Therapievorgaben

Anschließend wurden die Übereinstimmungen der Therapievorgaben (operativ oder konservativ) zwischen den beiden Zeitpunkten für jeden Chirurgen analysiert. Kinderchirurg 1 (KC 1) schlug zu beiden Messzeitpunkten bei 51 von 57 PatientInnen (89,5%) eine übereinstimmende Therapie vor. Kinderchirurg 2 (KC 2) erreichte bei den Therapievorgaben eine Übereinstimmung bei 45 von 57 PatientInnen (78,9%). Für Assistent 1 (KC 3) ergaben sich zwischen beiden Messzeitpunkten bei 41 (71,9%) und für Assistent 2 (KC 4) bei 55 (96,5%) PatientInnen übereinstimmende Therapievorschläge.

3.4.2 Intrarater – Reliabilität der Therapievorgaben

Für die Analyse der Intrarater Variabilität der Therapievorgaben wurde die statistische Übereinstimmung der Untersucher zwischen den Messzeitpunkten mittels Cohens Kappa berechnet. Die entsprechenden Werte sind in Tabelle 6 dargestellt.

	Kinderchirurg 1 (KC1)	Kinderchirurg 2 (KC2)	Assistent 1 (KC3)	Assistent 2 (KC4)
Cohens Kappa	0,77	0,56	0,46	0,90

Tabelle 6 Cohens Kappa der vier Kinderchirurgen für die Behandlungsvorschläge Messung 1 gegen Messung 2

Der Cohens Kappa Wert für Assistent 2 wurde als starke Übereinstimmung zwischen den Therapievorschlügen zu beiden Messzeitpunkten interpretiert. Kinderchirurg 1 erreichte eine moderate Übereinstimmung. Die errechneten Werte für Kinderchirurg 2 und Assistent 1 schließen lediglich auf eine schwache Übereinstimmung der Therapievorgaben beider Messungen.

3.4.3 Übereinstimmungen der Therapievorgaben zwischen den Untersuchern

In Abbildung 25 sind die Therapievorgaben der Untersucher dargestellt. Die von den Untersuchern durchschnittlich gemessene Dislokation wurde für die PatientInnen zu beiden Messzeitpunkten berechnet. Anschließend wurden die Übereinstimmungen der Therapievorgaben zwischen den Untersuchern im Zusammenhang mit der durchschnittlich gemessenen Dislokation untersucht. Chirurgische Therapievorschlüge wurden in Abbildung 25 rot hinterlegt dargestellt. Konservative Therapievorschlüge wurden grün hinterlegt.

ID	Alter	Dislokation	KC1	KC2	KC3	KC4	ID	Alter	Dislokation	KC1	KC2	KC3	KC4
4	13	22	Red	Green	Red	Red	4	13	17.7	Red	Green	Red	Red
19	14	14.4	Red	Red	Red	Red	19	14	15.1	Red	Red	Red	Red
18	14	14.1	Red	Red	Red	Red	1	16	10.4	Red	Red	Red	Red
1	16	11.5	Red	Red	Red	Red	8	13	10.4	Red	Red	Red	Red
8	13	11.2	Red	Red	Red	Red	34	15	10.1	Red	Red	Red	Red
31	8	11.2	Red	Red	Red	Red	47	13	10.1	Red	Red	Red	Red
5	15	10.9	Red	Red	Red	Red	37	15	9.9	Red	Red	Red	Red
10	11	10.9	Red	Red	Red	Red	10	11	9.8	Red	Red	Red	Red
13	6	10.6	Red	Red	Red	Red	31	8	9.8	Red	Red	Red	Red
32	11	10.5	Red	Red	Red	Red	13	6	9.7	Red	Red	Red	Red
37	15	9	Red	Red	Green	Red	33	11	9.2	Red	Red	Red	Red
34	15	8.8	Red	Red	Red	Red	18	14	9.1	Red	Green	Red	Red
47	13	8.8	Red	Red	Red	Red	32	11	9.1	Red	Green	Red	Red
33	11	8.7	Red	Red	Red	Red	41	9	8.9	Red	Red	Red	Red
46	15	8.5	Red	Red	Red	Red	5	15	8.6	Red	Red	Red	Red
7	11	8.4	Red	Red	Red	Red	46	15	8.5	Red	Green	Red	Red
24	15	8.2	Red	Red	Red	Red	48	11	7.8	Red	Red	Red	Red
48	11	8.2	Red	Red	Green	Red	52	11	7.4	Red	Red	Red	Red
52	11	8.1	Red	Red	Red	Red	22	11	7.3	Red	Red	Red	Red
41	9	7.8	Red	Red	Green	Red	7	11	7.2	Red	Red	Red	Red
30	11	7.7	Red	Red	Red	Red	24	15	7.1	Red	Green	Red	Red
57	5	7.5	Red	Red	Red	Red	43	15	7.1	Red	Red	Red	Red
43	15	6.9	Red	Red	Green	Red	57	5	7.1	Red	Red	Red	Red
44	10	6.8	Red	Red	Red	Red	25	15	6.8	Red	Red	Red	Red
22	11	6.6	Red	Red	Red	Red	30	11	6.8	Red	Red	Red	Red
25	15	6.4	Red	Red	Red	Red	54	13	6.4	Red	Red	Green	Red
2	14	6.2	Red	Red	Red	Red	14	15	6.2	Green	Red	Red	Red
14	15	6.2	Green	Red	Green	Red	23	14	6.2	Red	Red	Red	Red
35	6	6.1	Red	Red	Green	Red	35	6	6	Red	Green	Red	Red
29	9	5.8	Red	Red	Red	Red	29	9	5.8	Red	Red	Red	Red
50	9	5.8	Red	Red	Green	Red	40	10	5.8	Red	Red	Green	Red
6	10	5.7	Green	Red	Red	Red	20	8	5.5	Red	Red	Red	Red
54	13	5.6	Red	Red	Green	Red	55	17	5.5	Green	Red	Red	Red
40	10	5.3	Green	Red	Red	Red	12	13	5.3	Red	Red	Green	Red
20	8	5.2	Red	Red	Green	Red	16	15	5.3	Red	Red	Red	Red
51	13	5.2	Red	Red	Green	Red	2	14	5.2	Red	Red	Red	Red
16	15	5	Green	Red	Red	Red	44	10	5.1	Red	Red	Red	Red
12	13	4.6	Red	Red	Red	Red	6	10	5	Red	Red	Green	Red
23	14	4.6	Red	Red	Red	Red	50	9	4.9	Red	Green	Red	Red
38	7	4.6	Red	Red	Red	Red	51	13	4.9	Red	Red	Red	Red
17	9	4.3	Red	Red	Red	Red	38	7	4.8	Red	Red	Red	Red
27	12	4.2	Red	Red	Red	Red	39	12	4.6	Red	Red	Red	Red
42	11	4.1	Red	Red	Red	Red	42	11	4.5	Red	Red	Red	Red
21	11	4	Red	Red	Red	Red	21	11	4.4	Red	Red	Red	Red
39	12	3.9	Red	Red	Red	Red	36	11	4.4	Red	Red	Red	Red
56	7	3.9	Red	Red	Red	Red	56	7	4.3	Red	Red	Red	Red
49	10	3.8	Red	Red	Red	Red	53	13	4.1	Red	Red	Red	Red
36	11	3.7	Red	Red	Red	Red	9	13	3.9	Red	Red	Red	Red
55	17	3.7	Red	Red	Red	Red	17	9	3.8	Red	Red	Red	Red
53	13	3.6	Red	Red	Red	Red	49	10	3.5	Red	Red	Red	Red
11	10	3.5	Red	Red	Red	Red	15	14	3.2	Red	Red	Red	Red
15	14	3.5	Red	Red	Red	Red	11	10	2.8	Red	Red	Red	Red
9	13	3.2	Red	Red	Red	Red	3	9	2.6	Red	Red	Red	Red
3	9	2.8	Red	Red	Red	Red	26	13	2.5	Red	Red	Red	Red
45	11	2.5	Red	Red	Red	Red	45	11	2.4	Red	Red	Red	Red
26	13	2.4	Red	Red	Red	Red	27	12	1.8	Red	Red	Red	Red
28	5	0.6	Red	Red	Red	Red	28	5	1.2	Red	Red	Red	Red

Abbildung 25 Therapievorgaben der Untersucher zu beiden Messzeitpunkten mit durchschnittlich gemessener Dislokation in mm. Chirurgische Therapievorschläge rot hinterlegt; konservative Therapievorschläge grün hinterlegt.

3.4.4 Interrater – Reliabilität der Therapievorgaben

Für die Berechnung der Variabilität der Übereinstimmungen in den Therapieentscheidungen aller vier Kinderchirurgen zu jeweils beiden Messungen wurde der Fleiss´ Kappa berechnet.

	Messung 1	Messung 2
Fleiss´ Kappa	0,33	0,49

Tabelle 7 Fleiss´ Kappa der vier Kinderchirurgen in Messung 1 und Messung 2

Die Werte in Tabelle 7 ergaben für Messung 1 eine minimale Übereinstimmung und für Messung 2 eine schwache Übereinstimmung.

4 Diskussion

Das Ziel unserer Studie war, die Übereinstimmung und klinische Einigkeit bei der Dislokationsmessung von Epicondylus ulnaris Frakturen zwischen Untersuchern unterschiedlicher klinischer Erfahrung und den daraus resultierenden Therapievorgaben zu untersuchen. Um unsere Ergebnisse mit entsprechenden Studien zu vergleichen, wurde angelehnt an die Literatur eine Differenz von kleiner 2 Millimeter zwischen den einzelnen Messungen als klinische Einigkeit gewertet (Pappas, Lawrence, Donegan, Ganley, & Flynn, 2010).

Unsere Ergebnisse zeigten eine hohe Variabilität der Messergebnisse. In ihrer vergleichbaren Studie legten Papas et al. einen Intraklassen-Korrelationskoeffizienten von größer 0.90 als Ausmaß für ein ausreichend große klinische Übereinstimmung und eine Uneinigkeit in weniger als 10% der Messungen (Unterschied grösser als 2 mm) als akzeptabel fest (Pappas, Lawrence, Donegan, Ganley, & Flynn, 2010). Die Interrater-Reliabilität war zwischen allen 6 Untersuchern relativ niedrig; mit Intraklassen- Korrelationskoeffizienten von 0,63 (Messung 1) und 0,71 (Messung 2) ergaben sich lediglich eine moderate Reliabilität der Messergebnisse (Koo & Li, 2015). Deutlich geringer noch fiel die Übereinstimmung betreffend klinische Einigkeit der Messergebnisse aller Untersucher aus. Mit klinischer Uneinigkeit in 93% der Fälle ergab sich ein schlechtes Ergebnis.

Die Assistenten zeigten in ihren Messungen eine moderate bis gute Reliabilität (0,60 - 0,75), wohingegen die erfahrenen Kinderchirurgen zu einem Messpunkt sogar eine schlechte (0,28) und eine moderate Reliabilität (0,52) erzielten. Somit zeigten unsere Untersucher hier interessanterweise keine Vorteile bei der Dislokationsmessung bezüglich der klinischen Erfahrung. Die Anzahl an klinischer Uneinigkeit hingegen war für unsere Kinderchirurgen (42,1% und 44%) geringer als für unsere Assistenten (64,9% und 56,1%).

Bei der Intrarater-Reliabilität erreichte ein Assistent sogar eine hervorragenden Intraklassen-Korrelationskoeffizient (0,93), ein Kinderchirurg nur ein moderates

Ergebnis (0,67). Für den weiteren Traumatologe und Assistent ergaben sich gute Werte. Im Gegensatz dazu hatte Papas et al. in ihrer Studie auf eine höhere Intrarater-Reliabilität bei größerer klinischer Erfahrung geschlossen (Pappas, Lawrence, Donegan, Ganley, & Flynn, 2010). Unsere Studie konnte diese Ergebnisse somit nicht bestätigen.

Die verlässlichsten Messergebnisse mit der höchsten Interrater-Reliabilität mit Intraklassen-Korrelationskoeffizienten von jeweils 0,84, sowie die geringste Uneinigkeit (21,1% und 28,1%), erreichten in unserer Studie die Kinderradiologen. Somit folgten die Kinderradiologen bei den Dislokationsmessungen am ehesten einer klaren Richtlinie. Eine hohe Intrarater-Reliabilität mit hervorragenden Intraklassen-Korrelationskoeffizienten (0,93 - 0,94) für die Messungen der Kinderradiologen könnte diese Annahme bestätigen.

Zwischen den beiden Messungen jedes einzelnen Untersuchers bestand zudem jeweils ein höherer Anteil an Einigkeit verglichen mit den Übereinstimmungen der Untersucher untereinander. Auch die Intraklassen-Korrelationskoeffizienten deuteten in unserer Untersuchung auf eine höhere Intrarater-Reliabilität der Messungen verglichen mit der Interrater-Reliabilität aller Untersucher hin. Folglich könnte eine einheitliche Methode zur Messung der Dislokationen zu einer höheren Interrater-Reliabilität der Messergebnisse führen. Diese Behauptung zu prüfen ist Gegenstand zukünftiger Untersuchungen.

Die Therapievorgaben der Kinderchirurgen anhand der Röntgenbilder mit den Dislokationsmessungen ergaben für die Intrarater-Reliabilität eine schwache bis moderate Übereinstimmung, nur ein Assistent konnte eine starke Übereinstimmung erreichen. Auch hier zeigte sich keine höhere Intrarater-Reliabilität aufgrund der klinischen Erfahrung. Zudem bestand bei einem erfahrenen Kinderchirurgen und einem Assistenten eine Uneinigkeit im mehr als 20% der Therapieentscheidungen und bei dem weiteren Kinderchirurgen in über 10% der Entscheidungen. Die beiden Kinderradiologen wurden bewusst nicht in die Untersuchung der Therapievorgaben mit einbezogen, da die Therapieentscheidung nicht ihrem klinischen Aufgabenfeld entspricht. Somit stellen unsere Ergebnisse in Frage, die Therapieentscheidung bei fehlender eindeutiger Operationsindikation anhand der Dislokationsmessung zu

stellen. Dies entspricht auch den Angaben in der verfügbaren Literatur (Pappas, Lawrence, Donegan, Ganley, & Flynn, 2010).

Ein standardisiertes Verfahren zur einheitlichen Messung der Dislokationen sollte sich an den anatomischen Strukturen im gesunden Zustand orientieren und anhand dieser die größtmögliche Weite des Knochenfragments von ihrer ursprünglichen Lage als Dislokationsweite messen (Pappas, Lawrence, Donegan, Ganley, & Flynn, 2010). Zudem sollten alle Dislokationsmessungen an Röntgenbildern mit dem gleichen Strahlengang stattfinden. Derzeit wird vor allem der anterior-posterior Strahlengang zur Messung verwendet (Pappas, Lawrence, Donegan, Ganley, & Flynn, 2010). Gottschalk et al. zeigten jedoch, dass eine Dislokationsmessung anhand von Röntgenaufnahmen im 45 Grad schrägen Strahlengang von innen die wirkliche Dislokationsweite genauer wiedergibt und zu einer höheren Intrarater- und Interrater-Reliabilität der Ergebnisse führt (Gottschalk, Bastrom, & Edmonds, Reliability of internal oblique elbow radiographs for measuring displacement of medial epicondyle humerus fractures: a cadaveric study., 2013).

Einhergehend sollten klare, standardisierte Richtlinien zur operativen Therapieentscheidung erarbeitet werden. Derzeit zeigt sich ein Trend zur operativen Therapie von Epicondylus ulnaris Frakturen. Begründet wird diese Entscheidung zur Operation durch einen höheren Anspruch an die Stabilität des Ellenbogengelenks sowie einer schnelleren Belastbarkeit bei vollständiger Beweglichkeit (Pathy & Dodwell, 2015). In der Literatur finden sich jedoch diesbezüglich keine eindeutigen Vorteile im Therapieerfolg der operativen Frakturversorgung gegenüber einer konservativen Therapie, beide Therapieverfahren erzielten vergleichbare Therapieergebnisse (Farsetti, Potenza, Caterini, & Ippolito, 2001) (Axibal, et al., 2018).

Farsetti et al. verglichen den Langzeit-Therapieerfolg von 19 konservativ und 17 operativ behandelten PatientInnen mit einer Dislokation von 5 bis 15 mm und zeigten vergleichbare Ergebnisse bezüglich Funktionalität und Stabilität. Fehlendes Zusammenwachsen der Frakturen bei insgesamt 17 der konservativ behandelten PatientInnen zeigte dabei keinen Einfluss auf das funktionale Ergebnis der Behandlung (Farsetti, Potenza, Caterini, & Ippolito, 2001).

Die Ergebnisse von Axibal et al. deuteten in ihrer kürzlich veröffentlichten Studie ebenfalls vergleichbare Therapieergebnisse zwischen operativer und konservativer Behandlung bei Epicondylus ulnaris Frakturen an. Hier wurden retrospektiv 22 operativ behandelte mit passenden 22 konservativ behandelte PatientInnen mit einer mittleren Dislokationsweite von 9,7 mm verglichen. Dabei zeigten sich bezüglich der Therapiemethode keine Unterschiede in der durchschnittlich benötigten Länge der Ruhigstellung, der mittleren Zeit zur Wiederherstellung der Beweglichkeit, der notwendigen physiotherapeutischen Beübung, sowie den Komplikationen (Axibal, et al., 2018).

Lawrence et al. kamen schließlich zu der Schlussfolgerung, dass selbst bei jungen Wettkampfsportlern Epicondylus ulnaris Abrissfrakturen erfolgreich konservativ behandelt werden können, insofern die Verletzung als Folge eines geringen Traumas entstanden sei, das Ellenbogengelenk klinisch stabil sei und nur eine geringe Dislokation bestehe (Lawrence, et al., 2013).

Zudem zeigte sich in unserer Studie eine hohe Variabilität in den Therapievorgaben anhand der Dislokationsmessungen. Eine schwache bis moderate Intrarater-Reliabilität bei drei von vier Kinderchirurgen, sowie lediglich eine minimale bis schwache Übereinstimmung der Therapievorgaben untereinander deuteten darauf hin, dass anhand der Dislokationsmessung keine eindeutig verlässlichen Therapieentscheidungen getroffen wurden. Ein lediglich moderate Interrater-Reliabilität der Messeergebnisse, sowie eine klinische Uneinigkeit in 93% der Messungen zwischen den Untersuchern könnte die hohe Variabilität der Therapievorgaben erklären. Zudem fehlen hier klare Vorgaben betreffend der Dislokationsweite zur operativen Therapie.

Die Arbeit von Hughes et al. zeigte ebenfalls eine hohe Variabilität bei der Behandlung von Epicondylus ulnaris Frakturen durch erfahrenen Traumatologen. Die Therapieentscheidung zur operativen Versorgung von Epicondylus ulnaris Frakturen wurde anhand des Ausmaßes der gemessenen Dislokation gestellt. Mit steigender Dislokationsweite wurde ein operatives Vorgehen bevorzugt (Hughes, et al., 2017).

Mit einer hohen Intrarater-Variabilität bei den Therapievorgaben selbst bei erfahrenen Kinderchirurgen, sowie geringen Übereinstimmungen der Therapievorgaben aller Kinderchirurgen bestätigten unsere Ergebnisse frühere Studien, die Entscheidung zur operativen Therapie anhand der gemessenen Dislokationsweite in Frage zu stellen (Pappas, Lawrence, Donegan, Ganley, & Flynn, 2010).

Die Schwächen unserer Studie liegen einerseits in der geringen Anzahl an StudienteilnehmerInnen mit insgesamt 57 PatientInnen. Zudem wurde sich mit der Festlegung des Grenzwerts für die klinische Einigkeit bei einer Differenz unter 2 Millimeter an früheren, vergleichbaren Studien orientiert, um Ergebnisse gegenüberstellen zu können. Mit der Einigung auf einen in geringen Maßen größeren Grenzwert könnten die Messergebnisse eine höhere klinische Akzeptanz erzielen (Pappas, Lawrence, Donegan, Ganley, & Flynn, 2010). Als weiterer Kritikpunkt kann das retrospektive Studiendesign gesehen werden. So lassen sich für alle PatientInnen keine Aussagen über den jeweiligen Therapieerfolg mehr treffen.

Die Stärken der Studie liegen in der Teilnahme von 6 Untersuchern mit verschiedenen klinischen Erfahrungsstufen, 4 Kinderchirurgen und 2 Kinderradiologen. Zudem wurden in unsere Studie die Interrater- und Intrarater-Reliabilität der Therapievorgaben miteinbezogen.

Unsere Studien zeigte eine hohe Variabilität bei der Dislokationsmessung von Epicondylus ulnaris Frakturen und bestätigte damit die Ergebnisse vergleichbarer Studien (Pappas, Lawrence, Donegan, Ganley, & Flynn, 2010). Gleichzeitig stellten sich anhand der Dislokationsmessungen keine verlässlichen Therapieentscheidungen dar. Höhere klinische Erfahrung führte zu keinen besseren Ergebnissen. Damit stellen wir in Frage, die Operationsindikation anhand der gemessenen Dislokation festzulegen. Somit müssten neben der Einführung eines standardisierten Messverfahrens zusätzlich eindeutige Richtlinien für die Therapieentscheidung bei Epicondylus ulnaris Frakturen festgestellt werden. Dabei sollten klinisch relevante Parameter wie die Stabilität des Ellenbogengelenks und der Schwere des ursächlichen Traumas berücksichtigt werden (Lawrence, et al., 2013) (Beck, Bowen, & Silva M, 2018).

Literaturverzeichnis

- Aumüller, G., Aust, G., Engele, J., Kirsch, J., Maio, G., Mayerhofer, A., . . . Zilch, H. G. (2014). *Anatomie*. 3. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Axibal, D. P., Carry, P., Skelton, A., & Mayer, S. W. (1. Oktober 2018). No Difference in Return to Sport and Other Outcomes Between Operative and Nonoperative Treatment of Medial Epicondyle Fractures in Pediatric Upper-Extremity Athletes. *Clin J Sport Med*.
- Axibal, D., Ketterman, B., Skelton, A., Carry, P., Georgopoulos, G., Miller, N., & Mayer, S. (Dezember 2018). No difference in outcomes in a matched cohort of operative versus nonoperatively treated displaced medial epicondyle fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 28(6), S. 520–525.
- Beck, J. J., Bowen, R. E., & Silva M, M. (April 2018). What's New in Pediatric Medial Epicondyle Fractures? *J Pediatr Orthop.*, 38(4), S. e202-e206.
- Brnjoš, K., & Patel, N. M. (März 2019). Pediatric Medial Epicondyle Fractures Are We There Yet? *Bull Hosp Jt Dis (2013)*. , 77(1), S. 70-74.
- Chorney, M., Sylvestre, D., & Seeley, M. (13. Februar 2019). Medial Epicondyle Nonunions in Children: Case Report With Overview and Management. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev.*, 3(2), S. e046.
- Cruz, A. J., Steere, J., & Lawrence, J. (Jun 2016). Medial Epicondyle Fractures in the Pediatric Overhead Athlete. *J Pediatr Ortop.*, 36(1), S. 56-62.
- Dauber, W., Feneis, H., & Spitzer, G. (2008). *Feneis' Bild-Lexikon der Anatomie*. 10. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag.
- Farsetti, P., Potenza, V., Caterini, R., & Ippolito, E. (September 2001). Long-term results of treatment of fractures of the medial humeral epicondyle in children. *J Bone Joint Surg Am.*, 83(9), S. 1299-305.
- Firth , A. M., Marson, B. A., & Hunter, J. B. (Februar 2019). Paediatric medial humeral epicondyle fracture management: 2019 approach. *Curr Opin Pediatr.*, 31(1), S. 86-91.

- Gottschalk, H. P., Bastrom, T. P., & Edmonds, E. W. (Januar 2013). Reliability of internal oblique elbow radiographs for measuring displacement of medial epicondyle humerus fractures: a cadaveric study. *J Pediatr Orthop.*, 33(1), S. 26-31.
- Gottschalk, H. P., Eisner, E., & Hosalkar, H. S. (April 2012). Medial epicondyle fractures in the pediatric population. *J Am Acad Orthop Surg.*, 20(4), S. 223-32.
- Hughes, M., Dua, K., O'Hara, N. N., Brighton, B. K., Ganley, T. J., Hennrikus, W. L., . . . Abzug, J. M. (18. Oktober 2017). Variation Among Pediatric Orthopaedic Surgeons When Treating Medial Epicondyle Fractures. *J Pediatr Orthop.*, 1.
- Ip, D., & Tsang, W. L. (August 2007). Medial humeral epicondylar fracture in children and adolescents. *J Orthop Surg (Hong Kong).*, 15(2), S. 170-3.
- Kamath, A. F., Baldwin, K., Horneff, J., & Hosalkar, H. S. (Oktober 2009). Operative versus non-operative management of pediatric medial epicondyle fractures: a systematic review. *J Child Orthop.*, 3(5), S. 345–357.
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (9. November 2015). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), S. 155-163.
- Lawrence, J. T., Patel, N. M., Macknin, J., Flynn, J. M., Cameron, D., Wolfgruber, H. C., & Gantley, T. J. (Mai 2013). Return to competitive sports after medial epicondyle fractures in adolescent athletes: results of operative and nonoperative treatment. *Am J Sports Med.*, 41(5), S. 1152-7.
- Lee, H. H., Shen, H. C., Chang, J. H., Lee, C. H., & Wu, S. S. (März-April 2005). Operative treatment of displaced medial epicondyle fractures in children and adolescents. *J Shoulder Elbow Surg.*, 14(2), S. 178-85.
- Lim, K. B., Woo, C. Y., Chong, X. L., UL-Alam, S., & Allen, J. C. (Mai 2015). The isolated medial humeral epicondyle fracture treated nonoperatively: does fracture displacement change over time? *J Pediatr Orthop B.*, 24(3), S. 184-90.

- McHugh, M. L. (15. Oktober 2012). Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochemia Medica*, 22(3), S. 276–282.
- Onay, T., Aydemir, A. N., Okay, E., Topkar, O. M., Gulabi, D., & Erol, B. (März 2019). Does computerized tomography change the treatment decision in pediatric medial epicondyle fractures? *Acta Orthop Belg.*, 85(1), S. 79-85.
- Ostrander, J. D., O'Connell, M., & Dolch, H. J. (August 2019). Open Reduction Internal Fixation of a Medial Epicondyle Avulsion Fracture With Incarcerated Fragment. *J Orthop Trauma.*, 33(1), S. 9-10.
- Pace, G. I., & Hennrikus, W. L. (März 2017). Fixation of Displaced Medial Epicondyle Fractures in Adolescents. *J Pediatr Orthop.*, 37(2), S. e80-e82.
- Pappas, N., Lawrence, J., Donegan, D., Ganley, T., & Flynn, J. (Februar 2010). Intraobserver and Interobserver Agreement in the Measurement of Displaced Humeral Medial Epicondyle Fractures in Children. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 92(2), S. 322–327.
- Pathy, R., & Dodwell, E. R. (Februar 2015). Medial epicondyle fractures in children. *Curr Opin Pediatr.*, 27(1), S. 58-66.
- Platzer, W., Fritsch, H., Kahle, W., & Spitzer, G. (2018). *Taschenatlas der Anatomie* (Bd. 1.). 12. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag.
- Popkin, C. A., Rosenwasser, K. A., & Ellis, H. B. (November 2017). Pediatric and Adolescent T-type Distal Humerus Fractures. *JAAOS Global Research & Reviews*, 1(8), S. e040.
- Schünke, M., Schulte, E., & Schumacher, U. (2007). *Prometheus Lernatlas der Anatomie, Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*. 2. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Stepanovich, M., Bastrom, T. P., Munch, J., Roocroft, J. H., Edmonds, E. W., & Pennock, A. T. (1. Oktober 2016). Does operative fixation affect outcomes of displaced medial epicondyle fractures? *Journal of Children's Orthopaedics*, 10(5), S. 413-19.

- Tarallo, L., Mugani, R., Fiacchi, F., Adani, R., Zambianchi, F., & Catani, F. (Juni 2015). Pediatric medial epicondyle fractures with intra-articular elbow incarceration. *J Orthop Traumatol.*, 16(2), S. 117-123.
- Waldeyer, A., Anderhuber, F., Pera, F., & Streicher, J. (2012). *Waldeyer - Anatomie des Menschen*. 19. Berlin; Boston: De Gruyter.
- Weinberg, A. M., & Tscherne, H. (2006). *Tscherne Unfallchirurgie: Unfallchirurgie im Kindesalter-Teil 1 Allgemeiner Teil Kopf Obere Extremität Wirbelsäule*. 1. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.
- Wirth, C. J., Mutschler, W. E., Kohn, D., & Pohlemann, T. (2014). *Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie*. 3. Stuttgart, New York, Delhi, Rio: Thieme Verlagsgruppe.