

Aus der Kinderchirurgischen Klinik und Poliklinik
im Dr. von Haunerschen Kinderspital
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Direktor: Prof. Dr. D. von Schweinitz

**Ergebnisse perioperativer Frakturversorgung bei Kindern
in Abhängigkeit des Operationsverfahrens
sowie von Zeitpunkt, Dauer der Operation und Erfahrung des Operateurs**

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

vorgelegt von
Marion Binder
geboren in Saulgau

2016

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. med. Dr. h.c. H.-G. Dietz
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. med. Stephan Kellnar
Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter:	Dr. med. D. Wendling-Keim
Dekan:	Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel
Tag der mündlichen Prüfung:	27.10.2016

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	5
1.1	FRAKTUREN BEI KINDERN UND JUGENDLICHEN	5
1.2	EINTEILUNG DER FRAKTUREN IM KINDES- UND JUGENDALTER.....	6
1.3	AUSGEWÄHLTE EXTREMITÄTENFRAKTUREN IM DETAIL	9
1.3.1	<i>Oberarmfrakturen</i>	9
1.3.2	<i>Ellenbogenfrakturen</i>	10
1.3.3	<i>Unterarmfrakturen</i>	11
1.3.4	<i>Oberschenkelfrakturen</i>	13
1.3.5	<i>Unterschenkelfrakturen</i>	13
1.3.6	<i>Sprunggelenkfrakturen</i>	14
1.4	THERAPIEMÖGLICHKEITEN	15
1.4.1	<i>Konservative Verfahren</i>	16
1.4.2	<i>Operative Verfahren</i>	17
1.5	KOMPLIKATIONEN	21
1.5.1	<i>Allgemeine Komplikationen</i>	21
1.5.2	<i>Spezielle Komplikationen der suprakondylären Humerusfraktur</i>	23
1.6	FRAGESTELLUNG.....	24
2	PATIENTEN UND METHODEN.....	25
2.1	PATIENTEN	25
2.1.1	<i>Patientenrekrutierung</i>	25
2.1.2	<i>Ein- und Ausschlusskriterien</i>	26
2.2	KRITERIEN: KOMPLIKATIONEN.....	26
2.3	STATISTIK.....	27
2.3.1	<i>Statistische Signifikanz</i>	27
2.3.2	<i>Kreuztabellen und Chi-Quadrat-Test</i>	27
2.3.3	<i>Exakter Test nach Fischer</i>	28
2.3.4	<i>ANOVA</i>	28
3	ERGEBNISSE - ALLE EXTREMITÄTENFRAKTUREN.....	29
3.1	STAMMDATEN	29
3.1.1	<i>Geschlechtsverteilung</i>	29
3.1.2	<i>Altersverteilung</i>	30
3.1.3	<i>Vorerkrankungen</i>	31
3.2	UNFALL- UND FRAKTURBEZOGENE DATEN.....	32
3.2.1	<i>Art des Unfalls</i>	32
3.2.2	<i>Transportmodus des Patienten in die Klinik</i>	33
3.2.3	<i>Betroffene Extremität und betroffene Körperseite</i>	34
3.2.4	<i>Begleitverletzungen</i>	35
3.3	OPERATION UND KRANKENHAUSAUFENTHALT	36
3.3.1	<i>Zeitintervall zwischen Unfall und Operation</i>	36
3.3.2	<i>Primäre/Sekundäre Operation</i>	36
3.3.3	<i>Operationsdaten</i>	36
3.3.4	<i>Krankenhausaufenthaltsdauer</i>	41
3.4	KOMPLIKATIONEN	42
3.4.1	<i>Komplikationen intraoperativ und nötiger Verfahrenswechsel</i>	42
3.4.2	<i>DMS postoperativ</i>	42
3.4.3	<i>Komplikationen im stationären Verlauf</i>	42
3.4.4	<i>Komplikationen poststationär</i>	44
3.5	ERGEBNISSE DER KREUZTABELLEN, DES CHI-QUADRAT TESTS UND DES EXAKTEN TESTS NACH FISHER.....	45
3.5.1	<i>Ergebnisse bezogen auf das Outcome</i>	45
3.5.2	<i>Ergebnisse bezogen auf den Hauptoperateur</i>	66
3.6	ERGEBNISSE DER ANOVA	66
3.6.1	<i>Ergebnisse bezogen auf das Outcome</i>	66
3.6.2	<i>Ergebnisse bezogen auf den Hauptoperateur</i>	67

3.6.3	<i>Ergebnisse bezogen auf den Schmerzmittelbedarf</i>	68
3.6.4	<i>Ergebnisse bezogen auf das Zeitintervall Unfall – Operation</i>	69
4	ERGEBNISSE - SUPRAKONDYLÄRE HUMERUSFRAKTUREN	71
4.1	STAMMDATEN	71
4.1.1	<i>Geschlechtsverteilung</i>	71
4.1.2	<i>Altersverteilung</i>	72
4.1.3	<i>Vorerkrankungen</i>	72
4.2	UNFALL- UND FRAKTURBEZOGENE DATEN	73
4.2.1	<i>Art des Unfalls</i>	73
4.2.2	<i>Transportmodus des Patienten in die Klinik</i>	74
4.2.3	<i>Betroffene Körperseite</i>	74
4.2.4	<i>Begleitverletzungen</i>	75
4.3	OPERATION UND KRANKENHAUSAUFENTHALT	75
4.3.1	<i>Zeitintervall zwischen Unfall und Operation</i>	75
4.3.2	<i>Primäre/Sekundäre Operation</i>	75
4.3.3	<i>Operationsdaten</i>	76
4.3.4	<i>Krankenhausaufenthaltsdauer</i>	79
4.4	KOMPLIKATIONEN	79
4.4.1	<i>Komplikationen intraoperativ und nötiger Verfahrenswechsel</i>	79
4.4.2	<i>DMS postoperativ</i>	80
4.4.3	<i>Komplikationen im stationären Verlauf</i>	80
4.4.4	<i>Komplikationen poststationär</i>	81
4.5	ERGEBNISSE DER KREUZTABELLEN, DES CHI-QUADRAT-TESTS UND DES EXAKTEN TEST NACH FISHER	82
4.5.1	<i>Ergebnisse bezogen auf das Outcome</i>	82
4.5.2	<i>Ergebnisse bezogen auf den Hauptoperateur</i>	89
4.6	ERGEBNISSE DER ANOVA	89
4.6.1	<i>Ergebnisse bezogen auf das Outcome</i>	89
4.6.2	<i>Ergebnisse bezogen auf den Hauptoperateur</i>	90
4.6.3	<i>Ergebnisse bezogen auf den Schmerzmittelbedarf</i>	90
4.6.4	<i>Ergebnisse bezogen auf das Zeitintervall Unfall – Operation</i>	91
5	DISKUSSION	92
5.1	ALLE EXTREMITÄTENFRAKTUREN	92
5.2	SUPRAKONDYLÄRE HUMERUSFRAKTUREN	97
5.3	LIMITIERENDE FAKTOREN	103
6	ZUSAMMENFASSUNG	104
7	LITERATURVERZEICHNIS	108
8	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	116
9	TABELLENVERZEICHNIS	117
10	EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG	119
11	DANKSAGUNG	120
12	LEBENS LAUF	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

1 Einleitung

1.1 Frakturen bei Kindern und Jugendlichen

Im Kindes- und Jugendalter treten knöcherne Verletzungen häufiger als im Erwachsenenalter auf und machen bis zu 10 bis 25% aller Verletzungen aus [1-4]. Aufgrund der höheren Risikobereitschaft bei Sport und Spiel zeigen sich bei Jungen 1,2-1,6mal häufiger Frakturen der langen Röhrenknochen als bei Mädchen [3, 5, 6].

In fünf Studien [1, 5-8] konnte dabei eine Verteilung der Verletzungslokalisation bei Frakturen im Kindes- und Jugendalter herausgearbeitet werden. An erster Stelle kommen die Frakturen der Extremitäten, wobei die langen Röhrenknochen am häufigsten betroffen sind. An zweiter Stelle stehen Hand- und Fußskelettfrakturen.

In absteigender Reihenfolge schließen sich die Frakturen des Schlüsselbeins und des Schulterblatts, des Schädels, der Wirbelsäule und des knöchernen Thorax, des Beckens und „Weitere“ an.

Bei den Extremitätenfrakturen stellt die obere Extremität zwei- bis dreimal häufiger die Verletzungslokalisation dar als die untere Extremität [3, 9]. Davon präsentieren sich wiederum die Unterarmfrakturen am zahlreichsten [2, 9].

TABLE 1. *The frequency of the most common fracture types*

Fracture type	Percentage
Distal forearm	22.7
Hand, phalanges	18.9
Carpal-metacarpal (scaphoid excluded)	8.3
Clavicle	8.1
Ankle	5.5
Tibia, diaphysis	5.0
Tarsal-metatarsal (talus, os calcis excluded)	4.5
Foot, phalanges	3.4
Radius-ulna, diaphysis	3.4
Supracondylar region of the humerus	3.3
Proximal end of the humerus	2.2
Facial skeleton	2.1
Skull	1.8
Femur shaft	1.6
Radial neck fracture	1.2
Vertebral fracture	1.2

Abb. 1-1: The Frequency of the most common fracture types aus Landin, L.A. Epide-miology of Children's Fracture. J Peaditr Orthop B, 1997.6(2):p.79-83 [2]

Die Kinder und Jugendlichen ziehen sich die Knochenbrüche am häufigsten beim Sport (38,7%), zu Hause (22%), auf dem Spielplatz (20,5%), in der Schule (10,6%) oder im Verkehr (4,8%) zu [9]. Bei wechselnden oder widersprüchlichen Angaben zum Unfallhergang, verzögerten Vorstellung des Kindes und bei Schaftfrakturen von Säuglingen, die noch nicht laufen können, darf eine Kindesmisshandlung als Ursache nicht außer Acht gelassen werden. Liegt eine Fraktur lediglich nach einem Bagateltrauma vor, muss eine pathologische Fraktur, z.B. bei juveniler Knochenzyste, ausgeschlossen werden [10].

1.2 Einteilung der Frakturen im Kindes- und Jugendalter

Eine Einteilung der Frakturen im Kindesalter erfolgt rein nach morphologischer Beschreibung und Lokalisation der Fraktur [11].

So werden die Frakturen grundsätzlich den Gelenk- oder Schaftfrakturen zugeordnet, wobei diese im Verhältnis 1:50 [11, 12] vorkommen.

Üblicherweise werden die Gelenkfrakturen nach Salter-Harris und Aitken (Abb. 1.1) eingeteilt [13]. Darüber hinaus sollte man aber in „fugenkreuzende“ und Fugen nicht tangierende Frakturen unterscheiden. Salter-Harris III und IV (entsprechend Aitken II und III) zählen dabei zu den klassischen „fugenkreuzenden“ Gelenkfrakturen mit noch weit offenen Wachstumsfugen. Als weitere „fugenkreuzenden“ Frakturen werden die sogenannten Übergangsfakturen (Triplane I und II, Twoplane), die im Übergang vom Jugend- zum Erwachsenenalter mit schon beginnendem Fugenschluss vorkommen, gezählt [14].

Ossäre, chondrale und periostale Bandausrisse stellen die Fugen nicht tangierenden Gelenkfrakturen dar.

Die Schaftfrakturen werden in metaphysäre und diaphysäre Frakturen unterteilt. Zusätzlich zählen die Epiphysenlösungen nach Salter-Harris I und II/Aitken 0 und I zu den am weitesten peripher gelegenen Schaftfrakturen (Abb. 1.1).

Neben Wulst- oder Stauchungsfrakturen, die an der Metaphyse am häufigsten sind, kommen Biegungsbrüche, vollständig durchgebrochene metaphysäre Frakturen (als typisches Beispiel wäre die Suprakondyläre Humerusfraktur zu nennen) und ossäre, chondrale oder periostale metaphysäre Band- und Muskelausrisse vor [12, 14].

Die Diaphyse stellt die typische Lokalisation für Biegungsbrüche, sogenannte Grünholzfrakturen, dar. Zusätzlich werden hier Schräg-, Quer-, Torsions- und Mehrfragmentfrakturen unterschieden [12].

Nach von Laer ist es immer auch sinnvoll, bei der Einteilung vor allem hinsichtlich der Therapie zwischen einer „Retentionsfraktur“ und einer primären oder sekundären „Repositionsfraktur“ zu differenzieren. Diesbezüglich muss unterschieden werden, ob ein rein konservatives Vorgehen erfolgen kann oder ob eine Reposition in Allgemeinanästhesie mit eventueller Osteosynthese durchgeführt werden muss [14].

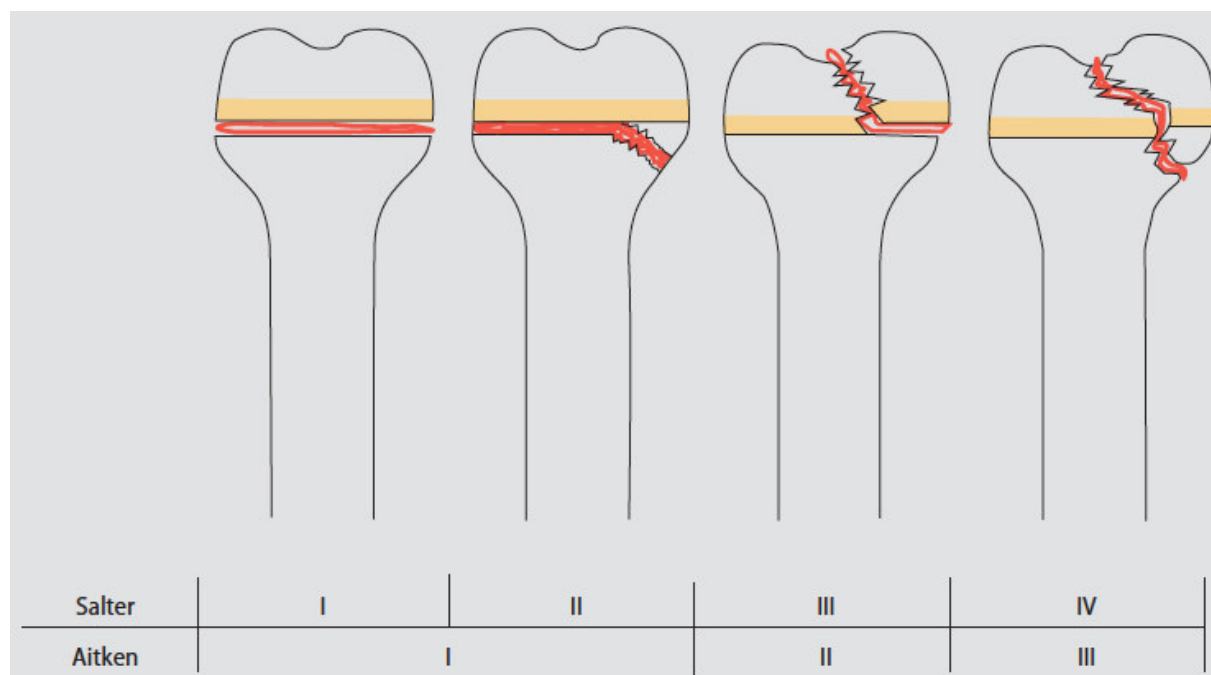


Abb. 1-2: Klassifikation von Frakturen im Wachstumsalter mit Beteiligung der Wachstumsfugen nach Salter und Aitken aus Träger, G.P., L.E.; Ruchholts, S; Sommerfeldt, D.; Nast-Kolb, D.;, Epiphysennahe Frakturen bei Kindern. Unfallchirurg, 2007. 110(10):p.867-883. [13]

Da die Wachstumsprognose, die Behandlungstechniken und der Aufwand von Diagnose und Behandlung nicht als geeignete Parameter in einer Klassifikation aufgenommen werden können, hat man in der LiLa-Klassifikation und in der AO-Klassifikation für Frakturen im Wachstumsalter versucht, eine genauere Dokumentation - auch für Studien - zu entwickeln [15, 16].

Die Tab. 1-1 gibt einen kurzen Überblick über die Bezeichnungen:

Tab. 1-1: Frakturklassifikation zusammengestellt aus [15-17]

Klassifikation	1. Ziffer	2. Ziffer	3. Ziffer	4. Ziffer	5. Ziffer	6. Ziffer
AO-Klassifikation	Lokalisation im Skelett 1=Humerus 2=Unterarm 3=Femur 4=Unterschenkel	Knochensegment 1=proximal 2=diaphysär 3= distal	Subsegment E=epiphysär, M=metaphysär D=diaphysär	Morphologie	Frakturschweregrad einfach, Keilfraktur (partiell instabil), komplex (instabil)	Eventuell Ausnahmebezeichnung

LiLa-Klassifikation	Lokalisation im Skelett	Knochensegment	Unterscheidung Gelenkfraktur	Frakturtyp Morphologie	Tolerables Dislokationsausmaß	Paarige Knochen nicht tragend
	1=Humerus 2=Unterarm 3=Femur 4=Unterschenkel	1=proximal 2=diaphysär 3=distal	a=artikulär Schaftfraktur s=shaft		0= undisloziert 1= tolerabel disloziert 2= nicht tolerabel disloziert	U=Ulna F=Fibula

Einige Frakturen werden nochmals nach speziellen Klassifikationen eingeteilt. So zum Beispiel die suprakondyläre Humerusfrakturen, die zum einen nach dem Unfallmechanismus in Extensions- (98%) und Flexionsfrakturen (2%) eingeteilt werden, zum anderen sind internationale Klassifikationen nach Baumann, nach Gartland oder nach von Laer veröffentlicht [18].

1.3 Ausgewählte Extremitätenfrakturen im Detail

An dieser Stelle sollen einige Extremitätenfrakturen, die auch in der eigenen Auswertung eine anzahlmäßig bedeutende Rolle spielen, genauer erläutert werden.

1.3.1 Oberarmfrakturen

- Proximale Humerusfrakturen

Im Kindesalter betreffen 41-47% der Humerusfrakturen den proximalen Anteil [19]. Hier wiederum stellen die epiphysären Frakturen eine Rarität dar. Am häufigsten kommen subkapitale Humerusfrakturen vor. Es besteht ein großes Korrekturpotential, da die proximale Wachstumsfuge für 80% des Längenwachstums verantwortlich ist [12]. Deshalb sind die Korrekturgrenzen, bei denen eine konservative Therapie vorgenommen werden kann, großzügiger gestellt. Für Kinder unter 5 Jahren kann bei einer Abkipfung in der Frontalebene um 50-70° und einer Seitverschiebung um eine ganze Schaftbreite konservativ behandelt werden. Zwischen 5-12 Jahren wird die Grenze für die Abkipfung in der Frontalebene bei 30-50° und einer Seitverschiebung bis zu 2/3 der Schaftbreite gesetzt. Sind die Kinder älter als 12 Jahre, kann nur noch bei einer Abkipfung kleiner 30° in der Frontalebene oder bei einer Seitverschiebung bis zu einer halben Schaftbreite konservativ mittels Ruhigstellung im Gilchrist- oder Desault-Verband behandelt werden [12]. Werden diese Korrekturgrenzen in der jeweiligen Altersgruppe überschritten, muss eine operative Therapie durchgeführt werden. Diese erfolgt in der Regel als geschlossene Reposition und Versorgung entweder mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und anschließender Ruhigstellung oder mittels ESIN ohne Ruhigstellung [12].

- Humerusschaftfrakturen

Meist handelt es sich um quere, kurze Schrägfrakturen, die durch direkte Gewalteinwirkung entstehen. Kommt es zu einer indirekten Gewalteinwirkung resultieren daraus eher längere Schräg- und Spiralfrakturen.

Kommt es nach einem Bagatelltrauma zu einer Fraktur, muss in diesem Bereich immer das Vorliegen einer pathologischen Fraktur im Zusammenhang mit einer juveni-

len Knochenzyste in Betracht gezogen werden. Eine Einteilung der Humerusschaftfrakturen wird vorgenommen in Quer-, Schräg-, Biegungs- sowie Grünholzfrakturen. Toleriert und damit konservativ ruhiggestellt werden Frakturen mit Achsabweichungen von 10-20°, mit Verkürzungen von bis zu 2cm und mit Seit-zu-Seit-Verschiebungen um nicht mehr als eine Schaftbreite. Auch bei Nervus radialis-Schädigungen kann aufgrund der hohen spontanen Remissionsrate konservativ vorgegangen werden.

Liegt eine instabile Fraktur vor, oder eine, die sich nicht reponieren oder retinieren lässt und dabei eine Fehlstellung $>20^\circ$ aufzeigt, besteht die Indikation zur Operation. Achsfehlstellung $>10^\circ$ sollten bei Kindern älter als 10 Jahren nicht mehr belassen werden [19]. Methode der Wahl ist die elastisch stabile intramedulläre Marknagelung [12, 19].

1.3.2 Ellenbogenfrakturen

- Suprakondyläre Humerusfrakturen

Die suprakondyläre Humerusfraktur stellt mit 60% die häufigste Verletzung im Bereich des Ellenbogens im Wachstumsalter mit einem Altersgipfel zwischen 4 und 7 Jahren dar [12]. Aufgrund des Unfallmechanismus besteht in den meisten Fällen eine Extensionsfraktur durch einen Sturz auf den ausgestreckten Arm. Die durch direkten Sturz auf den Ellenbogen verursachte Flexionsfraktur kommt in deutlich geringerer Anzahl (5%) vor [19].

Eine Einteilung nach der AO-Klassifikation erfolgt in Typ I-IV.

Typ I: nicht disloziert

Typ II: Dislokation in einer Ebene, nur in Ante- oder Rekurvation

Typ III: Dislokation in zwei Ebenen, mit Fragmentkontakt

Typ IV: Dislokation in allen drei Ebenen, ohne Fragmentkontakt [12, 19].

Bei suprakondylären Humerusfrakturen vom Typ I und um maximal 10° dislozierte Typ II-Frakturen (bis zum Alter von 6 Jahren bis 20°) erfolgt als konservative Maßnahme eine Ruhigstellung in der Oberarmgipsschiene.

Bei stärker dislozierten Frakturen muss eine geschlossene Reposition und die Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese, ESIN oder radialem Fixateur externe erfolgen. Gelingt keine geschlossene Reposition, muss ein offener Zugang gewählt werden.

Die Metallentfernung kann beim Fixateur externe und bei Kirschner-Drähten nach 3-4 Wochen, bei ESIN nach 3-4 Monaten durchgeführt werden [12].

- Epicondylus-ulnaris-Abrissfraktur

90 % der epikondylären Frakturen am Ellenbogen sind ulnarseitig lokalisiert. Je nach Dislokationsausmaß erfolgt die Entscheidung, ob konservativ oder operativ therapiert werden muss. Eine Dislokation von 2-5 mm wird akzeptiert und im Oberarmgips ruhiggestellt. Dabei muss eine sekundäre Dislokation im weiteren Verlauf ausgeschlossen werden. Ansonsten erfolgt eine offene Reposition und die Versorgung mittels Schraubenosteosynthese [12].

- Condylus-radialis-Fraktur

Diese stellt im Gegensatz zu den oben genannten Frakturen eine intraartikuläre Ellenbogenfraktur dar und weist einen Altersgipfel zwischen dem 4. und 5. Lebensjahr auf. Bei inkompletten, nicht dislozierten Frakturen besteht keine Gefahr einer sekundären Dislokation, sodass eine Ruhigstellung im Oberarmgips ausreicht. Liegt eine komplette, nicht dislozierte Condylus-radialis-Fraktur vor, ist Vorsicht geboten und eine sekundäre Dislokation darf nicht übersehen werden. Primär oder sekundär dislozierte Frakturen (Frakturspalt >2mm) werden offen reponiert und mit Kirschner-Drähten oder Schrauben fixiert [12].

Zu den weiteren Verletzungen am Ellenbogen werden die Olekranonfraktur, die Ellenbogenluxation, die Radiuskopfsubluxation und die Fraktur des proximalen Radius gezählt.

1.3.3 Unterarmfrakturen

- Monteggia-Frakturen

Als Monteggia-Fraktur wird das gemeinsame Auftreten von einer Ulnaschaftfraktur und einer Radiuskopfluxation verstanden.

Die Radiuskopfluxation muss in jedem Falle reponiert werden. Liegt eine nicht dislozierte, stabile Ulnafraktur vor, reicht eine geschlossene Reposition und anschließende

Ruhigstellung aus. Andernfalls muss die Ulnafraktur mit einer geeigneten Osteosynthese versorgt werden [12].

- **Unterarmschaftfrakturen**

Den Unterarm betreffen mehr als 1/3 der Frakturen im Kindesalter und davon betrifft jede vierte den Schaftbereich [19]. Meist geschieht dies durch einen Sturz auf den ausgestreckten Arm. Es kommen dabei Grünholzfrakturen oder vollständige Frakturen vor, die isoliert Radius oder Ulna oder beide Knochen betreffen können. Bei den Grünholzfrakturen wird eine Achsabweichung von bis zu 10° (bei Kinder jünger als 5 Jahren 20°) toleriert und konservativ behandelt. Liegt eine vollständige Fraktur vor, kann bis zu einer Achsabweichung von 10°, einer Seit-zu-Seit-Verschiebung bis maximal einer Schaftbreite und wenn keine Rotationsfehlstellung vorliegt, konservativ behandelt werden [12]. Dies erfolgt im Oberarmgips und kann gegebenenfalls durch eine Gipskeilung nach einer Woche ergänzt werden [19]. Werden die konservativen Korrekturgrenzen überschritten, wird geschlossen reponiert und meist mittels ESIN fixiert [12].

- **Distale Unterarmfrakturen**

Die Fraktur des distalen Unterarms stellt die häufigste Verletzung der oberen Extremität dar. Wie im Bereich des proximalen Humerus besteht ein hohes Korrekturpotential bis zum Alter von 10-12 Jahren. Es werden 4 Verletzungsformen unterschieden:

a) metaphysäre Wulst- oder Stauchungsfrakturen: Diese können aufgrund der Stabilität konservativ behandelt werden.

b) Grünholzfrakturen am diaphysären Übergang können in der Regel bei geringer Abkippung auch konservativ behandelt werden.

c) vollständige Frakturen des distalen Unterarms: Abkippungen bis 50° bei Kindern <5 Jahren, bis 30° bei Kindern < 10-12 Jahren und eine Seit-zu-Seit-Verschiebung bis zu einer halben Schaftbreite werden toleriert.

d) Epiphysenfugenverletzungen: Diese können konservativ bei Kindern bis 12 Jahren und einer maximalen Abkippung von 30° in der Frontalebene und maximal 10° in der Sagittalebene versorgt werden.

Eine konservative Therapie sieht bei Kindern <12 Jahren eine Ruhigstellung im Oberarmgips und bei älteren Kindern im Unterarmgips vor.

Dislozierte distale Unterarmfrakturen müssen geschlossen reponiert werden. Bei Stabilität wird diese anschließend ruhiggestellt. Besteht trotzdem eine Instabilität, wird diese mit einer Kirschnerdrahtosteosynthese versorgt [12].

1.3.4 Oberschenkelfrakturen

- Femurschaftfrakturen

Die Femurschaftfrakturen machen 1-2% aller Frakturen im Kindesalter aus [20]. Neben der Einteilung nach der Lokalisation in proximale und diaphysäre Frakturen werden sie anhand des Typs in Quer-, Schräg-, oder Mehrfragmentfrakturen eingeteilt [12]. Unter Beachtung der Korrekturgrenzen kann bei Kindern < 5 (<4) Jahren eine konservative Therapie in der Overhead-Extension und eventueller Umstellung auf einen Becken-Bein-Gips durchgeführt werden. Bei nicht mehr tolerablen Fehlstellungen (siehe Tabelle 1.2) muss eine geschlossene Reposition und anschließende Retention - meist durch einen ESIN - erfolgen [12, 21].

Tab. 1-2: Tolerable Korrekturgrenzen bei Femurschaftfrakturen aus Heinrich, M. and K. Neuhaus, Kinderchirurgie. Basiswissen und Praxis. 2012, Germering/München: Zuckschwerdt. [12]

	< 5 Jahre	> 5 Jahre
Rotationsfehler	bis 20°	bis 10°
Varusfehlstellung	bis 20°	bis 10°
Valgusfehlstellung	bis 10°	bis 10°
Antekurvatur	bis 10°	bis 10°
Rekurvation	keine	keine
ad latus	bis Schaftbreite	Bis ½ Schaftbreite

1.3.5 Unterschenkelfrakturen

- Proximale Tibiafrakturen

Diese kommen meist in Kombination mit einer proximalen Fibulafraktur vor und werden anhand der Röntgenaufnahme eingeteilt in Epiphysenlösungen mit oder ohne metaphysärem Keil und proximale Stauchungs- bzw. Biegungsfrakturen.

Undislozierte Epiphysenlösungen und metaphysäre Stauchungsbrüche werden im Oberschenkelgips ruhiggestellt. Metaphysäre Biegungsbrüche müssen schon bei Valgusfehlstellung $<10^\circ$ unter Varusstress eingegipst und gegebenenfalls nach einer Woche auch durch eine Gipskeilung verbessert werden. Eine geschlossene Reposition muss bei primärer oder sekundärer Dislokation erfolgen und bei Instabilität zusätzlich mittels Kirschnerdrahtosteosynthese versorgt werden [12].

- **Unterschenkelschaftfrakturen**

Die häufigste Fraktur der unteren Extremität stellt neben der isolierten Tibiafraktur die Unterschenkelschaftfraktur dar. Die „Toddler-Fraktur“, eine undislozierte Tibiaspiralfraktur, gilt zusätzlich als Sonderform. Betrachtet man nur die isolierte Tibiafraktur, können nicht dislozierte Frakturen sowie Rotations- und Varusfehlstellungen bis $<10^\circ$ konservativ im Oberschenkelgips therapiert werden. Liegt eine nicht dislozierte, stabile Unterschenkelschaftfraktur vor, kann ebenfalls im Oberschenkelgips ruhiggestellt werden und sollte bei einer eventuellen Fehlstellung nach Kontrolle „gekeilt“ werden. Instabile, dislozierte Frakturen oder offene Frakturen werden operativ versorgt. Auch bei Verdacht auf ein Kompartmentsyndrom muss operativ therapiert werden. Es erfolgt eine intramedulläre Nagelung oder die Versorgung mittels Fixateur externe, insbesondere bei Verletzungen im Rahmen eines Polytraumas [12].

1.3.6 Sprunggelenkfrakturen

- **Distale metaphysäre Unterschenkelfrakturen**

Im Bereich des distalen Unterschenkels kommt es häufig nach einem Distorsionstrauma oder einer Verletzung durch Radspeichen zu metaphysären Stauchungs-, Biegungsfrakturen oder Epiphysenlösungen mit und ohne metaphysärem Keil.

Als Begleitverletzung kann eine Fibulafraktur auftreten. Konservativ werden die metaphysären distalen Tibiafrakturen bei einer Achsfehlstellung $<10^\circ$ therapiert. Bei den Epiphysenlösungen ist nach dem Alter zu unterscheiden. Sind die Kinder jünger als 10 Jahre, erfolgt eine Ruhigstellung bei einer Achsabweichung frontal/sagittal $<10^\circ$ und einer $\frac{1}{4}$ Seitverschiebung. Sind die Kinder älter, wird keine Fehlstellung toleriert.

Treffen diese Grenzen nicht zu, muss geschlossen reponiert und gegebenenfalls mit einer Kirschnerdraht- oder Schraubenosteosynthese fixiert werden [12].

- Distale epiphysäre Unterschenkelfrakturen

Auch hier kann eine Epiphysenfraktur mit und ohne metaphysärem Keil unterschieden werden. Hauptlokalisation ist im Kindesalter der mediale Malleolus. Besteht nur eine Dislokation $<2\text{mm}$ wird konservativ im Unterschenkelgips behandelt, ansonsten muss eine offene, anatomische Reposition und Versorgung mittels Schrauben- oder Kirschnerdrahtosteosynthese erfolgen [12].

- Übergangsfrakturen

Ist die Wachstumsfuge bereits teilweise verschlossen, kann es zu sogenannten Übergangsfrakturen im Bereich der distalen Tibia kommen. Diese werden eingeteilt in Two-Plane- und Tri-Plane-Frakturen. Bei einer Dislokation $>2\text{mm}$ muss immer eine operative Therapie - als offene Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese – erfolgen [12].

1.4 Therapiemöglichkeiten

Bei der Entscheidung, welcher Therapieweg eingeschlagen wird, spielt die Lokalisation und die Art der Fraktur, Begleitverletzungen sowie das Alter des Patienten eine entscheidende Rolle [12, 22]. Außerdem sind die Ausprägung und Dauer vorübergehender funktionseinschränkender Fehlstellungen und individuelle Wünsche zu berücksichtigen [10].

Das Ziel einer jeden ersten Therapiemaßnahme sollte die Schmerzlinderung bei dem Patienten sein. Weiterhin muss ein optimales Endergebnis und eine rasche Heilung der Fraktur erreicht werden, um die Funktion und Mobilität der verletzten Extremität sicherzustellen [10, 12]. Dies sollte durch ein Minimum an Aufwand, unter Berücksichtigung aller möglichen Wachstumsstörungen und unter Vermeidung von Bewegungseinschränkungen geschehen [10, 12]. Zweiteingriffe zur Nachreposition, ungeplante Therapiewechsel, Metallentfernungen, sekundäre Korrekturen und zahlreiche Kontrollen mit oder ohne Strahlenbelastung muss man so gering wie möglich halten [23].

Aus Sicht des Patienten steht die prompte und adäquate Schmerzbehandlung an erster Stelle. Außerdem soll dieser möglichst schnell die Mobilität zurück erlangen. Die Fraktur betreffend werden im Falle einer Dislokation folgende Ziele definiert:

Diaphyse → Rekonstruktion der Belastungsachse

Metaphyse → Rekonstruktion der Gelenkachse

Epiphyse → Rekonstruktion der Gelenkfläche

Im Falle einer nicht dislozierten Fraktur gilt es diese Situation zu sichern [23].

So stehen prinzipiell sowohl konservative als auch operative Maßnahmen zur Verfügung, die sich durchaus gut ergänzen können [10].

Grundsätzlich sollten schmerzhaft Manipulationen jeglicher Art im Kindesalter immer in Narkose durchgeführt werden [10].

1.4.1 Konservative Verfahren

Liegt eine stabile oder primär instabile Fraktur vor, die sich nach Reposition als stabil erweist, ist ein konservatives Verfahren indiziert.

Dabei wird zwischen der Retention und der aktiven Redression unterschieden. Zur Retention zählt die klassische Gipsruhigstellung und eine Behandlung mit Bandagen, wie z.B. mit Desault- und Gilchrist-Verbänden [12]. Aufgrund der Gefahr eines Kompartment-Syndroms muss allerdings bei der Gipsruhigstellung anfangs darauf geachtet werden, dass initial entweder eine Schiene angelegt oder der Gips gespalten wird [19]. Außerdem sollten die beiden angrenzenden Gelenke an die Fraktur mit ruhiggestellt werden. Eine Ausnahme kann bei distalen Unterarm- oder Unterschenkelfrakturen bei älteren Kindern gemacht werden [24]. Unter der aktiven Redression versteht man eine gezielte, nicht invasive, aktive Therapie zur Korrektur oder Prophylaxe von nicht tolerablen Achsfehlstellungen [12].

Beispiele hierfür sind die Gipskeilung, das Anlegen eines Rucksackverbandes, einer Blount'schen Schlinge, eines Sarmiento-Brace oder es erfolgt eine Extensions-Behandlung. Die Extensions-Behandlung hat im Gegensatz zu früher nicht mehr die klinische Bedeutung und wird als obsolet angesehen [12, 23, 25]. Lediglich bei Oberschenkelchaftfrakturen im Kleinkindalter von bis zu 3 Jahren [22] bzw. bis zu 4 Jahren [25] besteht die Möglichkeit, diese mit einer Overhead-Extension im elastischen Verband mit anschließender Ruhigstellung im Beckenbeingips zu therapieren.

Durch das übergeordnete Ziel einer primären definitiven Behandlung, die eine zuverlässige Frakturfixation besonders dann erfordert, wenn für eine erste Therapiemaßnahme eine Narkose erforderlich ist, hat die konservative Knochenbruchbehandlung im Kindesalter ihre Position als grundsätzlich erste Wahl eingebüßt [19].

1.4.2 Operative Verfahren

Nicht mehr tolerable Dislokationen müssen reponiert werden. Ob eine Reposition geschlossen oder offen erfolgen muss, hängt unter anderem vom Frakturtyp und -lokalisation sowie von der Erfahrung des behandelten Arztes ab [12].

Es ist auch von den oben genannten Faktoren abhängig, ob ein geeignetes Osteosyntheseverfahren zusätzlich erfolgen muss. Eine Reposition oder eine operative Frakturversorgung sollten im Kindesalter grundsätzlich in Anästhesie, in der Regel als Vollnarkose, erfolgen [19].

Zu den primären oder sekundären Indikationen einer Osteosynthese werden irreponible, nicht retinierbare und instabile Schaftfrakturen, dislozierte Frakturen mit Gelenkflächenbeteiligung, Refrakturen, pathologische Frakturen und Frakturen im Rahmen eines Polytraumas gezählt [19]. Als absolute Indikationen einer operativen Frakturbehandlung werden stark dislozierte Gelenk- und Schaftfrakturen, alle Luxationsfrakturen, offene Frakturen der Grade II und III sowie Frakturen mit Gefäß- oder auch Nervenverletzungen angesehen [14, 22].

Im folgenden Abschnitt sollen die Osteosyntheseverfahren, die zur Auswahl stehen, genauer erläutert werden:

- Kirschnerdrahtosteosynthese

Die Kirschnerdrahtosteosynthese, auch Spickdrahtosteosynthese genannt, wird vor allem bei metaphysären Frakturen der Röhrenknochen mit häufig kleinen Fragmenten, die gut reponiert aber schlecht retiniert werden können, durchgeführt [12].

Als Indikationen sind zu nennen: dislozierte distale Radiusfrakturen, proximale Humerusfrakturen, suprakondyläre Humerusfrakturen, Epiphyseolysen großer Gelenke, Finger- und Fußfrakturen, aber auch Luxationen, Sehnen- oder Amputationsverletzungen an Fingern oder Füßen [26]. Da durch die Kirschnerdrahtosteosynthese keine Belastungsstabilität erreicht werden kann, erfolgt eine zusätzliche Gipsruhigstellung bis zur

gesicherten Heilung [12, 26]. Eine Metallentfernung erfolgt je nach Fraktur und Alter des Patienten nach frühestens 3, spätestens nach 5 Wochen [27].



Abb. 1-3: Versorgung einer distalen Femurfraktur bei einem 9-jährigen Kind mittels zweier gekreuzter Spickdrähte von 2,5mm. a Unfallbild. b Knie a.p. c Knie seitlich aus Worel, A. and T. Slongo, Behandlungsprinzipien, in Kindertraumatologie, I. Marzi, Edito. 2010, Springer Berlin Heidelberg. P. 49-74. [27]

- Schraubenosteosynthese

Die Schraubenosteosynthese, als sogenannte Adaptationsosteosynthese, bietet gegenüber den Drahtosteosynthesen den Vorteil einer höheren Stabilität durch zusätzliche Kompression [12, 26]. Sie wird vor allem bei epi- oder metaphysären Frakturen bei älteren Kindern angewendet [12].

So zum Beispiel bei Aitken I-III Frakturen, Übergangsfrakturen, Gelenkfrakturen aller Art an der proximalen und distalen Tibia, bei Condylus radialis Frakturen, Epicondylus ulnaris Frakturen, Schenkelhalsfrakturen und Skaphoidfrakturen [26].

Auch bei der Schraubenosteosynthese wird eine Gipsruhigstellung postoperativ bis zur Wundheilung und Abschwollen der betroffenen Extremität sowie nicht zuletzt auch zur Schmerztherapie empfohlen [26]. Die Metallentfernung erfolgt nach vollständiger Konsolidierung [12, 27].

- Zuggurtungsosteosynthese

Die Zuggurtungsosteosynthese stellt eine spezielle Methode, die wenigen Indikationen vorbehalten ist, dar. Es sollen dabei Zugkräfte, die im Bereich von großen Sehnen- und Muskelansätzen wirken, durch eine Konstruktion von Drähten und Drahtschlingen in Druckkräfte umgewandelt werden. Zum Einsatz kommt sie bei Olekranon-, Patella- sowie selten bei lateralen Klavikulafrakturen. Prinzipiell wird eine Übungsstabilität er-

reicht, so dass keine Gipsruhigstellung, sondern eine sukzessive Bewegungssteigerung erfolgen sollte [12, 26].

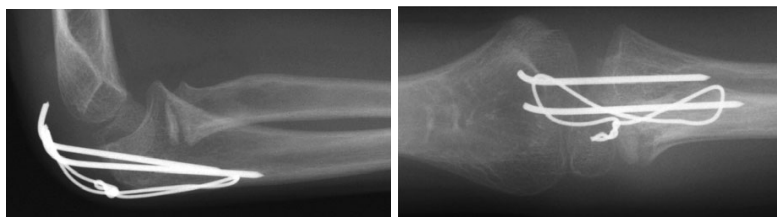


Abb. 1-4: Korrekt liegende Spickdrähte und Zuggurtung am Olekranon aus Worel, A. and T. Slongo, Behandlungsprinzipien, in Kindertraumatologie, I. Marzi, Edito. 2010, Springer Berlin Heidelberg. P. 49-74. [27]

- ESIN (= elastisch stabile intramedulläre Nagelung)

Bei der elastisch stabilen intramedullären Nagelung handelt es sich um ein minimal invasives, minimal traumatisierendes und bewegungsstabiles Verfahren. Es erfolgt eine Stabilisierung dia- oder metaphysärer Frakturen nach einem intramedullären Verklemmungsprinzip.

Als Indikationen sind zu nennen: diaphysäre Humerus-, Femur- und Tibiafrakturen, suprakondyläre und subkapitale Humerusfrakturen sowie Unterarmschaftfrakturen.

Außerdem findet die ESIN Anwendung zur prophylaktischen Nagelung oder bei pathologischen Frakturen wie bei juveniler Knochenzysten. Bei der Auswahl des Durchmessers des intramedullären Nagels wird etwa von einem Drittel des Markraumquerschnitts ausgegangen. Elektiv, nach vollständiger Konsolidierung der Fraktur, erfolgt die Metallentfernung nach 3 bis 9 Monaten [12, 26, 28].

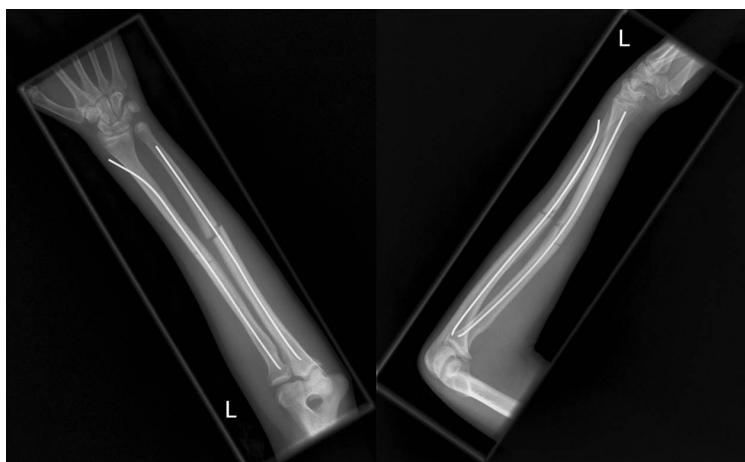


Abb. 1-5: Intramedulläre Nagelung einer Unterarmfraktur von der Homepage der Kinderchirurgischen Klinik und Poliklinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital [29].

- **Fixateur externe**

Der Fixateur externe stellt eine gute Alternative bei längsinstabilen Schräg-, Spiral-, Mehrfragment- oder Trümmerfrakturen [30], bei Brüchen mit Biegungs- oder Drehkeilen sowie bei offenen Frakturen dar [19].

Dabei ist eine gute Compliance von Seiten des Patienten und dessen Eltern Voraussetzung, um durch eine regelmäßige Reinigung Infektionen vorzubeugen [25]. Bei einfachen Frakturen ist ein monolateraler Fixateur ausreichend. Dieser wird zur Erhöhung der Stabilität V-förmig erweitert. Bei komplexen Frakturen ist ein Ringfixateur zur Rekonstruktion notwendig [26].

Der Fixateur externe bietet durch sein minimal invasives Verfahren ohne Freilegung der Fraktur und eine geringere Narbenbildung gewisse Vorteile gegenüber anderen operativen Verfahren [26].

- **Plattenosteosynthese**

Die Plattenosteosynthese wurde in der operativen Frakturversorgung bei Kindern durch minimal-invasive und an das Wachstumsalter angepasste Verfahren verdrängt [12, 26]. Aufgrund dessen ist sie im Kindes- und Jugendalter Sonderindikationen oder Sekundäreingriffen vorbehalten [19].

Als obsolet gilt die Plattenosteosynthese bei der primären Versorgung von Unterarmfrakturen bei Kindern unter 14 Jahren [12].

Die Frakturbehandlung im Kindes- und Jugendalter weist Unterschiede zu derjenigen bei Erwachsenen auf:

1. Die Knochenbruchheilung verläuft schneller.
2. Das weitere Wachstum kann durch die Verletzung oder die Behandlung beeinflusst werden.
3. Während des Wachstums sind noch Korrekturmechanismen möglich.
Daraus ergeben sich nicht nur Vor-, sondern eben auch Nachteile [22].

1.5 Komplikationen

1.5.1 Allgemeine Komplikationen

Zu unterscheiden sind die allgemeinen Komplikationen, die aufgrund des Traumas entstehen können und Komplikationen, die während beziehungsweise nach dessen konservativer oder operativer Versorgung auftreten. Bei der operativen Frakturversorgung gilt es wiederum zu unterscheiden, ob diese prä-, intra- oder postoperativ entstanden sind.

Als erste direkte Komplikation ist der primäre Weichteilschaden mit Durchblutungsstörungen und Beeinträchtigung von Motorik und Sensibilität zu nennen [31]. Dieser kann sowohl bei offenen als auch bei geschlossenen Frakturen auftreten und wird nach der AO-Klassifikation folgendermaßen eingeteilt:

I: Geschlossene Hautverletzung IC1-IC5 (Integument closed, Stadium 1-5)

II: Offene Hautverletzung IO1-IO5 (Integument open, Stadium 1-5)

III: Muskel- und Sehnenverletzung: MT1-MT5 (muscle and tendon, Stadium 1-5)

IV: Neurovaskuläre Verletzung: NV1-NV5 (nerve and vessel, Stadium 1-5) [32].

Eine weitere direkte Komplikation stellt der Blutverlust, der auch bei geschlossenen Frakturen relevant sein kann, dar [31].

Zu den indirekten Komplikationen zählen unter anderem die Wundinfektionen und die post-traumatische Osteomyelitis. In [32] wird das Vorkommen einer Wundinfektion bei geschlossenen Frakturen mit 1-3% und bei offenen Frakturen mit 5-10% angegeben.

Des Weiteren kann es zu Frakturheilungsstörungen kommen. Dabei spielen sowohl mechanische als auch biologische Faktoren eine Rolle [33]. So kommt es durch eine zu große Beweglichkeit der Frakturrenden bei mangelnder Ruhigstellung oder instabiler Osteosynthese zur verzögerten Bruchheilung (delayed union, > 4 Monate) oder Pseudarthrosenbildung. Ebenso kann es dazu durch mangelnde Blutversorgung oder durch verschiedene Pharmaka wie Steroide, Zytostatika oder Antikoagulantien sowie durch eine vorausgegangene Strahlentherapie aufgrund einer malignen Vorerkrankung kommen [32, 33].

Von einer Pseudarthrosenbildung - also einem Falschgelenk - die bevorzugt an der unteren Extremität auftritt, wird gesprochen, wenn es nach über sechs Monaten noch zu keiner Ausheilung der Fraktur gekommen ist [32].

Im Gegensatz zur mangelnden Ausheilung kann es auch immer zu einer überschießenden Kallusbildung kommen.

Eine weitere indirekte Komplikation ist das Kompartmentsyndrom. Darunter wird ein erhöhter Gewebedruck, der die neuromuskuläre Funktion beeinträchtigt, verstanden. 80% der auftretenden Kompartmentsyndrome betreffen Unterschenkel und Unterarm. Besonders gefürchtet ist das Kompartmentsyndrom bei suprakondylären Humerusfrakturen im Kindesalter, bei Quetschfrakturen oder bei direkten Traumen und offenen Frakturen. Dabei kann es durch ein Frakturhämatom, einschneidende Verbände oder Verschluss eines Fasziendefektes zur Verkleinerung eines Kompartments kommen und der Druck steigt demzufolge an. Klinisch zeigt sich das Kompartmentsyndrom durch starke, teils brennende Schmerzen, Weichteilschwellung, deutliche Muskelverhärtung, Ischämieschmerzen und im schlimmsten Fall durch sensible und motorische Ausfälle. Es muss eine sofortige Druckentlastung der Muskulatur durch eine Fasziotomie durchgeführt werden [33].

Das CRPS (komplexes regionale Schmerzsyndrom) stellt eine neurovegetative Fehlregulation mit Durchblutungsstörungen an Knochen und Weichteilen unklarer Ätiologie dar und muss ebenfalls als indirekte Komplikation beachtet werden.

Im posttraumatischen Verlauf kann es auch zu einer Refraktur im früheren Frakturbereich oder zu einer Ermüdungsfraktur außerhalb der primären Fraktur kommen. Vor allem bei Frakturen mit Gelenkbeteiligung oder starker Fehlstellung ist auch immer mit einer sekundären posttraumatischen Arthrose zu rechnen [32, 33].

Im Kindes- und Jugendalter kann es, wie schon oben erwähnt, zu Wachstumsstörungen kommen. Dabei ist oft bis zum zehnten Lebensjahr mit Verlängerungen und nach dem zehnten Lebensjahr mit Verkürzungen der jeweiligen Extremität zu rechnen [32].

Deshalb ist hier besonders die Wahl eines geeigneten Therapieverfahrens, ob nun konservativ oder operativ, wichtig.

In der operativen Frakturversorgung sind wiederum spezielle intra- und postoperative Komplikationen zu betrachten.

Dabei kann es zu Verletzungen von Nerven, Blutgefäßen und Muskeln sowie zur Blutung und Nachblutung kommen. Ebenfalls muss durch ausreichende Hygienemaßnahmen das Risiko einer Wundinfektion so gering wie möglich gehalten werden.

Aufgrund falscher Lagerung des Patienten können Druckschäden entstehen.

Auf die Anästhesierisiken soll hier nicht genauer eingegangen werden.

Die Entwicklung einer Thrombose und Embolie perioperativ stellt eine weitere gefürchtete Komplikation dar. Daher muss vor allem bei Immobilisation, Kindern ab 40kg Körpergewicht und Pubertätszeichen postoperativ eine entsprechende Thrombembolieprophylaxe durchgeführt werden.

Beim Einsatz von Fremdmaterial, wie zum Beispiel Schrauben oder Drähten, kann es immer auch zum Materialbruch, -wanderung, -lockerung oder -luxation kommen [31].

1.5.2 Spezielle Komplikationen der suprakondylären Humerusfraktur

Nach schon vorhandenen primären neurovaskulären Verletzungen, wie z.B. einem Hämatom oder einer Fehlstellung kann es auch zu iatrogen verursachten Schädigungen während der operativen Versorgung kommen [34]. Vor allem bei der geschlossenen Rposition und Versorgung mittels Kirschnerdrähten ist der N. ulnaris gefährdet [35]. Weitere Komplikationen der Kirschnerdrahtosteosynthese stellen die iatrogene Gefäßverletzung, Perforation der Pinenden, Infektionen im Bereich der Pinaustrittstellen [35], Fehlstellungen oder Materiallockerung dar [36].

Obwohl sie technisch anspruchsvoller sind, weisen die Versorgungen der suprakondylären Humerusfrakturen mittels ESIN geringere Komplikationsraten auf [34].

Auch Verformungen und Fehlstellungen im Sinne eines Cubitus varus (10-30%) , Cubitus valgus (3-7%) oder einem Cubitus antecurvatum können nach operativer Versorgung weiterhin bestehen [37].

1.6 Fragestellung

Aufgrund der oben genannten unterschiedlichsten Versorgungsmöglichkeiten der Frakturen im Kindes- und Jugendalter - wobei ein Trend zum operativen Vorgehen zu verzeichnen ist – und den verschiedensten Komplikationen nach sowohl konservativer als auch operativer Frakturversorgung, sollen in dieser Arbeit einflussnehmende Faktoren auf das Ergebnis untersucht werden. Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Art der Osteosynthese, dem Zeitintervall zwischen Unfall und Operation, dem Zeitpunkt (eingeteilt in Schichten und Wochentag) der Operation, der Dauer der Operation und der Erfahrung des Operateurs. Über einen Zeitraum von 4 Jahren und 5 Monaten sollen die Patientendaten in der Kinderschirurgischen Klinik und Poliklinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital zusammenfassend dargestellt und ausgewertet werden.

2 Patienten und Methoden

2.1 Patienten

2.1.1 Patientenrekrutierung

Im klinikinternen Erfassungssystem LAMP wurden retrospektiv, im Zeitraum von August 2008 bis Dezember 2012, alle Röntgenbilder der Kinderchirurgischen Klinik im Dr. von Hauernschen Kinderspital auf Patienten mit einer Fraktur, die mittels operativem Verfahren versorgt wurden, durchsucht.

Eine konfigurierte Tabelle im Microsoft Excel Programm wurde dann durch die hinterlegten Patientenakten anhand von Briefen, Operations- und Anästhesieprotokollen ergänzt. Leider ließ sich, wie bei jeder retrospektiven Erfassung, nicht vermeiden, dass vereinzelt Angaben in den Akten unvollständig waren oder gar ganz fehlten.

Folgende Aspekte wurden in der Tabelle festgehalten:

- Patienten-ID irreversibel anonymisiert
- Geschlecht, Alter, Vorerkrankungen
- Unfallzeitpunkt: Datum und Uhrzeit, Art des Unfalls
- Körperseite, Lokalisation der Fraktur, Typ/Grad der Fraktur, Begleitverletzungen, DMS vor Operation
- Aufnahme: Datum und Uhrzeit, Schmerzmedikation vorstationär, wie ist der Patient in die Klinik gekommen
- Primäre oder sekundäre Operation, Zeitpunkt der Operation: Datum und Uhrzeit, Dauer der Operation, Operateure, Art der Osteosynthese, Intraoperative Komplikationen, Verfahrenswechsel
- Perioperativer Antibiotikabedarf, DMS postoperativ
- Komplikationen stationär, Dauer des stationären Aufenthaltes (Aufnahme- und Entlassungstag wurden jeweils als einen Tag gerechnet), Schmerzmedikation stationär, Thromboseprophylaxe
- Entlassungsbefund, Medikation bei Entlassung

- Komplikationen poststationär, Korrekturmaßnahmen/Nachbehandlung
- Röntgenbefunde am Unfalltag, CT/MRT erfolgt, Röntgenbild postoperativ, Kontroll- und Abschlussröntgen, Anzahl Röntgenbilder insgesamt
- Metallentfernung

2.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien

In die Auswertung aufgenommene Patienten wurden nach folgenden Kriterien ausgewählt:

Einschlusskriterien:

- Kinder im Alter von 0-18 Jahren
- Fraktur einer Extremität
- Primäres oder sekundäres operatives Therapievorgehen

Ausschlusskriterien:

- Patienten mit erfolgter auswärtiger Osteosynthese
- Patienten mit offenen Frakturen
- Gefäßverletzung mit Perfusionsbeeinträchtigung durch die Fraktur

2.2 Kriterien: Komplikationen

Komplikationen wurden zunächst im intraoperativen Zusammenhang betrachtet. Des Weiteren wurden auch diejenigen Komplikationen erfasst, welche im stationären und im weiteren ambulanten Verlauf aufgetreten sind. Zusätzlich wurde zu den intraoperativen Komplikationen auch herausgearbeitet, ob ein Verfahrenswechsel – von einer geschlossenen auf eine offene Reposition – notwendig war. Postoperativ wurde im stationären Verlauf immer gesondert auf die periphere Durchblutung, Sensibilität und Motorik (pDMS) hingewiesen und so auch in einem eigenen Unterpunkt für jeden Patienten erfasst.

Blieb eine DMS-Störung vorhanden wurde sie unter den stationären Komplikationen erneut als solche beschrieben. Die poststationären Komplikationen wurden aus den Dokumentationen der ambulanten Kontrollen entnommen. Die Zusammenschau dieser Befunde – Komplikationen intraoperativ, DMS postoperativ, Komplikationen stationär und Komplikationen poststationär – wurden als ‚Outcome‘ definiert.

2.3 Statistik

Nach Erfassung der Daten im Programm Excel wurde eine Gruppierung und Codierung vorgenommen, um mit dem Statistikprogramm IBM SPSS Statistics – Statistical Package of the Social Sciences – weiter zu arbeiten.

Mit diesem wurde für die Auswertung zuerst eine rein deskriptive Statistik veranlasst und, wie dem Ergebnis-Teil zu entnehmen ist, mit Diagrammen und Tabellen ergänzt.

Zusätzlich wurden Verfahren der induktiven Statistik angewandt um mögliche signifikante Unterschiede zwischen verschiedenen Gruppen zu ermitteln. Diese Tests wurden ebenfalls mit Hilfe von SPSS durchgeführt.

2.3.1 Statistische Signifikanz

Als Ergebnis eines statistischen Signifikanztests erhält man unter anderen den sogenannten *p-Wert*, um die aufgestellte Nullhypothese zu überprüfen. Ist dieser kleiner als die zuvor festgelegte Irrtumswahrscheinlichkeit (Signifikanzniveau) α , kann die Nullhypothese zugunsten der Alternativhypothese verworfen werden. Als Nullhypothese wird immer die Gleichheit angenommen - es gibt also keinen Unterschied [38, 39].

Zumeist wird für das Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ oder $\alpha = 0,01$ gewählt [38].

Bei allen durchgeführten Tests wurde in dieser Arbeit ein $p < 0,05$ als signifikant gewertet.

2.3.2 Kreuztabellen und Chi-Quadrat-Test

Um einen möglichen Zusammenhang zwischen zwei kategorialen, nominal skalierten Variablen herauszufinden wurde eine statistische Analyse mit Hilfe von Kreuztabellen und dem Chi-Quadrat-Test in SPSS durchgeführt. Anhand einer Kreuztabelle lässt sich ein erster Eindruck gewinnen, ob ein möglicher Zusammenhang in der Stichprobe besteht. Mittels Chi-Quadrat-Test wird zusätzlich getestet ob dieser auch in der Grundgesamtheit vorhanden ist.

2.3.3 Exakter Test nach Fischer

Liegt die erwartete Häufigkeit einer Zelle der Kreuztabelle bei weniger als 5 Fällen, so wurde der Exakte Test nach Fischer durchgeführt – ebenfalls durch SPSS.

2.3.4 ANOVA

Im Gegensatz zum t-Test, der nur zwei Gruppen miteinander vergleicht, ermöglicht eine Varianzanalyse (international auch ANOVA) Mittelwerte von mehr als zwei Gruppen auf ihre Unterschiede hin zu untersuchen [40].

3 Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

3.1 Stammdaten

Nach Ausschluss von 80 auswärtige Osteosynthesen mit anschließende Weiterbehandlung im Dr. von Haunerschen Kinderspital, 4 Korrekturosteotomien und 35 offene Frakturen, die nicht mit in die Auswertung aufgenommen werden konnten, blieben insgesamt 387 Fälle mit einer Extremitätenfraktur, die osteosynthetisch in der Kinderchirurgischen Klinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital zwischen August 2008 und Dezember 2012 versorgt wurden.

3.1.1 Geschlechtsverteilung

Dabei zeigte sich eine Verteilung von 249 männlichen (64,3%) zu 138 weiblichen Patienten (35,7%). Was die Aussage von [3, 5, 6], dass Jungen häufiger betroffen sind, unterstützt.

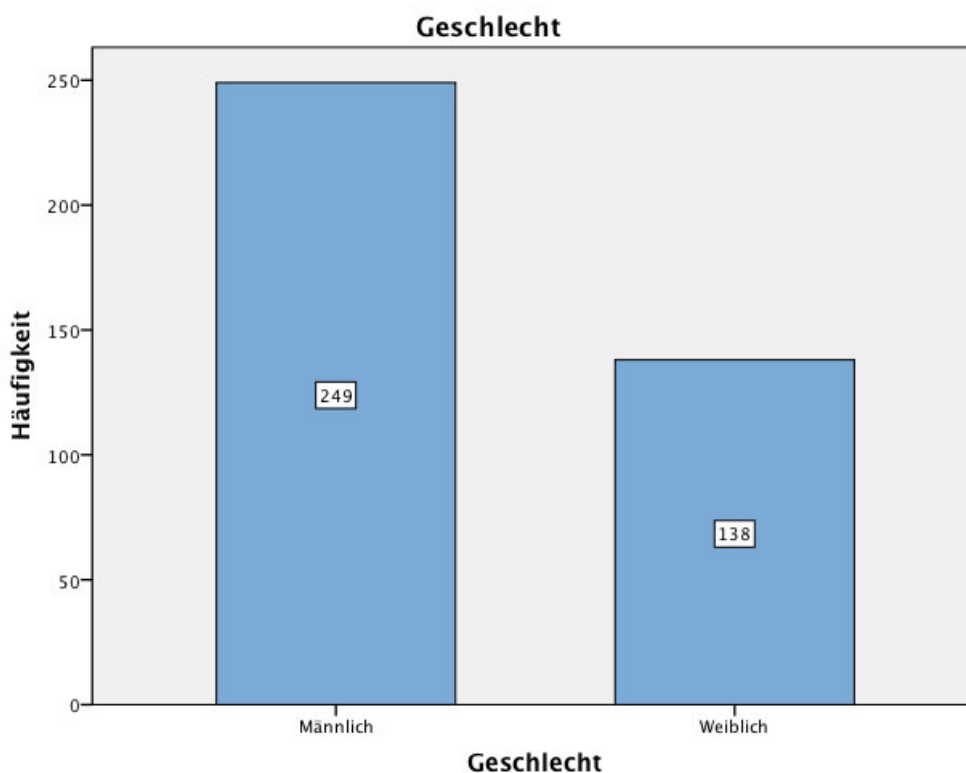


Abb. 3-1: Übersicht Balkendiagramm: Geschlechtsverteilung

3.1.2 Altersverteilung

In die Auswertung wurden alle Kinder zwischen 1 und 18 Jahren mit einbezogen. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt des Unfalls aller Fälle lag bei 8,78 Jahren und am häufigsten zeigte sich eine Fraktur im Alter von 6 Jahren.

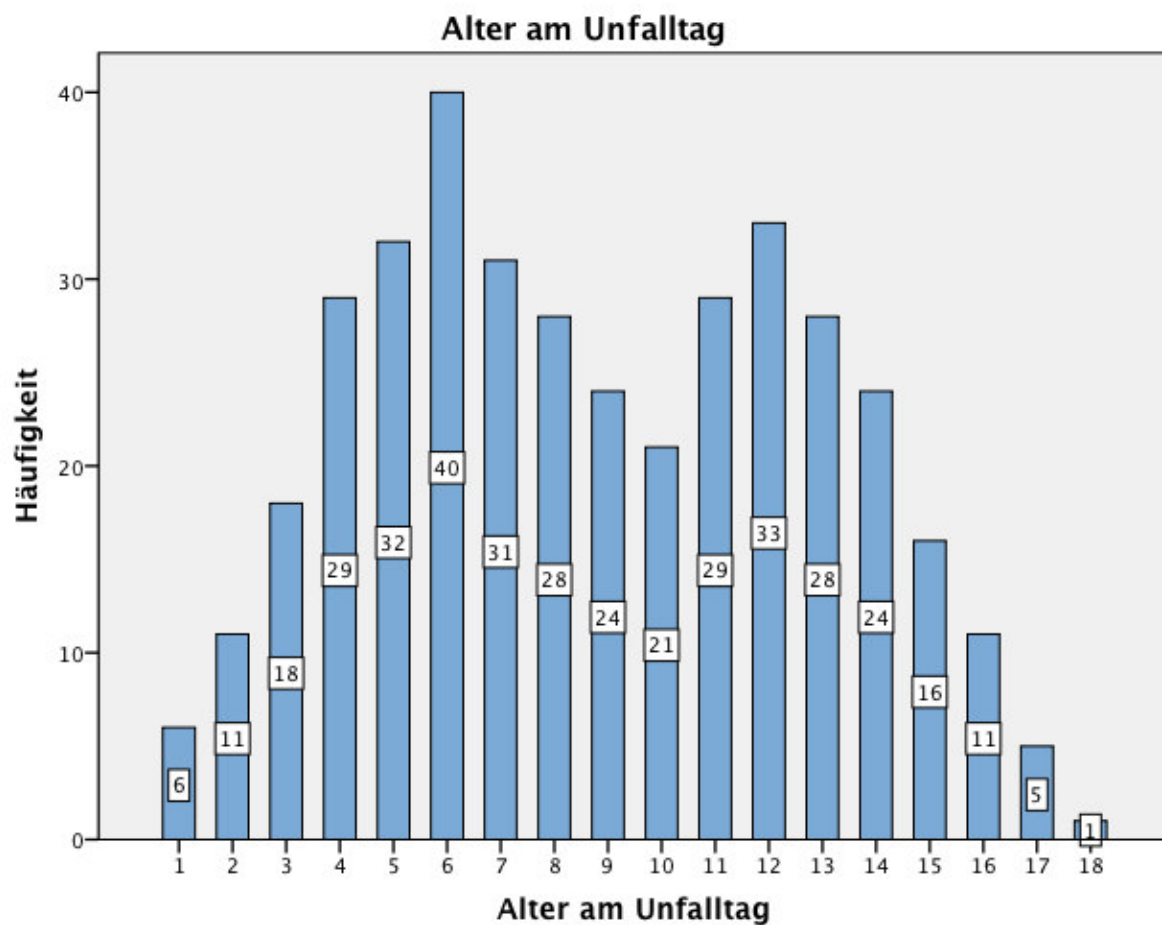


Abb. 3-2: Übersicht Balkendiagramm: Alter am Unfalltag

3.1.3 Vorerkrankungen

Auch die Vorerkrankungen der Kinder und Jugendlichen wurden mit erfasst, um zu evaluieren, ob sie einen Einfluss auf die Frakturen und Komplikationen haben [siehe 3.5.1 Ergebnisse bezogen auf das Outcome].

Tab. 3-1: Übersicht: Vorerkrankungen

Vorerkrankungen	Anzahl (n)	Prozent (%)
Keine Vorerkrankungen	231	59,7
Atopischer Formenkreis	16	4,1
Chirurgische Vorerkrankung	10	2,6
Erkrankungen des Bewegungsapparates	8	2,1
Internistische Vorerkrankung	30	7,8
Knochenzyste	13	3,3
Neurologische Erkrankung	9	2,3
Z.n. geschlossener Reposition und konservativem Vorgehen	68	17,6
Sonstige	2	0,5
Gesamt	387	100,0

Um statistische Berechnungen durchführen und somit Hinweise auf relevante Zusammenhänge aufdecken zu können, wurden einzelne Vorerkrankungen unter den oben genannten Gruppen zusammengefasst und anschließend auf eine klinische Bedeutung überprüft. Bei den chirurgischen Vorerkrankungen waren vergangene Operationen im Hals-Nasen-Ohren-Bereich (z.B. Z.n. Adenektomie oder Z.n. Paukenröhrchen) oder im Urologischen Bereich wie z.B. Z.n. Herniotomie oder Hydrozelenspaltung vertreten. In der Gruppe der Internistischen Vorerkrankungen waren folgende vertreten: Hypothyreose, Adipositas, Diabetes mellitus Typ I, Asthma bronchiale, Herzerkrankungen wie z.B. das WPW-Syndrom oder ein Mitralklappenprolaps.

Unter den neurologischen Vorerkrankungen wurden folgende zusammengefasst: Z.n. Borreliose, Z.n. Hirnblutung, Tetraspastik, Z.n. Fieberkrämpfen. Das Ehlers-Danlos-Syndrom, Osteofibrom, die Osteogenesis imperfecta, die Duchenne-Muskeldystrophie und ein Kortikalisdefekt wurden unter den Erkrankungen des Bewegungsapparates zusammengefasst.

Bei den Patienten mit Knochenzysten waren 2 Fälle mit einer aneurysmatischen Knochenzyste vertreten, die anderen 11 waren juvenile Knochenzysten. Davon waren 10 am Humerus lokalisiert, 2 am Oberschenkel und eine an der Tibia. Unter den sonstigen Komplikationen fielen ein Polytrauma und eine Wundheilungsstörung nach Zahnextraktion, die beide nicht den oben genannten Gruppen zugeordnet werden konnten.

3.2 Unfall- und frakturbezogene Daten

3.2.1 Art des Unfalls

Bei der Betrachtung der Unfallursache konnte gezeigt werden, dass Kinder und Jugendlichen sich eine Fraktur am häufigsten beim Sport zuziehen [9]. Weiterhin wurde in folgende Kategorien unterschieden: Wintersportunfall, Sturz, Sturz aus Höhe, Spielplatz/Spielen, Verkehrsunfall und Schlägerei/Schlag. In vier Fällen hat kein Trauma stattgefunden.

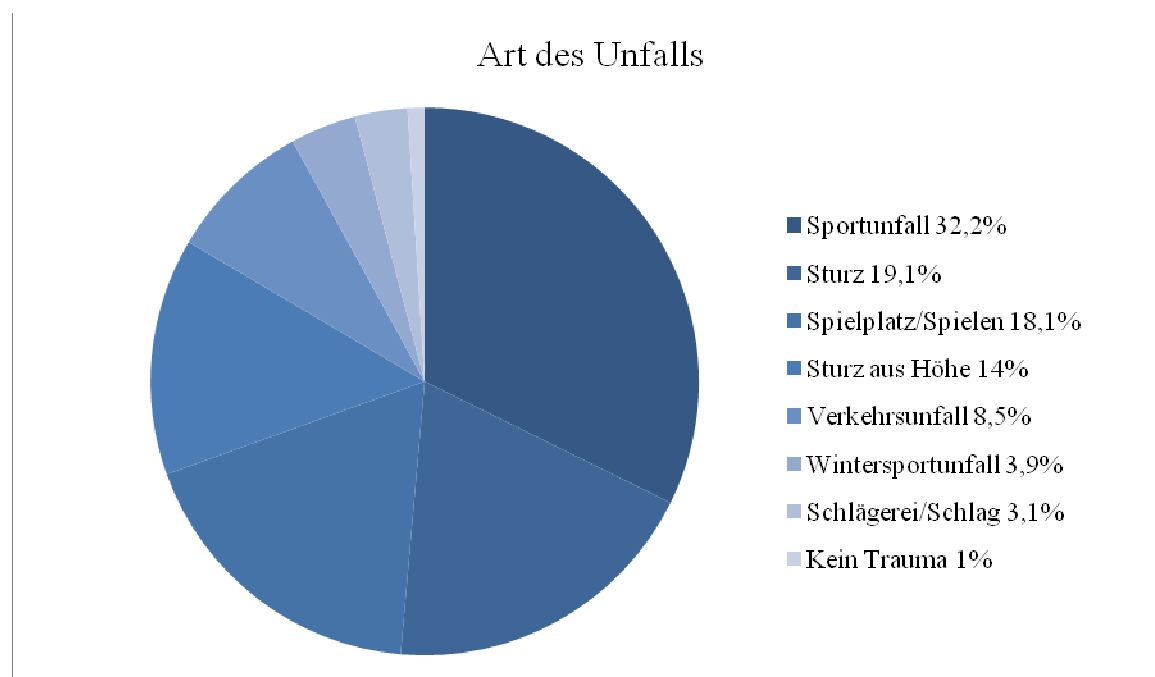


Abb. 3-3: Übersicht Kreisdiagramm: Art des Unfalls

3.2.2 Transportmodus des Patienten in die Klinik

Um den Zeitintervall zwischen Unfall und Operation besser einordnen zu können, wurde auch berücksichtigt, wie der Patient in die Klinik gekommen ist.

Im folgenden Kreisdiagramm ist eine reine Übersicht dargestellt. Diese wird später in Bezug zum Zeitintervall gesetzt.

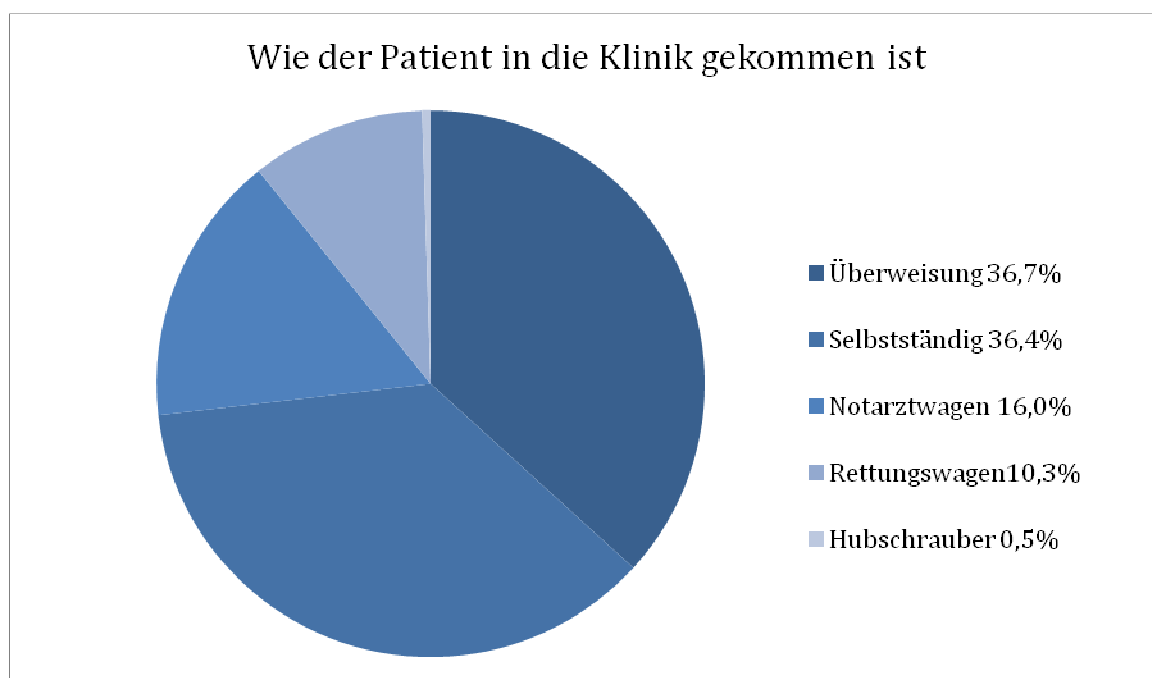


Abb. 3-4: Übersicht Kreisdiagramm: Transportmodus des Patienten in die Klinik

3.2.3 Betroffene Extremität und betroffene Körperseite

Unter den 387 Gesamtfällen waren die einzelnen Extremitäten wie im Folgenden dargestellt vertreten:

Tab. 3-2: Übersicht: Betroffene Extremität

Lokalisation der Fraktur	Anzahl (n)	Prozent (%)
Pathologische Frakturen	15	3,9
Oberarm proximal	10	2,6
Oberarm distal	50	12,9
Suprakondyläre Humerusfraktur	97	25,1
Unterarm proximal	20	5,2
Monteggia	9	2,3
Unterarm diaphysär	59	15,2
Unterarm distal	23	5,9
Femur proximal	3	,8
Femur diaphysär	12	3,1
Femur distal	3	,8
Unterschenkel proximal	5	1,3
Unterschenkel diaphysär	15	3,9
Unterschenkel distal	29	7,5
Metacarpale	18	4,7
Phalanx	12	3,1
Metatarsale	5	1,3
Talus	2	,5
Gesamt	387	100,0

Im erfassten Zeitraum waren die häufigsten Frakturen, die osteosynthetisch versorgt wurden, die suprakondylären Humerusfrakturen (n=97 [25,1%]). Auf diese wird im Speziellen nochmals in 4. Ergebnisse – suprakondyläre Humerusfrakturen eingegangen.

Es folgten dann die diaphysären Unterarmfrakturen (n=59 [15,2%]), die distalen Oberarmfrakturen (n= 50 [12,9%]) und die distalen Unterschenkelfrakturen (n=29 [7,5%]).

Die pathologischen Frakturen wurden gesondert erfasst.

Alle anderen Extremitätenfrakturen waren mit deutlich geringerer Anzahl vertreten (< 6%).

Bei den 15 pathologischen Frakturen waren folgende Vorerkrankungen bekannt: 11 mit einer juvenilen Knochenzyste, 2 mit einer aneurysmatischen Knochenzyste, 1 mit einem M. Ollier und 1 mit einem Osteofibrom.

Leider konnte retrospektiv die dominante Körperseite nicht mehr bestimmt werden, da diese nicht in den Akten dokumentiert war. So kann die Tabelle über die betroffene Körperseite lediglich als Überblick verwendet werden.

Tab. 3-3: Übersicht: Betroffene Körperseite

Körperseite	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Rechts	173	44,7
Links	214	55,3

3.2.4 Begleitverletzungen

94,3% der Patienten (n=365) zeigten keine weiteren Begleitverletzungen. Eine zusätzliche Fraktur an anderer Stelle trat bei 2,8% (n=11) auf. Bei 1,8% (n=7) war eine Schürfwunde oder Prellmarke an anderer Stelle dokumentiert. Unter den sonstigen Begleitverletzungen (1,1%) waren folgende dokumentiert: 1 Fall einer erheblichen Verletzung des Kapselapparates am Ellbogen, 2 Fälle eines Weichteilschadens Grad I bei geschlossener Fraktur eines Unterarmes und einer suprakondylären Fraktur und 1 Fall eines Schädel-Hirn-Traumas Grad I.

3.3 Operation und Krankenhausaufenthalt

3.3.1 Zeitintervall zwischen Unfall und Operation

Das Zeitintervall zwischen Unfall und Operation erstreckte sich von einem Minimum vom Unfalltag- es wurde also noch am selben Tag operiert – bis zu einem Maximum von 70 Tagen. Dies war ein Patient mit einer Mehrfragmentfraktur des Femurs nach Verkehrsunfall, der erst auswärts mittels Fixateur externe versorgt wurde und bei sekundärer Dislokation erneut mittels Osteosynthese versorgt wurde. Im Durchschnitt wurde 3,2 Tagen nach dem Unfall operiert. Am häufigsten wurde aber noch am Unfalltag selbst operiert.

Eine genaue Zeitangabe des Intervalls in Minuten war aufgrund fehlender Angaben des genauen Unfallzeitpunkts retrospektiv leider nicht möglich.

3.3.2 Primäre/Sekundäre Operation

Von den 387 Fällen wurde bei 300 Fällen direkt die Entscheidung für eine primäre Operation vorzunehmen getroffen. 87 Fälle wurden sekundär operiert.

Bei den primär operierten Fällen erstreckte sich das Zeitintervall zwischen Unfall- und Operationszeitpunkt von einem Minimum vom Unfalltag bis zu einem Maximum von 10 Tagen. Der Mittelwert lag bei 1,35 Tagen. Am häufigsten (40,3%) wurde direkt am Unfalltag operiert.

Das Minimum des Zeitintervalls bei den sekundären Operationen lag beim Unfalltag und das Maximum bei 70 Tagen. Der Mittelwert lag bei 9,55 Tagen und am häufigsten wurde nach 5-7 Tagen operiert. Bei den genannten Fällen [n=7], bei denen das Zeitintervall bei 0 Tagen lag, war eine geschlossene Reposition auswärtig erfolgt und sekundär dann noch am selben Tag in der Kinderchirurgischen Klinik des Dr. von Hauner Spitals beurteilt und operiert worden.

3.3.3 Operationsdaten

- **Dauer der Operation**

Bei der Betrachtung der Dauer der Operation konnten nur 382 Fälle in die Analyse mit einbezogen werden, da bei 5 Fällen das Operationsprotokoll mit Schnitt-Naht-Zeitpunkt nicht hinterlegt war.

Bei den ausgewerteten Fällen betrug die kürzeste Operationszeit 10 Minuten und die längste Operationsdauer lag bei 330 Minuten. Im Durchschnitt dauerte eine Operation 60,31 Minuten. Der statistische Modus, also die am häufigsten vorkommende Zeit, betrug 30 Minuten.

Zur besseren Übersicht wurde in der folgenden Darstellung (Abb. 3.5) eine Einteilung der Dauer der Operation in folgende Gruppen vorgenommen:

Dauer : 0-30 min, Dauer: 31-60 min, Dauer: 61-90min, Dauer: 91-120 min, Dauer 121-150 min, Dauer: 151-180 min und Dauer > 180 min.

Bei der kurzen Operationszeit von 10 Minuten handelt es sich um zwei Fälle jeweils einer diaphysären Unterarmfraktur, die geschlossen reponiert und mittels ESIN versorgt wurden. Aufgrund eines Verfahrenswechsels – geschlossen auf offen - und einer Freilegung der Arteria brachialis war bei einer suprakondylären Humerusfraktur eine Operationszeit von 330 Minuten notwendig.

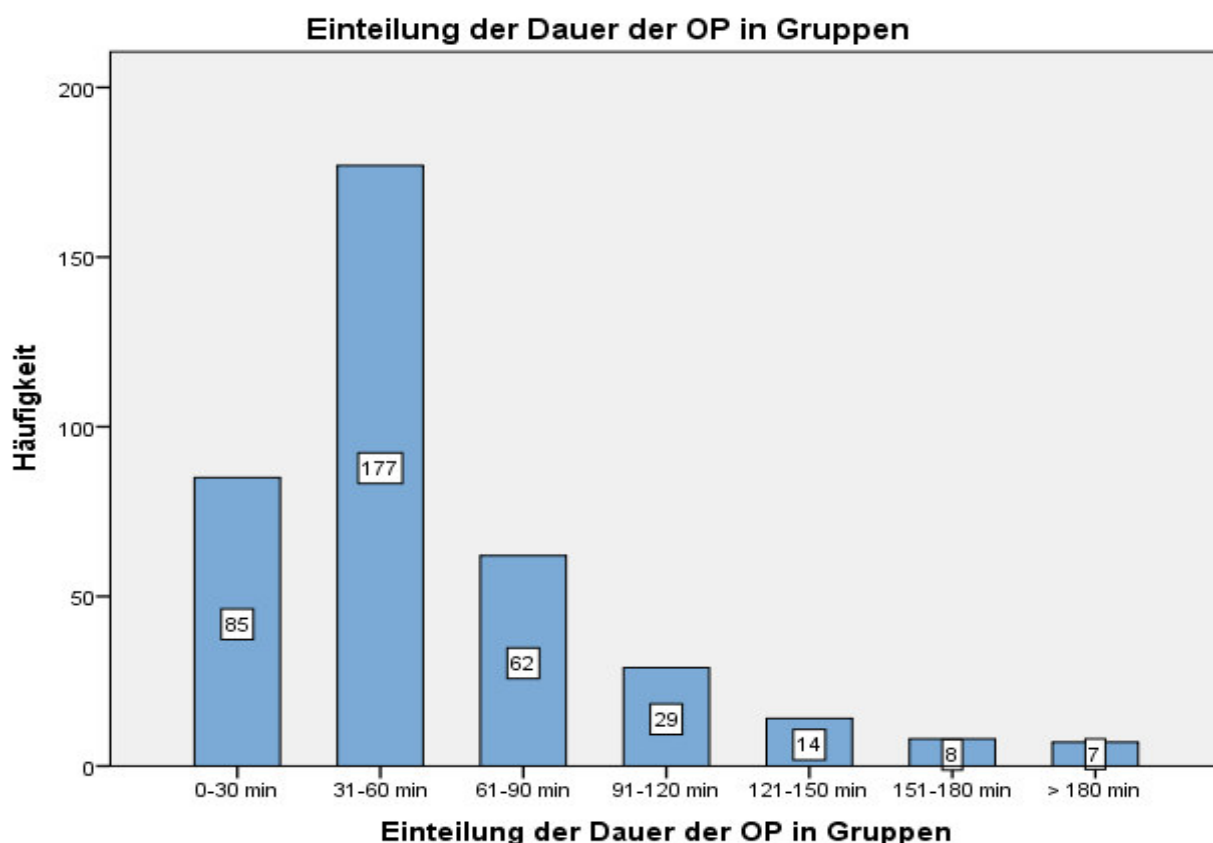


Abb. 3-5: Übersicht Balkendiagramm: Dauer der Operation Einteilung in Gruppen

▪ Schichten der Operation

Der Beginn der Operation wurde in verschiedene Tagesschichten eingeteilt:

Tab. 3-4: : Übersicht: Schichten der Operation

Schichten	Uhrzeit	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Schicht 1	07:30-16:30	274	70,8
Schicht 2	16:30-22:00	88	22,7
Schicht 3	22:00-02:00	21	5,4
Schicht 4	02:00-07:30	0	0
Gesamt		383	99
Fehlend		4	1

▪ Wochentag der Operation

Außerdem wurde eine Einteilung des Wochentags, an dem die Operation stattfand, vorgenommen. Es wurde zwischen Werktagen (Montag bis Freitag) und Wochenende (Samstag und Sonntag) unterschieden. Zudem herausgearbeitet wurden die Feiertage, da diese dem Besetzungsplan der Klinik entsprechend wie ein Wochenende zu werten sind.

Tab. 3-5: Übersicht. Werktag/Wochenende/Feiertag

Wochentag	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Werktag	314	81,1
Wochenende	65	16,8
Feiertag	8	2,1
Gesamt	387	100

▪ Hauptoperator

Die Variable Hauptoperator wurde entsprechend der Erfahrung der Ärzte in folgende Operateure eingeteilt: Jungassistent – Altassistent – Facharzt – Oberarzt. Als Jungassistent wurde ein Assistent, der sich im ersten bis dritten Assistenzjahr befand definiert, dementsprechend war der Altassistent mindestens im vierten Assistenzjahr. Es war bei allen Operationen mindestens ein Facharzt am Operationstisch anwesend.

Tab. 3-6: Übersicht: Hauptoperateur

Hauptoperateur	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Jungassistent	25	6,5
Altassistent	149	38,5
Facharzt	49	12,7
Oberarzt	164	42,3
Gesamt	387	100

- Geschlossene vs. Offene Reposition

Prinzipiell wurde eine Einteilung in eine geschlossene vs. offene Reposition vorgenommen und ob eine Re-Reposition im Sinne einer zuvor stattgefundenen Reposition und initial geplanten konservativem Therapie vorlag. Im Anschluss (Tab. 3-8) befindet sich die genauere Angabe zur Art der Osteosynthese.

Tab. 3-7: Übersicht: Geschlossene vs. Offene Reposition

Repositionsverfahren	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Geschlossene Reposition	215	55,6
Offene Reposition	104	26,9
Geschlossene Re-Reposition	44	11,4
Offene Re-Reposition	24	6,2
Gesamt	387	100,00

- Art der Osteosynthese

In der folgenden Tabelle sind alle durchgeführten Osteosynthesen aufgelistet, die an den unterschiedlichen Frakturlokalisationen durchgeführt worden sind.

Tab. 3-8: Übersicht: Art der Osteosynthese

Art der Osteosynthese	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN	157	40,6
Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN und Zuggurtungsosteosynthese	2	0,5
Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Fixateur externe	1	0,3
Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	32	8,3
Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	2	0,5
Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	17	4,4
Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Zuggurtungsosteosynthese	3	0,8
Sonstige geschlossene Reposition und Osteosynthese	1	0,3
Offene Reposition und Versorgung mittels ESIN	16	4,1
Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	55	14,2
Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese	9	2,3
Offene Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	18	4,7
Offene Reposition und Versorgung mittels Zuggurtungsosteosynthese	2	0,5
Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Zuggurtungsosteosynthese	2	0,5
Sonstige Offene Reposition und Osteosynthese	2	0,5
Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels ESIN	24	6,2
Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Fixateur externe	1	0,3
Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	16	4,1
Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	1	0,3
Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	1	0,3
Sonstige Geschlossene Re-Reposition und Osteosynthese	1	0,3
Offene Re-Reposition und Versorgung mittels ESIN	4	1,0
Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	15	3,9
Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese	3	0,8
Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	1	0,3
Sonstige Offene Re-Reposition und Osteosynthese	1	0,3
Gesamt	387	100,00

3.3.4 Krankenhausaufenthaltsdauer

Der kürzeste Aufenthalt betrug unter allen Fällen 1 Tag. Das Maximum betrug 21 Tage. Im Durchschnitt waren die Patienten 3,23 Tage im Krankenhaus. Der Modus – also am häufigsten – waren die Patienten 2 Tage stationär.

Um eine bessere Übersicht zu bekommen, wurde in der Grafik (Abb. 3.6) folgende Gruppierungen vorgenommen: Aufenthaltsdauer: 1-3 Tage, 4-6 Tage, 7-9 Tage, 10-12 Tage und >12 Tage.

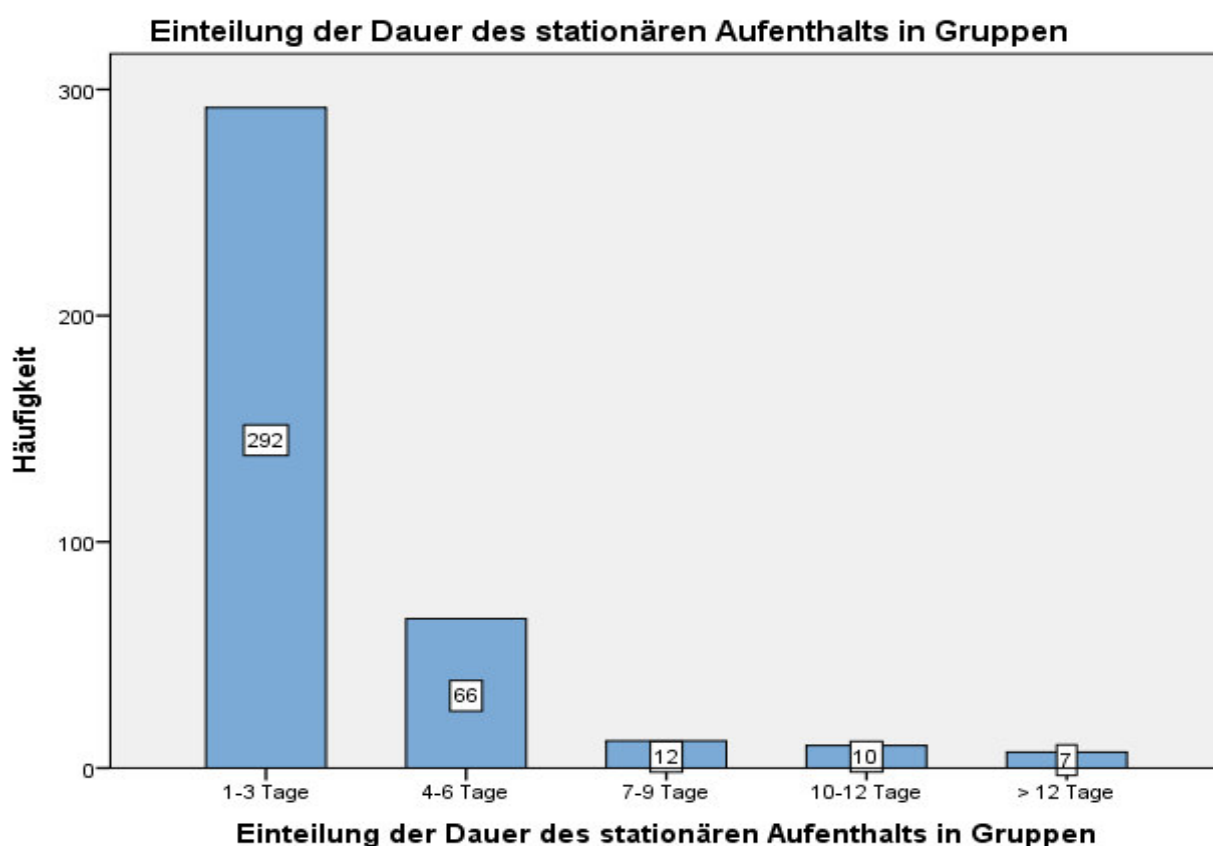


Abb. 3-6: Übersicht Balkendiagramm: Aufenthaltsdauer

Gründe für einen verlängerten Aufenthalt von mehr als 7 Tagen waren Komplikationen wie erschwerte Mobilisation, Kompartmentsyndrome, welche gespalten wurden, V.a. Wundinfektionen und antibiotische Behandlungen, sekundäre Dislokationen, die noch reponiert werden mussten, vermehrte Schwellungen und auch ein vermehrter Schmerzmittelbedarf.

3.4 Komplikationen

3.4.1 Komplikationen intraoperativ und nötiger Verfahrenswechsel

Bei 93,3% der Gesamtfälle verlief der intraoperative Verlauf komplikationslos.

In 4,9% war im Operationsprotokoll eine schwierige Reposition angegeben, wobei es hierfür keine definierten Bestimmungen gab. Die restlichen 1,8% der Fälle wurden unter sonstige Komplikationen zusammengefasst und beinhalteten folgende 7 verschiedene Komplikationen: Druckstelle, Rotationsfehler, Patchdeckung, Nachblutung, eingengter Nerv, Kompartmentsyndrom, schwierige Reposition und Freilegung der Arterie bei Pulslosigkeit. Diese kamen jeweils in nur einem Fall vor, so dass sie zusammengefasst wurden.

Während der Operation von 16 Patienten (4,1%) musste intraoperativ ein Verfahrenswechsel von einer geschlossenen auf eine offene Reposition vorgenommen werden.

3.4.2 DMS postoperativ

Die Durchblutung, Motorik und Sensibilität waren in 94,3 % der Fälle postoperativ intakt. In 4,7% [18 Patienten] trat postoperativ eine Sensibilitätsstörung auf, die sich in den weiteren Nachkontrollen im stationären Verlauf rückläufig zeigte – bei nur 3 Patienten wurden diese noch im stationären Verlauf diagnostiziert. Bei 3 Fällen (0,7%) traten eine Motorik- und Sensibilitätsstörung auf. In einem Fall zeigte sich isoliert eine Motorikstörung postoperativ.

3.4.3 Komplikationen im stationären Verlauf

Auch im stationären Bereich traten in 87,1% keine Komplikationen auf. Die aufgetretenen Komplikationen waren jeweils im Verlauf rückläufig oder konnten behandelt werden.

Die starke Schmerzsymptomatik und auch die Schwellung zeigten sich unter adäquater Schmerztherapie und Lokalthherapie rückläufig.

Bei 4 Fällen kam es im stationären Verlauf zu einer sekundären Dislokation – 2 Fälle davon mit Sturz – die erneut reponiert werden mussten.

In 0,8% der Fälle [n=3] kam es zu einem gefürchteten Kompartmentsyndrom, welches gespalten wurde und ein sekundärer Wundverschluss erfolgte, so dass keine langfristigen Schäden auftraten.

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

Bei Verdacht auf eine Wundinfektion musste bei 5 Patienten (1,3%) eine intravenöse antibiotische Therapie durchgeführt werden.

Bei den Fällen mit einer DMS Störung traten 3 Fälle mit Sensibilitätsstörung und 1 Fall mit einer isolierten Motorikstörung auf.

Das Erbrechen, in 4 aufgetretenen Fällen, wurde auf die Narkose zurückgeführt.

Tab. 3-9: Übersicht: Komplikationen stationär

Komplikationen stationär	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Keine Komplikationen	337	87,1
Vermehrte Schmerzsymptomatik	6	1,6
Starke Schwellung	14	3,6
Spannungsblase	2	,5
Sekundäre Dislokation + Re-Reposition	2	,5
Sturz + Sekundäre Dislokation + Re-Reposition	2	,5
Z.n. Kompartement-Syndrom + Sekundärer Wundverschluss	3	,8
Antibiose bei V.a. Infektion	5	1,3
DMS Störung	4	1,0
Sonstige Komplikationen	3	,8
Erbrechen	4	1,0
Erschwerte Mobilisation	5	1,3
Gesamt	387	100,0

Unter den sonstigen Komplikationen wurden folgende zusammengefasst - da diese in nur jeweils einem Fall auftraten: Nachblutung, Apnoe nach Schmerzmittelgabe und initiale Verwirrtheit, wobei diese noch auf die Narkose zurückgeführt wurde.

3.4.4 Komplikationen poststationär

In der nachfolgenden Tabelle sind die Komplikationen poststationär aufgelistet. Zur besseren Übersicht wurden Gruppen aus der gleichen Kategorie gebildet.

Tab. 3-10: Übersicht: Komplikationen poststationär Gruppen

Komplikationen poststationär - Gruppen	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Keine Komplikationen	170	43,9
Weiterbehandlung auswärts	12	3,1
Schmerzen + sonstige Komplikationen	13	3,4
DMS Störung	7	1,8
Wundinfektion	8	2,1
Erneutes Trauma + sonstige Komplikationen	13	3,4
Perforation des Osteosynthesematerials	8	2,1
Refraktur	3	,8
Wundheilungsstörung	9	2,3
Konsolidierungsstörung	4	1,0
Narbenkeloid	7	1,8
Bewegungseinschränkung + sonstige Komplikationen	111	28,7
Beinlängendifferenz	3	0,8
Fehlstellung	4	1,0
Verändertes Gangbild	9	2,3
Sonstige Komplikationen	6	1,6
Gesamt	387	100,0

Die Komplikationen im poststationären Verlauf wurden in oben genannte Gruppen eingeteilt um einen besseren Überblick zu bekommen und zum anderen, dass keine allzu kleine Gruppen für die statistische Rechnung mit SPSS entstehen.

Bei Gruppen mit „zusätzlichen sonstigen Komplikationen“ wurden jeweils die Bewegungseinschränkung, das erneute Trauma oder die Schmerzen als Hauptkomplikation erfasst. Unter den Sonstigen Komplikationen wurden dann Narbenkeloide, starke Schwellung, sekundäre nicht behandlungsbedürftige Dislokationen oder Schmerzen zusammengefasst.

3.5 Ergebnisse der Kreuztabellen, des Chi-Quadrat Tests und des Exakten Tests nach Fisher

Mit Hilfe der Kreuztabellen und des Chi-Quadrat-Tests wurde untersucht, ob es einen Zusammenhang zwischen den Variablen, die nominal verteilt sind, gibt.

Als Nullhypothese H_0 wurde stets angenommen: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen den Variablen.

→ Ergab sich ein p -Wert $>0,05$, durfte die Nullhypothese nicht verworfen werden und somit besteht kein Zusammenhang zwischen den Variablen.

→ Ergab sich ein p -Wert $<0,05$, durfte die Nullhypothese H_0 zugunsten der Alternativhypothese H_1 verworfen werden und somit besteht einen Zusammenhang zwischen den Variablen. Wobei daraus keine kausale Richtung des Zusammenhangs abgeleitet werden kann.

Bei erwarteten Häufigkeiten von <5 bei einer Variablen aufgrund von geringen Fallzahlen, wurde durch SPSS vermerkt, dass die p -Werte vorsichtiger zu interpretieren sind. So wurde die statistische Signifikanz nach dem Exakten Test nach Fisher, der für kleinere erwartete Häufigkeiten zulässig ist, zusätzlich berechnet.

3.5.1 Ergebnisse bezogen auf das Outcome

Als „Outcome“ der operativen Frakturversorgung wurden die Variablen

1. „Komplikationen intraoperativ“
2. „DMS postoperativ“
3. „Komplikationen stationär“
4. „Komplikationen poststationär Gruppen“

betrachtet und diese auf einen Zusammenhang bezüglich anderer Variablen hin untersucht.

- Vorerkrankungen

Der Test zu den „Komplikationen intraoperativ“ [$p=0,903$ nach Chi-Quadrat und $p=0,954$ nach Fisher] und zur „DMS postoperativ“ [$p=0,374$ nach Chi-Quadrat und $p=0,378$ nach Fisher] zeigt keinen Zusammenhang zu den „Vorerkrankungen“, so dass kein Zusammenhang zwischen den untersuchten Vorerkrankungen einerseits und den intraoperativen Komplikationen sowie der Intaktheit von Durchblutung, Motorik und Sensibilität andererseits gefunden werden konnte. Bei den „Komplikationen statio-

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

när“ unterscheiden sich die *p*-Werte nach Chi-Quadrat [$p=0,873$] und nach Fisher [$p=0,000$], so dass bei geringer Fallzahl entsprechend dem Fisher-Test ein Zusammenhang angenommen werden kann.

Tab. 3-11: Übersicht: Vorerkrankungen - Komplikationen stationär

Anzahl	Vorerkrankungen	Keine Komplikationen	Vermehrte Schmerzsymptomatik	Starke Schwellung	Erbrechen	Erschwerte Mobilisation	Spannungsblase
231 (59,7%)	Keine Vorerkrankungen	197 (85,3%)	4 (1,7%)	10 (4,3%)	3 (1,3%)	2 (0,9%)	2 (0,9%)
16 (4,1%)	Atopischer Formenkreis	13 (81,3)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	0	0	0
10 (2,6%)	Chirurgische Vorerkrankung	10 (100%)	0	0	0	0	0
8 (2,1%)	Erkrankungen des Bewegungsapparates	6 (75%)	1 (12,5%)	0	0	0	0
30 (7,8%)	Internistische Vorerkrankung	25 (83,3%)	0	2 (6,7%)	0	0	0
13 (3,3%)	Knochenzyste	11 (84,6%)	0	0	1 (7,7%)	1 (7,7%)	0
9 (2,3%)	Neurologische Erkrankung	9 (100%)	0	0	0	0	0
68 (17,6%)	Z.n. geschlossener Reposition und konservativem Vorgehen	64 (94,1%)	0	1 (1,5%)	0	2 (2,9%)	0
2 (0,5%)	Sonstige	2 (100%)	0	0	0	0	0
387 (100%)	Gesamt	337 (87,1%)	6 (1,6%)	14 (3,6%)	4 (1,0%)	5 (1,3%)	2 (0,5%)

Anzahl	Vorerkrankungen	Sek. Dislokation + Re-Reposition	Sturz + Sek. Dislokation + Re-Reposition	Z.n. Kompartiment-Syndrom + Sek. Wundverschluss	Antibiose bei V.a. Infektion	DMS Störung	Sonstige
231 (59,7%)	Keine Vorerkrankungen	1 (0,4%)	2 (0,9%)	3 (1,3%)	2 (0,9%)	2 (0,9%)	3 (1,3%)
16 (4,1%)	Atopischer Formenkreis	0	0	0	1 (6,3%)	0	0
10 (2,6%)	Chirurgische Vorerkrankung	0	0	0	0	0	0
8 (2,1%)	Erkrankungen des Bewegungsapparates	1 (12,5%)	0	0	0	0	0
30 (7,8%)	Internistische Vorerkrankung	0	0	0	2 (6,7%)	1 (3,3%)	0
13 (3,3%)	Knochenzyste	0	0	0	0	0	0
9 (2,3%)	Neurologische Erkrankung	0	0	0	0	0	0

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

68 (17,6%)	Z.n. geschlossener Reposition und konservativem Vorgehen	0	0	0	0	1 (1,5%)	0
2 (0,5%)	Sonstige	0	0	0	0	0	0
387 (100%)	Gesamt	2 (0,5%)	2 (0,5%)	3 (0,8%)	5 (1,3%)	4 (1,0%)	3 (0,8%)

Mit einem $p=0,000$ nach Chi-Quadrat und $p=0,000$ nach Fischer kann die Nullhypothese zugunsten der Alternativhypothese verworfen werden und somit besteht ein Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von Vorerkrankungen und dem Auftreten von poststationären Komplikationen. So sind weniger komplikationsfreie Verläufe zu verzeichnen bei vor bestehenden Erkrankungen des Bewegungsapparates und chirurgische Vorerkrankungen. Jeweils lediglich nur zwei Fälle verliefen komplikationsfrei (entsprechend 25%) gegenüber >40% komplikationsfreie Verläufe bei beispielsweise den internistischen Vorerkrankungen. Fehlstellungen treten insbesondere bei vorheriger Reposition und Versuch von konservativen Maßnahmen (2 Fälle) auf.

Tab. 3-12: Übersicht: Vorerkrankungen - Komplikationen poststationär Gruppen

Anzahl	Vorerkrankungen	Keine Komplikationen	Bein-Längendifferenz	Bewegungs-Einschränkung + sonstige Komplikationen	Erneutes Trauma + sonstige Komplikationen	Fehlstellung	Kon-Solidierungsstörung	Narbenkeloid	Perforation des Osteosynthesematerials
231 (59,7%)	Keine Vorerkrankungen	97 (42%)	2 (0,9%)	77 (33,3%)	7 (3,0%)	2 (0,9%)	2 (0,9%)	5 (2,2%)	6 (2,6%)
16 (4,1%)	Atopischer Formenkreis	9 (56,3%)	0	2 (12,5%)	1 (6,3%)	0	1 (6,3%)	0	0
10 (2,6%)	Chirurgische Vorerkrankung	2 (20%)	0	4 (40,0%)	0	0	0	0	0
8 (2,1%)	Erkrankungen des Bewegungsapparates	2 (25%)	0	1 (12,5%)	1 (12,5%)	0	0	0	1 (12,5%)
30 (7,8%)	Internistische Vorerkrankung	17 (56,7%)	0	9 (30,0%)	1 (3,3%)	0	1 (3,3%)	0	0
13 (3,3%)	Knochenzyste	7 (53,8%)	0	0	1 (7,7%)	0	0	0	1 (7,7%)
9 (2,3%)	Neurologische Erkrankung	4 (44,4%)	0	1 (11,1%)	0	0	0	1 (11,1%)	0
68 (17,6%)	Z.n. geschlossener Reposition und konservativem Vorgehen	31 (45,6%)	1 (1,5%)	17 (25%)	2 (2,9%)	2 (2,9%)	0	1 (1,5%)	0
2 (0,5%)	Sonstige	1 (50%)	0	0	0	0	0	0	0
387 (100%)	Gesamt	170 (43,9%)	3 (0,8%)	111 (28,7%)	13 (3,4%)	4 (1,0%)	4 (1,0%)	7 (1,8%)	8 (2,1%)

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

Anzahl	Vorerkrankungen	Refraktur	Schmerzen + sonstige Komplikationen	DMS Störung	Sonstige Komplikationen	Verändertes Gangbild	Weiter- behandlung auswärts	Wund- heilungs- störung	Wund- infektion
231(59,7%)	Keine Vorerkrankungen	0	7 (3,0%)	4 (1,7%)	3 (1,3%)	5 (2,2%)	7 (3,0%)	2 (0,9%)	5 (2,2%)
16 (4,1%)	Atopischer Formenkreis	0	0	2 (12,5%)	0	0	0	0	1 (6,3%)
10 (2,6%)	Chirurgische Vorerkrankung	0	1 (10,0%)	0	0	0	1 (10,0%)	2 (20,0%)	0
8 (2,1%)	Erkrankungen des Bewegungsapparates	0	2 (25,0%)	1 (12,5%)	0	0	0	0	0
30 (7,8%)	Internistische Vorerkrankung	0	2 (6,7%)	0	0	0	0	0	0
13 (3,3%)	Knochenzyste	1 (7,7%)	0	0	2 (15,4%)	1 (7,7%)	0	0	0
9 (2,3%)	Neurologische Erkrankung	1 (11,1%)	0	0	0	0	0	2 (22,2%)	0
68 (17,6%)	Z.n. geschlossener Reposition und konservativem Vorgehen	1 (1,5%)	1 (1,5%)	0	1 (1,5%)	2 (2,9%)	4 (5,9%)	3 (4,4%)	2 (2,9%)
2 (0,5%)	Sonstige	0	0	0	0	1 (50,0%)	0	0	0
387	Gesamt	3 (0,8%)	13 (3,4%)	7 (1,8%)	6 (1,6%)	9 (2,3%)	12 (3,1%)	9 (2,3%)	8 (2,1%)

▪ Art des Unfalls

Bei einem $p=0,060$ beim Chi-Quadrat-Test, als auch einem $p=0,134$ beim Exakten Test nach Fisher, kann kein Zusammenhang zwischen der „Art des Unfalls“ und den „Komplikationen intraoperativ“ hergestellt werden.

Betrachtet man den Zusammenhang zwischen der „Art des Unfalls“ und der „DMS postoperativ“, ergibt sich eine Differenz der p -Werte des Chi-Quadrat-Tests [$p=0,009$] und des Exakten Test nach Fisher [$p=0,447$]. Aufgrund der geringen Fallzahl ist der Fisher Test gültig und somit kann die Nullhypothese nicht verworfen werden und es besteht kein Zusammenhang.

Auch zwischen den Variablen „Art des Unfalls“ und „Komplikationen stationär“ ergeben sich unterschiedliche p -Werte des Chi-Quadrat-Tests [$p=0,990$] und des Exakten Test nach Fisher [$p=0,000$]. Die Nullhypothese kann also zugunsten der Alternativhypothese verworfen werden und in diesem Fall ein Zusammenhang angenommen werden.

Tab. 3-13: Übersicht: Art des Unfalls - Komplikationen stationär

Anzahl	Art des Unfalls	Keine Komplikationen	Vermehrte Schmerzsymptomatik	Starke Schwellung	Erbrechen	Erschwerte Mobilisation	Spannungsblase
4 (1,0%)	Kein Trauma	4 (100%)	0	0	0	0	0
74 (19,1%)	Sturz	68 (91,9%)	0	2 (2,7%)	0	0	0
54(14%)	Sturz aus Höhe	44 (81,5%)	1 (1,9%)	2 (3,7%)	1 (1,9%)	2 (3,7%)	0
125 (32,2%)	Sportunfall	111 (88,8%)	2 (1,6%)	3 (2,4%)	1 (0,8%)	2 (1,6%)	2 (1,6%)
15 (3,9%)	Wintersportunfall	12 (80%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)	0	0	0
70 (18,1%)	Spielplatz/Spielen	58 (82,9%)	2 (2,9%)	4 (5,7%)	1 (1,4%)	1 (1,4%)	0
33 (8,5%)	Verkehrsunfall	29 (87,9%)	0	1 (3,0%)	1 (3,0%)	0	0
12 (3,1%)	Schlägerei/Schlag	11 (91,7%)	0	1 (8,3%)	0	0	0
387 (100%)	Gesamt	337 (87,1%)	6 (1,6%)	14 (3,6%)	4 (1,0%)	5 (1,3%)	2 (0,5%)

Anzahl	Art des Unfalls	Sek. Dislokation + Re-Position	Sturz + Sek. Dislokation + Re-Position	Z.n. Kompartiment-Syndrom + Sek. Wundverschluss	Antibiose bei V.a. Infektion	DMS rnung	Stö-	Sonstige
4 (1,0%)	Kein Trauma	0	0	0	0	0	0	0
74 (19,1%)	Sturz	0	0	0	2 (2,7%)	2 (2,7%)	0	0
54(14%)	Sturz aus Höhe	1 (1,9%)	0	1 (1,9%)	1 (1,9%)	1 (1,9%)	0	0
125 (32,2%)	Sportunfall	1 (0,8%)	1 (0,8%)	1 (0,8%)	1 (0,8%)	0	0	0
15 (3,9%)	Wintersportunfall	0	0	0	0	1 (6,7%)	0	0
70 (18,1%)	Spielplatz/Spielen	0	0	1 (1,4%)	1 (1,4%)	0	2 (2,9%)	0
33 (8,5%)	Verkehrsunfall	0	1 (3,0%)	0	0	0	1 (3,0%)	0
12 (3,1%)	Schlägerei/Schlag	0	0	0	0	0	0	0
387 (100%)	Gesamt	2 (0,5%)	2 (0,5%)	3 (0,8%)	5 (1,3%)	4 (1,0%)	3 (0,8%)	0

Ebenso darf bei einem $p=0,001$ ein Zusammenhang zwischen den Variablen „Art des Unfalls“ und „Komplikationen poststationär Gruppen“ angenommen werden, so dass demzufolge die Art des Unfalls interessanterweise das Auftreten von Komplikationen beeinflusst. Die unten stehende Tabelle dass Traumata mit größerer Krafteinwirkung auch prognostisch sein könnten für eine erhöhte Komplikationsrate.

Die Berechnung nach dem Exakten Test nach Fisher war hier aufgrund der Rechnerleistung nicht möglich und SPSS lieferte kein Ergebnis.

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

Tab. 3-14: Übersicht: Art des Unfalls - Komplikationen poststationär

Anzahl	Art des Unfalls	Keine Komplikationen	Beinlängendifferenz	Bewegungseinschränkung + sonstige Komplikationen	Erneutes Trauma + sonstige Komplikationen	Fehlstellung	Konsolidierungsstörung	Narbenkeloid	Perforation des Osteosynthesematerials
4 (1,0%)	Kein Trauma	2 (50,0%)	0	0	0	0	0	0	1 (25,0%)
74 (19,1%)	Sturz	34 (45,9%)	0	18 (24,3%)	3 (4,1%)	1 (1,4%)	1 (1,4%)	2 (2,7%)	0
54 (14%)	Sturz aus Höhe	19 (35,2%)	0	20 (37,0%)	2 (3,7%)	0	0	0	0
125 (32,2%)	Sportunfall	53 (42,4%)	1 (0,8%)	40 (32,0%)	5 (4,0%)	2 (1,6%)	1 (0,8%)	1 (0,8%)	3 (2,4%)
15 (3,9%)	Wintersportunfall	7 (46,7%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)	0	2 (13,3%)	2 (13,3%)	0
70 (18,1%)	Spielplatz/Spielen	38 (54,3%)	1 (1,4%)	17 (24,3%)	2 (2,9%)	1 (1,4%)	0	1 (1,4%)	2 (2,9%)
33 (8,5%)	Verkehrsunfall	9 (27,3%)	0	14 (42,4%)	0	0	0	1 (3,0%)	0
12 (3,1%)	Schlägerei/Schlag	8 (66,7%)	0	1 (8,3%)	0	0	0	0	2 (16,7%)
387 (100%)	Gesamt	170 (43,9%)	3 (0,8%)	111 (28,7%)	13 (3,4%)	4 (1,0%)	4 (1,0%)	7 (1,8%)	8 (2,1%)

Anzahl	Art des Unfalls	Refraktur	Schmerzen + sonstige Komplikationen	DMS Störung	Sonstige Komplikationen	Verändertes Gangbild	Weiterbehandlung auswärts	Wundheilungsstörung	Wundinfektion
4 (1,0%)	Kein Trauma	0	0	0	0	0	0	1 (25,0%)	0
74 (19,1%)	Sturz	2 (2,7%)	4 (5,4%)	1 (1,4%)	3 (4,1%)	1 (1,4%)	0	1 (1,4%)	3 (4,1%)
54 (14%)	Sturz aus Höhe	1 (1,9%)	5 (9,3%)	2 (3,7%)	1 (1,9%)	1 (1,9%)	1 (1,9%)	2 (3,7%)	0
125 (32,2%)	Sportunfall	0	4 (3,2%)	2 (1,6%)	1 (0,8%)	3 (2,4%)	5 (4,0%)	2 (1,6%)	2 (1,6%)
15 (3,9%)	Wintersportunfall	0	0	0	0	0	1 (6,7%)	0	0
70 (18,1%)	Spielplatz/Spielen	0	0	1 (1,4%)	1 (1,4%)	0	3 (4,3%)	1 (1,4%)	2 (2,9%)
33 (8,5%)	Verkehrsunfall	0	0	1 (3,0%)	0	4 (12,1%)	1 (3,0%)	2 (6,1%)	1 (3,0%)
12 (3,1%)	Schlägerei/Schlag	0	0	0	0	0	1 (8,3%)	0	0
387 (100%)	Gesamt	3 (0,8%)	13 (3,4%)	7 (1,8%)	6 (1,6%)	9 (2,3%)	12 (3,1%)	9 (2,3%)	8 (2,1%)

- Transportmodus des Patienten in die Klinik

Zwischen der Variable „Wie ist der Patient in die Klinik gekommen“ und den folgenden drei Variablen des „Outcomes“ besteht kein Zusammenhang:

„Komplikationen intraoperativ“: $p=0,582$ [$p=0,424$ nach Fischer]

„DMS postoperativ“: $p=0,838$ [$p=0,600$]

„Komplikationen stationär“: $p=0,559$ [$p=0,473$]

Zur Variablen „Komplikationen poststationär Gruppen“ besteht nach Chi-Quadrat $p=0,008$ ein Zusammenhang. Nach Fisher war eine Berechnung nicht möglich.

▪ Lokalisation der Fraktur Gruppen

Zwischen der Variablen „Lokalisation der Fraktur Gruppen“ und „Komplikationen intraoperativ“ war bei einem $p=0,558$ nach Chi-Quadrat (der Exakte Test nach Fisher lieferte kein Ergebnis) die Nullhypothese nicht zu verwerfen und somit besteht kein Zusammenhang.

Ebenso besteht kein Zusammenhang zwischen der „Lokalisation der Fraktur Gruppen“ und der „DMS postoperativ“ bei einem $p=0,970$ nach Chi-Quadrat und einem $p=0,896$ nach Fisher.

Untersucht man die Variable „Lokalisation der Fraktur Gruppen“ mit den „Komplikationen stationär“ [$p=0,000$] und den „Komplikationen poststationär Gruppen“ [$p=0,000$] kann die Nullhypothese zugunsten der Alternativhypothese verworfen werden und somit ist ein Zusammenhang anzunehmen.

Tab. 3-15: Übersicht: Lokalisation der Fraktur - Komplikationen stationär

Anzahl	Lokalisation Fraktur	Keine Komplikationen	Vermehrte Schmerzsymptomatik	Starke Schwellung	Erbrechen	Erschwerte Mobilisation	Spannungsblase
15 (3,9%)	Pathologische Frakturen	12 (80%)	0	0	1 (6,7%)	1 (6,7%)	0
10 (2,6%)	Oberarm proximal	8 (80%)	1 (10%)	0	1 (10%)	0	0
50 (12,9%)	Oberarm distal	48 (96%)	1 (2,0%)	0	0	0	0
97 (25,1%)	Suprakondyläre Humerusfraktur	81 (83,5%)	2 (2,1%)	8 (8,2%)	0	0	1 (1,0%)
20 (5,2%)	Unterarm proximal	20 (100%)	0	0	0	0	0
9 (2,3%)	Monteggia	9 (100%)	0	0	0	0	0
59 (15,2%)	Unterarm diaphysär	55 (93,2%)	0	1 (1,7%)	0	1 (1,7%)	0
23 (5,9%)	Unterarm distal	21 (91,3%)	1 (4,3%)	0	0	0	0
3 (0,8%)	Femur proximal	2 (66,7%)	0	1 (33,3%)	0	0	0
12 (3,1%)	Femur diaphysär	10 (83,3%)	0	0	1 (8,3%)	0	0
3 (0,8%)	Femur distal	2 (66,7%)	0	0	0	1 (33,3%)	0
5 (1,3%)	Unterschenkel proximal	3 (66,7%)	0	1 (20%)	0	0	0
15 (3,9%)	Unterschenkel diaphysär	10 (66,7%)	0	1 (6,7%)	0	0	0
29 (7,5%)	Unterschenkel distal	23 (79,3%)	0	1 (3,4%)	0	2 (6,9%)	1 (3,4%)
18 (4,7%)	Metacarpale	16(88,9%)	0	1 (5,6%)	1 (5,6%)	0	0
12 (3,1%)	Phalanx	11 (91,7%)	1 (8,3%)	0	0	0	0

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

5 (1,3%)	Metatarsale	4 (80,0%)	0	0	0	0	0
2 (0,5%)	Talus	2 (100%)	0	0	0	0	0
387 (100%)	Gesamt	337 (87,1%)	6 (1,6%)	14 (3,6%)	4 (1,0%)	5 (1,3%)	2 (0,5%)

Anzahl	Lokalisation der Fraktur	Sek. Dislokation + Re-Position	Sturz + Sek. Dislokation + Re-Position	Z.n. Kompartmentsyndrom + Sek. Wundverschluss	Antibiose bei V.a. Infektion	DMS Störung	Sonstige
15 (3,9%)	Pathologische Frakturen	1 (6,7%)	0	0	0	0	0
10 (2,6%)	Oberarm proximal	0	0	0	0	0	0
50 (12,9%)	Oberarm distal	0	0	0	0	0	1 (2,0%)
97 (25,1%)	Suprakondyläre Humerusfraktur	0	0	1 (1,0%)	3 (3,1%)	1 (1,0%)	0
20 (5,2%)	Unterarm proximal	0	0	0	0	0	0
9 (2,3%)	Monteggia	0	0	0	0	0	0
59 (15,2%)	Unterarm diaphysär	0	0	0	1 (1,7%)	1 (1,7%)	0
23 (5,9%)	Unterarm distal	0	0	0	0	1 (4,3%)	0
3 (0,8%)	Femur proximal	0	0	0	0	0	0
12 (3,1%)	Femur diaphysär	1 (8,3%)	0	0	0	0	0
3 (0,8%)	Femur distal	0	0	0	0	0	0
5 (1,3%)	Unterschenkel proximal	0	0	1 (20,0%)	0	0	0
15 (3,9%)	Unterschenkel diaphysär	0	2 (13,3%)	1 (6,7%)	0	0	1 (6,7%)
29 (7,5%)	Unterschenkel distal	0	0	0	1 (3,4%)	1 (3,4%)	0
18 (4,7%)	Metacarpale	0	0	0	0	0	0
12 (3,1%)	Phalanx	0	0	0	0	0	0
5 (1,3%)	Metatarsale	0	0	0	0	0	1 (20,0%)
2 (0,5%)	Talus	0	0	0	0	0	0
387 (100%)	Gesamt	2 (0,5%)	2 (0,5%)	3 (0,8%)	5 (1,3%)	4 (1,0%)	3 (0,8%)

Tab. 3-16: Übersicht: Lokalisation der Fraktur - Komplikationen poststationär

Anzahl	Lokalisation der Fraktur	Keine Komplikationen	Beinlängendifferenz	Bewegungseinschränkung + sonstige Komplikationen	Erneutes Trauma + sonstige Komplikationen	Fehlstellung	Konsolidierungsstörung	Narbenkeloid	Perforation des Osteosynthesematerials
15 (3,9%)	Pathologische Frakturen	7 (46,7%)	0	1 (6,7%)	1 (6,7%)	0	0	0	1 (6,7%)
10 (2,6%)	Oberarm proximal	9 (90,0%)	0	1 (10,0%)	0	0	0	0	0
50 (12,9%)	Oberarm distal	15 (30,0%)	0	24 (48,0%)	2 (4,0%)	1 (2,0%)	1 (2,0%)	1 (2,0%)	0
97 (25,1%)	Suprakondyläre Humerusfraktur	33 (34,0%)	0	42 (43,3%)	1 (1,0%)	2 (2,1%)	2 (2,1%)	1 (1,0%)	4 (4,1%)
20 (5,2%)	Unterarm proximal	4 (20,0%)	0	13 (65,0%)	1 (5,0%)	0	0	1 (5,0%)	1 (5,0%)
9 (2,3%)	Monteggia	5 (55,6%)	0	2 (22,2%)	0	0	0	0	0
59 (15,2%)	Unterarm diaphysär	31 (52,5%)	0	15 (25,4%)	4 (6,8%)	0	0	2 (3,4%)	0
23 (5,9%)	Unterarm distal	14 (60,9%)	0	3 (13,0%)	1 (4,3%)	1 (4,3%)	1 (4,3%)	0	0
3 (0,8%)	Femur proximal	1 (33,3%)	0	0	1 (33,3%)	0	0	0	0
12 (3,1%)	Femur diaphysär	4 (33,3%)	0	0	1 (8,3%)	0	0	0	0
3 (0,8%)	Femur distal	1 (33,3%)	1 (33,3%)	0	0	0	0	0	0

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

5 (1,3%)	Unterschenkel proximal	1 (20,0%)	1 (20,0%)	3 (60,0%)	0	0	0	0	0
15 (3,9%)	Unterschenkel diaphysär	7 (46,7%)	1 (6,7%)	0	0	0	0	0	0
29 (7,5%)	Unterschenkel distal	15 (51,7%)	0	2 (6,9%)	0	0	0	2 (6,9%)	0
18 (4,7%)	Metacarpale	14 (77,8%)	0	0	1 (5,6%)	0	0	0	0
12 (3,1%)	Phalanx	5 (41,7%)	0	4 (33,3%)	0	0	0	0	2 (16,7%)
5 (1,3%)	Metatarsale	3 (60,0%)	0	0	0	0	0	0	0
2 (0,5%)	Talus	1 (50,0%)	0	1 (50,0%)	0	0	0	0	0
387 (100%)	Gesamt	170 (43,9%)	3 (0,8%)	111 (28,7%)	13 (3,4%)	4 (1,0%)	4 (1,0%)	7 (1,8%)	8 (2,1%)

Anzahl	Lokalisation der Fraktur	Re-fraktur	Schmerzen + sonstige Komplikationen	DMS Störung	Sonstige Komplikationen	Verändertes Gangbild	Weiterbehandlung auswärts	Wundheilungsstörung	Wundinfektion
15 (3,9%)	Pathologische Frakturen	1 (6,7%)	1 (6,7%)	0	1 (13,3%)	1 (6,7%)	0	0	0
10 (2,6%)	Oberarm proximal	0	0	0	0	0	0	0	0
50 (12,9%)	Oberarm distal	0	2 (4,0%)	0	0	0	1 (2,0%)	2 (4,0%)	1 (2,0%)
97 (25,1%)	Supracondyläre Humerusfraktur	0	0	3 (3,1%)	1 (1,0%)	0	4 (4,1%)	0	4 (4,1%)
20 (5,2%)	Unterarm proximal	0	0	0	0	0	0	0	0
9 (2,3%)	Monteggia	0	0	1 (11,1%)	0	0	0	1 (11,1%)	0
59 (15,2%)	Unterarm diaphysär	0	3 (5,1%)	2 (3,4%)	0	0	1 (1,7%)	1 (1,7%)	0
23 (5,9%)	Unterarm distal	0	0	1 (4,3%)	1 (4,3%)	0	0	1 (4,3%)	0
3 (0,8%)	Femur proximal	0	0	0	0	0	1 (33,3%)	0	0
12 (3,1%)	Femur diaphysär	1 (8,3%)	0	0	1 (8,3%)	2 (16,7%)	0	2 (16,7%)	1 (8,3%)
3 (0,8%)	Femur distal	0	1 (33,3%)	0	0	0	0	0	0
5 (1,3%)	Unterschenkel proximal	0	0	0	0	0	0	0	0
15 (3,9%)	Unterschenkel diaphysär	1 (6,7%)	1 (6,7%)	0	0	4 (26,7%)	1 (6,7%)	0	0

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

29 (7,5%)	Unter- schenkel distal	0	3 (10,3%)	0	1 (3,4%)	2 (6,9%)	2 (6,9%)	1 (3,4%)	1 (3,4%)
18 (4,7%)	Meta- carpale	0	0	0	0	0	1 (5,6%)	1 (5,6%)	1 (5,6%)
12 (3,1%)	Phalanx	0	0	0	0	0	1 (8,3%)	0	0
5 (1,3%)	Meta- tarsale	0	2 (40,0%)	0	0	0	0	0	0
2 (0,5%)	Talus	0	0	0	0	0	0	0	0
387 (100%)	Gesamt	3 (0,8%)	13 (3,4%)	7 (1,8%)	6 (1,6%)	9 (2,3%)	12 (3,1%)	9 (2,3%)	8 (2,1%)

- Begleitverletzungen

Bei Annahme H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen den „Begleitverletzungen“ und dem „Outcome“ nach operativer Versorgung, kann diese bei den *p*-Werten für die „Komplikationen intraoperativ“ [$p=0,268$ nach Chi-Quadrat und $p=0,411$ nach Fisher], für die „DMS postoperativ“ [$p=0,983$ nach Chi-Quadrat und $p=0,428$ nach Fisher], für die „Komplikationen stationär“ trotz differentem *p*-Wert [$p=0,010$ nach Chi-Quadrat und $p=0,191$ nach Fisher] und für die „Komplikationen poststationär Gruppen“ [$p=0,353$ nach Chi-Quadrat und $p=0,295$ nach Fisher] nicht verworfen werden. Somit besteht kein Zusammenhang.

- Primär/Sekundäre Operation

Testet man die Variablen „Primär/Sekundäre Operation“ mit den „Komplikationen intraoperativ“, gibt es bei einem $p=0,198$ nach Chi-Quadrat und einem $p=0,170$ nach Fisher keinen Zusammenhang.

Auch bei der „DMS postoperativ“ kann die Nullhypothese nicht verworfen werden [$p=0,667$ nach Chi-Quadrat und $p=0,919$ nach Fisher] und es besteht kein Zusammenhang. Ebenso bei den „Komplikationen im stationären Verlauf“ [$p=0,476$ nach Chi-Quadrat und $p=0,631$ nach Fisher].

Kein Zusammenhang besteht auch zur Variablen „Komplikationen poststationär Gruppen“ bei einem $p=0,569$ nach Chi-Quadrat und $p=0,410$ nach Fisher.

- Dauer der OP Gruppen

Hier wird jetzt die Variable „Dauer der OP Gruppen“ betrachtet. Unter 3.6 Ergebnisse der ANOVA wird dann nochmals die Variable „Dauer der OP in Minuten“ aufgezeigt. Nach dem *p*-Wert [*p*=0,000 nach dem Chi-Quadrat-Test und nach dem Exakten Test nach Fisher] des Tests zwischen der „Dauer der OP Gruppen“ und der „Komplikationen intraoperativ“ kann ein Zusammenhang angenommen werden.

Tab. 3-17: Übersicht: Dauer der OP Gruppen - Komplikationen intraoperativ

Anzahl	Dauer OP Gruppen	Keine Komplikationen	Schwierige Reposition	Sonstige Komplikationen
85 (22,3%)	0-30min	85 (100%)	0	0
177 (46,3%)	31-60min	173 (97,7%)	2 (1,1%)	2 (1,1%)
62 (16,2%)	61-90min	55 (88,7%)	4 (6,5%)	3 (4,8%)
29 (7,6%)	91-120min	26 (89,7%)	2 (6,9%)	1 (3,4%)
14 (3,7%)	121-150min	9 (64,3%)	5 (35,7%)	0
8 (2,1%)	151-180min	6 (75,0%)	2 (25,0%)	0
7 (1,8%)	>180min	3 (42,9%)	3 (42,9%)	1 (14,3%)
382 (100%)	Gesamt	357 (93,5%)	18 (4,7%)	7 (1,8%)

Zur „DMS postoperativ“ kann die Nullhypothese nicht verworfen werden [*p*=0,314 nach Chi-Quadrat und *p*=0,092 nach Fisher] und es besteht kein Zusammenhang.

Bei den „Komplikationen stationär“ [*p*=0,000 nach Chi-Quadrat und nach Fisher] und „Komplikationen poststationär Gruppen“ [*p*=0,000 nach Chi-Quadrat und nach Fisher] kann wiederum ein Zusammenhang zur „Dauer der OP Gruppen“ angenommen werden.

Tab. 3-18: Übersicht: Dauer der OP Gruppen - Komplikationen stationär

Anzahl	Dauer OP Gruppen	Keine Komplikationen	Vermehrte Schmerzsymptomatik	Starke Schwellung	Erbrechen	Erschwerte Mobilisation	Spannungsblase
85 (22,3%)	0-30min	79 (92,9%)	0	2 (2,4%)	1 (1,2%)	0	1 (1,2%)
177 (46,3%)	31-60min	160 (90,4%)	2 (1,1%)	6 (3,4%)	0	3 (1,7%)	0
62 (16,2%)	61-90min	51 (82,3%)	3 (4,8%)	2 (3,2%)	1 (1,6%)	0	0
29 (7,6%)	91-120min	24 (82,8%)	1 (3,4%)	0	1 (3,4%)	0	0
14 (3,7%)	121-150min	6 (42,9%)	0	3 (21,4%)	1 (7,1%)	2 (14,3%)	0
8 (2,1%)	151-180min	5 (62,5%)	0	1 (12,5%)	0	0	1 (12,5%)
7 (1,8%)	>180min	7 (100%)	0	0	0	0	0

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

382 (100%)	Gesamt	332 (86,9%)	6 (15,7%)	14 (3,7%)	4 (1,0%)	5 (1,3%)	2 (0,5%)
---------------	--------	-------------	-----------	-----------	----------	----------	----------

Anzahl	Dauer OP Gruppen	Sek. Dislokation + Re-Position	Sturz + Sek. Dislokation + Re-Position	Z.n. Kompartment-Syndrom + Sek. Wundverschluss	Antibiose bei V.a. Infektion	DMS Störung	Sonstige
85 (22,3%)	0-30min	0	1 (1,2%)	0	0	1 (1,2%)	0
177 (46,3%)	31-60min	1 (0,6%)	0	1 (0,6%)	1 (0,6%)	1 (0,6%)	2 (1,1%)
62 (16,2%)	61-90min	0	1 (1,6%)	2 (3,2%)	0	1 (1,6%)	1 (1,6%)
29 (7,6%)	91-120min	0	0	0	2 (6,9%)	1 (3,4%)	0
14 (3,7%)	121-150min	0	0	0	2 (14,3%)	0	0
8 (2,1%)	151-180min	1 (12,5%)	0	0	0	0	0
7 (1,8%)	>180min	0	0	0	0	0	0
382 (100%)	Gesamt	2 (0,5%)	2 (0,5%)	3 (0,7%)	5 (1,3%)	4 (1,0%)	3 (0,7%)

Tab. 3-19: Übersicht: Dauer OP Gruppen - Komplikationen poststationär

Anzahl	Dauer OP Gruppen	Keine Komplikationen	Bein-Längendifferenz	Bewegungseinschränkung + sonstige Komplikationen	Erneutes Trauma + sonstige Komplikationen	Fehlstellung	Kon Solidierungsstörung	Narbenkeloid	Perforation des Osteosynthesematerials
85 (22,3%)	0-30min	48 (56,5%)	1 (1,2%)	14 (16,5%)	2 (2,4%)	0	0	2 (2,4%)	3 (3,5%)
177 (46,3%)	31-60min	81 (45,8%)	1 (0,6%)	49 (27,7%)	7 (4,0%)	1 (0,6%)	0	5 (2,8%)	2 (1,1%)
62 (16,2%)	61-90min	25 (40,3%)	0	28 (45,2%)	1 (1,6%)	2 (3,2%)	1 (1,6%)	0	0
29 (7,6%)	91-120min	8 (27,6%)	1 (3,4%)	9 (31,0%)	2 (6,9%)	0	2 (6,9%)	0	0
14 (3,7%)	121-150min	5 (35,7%)	0	4 (28,6%)	1 (7,1%)	0	1 (7,1%)	0	0
8 (2,1%)	151-180min	1 (12,5%)	0	4 (50,0%)	0	0	0	0	1 (12,5%)
7 (1,8%)	>180min	0	0	2 (28,6%)	0	1 (14,3%)	0	0	2 (28,6%)
382 (100%)	Gesamt	168 (44,0%)	3 (0,7%)	110 (28,8%)	13 (3,4%)	4 (1,0%)	4 (1,0%)	7 (1,8%)	8 (2,1%)

Anzahl	Dauer OP Gruppen	Refraktur	Schmerzen + sonstige Komplikationen	DMS Störung	Sonstige Komplikationen	Verändertes Gangbild	Weiterbehandlung auswärts	Wundheilungsstörung	Wundinfektion
85 (22,3%)	0-30min	1 (1,2%)	5 (5,9%)	2 (2,4%)	2 (2,4%)	2 (2,4%)	1 (1,2%)	1 (1,2%)	1 (1,2%)

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

)									
177 (46,3%)	31- 60min	1 (0,6%)	6 (3,4%)	4 (2,3%)	1 (0,6%)	5 (2,8%)	5 (2,8%)	5 (2,8%)	4 (2,3%)
62 (16,2%)	61- 90min	0	0	1 (1,6%)	1 (1,6%)	0	2 (3,2%)	0	1 (1,6%)
29 (7,6%)	91- 120min	1 (3,4%)	1 (3,4%)	0	1 (3,4%)	0	1 (3,4%)	3 (10,3%)	0
14 (3,7%)	121- 150min	0	0	0	0	0	2 (14,3%)	0	1 (7,1%)
8 (2,1%)	151- 180min	0	0	0	1 (12,5%)	0	0	0	1(12,5%)
7 (1,8%)	>180min	0	0	0	0	1 (14,3%)	1 (14,3%)	0	0
382 (100%)	Gesamt	3 (0,7%)	12 (3,1%)	7 (1,8%)	6 (1,6%)	8 (2,1%)	12 (3,1%)	9 (2,4%)	8 (2,1%)

■ Schichten der OP

Der Zeitpunkt der Operation wurde in der Variablen „Schichten der OP“ in vier verschiedenen Schichten eingeteilt, um zu sehen, ob der Zeitpunkt eine Auswirkung auf das „Outcome“ der operativen Frakturversorgung hat. Bezüglich allen vier Variablen – „Komplikationen intraoperativ“ [$p=0,731$ nach Chi-Quadrat und $p=0,585$ nach Fisher], „DMS postoperativ“ [$p=0,245$ nach Chi-Quadrat und $p=0,178$ nach Fisher], „Komplikationen stationär“ [$p=0,938$ nach Chi-Quadrat und $p=0,805$ nach Fisher] und „Komplikationen poststationär Gruppen“ [$p=0,514$ nach Chi-Quadrat, nach Fisher war keine Berechnung möglich] – ist kein Zusammenhang anzunehmen.

■ Wochentag der OP

Ebenso besteht kein Zusammenhang zwischen dem „Wochentag“ – ob nun normaler Werktag oder Wochenende/Feiertag – und dem „Outcome“ der operativen Versorgung.

Im Einzelnen sind dies folgende p-Werte:

„Komplikationen intraoperativ“: $p=0,530$ nach Chi-Quadrat und $p=0,450$ nach Fisher.

„DMS postoperativ“: $p=0,567$ nach Chi-Quadrat und $p=0,424$ nach Fisher.

„Komplikationen stationär“: $p=0,089$ nach Chi-Quadrat und $p=0,602$ nach Fisher.

„Komplikationen poststationär Gruppen“: $p=0,846$ nach Chi-Quadrat und $p=0,805$ nach Fisher.

▪ Hauptoperateur

Zwischen dem „Hauptoperateur“ und den „Komplikationen intraoperativ“ besteht nach dem Chi-Quadrat-Test [$p=0,788$] und nach dem Exakten Test nach Fisher [$p=0,699$] keinen Zusammenhang. Testet man die „DMS postoperativ“ mit dem „Hauptoperateur“, scheint es nach dem Chi-Quadrat-Test [$p=0,025$] einen Zusammenhang zu geben. Nach dem Exakten Test nach Fisher war der Wert mit $p=0,054$ grenzwertig und H_0 darf somit nicht verworfen werden, es besteht somit kein Zusammenhang.

Zwischen den „Komplikationen stationär“ [$p=0,282$ nach Chi-Quadrat und $p=0,368$ nach Fisher] und den „Komplikationen poststationär Gruppen“ [$p=0,705$ nach Chi-Quadrat, nach Fisher war eine Rechnung mit SPSS nicht möglich] bestand zum „Hauptoperateur“ kein Zusammenhang.

▪ Geschlossen vs. Offene Reposition

Bei einem $p=0,000$ sowohl nach dem Chi-Quadrat-Test, als auch nach dem Exakten Test nach Fisher, darf die Nullhypothese zugunsten der Alternativhypothese verworfen werden und somit besteht ein Zusammenhang zu den „Komplikationen intraoperativ“.

Tab. 3-20: Übersicht: Geschlossene vs. Offene Reposition - Komplikationen intraoperativ

Anzahl	Geschlossen vs. Offene Reposition	Keine Komplikationen	Schwierige Reposition	Sonstige Komplikationen
215 (55,8%)	Geschlossene Reposition	211 (98,1%)	2 (0,9%)	2 (0,9%)
104 (26,9%)	Offene Reposition	87 (83,7%)	15 (14,4%)	2 (1,9%)
44 (11,4%)	Geschlossene Re-Reposition	42 (95,5%)	1 (2,3%)	1 (2,3%)
24 (6,2%)	Offene Re-Reposition	21 (87,5%)	1 (4,2%)	2 (8,3%)
100 (38,7%)	Gesamt	361 (93,3%)	19 (4,9%)	7 (1,8%)

Zu den anderen drei Variablen des „Outcomes“ – „DMS postoperativ“ [$p=0,411$ nach Chi-Quadrat und $p=0,281$ nach Fisher], „Komplikationen stationär“ [$p=0,738$ nach Chi-Quadrat und $p=0,277$ nach Fisher] und „Komplikationen poststationär Gruppen“, [$p=0,085$ nach Chi-Quadrat, nach Fisher war die Rechnung nicht möglich] - besteht kein Zusammenhang.

▪ Art der Osteosynthese

Nach Chi-Quadrat ergab sich ein $p=0,000$ zwischen den Variablen „Art der Osteosynthese“ und „Komplikationen intraoperativ“. Nach Fisher war eine Rechnung mit SPSS leistungsbedingt nicht möglich.

Tab. 3-21: Übersicht: Art der Osteosynthese - Komplikationen intraoperativ

Anzahl	Art der Osteosynthese	Keine Komplikationen	Schwierige Reposition	Sonstige Komplikationen
157 (40,6%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN	156 (99,4)	0	1 (0,6%)
2 (0,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN und Zuggurtungsosteosynthese	2 (100%)	0	0
1 (0,3%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Fixateur externe	0	1 (100%)	0
32 (8,3%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	30 (93,8%)	1 (3,1%)	1 (3,1%)
2 (0,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	2 (100%)	0	0
17 (4,4%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	17 (100%)	0	0
3 (0,8%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Zuggurtungsosteosynthese	3 (100%)	0	0
1 (0,3%)	Sonstige Geschlossene Reposition und Osteosynthese	1 (100%)	0	0
16 (4,1%)	Offene Reposition und Versorgung mittels ESIN	12 (75%)	4 (25%)	0
55 (14,2%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	43 (78,2%)	11 (20%)	1 (1,8%)
9 (2,3%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese	9 (100%)	0	0
18 (4,7%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	17 (94,4%)	0	1 (5,6%)
2 (0,5%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Zuggurtungsosteosynthese	2 (100%)	0	0
2 (0,5%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Zuggurtungsosteosynthese	2 (100%)	0	0
2 (0,5%)	Sonstige Offene Reposition und Osteosynthese	2 (100%)	0	0
24 (6,2%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels ESIN	23 (95,8%)	0	1 (4,2%)
1 (0,3%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Fixateur externe	1 (100%)	0	0
16 (4,1%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	16 (100%)	0	0
1 (0,3%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	0	1 (100%)	0
1 (0,3%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	1 (100%)	0	0
1 (0,3%)	Sonstige Geschlossene Re-Reposition und Osteosynthese	1 (100%)	0	0
4 (1,0%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels ESIN	3 (75%)	1 (25%)	0
15 (3,9%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	13 (86,7%)	0	2 (13,3%)
3 (0,8%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese	3 (100%)	0	0
1 (0,3%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	1 (100%)	0	0
1 (0,3%)	Sonstige Offene Re-Reposition und Osteosynthese	1 (100%)	0	0
387 (100%)	Gesamt	361 (93,3%)	19 (4,9%)	7 (1,8%)

Der Test zur „DMS postoperativ“ [$p=0,707$ nach Chi-Quadrat] zeigte keinen Zusammenhang. Nach Fisher war die Rechnung nicht möglich.

Die Nullhypothese darf beim Test zu den „Komplikationen stationär“ nach dem Chi-Quadrat-Test mit einem $p=0,102$ nicht verworfen werden. Nach dem Exakten Test nach Fisher ergab sich aber ein $p=0,000$ und somit kann ein Zusammenhang angenommen werden.

Mit einem $p=0,000$ nach Chi-Quadrat kann die Nullhypothese zugunsten der Alternativhypothese beim Test zu den „Komplikationen poststationär Gruppen“ verworfen und somit ein Zusammenhang angenommen werden. Nach Fisher war eine Rechnung nicht möglich.

Tab. 3-22: Übersicht: Art der Osteosynthese - Komplikationen stationär

Anzahl	Art der Osteosynthese	Keine Komplikationen	Vermehrte Schmerzsymptomatik	Starke Schwellung	Erbrechen	Erschwerte Mobilisation	Spannungsblase
157 (40,6%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN	136 (86,6%)	2 (1,3%)	5 (3,2%)	4 (2,5%)	2 (1,3%)	0
2 (0,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN und Zuggurtungsosteosynthese	2 (100%)	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Fixateur externe	0	0	0	0	0	0
32 (8,3%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	28 (87,5%)	1 (3,1%)	2 (6,3%)	0	0	0
2 (0,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	2 (100%)	0	0	0	0	0
17 (4,4%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	16 (94,1%)	0	0	0	1 (5,9%)	0
3 (0,8%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Zuggurtungsosteosynthese	3 (100%)	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Sonstige Geschlossene Reposition und Osteosynthese	1 (100%)	0	0	0	0	0
16 (4,1%)	Offene Reposition und Versorgung mittels ESIN	12 (75%)	0	3 (18,8%)	0	0	0
55 (14,2%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	42 (76,4%)	3 (5,5%)	2 (3,6%)	0	0	2 (3,6%)
9 (2,3%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese	9 (100%)	0	0	0	0	0
18 (4,7%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	16 (88,9%)	0	1 (5,6%)	0	0	0
2 (0,5%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Zuggurtungsosteosynthese	2 (100%)	0	0	0	0	0

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

2 (0,5%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Zuggurtungsosteosynthese	2 (100%)	0	0	0	0	0
2 (0,5%)	Sonstige Offene Reposition und Osteosynthese	2 (100%)	0	0	0	0	0
24 (6,2%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels ESIN	23 (95,8%)	0	0	0	1 (4,2%)	0
1 (0,3%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Fixateur externe	1 (100%)	0	0	0	0	0
16 (4,1%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	15 (93,8%)	0	1 (6,3%)	0	0	0
1 (0,3%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	1 (100%)	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	1 (100%)	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Sonstige Geschlossene Re-Reposition und Osteosynthese	1 (100%)	0	0	0	0	0
4 (1,0%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels ESIN	3 (75%)	0	0	0	1 (25%)	0
15 (3,9%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	14 (93,3%)	0	0	0	0	0
3 (0,8%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese	3 (100%)	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	1 (100%)	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Sonstige Offene Re-Reposition und Osteosynthese	1 (100%)	0	0	0	0	0
387 (100%)	Gesamt	337 (87,1%)	6 (1,6%)	14 (3,6%)	4 (1,0%)	5 (1,3%)	2 (0,5%)

Anzahl	Art der Osteosynthese	Sek. Dislokation + Re-Reposition	Sturz + Sek. Dislokation + Re-Reposition	Z.n. Kompartiment-Syndrom + Sek. Wundverschluss	Antibiose bei V.a. Infektion	DMS Störung	Sonstige
157 (40,6%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN	1 (0,6%)	2 (1,3%)	2 (1,3%)	1 (0,6%)	1 (0,6%)	1 (0,6%)
2 (0,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN und Zuggurtungsosteosynthese	0	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Fixateur externe	1 (100%)	0	0	0	0	0
32 (8,3%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	0	0	0	0	1 (3,1%)	0
2 (0,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	0	0	0	0	0	0
17 (4,4%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	0	0	0	0	0	0
3 (0,8%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Zuggurtungsosteosynthese	0	0	0	0	0	0

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

1 (0,3%)	Sonstige Geschlossene Reposition und Osteosynthese	0	0	0	0	0	0
16 (4,1%)	Offene Reposition und Versorgung mittels ESIN	0	0	0	0	0	1 (6,3%)
55 (14,2%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	0	0	0	4 (7,3%)	1 (1,8%)	1 (1,8%)
9 (2,3%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese	0	0	0	0	0	0
18 (4,7%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	0	0	1 (5,6%)	0	0	0
2 (0,5%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Zuggurtungsosteosynthese	0	0	0	0	0	0
2 (0,5%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Zuggurtungsosteosynthese	0	0	0	0	0	0
2 (0,5%)	Sonstige Offene Reposition und Osteosynthese	0	0	0	0	0	0
24 (6,2%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels ESIN	0	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Fixateur externe	0	0	0	0	0	0
16 (4,1%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	0	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	0	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	0	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Sonstige Geschlossene Re-Reposition und Osteosynthese	0	0	0	0	0	0
4 (1,0%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels ESIN	0	0	0	0	0	0
15 (3,9%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	0	0	0	0	1 (6,7%)	0
3 (0,8%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese	0	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	0	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Sonstige Offene Re-Reposition und Osteosynthese	0	0	0	0	0	0
387 (100%)	Gesamt	2 (0,5%)	2 (0,5%)	3 (0,8%)	5 (1,3%)	4 (1,0)	3 (0,8%)

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

Tab. 3-23: Übersicht: Art der Osteosynthese - Komplikationen poststationär

Anzahl	Art der Osteosynthese	Keine Komplikationen	Beinlängendifferenz	Bewegungseinschränkung sonstige Komplikationen	Erneutes Trauma + sonstige Komplikationen	Fehlstellung	Konsolidierungsstörung	Narbenkeloid	Perforation des Osteosynthesematerials
157 (40,6%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN	85 (54,1%)	2 (1,3%)	36 (22,9%)	7 (4,5%)	0	1 (0,6%)	3 (1,9%)	2 (1,3%)
2 (0,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN und Zuggurtungsosteosynthese	0	0	2 (100%)	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Fixateur externe	0	0	0	0	0	0	0	0
32 (8,3%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	15 (46,9%)	0	9 (28,1%)	0	0	1 (3,1%)	0	1 (3,1%)
2 (0,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	0	0	1 (50%)	0	0	1 (50%)	0	0
17 (4,4%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Schraubensteosynthese	11 (64,7%)	0	1 (5,9%)	0	0	0	1 (5,9%)	0
3 (0,8%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Zuggurtungsosteosynthese	0	0	2 (66,7%)	0	0	0	0	1 (33,3%)
1 (0,3%)	Sonstige Geschlossene Reposition und Osteosynthese	0	0	1 (100%)	0	0	0	0	0
16 (4,1%)	Offene Reposition und Versorgung mittels ESIN	6 (37,5%)	0	6 (37,5%)	1 (6,3%)	0	0	0	0
55 (14,2%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	13 (23,6%)	0	21 (38,2%)	2 (3,6%)	2 (3,6%)	1 (1,8%)	1 (1,8%)	4 (7,3%)
9 (2,3%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubensteosynthese	2 (22,2%)	0	7 (77,8%)	0	0	0	0	0
18 (4,7%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Schraubensteosynthese	6 (33,3%)	0	5 (27,8%)	1 (5,6%)	0	0	0	0
2 (0,5%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Zuggurtungsosteosynthese	0	0	1 (50%)	0	0	0	1 (50%)	0
2 (0,5%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Zuggurtungsosteosynthese	1 (50%)	0	1 (50%)	0	0	0	0	0
2 (0,5%)	Sonstige Offene Reposition und Osteosynthese	0	0	1 (50%)	0	0	0	0	0
24 (6,2%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels ESIN	13 (54,2%)	0	3 (12,5%)	1 (4,2%)	0	0	1 (4,2%)	0
1 (0,3%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Fixateur	1 (100%)	0	0	0	0	0	0	0

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

	externe								
16 (4,1%)	Geschlossene Re-Position und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	9 (56,3%)	1 (6,3%)	4 (25%)	0	1 (6,3%)	0	0	0
1 (0,3%)	Geschlossene Re-Position und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	0	0	1 (100%)	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Geschlossene Re-Position und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	0	0	0	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Sonstige Geschlossene Re-Position und Osteosynthese	0	0	1 (100%)	0	0	0	0	0
4 (1,0%)	Offene Re-Position und Versorgung mittels ESIN	3 (75%)	0	1 (25%)	0	0	0	0	0
15 (3,9%)	Offene Re-Position und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	4 (26,7%)	0	6 (40%)	1 (6,7%)	0	0	0	0
3 (0,8%)	Offene Re-Position und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese	1 (33,3%)	0	1 (33,3%)	0	1 (33,3%)	0	0	0
1 (0,3%)	Offene Re-Position und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	0	0	0	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Sonstige Offene Re-Position und Osteosynthese	0	0	0	0	0	0	0	0
387 (100%)	Gesamt	170 (43,9%)	3 (0,8%)	111 (28,7%)	13 (3,4%)	4 (1,0%)	4 (1,0%)	7 (1,8%)	8 (2,1%)

Anzahl	Art der Osteosynthese	Refraktär	Schmerzen + sonstige Komplikationen	DMS Störung	Sonstige Komplikationen	Verändertes Gangbild	Weiterbehandlung auswärts	Wundheilungsstörung	Wundinfektion
157 (40,6%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN	1 (0,6%)	4 (2,5%)	3 (1,9%)	2 (1,3%)	4 (2,5%)	2 (1,3%)	4 (2,5%)	1 (0,6%)
2 (0,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN und Zuggurtungsosteosynthese	0	0	0	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Fixateur externe	0	0	0	1 (100%)	0	0	0	0
32 (8,3%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	0	0	4 (12,5%)	1 (3,1%)	0	0	0	1 (3,1%)
2 (0,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	0	0	0	0	0	0	0	0
17 (4,4%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	0	1 (5,9%)	0	0	1 (5,9%)	2 (11,8%)	0	0

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

3 (0,8%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Zuggurtungsosteosynthese	0	0	0	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Sonstige Geschlossene Reposition und Osteosynthese	0	0	0	0	0	0	0	0
16 (4,1%)	Offene Reposition und Versorgung mittels ESIN	1 (6,3%)	0	0	0	1 (6,3%)	1 (6,3%)	0	0
55 (14,2%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	0	4 (7,3%)	0	1 (1,8%)	0	3 (5,5%)	0	3 85,5%)
9 (2,3%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese	0	0	0	0	0	0	0	0
18 (4,7%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	0	2 (11,1%)	0	0	1 (5,6%)	0	2 (11,1%)	1 (5,6%)
2 (0,5%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Zuggurtungsosteosynthese	0	0	0	0	0	0	0	0
2 (0,5%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Zuggurtungsosteosynthese	0	0	0	0	0	0	0	0
2 (0,5%)	Sonstige Offene Reposition und Osteosynthese	0	1 (50%)	0	0	0	0	0	0
24 (6,2%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels ESIN	1 (4,2%)	0	0	0	2 (8,3%)	2 (8,3%)	0	1 (4,2%)
1 (0,3%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Fixateur externe	0	0	0	0	0	0	0	0
16 (4,1%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	0	0	0	0	0	0	1 (6,3%)	0
1 (0,3%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	0	0	0	0	0	0	0	0
1 (0,3%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	0	0	0	1 (100%)	0	0	0	0
1 (0,3%)	Sonstige Geschlossene Re-Reposition und Osteosynthese	0	0	0	0	0	0	0	0
4 (1,0%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels ESIN	0	0	0	0	0	0	0	0
15 (3,9%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	0	1 (6,7%)	0	0	0	1 (6,7%)	2 (13,3%)	0
3 (0,8%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese	0	0	0	0	0	0	0	0

Ergebnisse - Alle Extremitätenfrakturen

1 (0,3%)	Offene Re-Position und Versorgung mittels Schraubenosteosynthese	0	0	0	0	0	1 (100%)	0	0
1 (0,3%)	Sonstige Offene Re-Position und Osteosynthese	0	0	0	0	0	0	0	1 (100%)
387 (100%)	Gesamt	3 (0,8%)	13 (3,4%)	7 (1,8%)	6 (1,6%)	9 (2,3%)	12 (3,1%)	9 (2,3%)	8 (2,1%)

3.5.2 Ergebnisse bezogen auf den Hauptoperateur

Oben wurde bereits ein Zusammenhang zwischen „Hauptoperateur“ und „Outcome“ untersucht. Hier wurde nun zusätzlich noch auf einen Zusammenhang zwischen der „Dauer der Operation“, eingeteilt in Gruppen und dem „Verfahrenswechsel“ zum „Hauptoperateur“ untersucht.

Der Test zwischen „Hauptoperateur“ und „Dauer der Operation Gruppen“ ergab nach dem Chi-Quadrat-Test ein $p=0,208$. Demnach muss die Nullhypothese beibehalten werden und es besteht kein Zusammenhang. Der Test nach Fisher war aufgrund der Rechnerleistung von SPSS nicht möglich.

Der Test zwischen „Hauptoperateur“ und „Verfahrenswechsel“ ergab keinen Hinweis auf Zusammenhang bei einem $p=0,300$ nach Chi-Quadrat und einem $p=0,213$ nach Fisher.

3.6 Ergebnisse der ANOVA

Um einen Zusammenhang zwischen nominal verteilten Variablen und metrisch skalierten Variablen zu testen, wurde die statistische Signifikanz mittels der ANOVA – analysis of variance – berechnet.

Auch hier wurde als Nullhypothese „H0: Es gibt keinen Zusammenhang“ angenommen. Diese kann bei einem $p<0,05$ zugunsten der Alternativhypothese „H1: Es gibt einen Zusammenhang“, verworfen werden.

3.6.1 Ergebnisse bezogen auf das Outcome

- Alter

Ein Zusammenhang zwischen dem „Alter“ und den Variablen des „Outcomes“ ist nicht anzunehmen.

„Komplikationen intraoperativ“: $p=0,070$

„DMS postoperativ“: $p=0,917$

„Komplikationen stationär“: $p=0,556$

„Komplikationen poststationär Gruppen“: $p=0,922$

- Zeitintervall zwischen Unfall und OP

Ein Zusammenhang ist zwischen dem „Zeitintervall“ und den „Komplikationen intraoperativ“ bei einem $p=0,057$ nicht anzunehmen.

Ebenso auch bei der „DMS postoperativ“ mit einem $p=0,456$, sowie auch bei den „Komplikationen stationär“ mit einem $p=0,972$.

Betrachtet man die „Komplikationen poststationär Gruppen“ [$p=0,000$] kann ein Zusammenhang angenommen werden.

- Dauer der Operation in Minuten

Zwischen der „Dauer der Operation in Minuten“ und den „Komplikationen intraoperativ“ scheint es mit einem $p=0,000$ einen Zusammenhang zu geben.

Bezüglich der „DMS postoperativ“ wiederum ist mit einem $p=0,085$ kein Zusammenhang anzunehmen.

Ebenso zwischen der „Dauer der OP“ und den „Komplikationen stationär“ [$p=0,109$].

Zwischen der „Dauer der OP“ und den „Komplikationen poststationär Gruppen“ ist ein Zusammenhang aufgrund eines $p=0,000$ anzunehmen.

Diese Ergebnisse bestätigen die oben durchgeführten Untersuchungen zwischen der Variablen „Dauer OP Gruppen“ und den Variablen des „Outcomes“.

3.6.2 Ergebnisse bezogen auf den Hauptoperateur

- Dauer der Operation in Minuten

Betrachtet man die Nullhypothese H_0 : Es gibt keinen Zusammenhang zwischen der „Dauer der Operation“ und dem „Hauptoperator“, so kann diese bei einem $p=0,776$ nicht verworfen werden und somit besteht kein Zusammenhang zwischen den Variablen. Dies ergab sich auch schon im Vergleich der „Dauer OP Gruppen“ und dem „Hauptoperator“.

3.6.3 Ergebnisse bezogen auf den Schmerzmittelbedarf

In der Datenerhebung wurde der Schmerzmittelbedarf herausgearbeitet.

Getrennt wurden dann nochmals die Gaben intravenös [i.v.] und per os [p.o.] betrachtet.

Diese wurden mittels ANOVA mit den vier Variablen des „Outcomes“, der „Art der Osteosynthese“ und „Geschlossen vs. Offene Reposition“ auf einen Zusammenhang untersucht.

- Schmerzmittelgaben insgesamt stationär

Im Vergleich mit den „Komplikationen intraoperativ“ besteht bei einem $p=0,210$ kein Zusammenhang ebenso trifft dies auf die „DMS postoperativ“ [$p=0,222$] zu.

Mit einem $p=0,000$ kann die Nullhypothese zugunsten der Alternativhypothese bei den „Komplikationen stationär“ und „Komplikationen poststationär Gruppen“ verworfen werden.

Somit besteht ein Zusammenhang zwischen den „Komplikationen stationär“ und „poststationär“ zu den „Schmerzmittelgaben insgesamt“.

Kein Zusammenhang ist zwischen den „Schmerzmittelgaben insgesamt stationär“ und der „Art der Osteosynthese“ [$p=0,103$] anzunehmen.

Zur Variablen „Geschlossen vs. Offene Reposition“ besteht wiederum [$p=0,018$] ein Zusammenhang.

- Schmerzmittelgaben i.v. stationär

Hier ergibt sich kein Zusammenhang zu den „Komplikationen intraoperativ“ [$p=0,081$] und zur „DMS postoperativ“ [$p=0,089$].

Zu den „Komplikationen stationär“ [$p=0,000$] und zu den „Komplikationen poststationär Gruppen“ [$p=0,029$] ist ein Zusammenhang anzunehmen.

Mit $p=0,001$ kann die Nullhypothese zugunsten der Alternativhypothese verworfen werden und somit besteht ein Zusammenhang zwischen der Variablen „Schmerzmittelgaben i.v. stationär“ und der Variablen „Art der Osteosynthese“.

Zur Variablen „Geschlossenen vs. Offenen Reposition“ besteht bei einem $p=0,334$ kein Zusammenhang.

- Schmerzmittelgaben p.o. stationär

Bei den Untersuchungen zu den „Schmerzmittelgaben p.o. stationär“ verhält sich dies ähnlich. Zu den „Komplikationen intraoperativ“ [$p=0,527$] und zur „DMS postoperativ“ [$p=0,634$] besteht kein Zusammenhang.

Zu den „Komplikationen stationär“ [$p=0,000$], „Komplikationen poststationär Gruppen“ [$p=0,000$] besteht ein Zusammenhang.

Zur „Art der Osteosynthese“ [$p=0,273$] besteht kein Zusammenhang.

Mit einem $p=0,002$ scheint es aber einen Zusammenhang zwischen der Variablen „Schmerzmittelgaben p.o. stationär“ und der Variablen „Geschlossen vs. Offene Reposition“ zu geben.

3.6.4 Ergebnisse bezogen auf das Zeitintervall Unfall – Operation

- Transportmodus des Patienten in die Klinik

Mit einem $p=0,027$ besteht ein Zusammenhang zwischen den beiden Variablen.

Untenstehendes Diagramm präsentiert die Mittelwerte absteigend von „Selbstständig“ über „Überweisung“, „Rettungswagen“ zum „Notarztwagen“. Beim Hubschrauber liegen nur zwei Fälle vor, so dass diese bei geringer Fallzahlen, vorsichtig zu interpretieren sind.

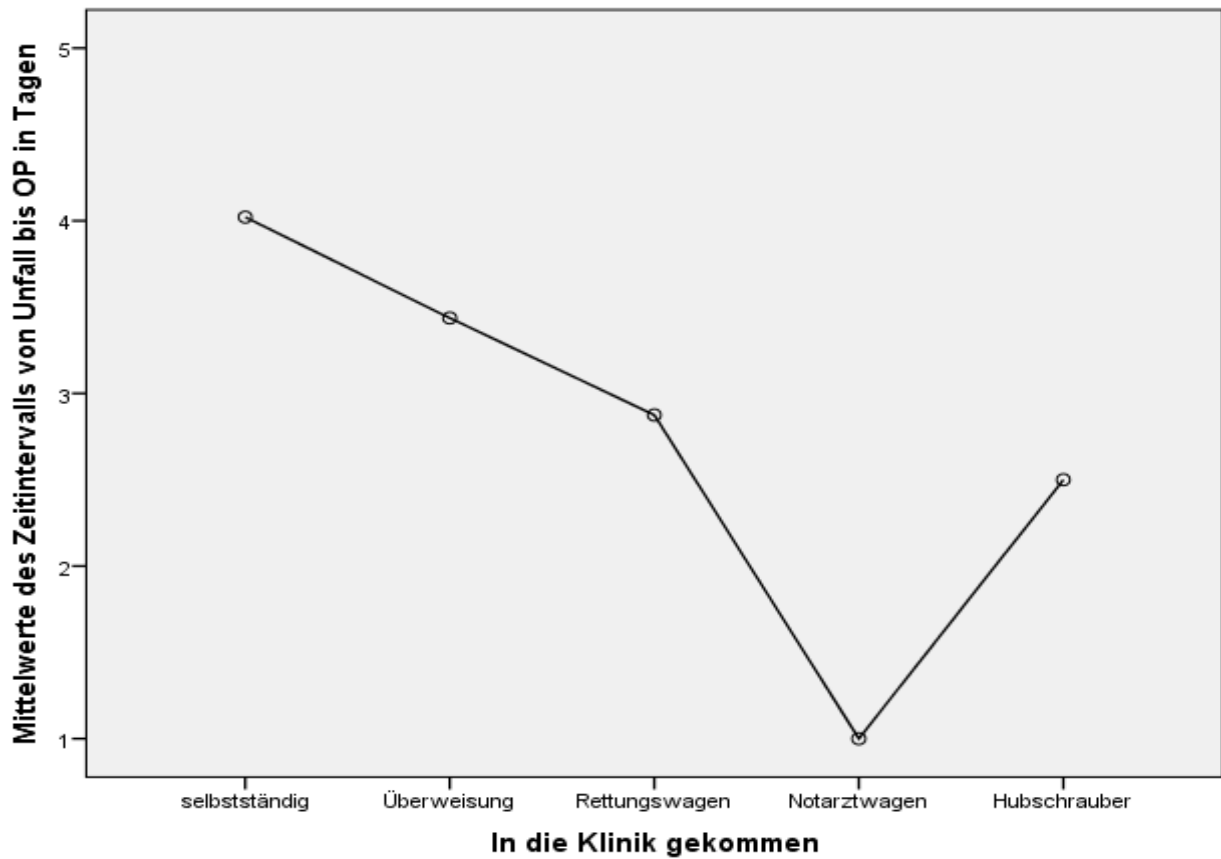


Abb. 3-7: Diagramm: Mittelwerte des Zeitintervalls von Unfall bis OP in Tage – Transportmodus des Patienten in die Klinik

4 Ergebnisse - Suprakondyläre Humerusfrakturen

4.1 Stammdaten

Im Speziellen werden hier nun die suprakondylären Humerusfrakturen betrachtet. Diese machen im beobachteten Zeitraum anzahlmäßig (n=97) den größten Anteil aus und sind auch in der Literatur eine immer wieder diskutierte Fraktur.

4.1.1 Geschlechtsverteilung

Auch hier wird deutlich, dass die Jungen [n=55 (56,7%)] sich häufiger eine Fraktur zuziehen als die Mädchen [n=42 (43,3%)].

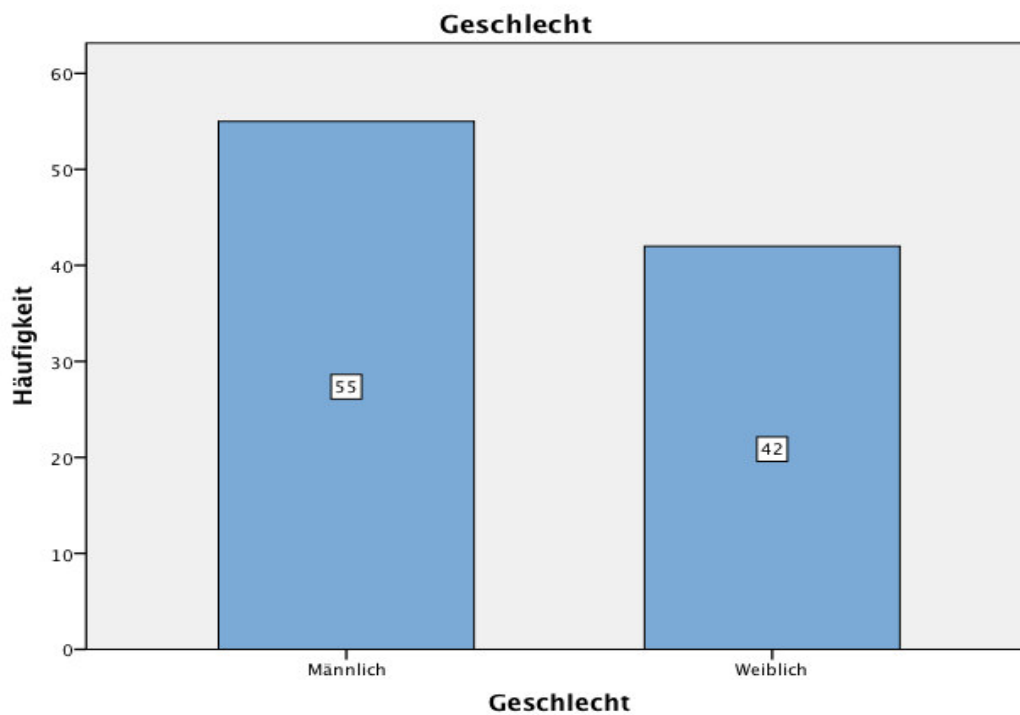


Abb. 4-1: Übersicht Balkendiagramm: Geschlechtsverteilung

4.1.2 Altersverteilung

Zum Zeitpunkt des Unfalls lag folgende Altersverteilung vor: Minimum war 1 Jahr, Maximum 15 Jahre, das Durchschnittsalter betrug 5,8 Jahre und am häufigsten trat eine suprakondyläre Humerusfraktur im Alter von 6 Jahren auf.

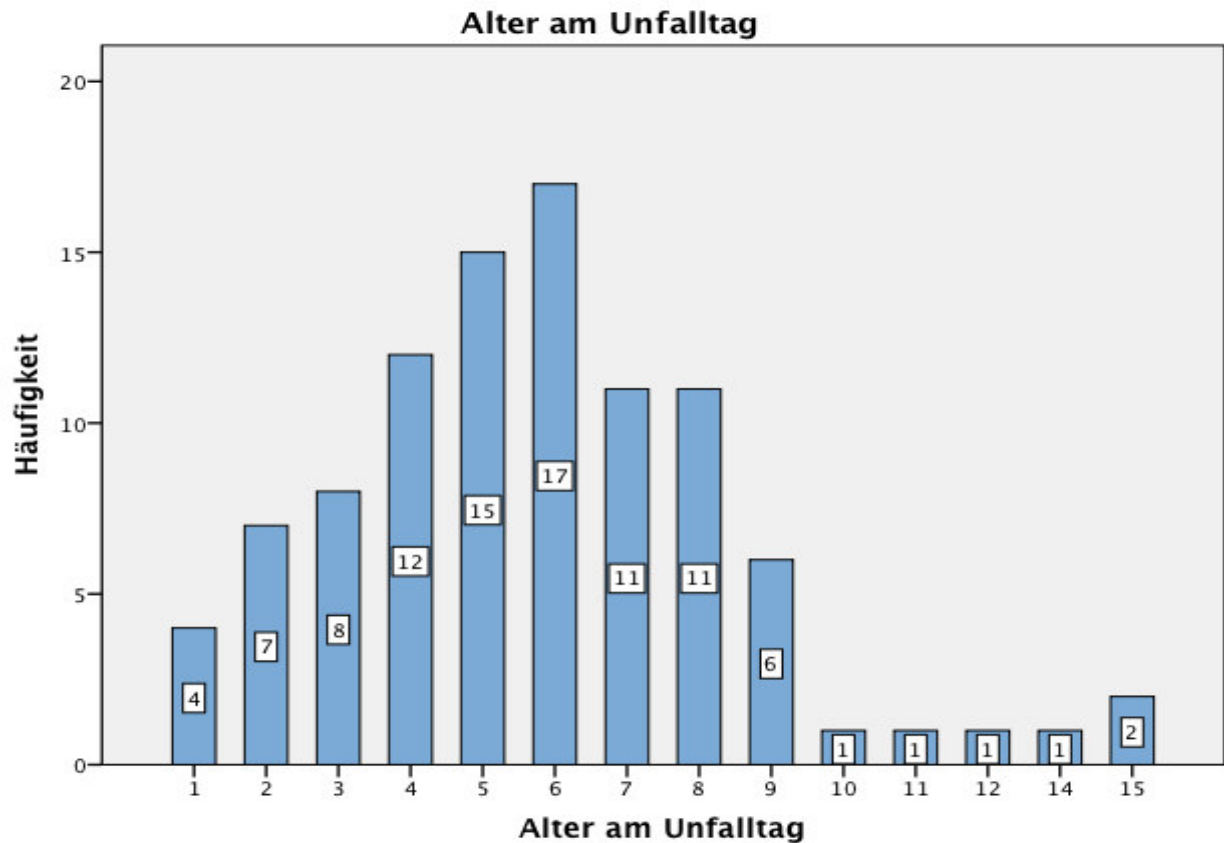


Abb. 4-2: Übersicht Balkendiagramm: Altersverteilung

4.1.3 Vorerkrankungen

Im Folgenden sind die Vorerkrankungen der Kinder und Jugendlichen mit einer suprakondylären Humerusfraktur aufgelistet. Die einzelnen Kategorien gelten wie oben beschrieben für alle Extremitätenfrakturen.

Tab. 4-1: Übersicht: Vorerkrankungen

Vorerkrankungen	Anzahl (n)	Prozent (%)
Keine Vorerkrankungen	71	73,2
Atopischer Formenkreis	8	8,2
Chirurgische Vorerkrankung	3	3,1
Internistische Vorerkrankung	9	9,3
Neurologische Erkrankung	2	2,1
Z.n. geschlossener Reposition und konservativem Vorgehen	4	4,1
Gesamt	97	100,0

4.2 Unfall- und frakturbezogene Daten

4.2.1 Art des Unfalls

Die häufigste Unfallart der suprakondylären Humerusfrakturen war eine Verletzung auf dem Spielplatz/beim Spielen [n=27 (27,8%)], direkt gefolgt vom Sportunfall [n=26 (26,8%)]. Auch der Sturz auf den Arm, sowohl aus dem Stand [n=16 (16,5%)], als auch aus der Höhe [n=19 (19,6%)], spielt eine doch bedeutende Rolle. Nur noch mit 7,2 % [n=7] trat eine suprakondyläre Humerusfraktur nach einem Verkehrsunfall auf. Mit nur 1% [n=1] ereignete sich eine Fraktur nach einer Schlägerei. Bei einem Patienten hatte kein Trauma stattgefunden. Diese Fraktur wurde lediglich nach dem Ausziehen des zu tragenden Korsetts bei multiplen Vorerkrankungen bemerkt.

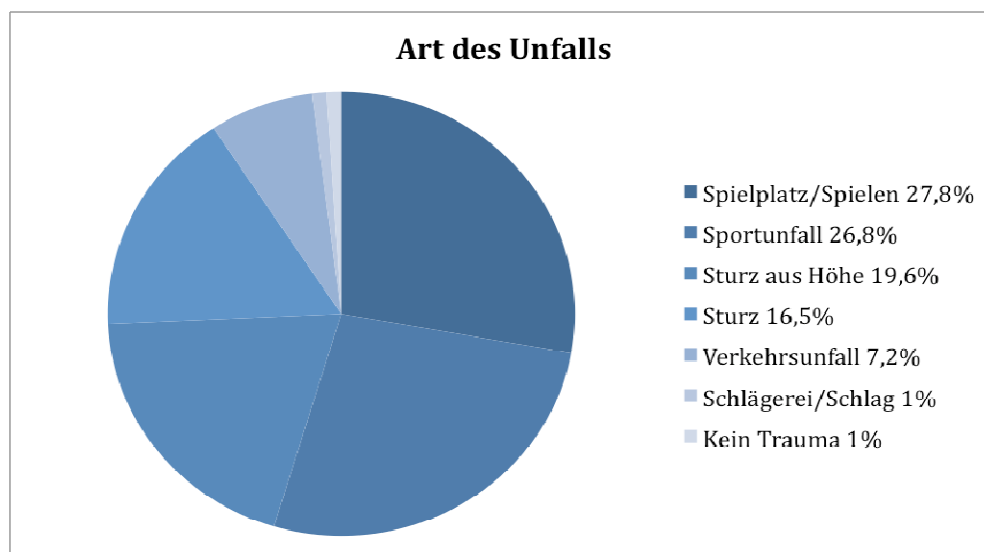


Abb. 4-3: Übersicht Kreisdiagramm: Art des Unfalls

4.2.2 Transportmodus des Patienten in die Klinik

Die 97 Patienten mit einer suprakondylären Humerusfraktur sind auf unterschiedliche Art in die Klinik gekommen. Bei einer großer Anzahl [n=39 (49,2%)] erfolgte die Erstvorstellung in einer anderen Klinik und nachfolgend die Überweisung an die Kinderchirurgische Klinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital zur weiteren Versorgung. Ansonsten erfolgte die Vorstellung direkt selbstständig [n=32 (33%)] nach dem Unfallereignis oder die Patienten kamen mit dem Rettungswagen [n=4 (4,1%)], dem Notarztwagen [n=21 (21,6%)] oder in einem Fall sogar mit dem Hubschrauber [n=1, (1%)]. Interessanterweise war dies der Patient, bei dem kein Trauma stattgefunden hatte.

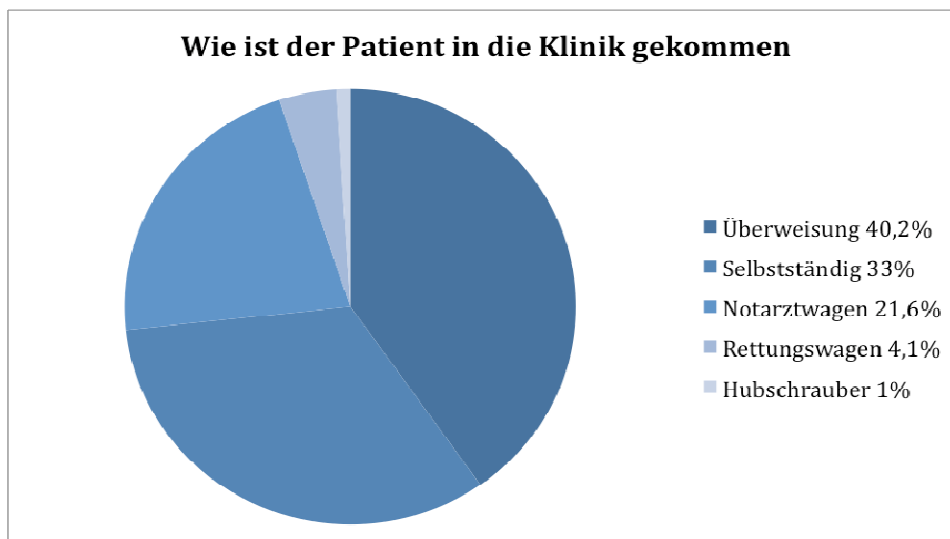


Abb. 4-4: Übersicht Kreisdiagramm: Transportmodus des Patienten in die Klinik

4.2.3 Betroffene Körperseite

Da auch hier keine Rückschlüsse auf die dominante Körperseite möglich waren, sind die Angaben rein deskriptiv zu verwenden.

Tab. 4-2: Übersicht: Betroffene Extremität

Körperseite	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Rechts	36	37,1
Links	61	62,9

4.2.4 Begleitverletzungen

In 95,9% [n=93] der Fälle traten neben der suprakondylären Humerusfraktur keine weiteren Begleitverletzungen auf. 2 (2,1%) der Fälle hatten eine zusätzliche Fraktur an anderer Stelle, lediglich ein Patient (1,0%) hatte eine Schürfwunde an anderer Stelle und einer (1%) wurde mit einem Weichteilschaden Grad I unter den Sonstigen Begleitverletzungen zusammengefasst.

4.3 Operation und Krankenhausaufenthalt

4.3.1 Zeitintervall zwischen Unfall und Operation

Betrachtet man die 97 Fälle der suprakondylären Humerusfrakturen wurde über die Hälfte [n=55, (56,7%)] noch am selben Tag operiert. Die maximale Anzahl der Tage zwischen Unfall und Operation lag bei 6 Tagen.

Tab. 4-3: Übersicht: Zeitintervall zwischen Unfall und OP

Zeitintervall (in Tagen)	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
0	55	56,7
1	29	29,9
2	8	8,2
3	1	1,0
4	2	2,1
6	2	2,1
Gesamt	97	100,0

4.3.2 Primäre/Sekundäre Operation

Bei 4,1% [n=4] wurde auswärtig konservativ behandelt und es musste dann sekundär noch eine Operation durchgeführt werden. In den anderen 93 Fällen (95,9%) entschied man sich direkt für eine primäre Operation.

4.3.3 Operationsdaten

- Dauer der Operation

Die geringste Dauer einer Operation war mit 20 Minuten zu verzeichnen. Das Maximum lag bei 330min. Hierbei musste von einer geschlossenen Reposition auf eine offene umgestiegen werden. Ein Periostlappen hatte dabei die Reposition behindert. Bei fehlendem Puls musste die A. brachialis freigelegt werden.

Bei den anderen 5 Fällen in der Gruppe >180 Minuten war ein Umstieg von einer geschlossenen auf eine offene Reposition notwendig.

Im Durchschnitt wurden 81 Minuten operiert. Am häufigsten konnte eine Operation nach 50 Minuten beendet werden. Bei einer Operation war die Dauer nicht bekannt, so dass nur 96 Fälle in die Auswertung aufgenommen werden konnten.

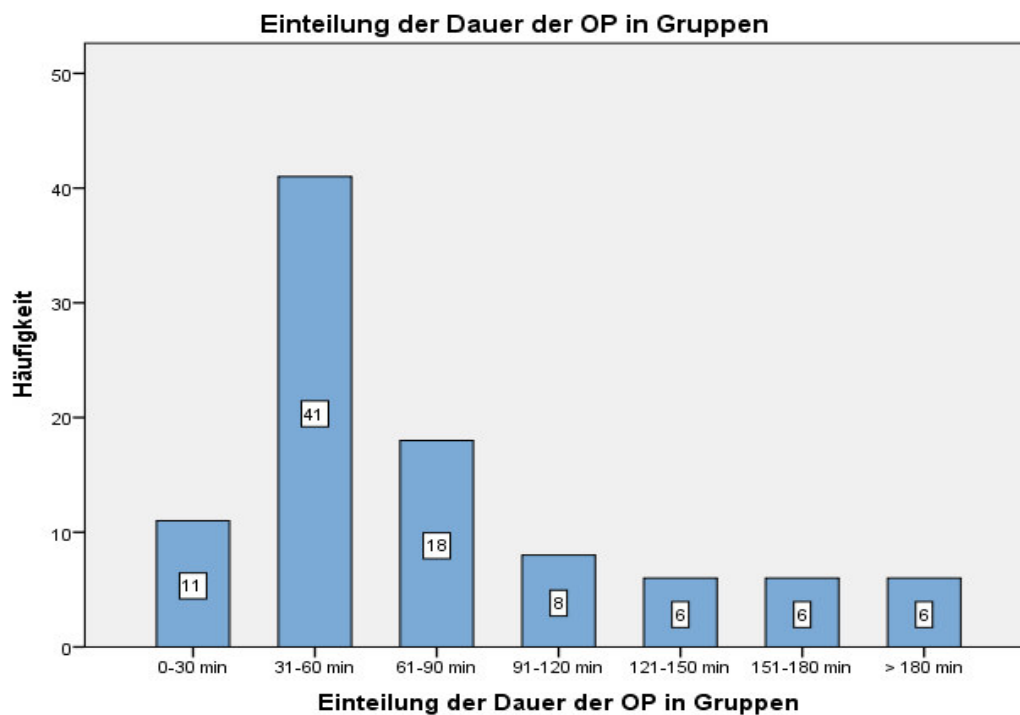


Abb. 4-5: Übersicht Balkendiagramm: Dauer der OP - Einteilung in Gruppen

▪ Schichten der OP

Auch hier wurde herausgearbeitet zu welcher Uhrzeit die Operation stattgefunden hat, um später einen Vergleich zu ziehen, in wieweit dies eine Auswirkung auf das Outcome hat.

Tab. 4-4: Übersicht: Schichten der OP

Schichten	Uhrzeit	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Schicht 1	07:30-16:30	52	53,6
Schicht 2	16:30-22:00	36	37,1
Schicht 3	22:00-02:00	9	9,3
Schicht 4	02:00-07:30	0	0
Gesamt		97	100,0

▪ Wochentag der Operation

Es wurde in der Mehrzahl (71,1% [n=69]) an einem Werktag – Montag bis Freitag – operiert. Separat wurden immer die Feiertage betrachtet, da die vom Dienstplan der Klinik wie die Wochenenden zu werten sind.

Am Wochenende – Samstag und Sonntag – wurden 24 (24,7%) der 97 suprakondylären Humerusfrakturen operiert. An einem Feiertag waren nur 4 (4,1%) Operationen durchgeführt worden.

▪ Hauptoperator

Die Variable Hauptoperator wurde, wie oben bereits beschrieben, klassifiziert: Jungassistentarzt – Altassistentarzt – Facharzt – Oberarzt.

Jungassistent: n=11 (11,3%)

Altassistent: n=39 (40,2%)

Facharzt: n=12 (12,4%)

Oberarzt: n=35 (36,1%)

Es war bei allen Operationen ein Facharzt am Operationstisch mit anwesend.

▪ Geschlossene vs. offene Operation

Der Großteil der Operationen, n=64 (66%), konnte durch eine geschlossene Reposition und anschließende Osteosynthese versorgt werden.

Eine offene Reposition war in 29,8% [n=29] der Fälle notwendig. In 4 Fällen wurde zuvor eine geschlossene Reposition durchgeführt und ein konservativer Therapieversuch angestrebt. Da dies nicht möglich war wurden diese dann bei der Art der Osteosynthese als Re-Reposition vermerkt. Zwei davon (2,1%) als geschlossen, die anderen zwei (2,1%) als offene Re-Reposition.

▪ Art der Osteosynthese

Die anschließende osteosynthetische Versorgung nach Reposition oder Re-Reposition erfolgte entweder durch ESIN, Kirschnerdrähten oder durch die Kombination beider Verfahren. In einem einzelnen Fall war aufgrund einer komplexen suprakondylären Humerusfraktur mit Trochleaabsprengung eine Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese notwendig.

Tab. 4-5: Übersicht: Art der Osteosynthese

Art der Osteosynthese	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN	47	48,5
Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	16	16,5
Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	1	1,0
Offene Reposition und Versorgung mittels ESIN	1	1,0
Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	27	27,8
Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese	1	1,0
Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels ESIN	2	2,1
Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	2	2,1
Gesamt	97	100,00

4.3.4 Krankenhausaufenthaltsdauer

Die Aufenthaltsdauer erstreckte sich von einem Minimum von einem Tag bis zu einem Maximum von 13 Tagen. Im Durchschnitt waren die Patienten 3 Tage stationär.

Auch hier erfolgte eine Einteilung in Gruppen:

1-3 Tage: n=71, 4-6 Tage: n=22, 7-9 Tage: n=2, 10-12 Tage: n=1, >12 Tage: n=1.

In der Gruppe 7-9 Tagen war einmal eine Antibiose i.v. bei Wundinfektion der Grund für den längeren Aufenthalt. Beim anderen war eine DMS Störung postoperativ beschrieben, die sich im stationären Verlauf nicht mehr zeigte. Für den Aufenthalt von 11 Tagen war ebenfalls eine antibiotische Therapie verantwortlich. Beim Aufenthalt >12 Tage war dieser insgesamt 13 Tage lang und aufgrund eines Kompartmentsyndroms mit Spaltung und sekundärem Wundverschluss notwendig.

4.4 Komplikationen

4.4.1 Komplikationen intraoperativ und nötiger Verfahrenswechsel

Es kam bei 86,6% [n=84] zu keinen Komplikationen intraoperativ. Bei 11 Fällen (10,3%) war eine schwierige Reposition im Operationsbericht erwähnt worden. Unter den Sonstigen Komplikationen wurden 2 Fälle (2,1%) zusammengefasst. Darunter fiel auch die lange Operationszeit mit 330min, bei der es zur Freilegung der Arterie kam. Beim anderen Fall war im Operationsprotokoll vermerkt, dass ein leichter Rotationsfehler vorhanden war, der belassen werden musste, aufgrund des Alters des Patienten (1 Jahr) aber akzeptiert wurde.

In 10,3% der 97 Fälle [n=10] musste intraoperativ von einer geschlossenen Reposition auf eine offene umgestiegen werden.

4.4.2 DMS postoperativ

Direkt postoperativ wurde die DMS geprüft. Bei 88 der 97 Fälle (90,7%) war diese intakt. Bei 7 Fällen (7,2%) war eine Sensibilitätsstörung vorhanden. Und bei 2 Fällen (2,1%) sogar eine Motorik- und Sensibilitätsstörung.

Diese waren im Verlauf aber rückläufig. Im stationären Verlauf war nur noch bei einem Patienten eine DMS Störung notiert (siehe unten).

4.4.3 Komplikationen im stationären Verlauf

Während des stationären Aufenthaltes waren folgende Komplikationen zu verzeichnen:

Tab. 4-6: Übersicht: Komplikationen stationär

Komplikationen stationär	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Keine Komplikationen	81	83,5
Vermehrte Schmerzsymptomatik	2	2,1
Starke Schwellung	8	8,2
Spannungsblase	1	1,0
Z.n. Kompartement-Syndrom + Sekundärer Wundverschluss	1	1,0
Antibiose bei V.a. Infektion	3	3,1
DMS Störung	1	1,0
Gesamt	97	100,0

Bei der DMS Störung handelte es sich um Parästhesien im Bereich der Finger.

4.4.4 Komplikationen poststationär

Auch im poststationären Verlauf waren Komplikationen in den weiteren Untersuchungen zu verzeichnen.

Tab. 4-7: Übersicht: Komplikationen poststationär Gruppen

Komplikationen poststationär	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Keine Komplikationen	33	34,0
Bewegungseinschränkung + sonstige Komplikationen	42	43,3
Erneutes Trauma + sonstige Komplikationen	1	1,0
Fehlstellung	2	2,1
Konsolidierungsstörung / + Bewegungseinschränkung	2	2,1
Narbenkeloid	1	1,0
Perforation des Osteosynthesematerials	4	4,1
Sensibilitätsstörung	3	3,1
Sonstige Komplikationen	1	1,0
Weiterbehandlung auswärts	4	4,1
Wundinfektion	4	4,1
Gesamt	97	100,0

Die Komplikationen im poststationären Verlauf wurden, wie oben beschrieben, in Gruppen eingeteilt um einen besseren Überblick zu bekommen und zum anderen, dass keine allzu kleine Gruppen für die Rechnung mit SPSS entstehen.

Bei Gruppen mit „zusätzlichen sonstigen Komplikationen“ wurden jeweils die Bewegungseinschränkung, das erneute Trauma oder die Schmerzen als Hauptkomplikation erfasst. Unter den Sonstigen Komplikationen war eine starke Schwellung verzeichnet.

4.5 Ergebnisse der Kreuztabellen, des Chi-Quadrat-Tests und des Exakten Test nach Fisher

4.5.1 Ergebnisse bezogen auf das Outcome

- Vorerkrankungen

Mit einem $p=0,939$ nach Chi-Quadrat und $p=0,885$ nach Fisher besteht kein Zusammenhang zu den „Komplikationen intraoperativ“.

Ebenso besteht kein Zusammenhang zu den anderen drei Variablen des „Outcomes“ – „DMS postoperativ“ [$p=0,601$ nach Chi-Quadrat und $p=0,374$ nach Fisher], „Komplikationen stationär“ [$p=1,000$ nach Chi-Quadrat und $p=0,971$ nach Fisher] und „Komplikationen poststationär Gruppen“ [$p=0,995$ nach Chi-Quadrat und $p=0,815$ nach Fisher].

- Art des Unfalls

Einen Zusammenhang zwischen der Variable „Art des Unfalls“ und allen 4 Variablen des „Outcomes“ ist nicht anzunehmen. Im Einzelnen sind folgende p-Werte berechnet worden:

„Komplikation intraoperativ“: $p=0,214$ nach Chi-Quadrat und $p=0,135$ nach Fisher.

„DMS postoperativ“: $p=0,655$ nach Chi-Quadrat und $p=0,367$ nach Fisher.

„Komplikationen stationär“: $p=0,985$ nach Chi-Quadrat und $p=0,827$ nach Fisher.

„Komplikationen poststationär Gruppen“: $p=0,434$ nach Chi-Quadrat und $p=0,384$ nach Fisher.

- Transportmodus des Patienten in die Klinik

Zum „Outcome“ besteht diesbezüglich zu allen 4 Variablen kein Zusammenhang.

„Komplikationen intraoperativ“: $p=0,833$ nach Chi-Quadrat, $p=0,697$ nach Fisher

„DMS postoperativ“: $p=0,868$ nach Chi-Quadrat, $p=0,901$ nach Fisher

„Komplikationen stationär“: $p=0,921$ nach Chi-Quadrat, $p=0,533$ nach Fisher

„Komplikationen poststationär Gruppen“: $p=0,820$ nach Chi-Quadrat, $p=0,439$ nach Fisher.

▪ Begleitverletzungen

Beim Test der „Begleitverletzungen“ mit den „Komplikationen intraoperativ“ kann die Nullhypothese bei einem $p=0,996$ nach Chi-Quadrat und einem $p=1,000$ nach Fisher nicht verworfen werden. Dies gilt auch beim Test zur „DMS postoperativ“ [$p=0,999$ nach Chi-Quadrat und $p=1,000$ nach Fisher], den „Komplikationen stationär“ [$p=1,000$ nach Chi-Quadrat und $p=1,000$ nach Fisher] und den „Komplikationen poststationär Gruppen“ [$p=1,000$ nach Chi-Quadrat und $p=0,858$ nach Fisher].

▪ Primäre/Sekundäre Operation

Auch hier besteht zwischen der Variable „Primäre/Sekundäre Operation“ und den 4 Variablen des „Outcomes“ – „Komplikationen intraoperativ“ [$p=0,724$ nach Chi-Quadrat und $p=1,000$ nach Fisher], „DMS postoperativ“ [$p=0,363$ nach Chi-Quadrat und $p=0,327$ nach Fisher], „Komplikationen stationär“ [$p=0,991$ nach Chi-Quadrat und $p=1,000$ nach Fisher], „Komplikationen poststationär Gruppen“ [$p=0,830$ nach Chi-Quadrat und $p=0,563$ nach Fisher] - kein Zusammenhang.

▪ Dauer der OP Gruppen

Zwischen der „Dauer OP Gruppen“ und den „Komplikationen intraoperativ“ kann ein Zusammenhang mit einem $p=0,000$ nach Chi-Quadrat und nach Fisher angenommen werden.

Tab. 4-8: Übersicht: Dauer der OP Gruppen - Komplikationen intraoperativ

Anzahl	Dauer der OP Gruppen	Keine Komplikationen	Schwierige Reposition	Sonstige Komplikationen
11 (11,3%)	0-30min	11 (100%)	0	0
41 (42,7%)	31-60min	39 (95,1%)	2 (4,9%)	0
18 (18,8%)	61-90min	17 (94,4%)	0	1 (5,6%)
8 (8,3%)	91-120min	7 (87,5%)	1 (12,5%)	0
6 (6,3%)	121-150min	2 (33,3%)	4 (66,7%)	0
6 (6,3%)	151-180min	5 (83,3%)	1 (16,7%)	0
6 (6,3%)	>180min	2 (33,3%)	3 (50%)	1 (16,7%)
97 (100%)	Gesamt	83 (85,6%)	11 (10,3%)	2 (2,1%)

Mit einem $p=0,770$ nach Chi-Quadrat und $p=0,563$ nach Fisher gibt es keinen Zusammenhang zwischen der „Dauer der OP Gruppen“ und der „DMS postoperativ“.

Der *p*-Wert des Chi-Quadrat-Tests [$p=0,026$] und des Exakten Tests nach Fisher [$p=0,097$] unterscheiden sich, so dass nach Fisher kein Zusammenhang zwischen der „Dauer der OP“ und den „Komplikationen stationär“ angenommen werden kann.

Ein Zusammenhang zu den „Komplikationen poststationär Gruppen“ kann mit einem $p=0,062$ nach Chi-Quadrat und $p=0,061$ nach Fisher ebenfalls nicht angenommen werden.

▪ Schichten der Operation

Zwischen den „Schichten der Operation“ und den „Komplikationen intraoperativ“ [$p=0,421$ nach Chi-Quadrat, $p=0,461$ nach Fisher], den „Komplikationen stationär“ [$p=0,269$ nach Chi-Quadrat, $p=0,111$ nach Fisher] und den „Komplikationen poststationär Gruppen“ [$p=0,293$ nach Chi-Quadrat, $p=0,154$ nach Fisher] gibt es kein Zusammenhang.

Lediglich beim Test der „Schichten der Operation“ und der „DMS postoperativ“ scheint es mit $p=0,008$ nach Chi-Quadrat und $p=0,010$ nach Fisher einen Zusammenhang zu geben.

Tab. 4-9: Übersicht: Schichten der OP - DMS poststationär

Anzahl	Schichten	DMS intakt	DM intakt, Sensibilitätsstörung	D intakt, Motorik- und Sensibilitätsstörung	Sonstiges
52 (53,6%)	Schicht 1	46 (88,5%)	4 (7,7%)	2 (3,38%)	0
36 (37,1%)	Schicht 2	36 (100%)	0	0	0
9 (9,3%)	Schicht 3	6 (66,7%)	3 (33,3%)	0	0
0	Schicht 4	0	0	0	0
97 (100%)	Gesamt	88 (90,7%)	7 (7,2%)	2 (2,1%)	0

▪ Wochentag der Operation

Beim Test zwischen den Variablen „Wochentag der Operation“ und den 4 Variablen des „Outcomes“ kann kein Zusammenhang gesehen werden.

„Komplikationen intraoperativ“: $p=0,492$ nach Chi-Quadrat, $p=0,532$ nach Fisher.

„DMS postoperativ“: $p=0,280$ nach Chi-Quadrat, $p=0,277$ nach Fisher.

„Komplikationen stationär“: $p=0,975$ nach Chi-Quadrat, $p=0,853$ nach Fisher.

„Komplikationen poststationär Gruppen“: $p=0,802$ nach Chi-Quadrat, $p=0,695$ nach Fisher.

▪ Hauptoperateur

Ebenso kann kein Zusammenhang zwischen dem „Hauptoperateur“ und den 4 Variablen des „Outcomes“ angenommen werden.

„Komplikationen intraoperativ“: $p=0,789$ nach Chi-Quadrat, $p=0,804$ nach Fisher.

„DMS postoperativ“: $p=0,438$ nach Chi-Quadrat, $p=0,294$ nach Fisher.

„Komplikationen stationär“: $p=0,236$ nach Chi-Quadrat, $p=0,240$ nach Fisher.

„Komplikationen poststationär Gruppen“: $p=0,486$ nach Chi-Quadrat, $p=0,487$ nach Fisher.

▪ Geschlossene vs. Offene Reposition

Betrachtet man den Test zu den „Komplikationen intraoperativ“, kann mit einem $p=0,000$ nach Chi-Quadrat sowie nach Fisher, einen Zusammenhang angenommen werden.

Tab. 4-10: Übersicht: Geschlossene vs. Offene Reposition - Komplikationen intraoperativ

Anzahl	Geschlossen vs. Offene Reposition	Keine Komplikationen	Schwierige Reposition	Sonstige Komplikationen
64 (66%)	Geschlossene Reposition	63 (98,4%)	0	1 (1,6%)
29 (29,9%)	Offene Reposition	17 (58,6%)	11 (37,9%)	1 (3,4%)
2 (2,1%)	Geschlossene Re-Reposition	2 (100%)	0	0
2 (2,1%)	Offene Re-Reposition	2 (100%)	0	0
97 (100%)	Gesamt	84 (86,6%)	11 (10,3%)	2 (2,1%)

Zur „DMS postoperativ“ muss die Nullhypothese mit einem $p=0,408$ nach Chi-Quadrat und $p=0,352$ nach Fisher beibehalten werden.

Dies trifft ebenso auf den Test zwischen der Variablen „Geschlossen vs. Offene Reposition“ mit der Variablen „Komplikationen stationär“ zu [$p=0,846$ nach Chi-Quadrat und $p=0,328$ nach Fisher]. Somit besteht hier kein Zusammenhang.

Beim Test zu den „Komplikationen poststationär Gruppen“ [$p=0,104$ nach Chi-Quadrat und $p=0,002$ nach Fisher] kann die Nullhypothese nach Fisher zugunsten der Alternativhypothese verworfen werden und somit besteht ein Zusammenhang.

Ergebnisse - Suprakondyläre Humerusfrakturen

Tab. 4-11: Übersicht: Geschlossene vs. Offene Reposition - Komplikationen poststationär

Anzahl	Geschlossen vs. Offene Reposition	Keine Komplikationen	Bewegungseinschränkung + sonstige Komplikationen	Erneutes Trauma + sonstige Komplikationen	Fehlstellung	Konsolidierungsstörung	Narbenkeloid	Perforation des Osteosynthesematerials
64 (65,9%)	Geschlossene Reposition	28 (43,8%)	27 (42,2%)	1 (1,6%)	0	1 (1,6%)	1 (1,6%)	0
29 (29,9%)	Offene Reposition	3 (10,3%)	14 (48,3%)	0	2 (6,9%)	1 (3,4%)	0	4 (13,8%)
2 (2,1%)	Geschlossene Re-Reposition	1 (50%)	1 (50%)	0	0	0	0	0
2 (2,1%)	Offene Re-Reposition	1 (50%)	0	0	0	0	0	0
97 (100%)	Gesamt	33 (34,1%)	42 (43,3%)	1 (1,0%)	2 (2,1%)	2 (2,1%)	1 (1,0%)	4 (4,1%)

Anzahl	Geschlossene vs. Offene Reposition	Refraktur	Schmerzen + sonstige Komplikationen	DMS Störung	Sonstige Komplikationen	Verändertes Gangbild	Weiterbehandlung auswärts	Wundheilungsstörung	Wundinfektion
64 (65,9%)	Geschlossene Reposition	0	0	3 (4,7%)	0	0	1 (1,6%)	0	2 (3,1%)
29 (29,9%)	Offene Reposition	0	0	0	1 (3,4%)	0	2 (6,9%)	0	2 (6,9%)
2 (2,1%)	Geschlossene Re-Reposition	0	0	0	0	0	0	0	0
2 (2,1%)	Offene Re-Reposition	0	0	0	0	0	1 (50%)	0	0
97 (100%)	Gesamt	0	0	3 (3,1%)	1 (1,0%)	0	4 (4,1%)	0	4 (4,1%)

- Art der Osteosynthese

Bei einem $p=0,001$ nach Chi-Quadrat und $p=0,000$ nach Fisher kann ein Zusammenhang zwischen der „Art der Osteosynthese“ und den „Komplikationen intraoperativ“ angenommen werden.

Tab. 4-12: Übersicht: Art der Osteosynthese - Komplikationen intraoperativ

Anzahl	Art der Osteosynthese	Keine Komplikationen	Schwierige Reposition	Sonstige Komplikationen
47 (48,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN	47 (100%)	0	0
16 (16,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	15 (93,8%)	0	1 (6,3%)
1 (1,0%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	1 (100%)	0	0
1 (1,0%)	Offene Reposition und Versorgung mittels ESIN	0	1 (100%)	0
27 (27,8%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	16 (59,3%)	10 (37%)	1 (3,7%)
1 (1,0%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese	1 (100%)	0	0
2 (2,1%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels ESIN	2 (100%)	0	0
2 (2,1%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	2 (100%)	0	0
97 (100%)	Gesamt	84 (86,6%)	11 (10,3%)	2 (2,1%)

Beim Test zur „DMS postoperativ“ [$p=0,448$ nach Chi-Quadrat und $p=0,111$ nach Fisher] und zu den „Komplikationen stationär“ [$p=0,914$ nach Chi-Quadrat und $p=0,335$ nach Fisher] muss die Nullhypothese beibehalten werden und somit besteht kein Zusammenhang.

Die p -Werte nach Chi-Quadrat [$p=0,761$] und nach Fisher [$p=0,027$] unterscheiden sich im Test bei den „Komplikationen poststationär Gruppen“. So dass nach Fisher einen Zusammenhang angenommen werden kann.

Ergebnisse - Suprakondyläre Humerusfrakturen

Tab. 4-13: Übersicht: Art der Osteosynthese - Komplikationen poststationär Gruppen

Anzahl	Art der Osteosynthese	Keine Komplikationen	Bewegungseinschränkung + sonstige Komplikationen	Erneutes Trauma + sonstige Komplikationen	Fehlstellung	Kon-solidierungs-störung	Narbenkeloid	Perforation des Osteosynthesematerials
47 (48,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN	21 (44,7%)	21 (44,7%)	1 (2,1%)	0	1 (2,1%)	1 (2,1%)	0
16 (16,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	7 (43,8%)	5 (31,3%)	0	0	0	0	0
1 (1,0%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	0	1 (100%)	0	0	0	0	0
1 (1,0%)	Offene Reposition und Versorgung mittels ESIN	0	1 (100%)	0	0	0	0	0
27 (27,8%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	3 (11,1%)	12 (44,4%)	0	2 (7,4%)	1 (3,7%)	0	4 (14,8%)
1 (1,0%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese	0	1 (100%)	0	0	0	0	0
2 (2,1%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels ESIN	1 (50%)	1 (50%)	0	0	0	0	0
2 (2,1%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	1 (50%)	0	0	0	0	0	0
97 (100%)	Gesamt	33 (34,0%)	42 (43,3%)	1 (1,0%)	2 (2,1%)	2 (2,1%)	1 (1,0%)	4 (4,1%)

Anzahl	Art der Osteosynthese	Re-fraktur	Schmerzen + sonstige Komplikationen	DMS Störung	Sonstige Komplikationen	Ver-ändertes Gangbild	Weiter-behandlung auswärts	Wund-heilungs-störung	Wund-infektion
47 (48,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels ESIN	0	0	0	0	0	1 (2,1%)	0	1 (2,1%)
16 (16,5%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	0	0	3 (18,8%)	0	0	0	0	1 (6,3%)
1 (1,0%)	Geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese und ESIN	0	0	0	0	0	0	0	0
1 (1,0%)	Offene Reposition und Versorgung mittels ESIN	0	0	0	0	0	0	0	0
27 (27,8%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	0	0	0	1 (3,7%)	0	2 (7,4%)	0	2 (7,4%)
1 (1,0%)	Offene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese	0	0	0	0	0	0	0	0
2 (2,1%)	Geschlossene Re-Reposition und Versorgung mittels ESIN	0	0	0	0	0	0	0	0
2 (2,1%)	Offene Re-Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese	0	0	0	0	0	1 (50%)	0	0

Ergebnisse - Suprakondyläre Humerusfrakturen

	synthese								
97 (100%)	Gesamt	0	0	3 (3,1%)	1 (1,0%)	0	4 (4,1%)	0	4 (4,1%)

4.5.2 Ergebnisse bezogen auf den Hauptoperateur

Zwischen dem „Hauptoperateur“ und der „Dauer der OP Gruppen“ kann kein Zusammenhang angenommen werden [$p=0,495$ nach Chi-Quadrat und $p=0,502$ nach Fisher].

Ebenso gilt dies im Test zwischen dem „Hauptoperateur“ und ob ein „Verfahrenswechsel“ stattgefunden hat oder nicht [$p=0,359$ nach Chi-Quadrat und $p=0,339$ nach Fisher].

4.6 Ergebnisse der ANOVA

4.6.1 Ergebnisse bezogen auf das Outcome

- Alter

Das „Alter“ zeigt keinen Zusammenhang zu den 4 Variablen des „Outcomes“.

„Komplikationen intraoperativ“: $p= 0,658$

„DMS postoperativ“: $p= 0,238$

„Komplikationen stationär“: $p= 0,943$

„Komplikationen poststationär Gruppen“: $p= 0,153$

- Zeitintervall zwischen Unfall und Operation

Im Test der Variable „Zeitintervall zwischen Unfall und Operation“ und den 4 Variablen des „Outcomes“ zeigt sich kein Zusammenhang.

„Komplikationen intraoperativ“: $p=0,687$

„DMS postoperativ“: $p=0,346$

„Komplikationen stationär“: $p=0,743$

„Komplikationen poststationär Gruppen“: $p=0,587$

- Dauer der Operation in Minuten

Zwischen der „Dauer der Operation in Minuten“ und den „Komplikationen intraoperativ“ ist mit $p=0,000$ einen Zusammenhang anzunehmen.

Zur „DMS postoperativ“ [$p=0,926$] und zu den „Komplikationen stationär“ [$p=0,681$] kann im Test mit der „Dauer der OP“ die Nullhypothese nicht verworfen werden. Mit einem $p=0,001$ im Vergleich zwischen der „Dauer der Operation“ und den „Komplikationen poststationär Gruppen“ ist ein Zusammenhang anzunehmen. Dies bestätigt die oben beschriebenen Ergebnisse mit der Variablen „Dauer der Operation Gruppen“.

4.6.2 Ergebnisse bezogen auf den Hauptoperateur

Zusätzlich wurde noch die Variable „Hauptoperateur“ mit der „Dauer der OP in Minuten“ mittels Varianzanalyse untersucht und bei einem $p=0,629$ kann die Nullhypothese nicht verworfen werden so dass kein Zusammenhang besteht.

4.6.3 Ergebnisse bezogen auf den Schmerzmittelbedarf

Auch bei den suprakondylären Humerusfrakturen wurde der Schmerzmittelbedarf herausgearbeitet und mittels ANOVA auf einen Zusammenhang zwischen den Variablen geprüft.

- Schmerzmittelgaben insgesamt stationär

Bei einem $p=0,820$ besteht kein Zusammenhang zu den „Komplikationen intraoperativ“. Zur „DMS postoperativ“ ist ein Zusammenhang bei einem $p=0,025$ anzunehmen. Im Test zwischen „Schmerzmittelgaben insgesamt stationär“ und den „Komplikationen stationär“ kann die Nullhypothese bei einem $p=0,000$ verworfen werden und somit besteht ein Zusammenhang.

Das Ergebnis [$p=0,270$] des Tests zu den „Komplikationen poststationär Gruppen“ zeigt, dass kein Zusammenhang besteht.

Ein Zusammenhang ist wiederum anzunehmen zur „Art der Osteosynthese“ [$p=0,028$] und zur Variablen „Geschlossene vs. Offene Reposition“ [$p=0,026$].

- Schmerzmittelgaben i.v. stationär

Es kann ein Zusammenhang angenommen werden zur „DMS postoperativ“ [$p=0,011$] und zu den „Komplikationen stationär“ [$p=0,000$].

Zu den „Komplikationen intraoperativ“ [$p=0,825$], „Komplikationen poststationär Gruppen“ [$p=0,330$], „Geschlossen vs. Offene Reposition“ [$p=0,150$] und hier auch zur „Art der Osteosynthese“ [$p=0,176$] muss die Nullhypothese beibehalten werden und es besteht somit kein Zusammenhang.

- Schmerzmittelgaben p.o. stationär

Bei den „Schmerzmittelgaben p.o. stationär“ ist ein Zusammenhang zu den „Komplikationen stationär“ [$p=0,000$] und zur Variablen „Geschlossen vs. Offene Reposition“ [$p=0,018$] anzunehmen.

Zu den Variablen „Komplikationen intraoperativ“ [$p=0,607$], „DMS postoperativ“ [$p=0,158$], „Komplikationen poststationär Gruppen“ [$p=0,314$] und zur „Art der Osteosynthese“ [$p=0,058$] besteht kein Zusammenhang.

4.6.4 Ergebnisse bezogen auf das Zeitintervall Unfall – Operation

- Transportmodus des Patienten in die Klinik

Bei einem p-Wert von 0,018 zwischen den beiden Variablen, ist von einem Zusammenhang auszugehen.

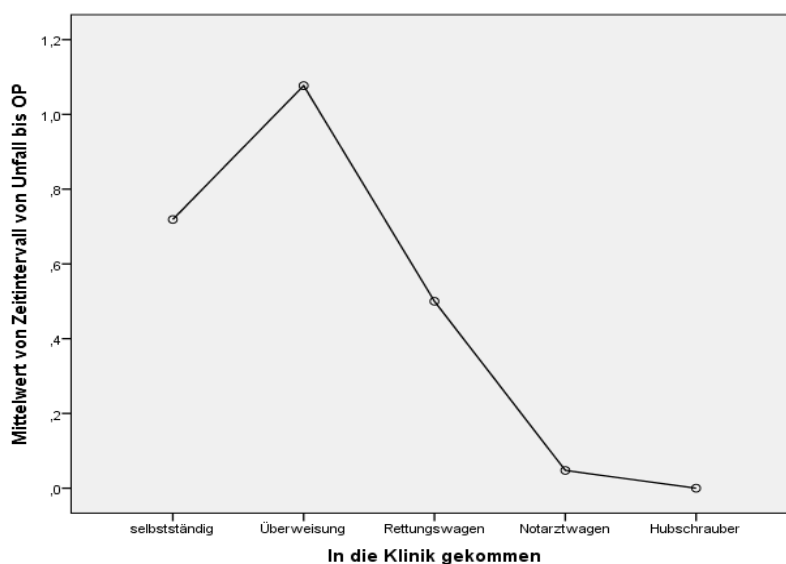


Abb. 4-6: Diagramm: Mittelwerte des Zeitintervalls von Unfall bis OP in Tagen – Transportmodus des Patienten in die Klinik

5 Diskussion

5.1 Alle Extremitätenfrakturen

Knöcherner Verletzungen machen 20-25% aller Verletzungen bei Kindern und Jugendlichen aus. Um ein optimales Endergebnis, vor allem in Funktion und Mobilität, zu erreichen, spielt die Art der Versorgung eine besondere Rolle.

Unter Berücksichtigung einer Vielzahl an Faktoren, die eventuell Einfluss auf den Erfolg nehmen können, sollten im Prozess der Therapieentscheidung das ganze Spektrum an konservativen und operativen Möglichkeiten für die Behandlung einbezogen werden.

Daher wurden in unserer Arbeit mögliche einflussnehmende Faktoren, wie die Art des Unfalls, Vorerkrankungen oder Begleitverletzungen des Patienten, die Lokalisation der Fraktur, die Art der Osteosynthese, der „optimale Zeitpunkt der Operation“, also Uhrzeit (Tag/Nacht) und das Zeitintervall zwischen Unfall und Operation, die Dauer der Operation, Komplikationen intraoperativ und Komplikationen im weiteren Verlauf untersucht.

Sowohl konservative als auch operative Verfahren unterliegen dabei einer ständigen Optimierung und wissenschaftlichen Diskussion als Reaktion auf auftretende Komplikationen und erzielte Ergebnisse.

Vor allem bei den zunehmend durchgeführten minimalinvasiven Verfahren im Kindes- und Jugendalter – Kirschnerdrahtosteosynthesen, ESIN und Schraubenosteosynthesen – zeigen sich geringe Komplikationsraten sowie Heilungsverlauf und Krankenhausaufenthalt werden verkürzt. Am deutlichsten zeigt dies der Vergleich einer Extensionsbehandlung gegenüber der Versorgung mittels ESIN bei einer Femurfraktur. Auftretende Komplikationen, z.B. eine Kortikalisperforation oder Fragmentdislokation mit Achsabweichungen bei der ESIN-Versorgung, sind meist Folge falscher Operationstechnik oder falscher Indikationsstellung [41-43].

Im Folgenden werden die möglichen einflussnehmenden Faktoren im Einzelnen betrachtet:

- Art des Unfalls

Im Kindes- und Jugendalter spielt der Unfallmechanismus bezüglich des Outcomes in der Literatur, z.B. nach Angaben von Marzi eine eher untergeordnete Rolle. Neue aktuelle Trendsportarten beeinflussen jedoch die Lokalisation einer Fraktur [44] wobei

vor allem die obere Extremität z.B. durch das Inline-Skating oder Trampolinspringen betroffen ist [45].

Auch treten Frakturen durch verändertes Freizeitverhalten der Kinder und Jugendlichen früher auf [41, 46] und werden komplexer, so dass neue Therapieansätze notwendig sind [47].

Eigene Ergebnisse lassen einen Zusammenhang zwischen der Art des Unfalls und den stationären sowie poststationären Komplikationen erkennen.

Bei Betrachten der stationären Komplikationsraten in Tabelle 3.13 sind bei höherer Krafteinwirkung, wie z.B. Sturz aus großer Höhe oder einem Wintersportunfall weniger komplikationsfreie Verläufe vermerkt. Des Weiteren demonstriert Tabelle 3.14, dass poststationär auftretende Komplikationen beim Sturz aus der Höhe und beim Verkehrsunfall anzahlmäßig ebenfalls häufiger zu verzeichnen sind, als beim „einfachen Sturz“ oder beim Spielen, so dass man folgern kann, dass Traumata mit größerer Krafteinwirkung auch prognostisch sein könnten für eine erhöhte Komplikationsrate. Kritikpunkt sind sicherlich die unterschiedlichen Fallzahlen der einzelnen Gruppen aufgrund des retrospektiven Designs.

- Lokalisation der Fraktur

Es ist nachzuvollziehen, dass die Lokalisation und das Ausmaß der Dislokation der Fraktur bezüglich des Outcomes eine Rolle spielen. Eine einfache Phalanxfraktur ist nicht mit einer Femurfraktur zu vergleichen und die jeweilige Fraktur kann andere Probleme im Verlauf nach sich ziehen.

Zum einen bestehen ganz unterschiedliche Behandlungsregimes zwischen der oberen und unteren Extremität und welcher Bereich des Knochens betroffen ist [41, 47]. Zum anderem liegen verschiedene Korrekturpotenziale der Knochen durch das noch zu erwartende Wachstum vor, so dass sich unterschiedliche Dislokationsgrade, bis zu welchen eine konservative Therapie toleriert werden, ergeben [44, 48, 49].

Tabelle 3.15 und Tab. 3.16 zeigen, dass an der unteren Extremität Komplikationen, sowohl stationär als auch poststationär, häufiger vorkommen, als an der oberen Extremität. Die erhöhte Rate an erschwerter Mobilisation im Vergleich zur oberen Extremität ist zu erwarten, allerdings waren auch vermehrt ausgeprägte Schwellungen und Spannungsblasen zu verzeichnen, so dass wir durchaus statuieren können, dass das Ri-

siko für das Auftreten von Komplikationen bei osteosynthetischer Versorgung der unteren Extremität erhöht ist.

Zu beachten ist aber auch, dass Frakturen an der unteren Extremität weniger häufig sind. Dies zeigen sowohl die eigenen Ergebnisse als auch die Literatur [44, 50].

- Primäre/Sekundäre Operation

Vielfach diskutiert ist der optimale Zeitpunkt der Frakturversorgung.

Die eigenen Ergebnisse zeigen bei Betrachtung der Entscheidung, ob primär oder sekundär operiert wurde, dass keine signifikanten Unterschiede im Outcome bestehen. Einschränkend ist allerdings zu berücksichtigen, dass auch bei den sekundären Fällen kurze Zeitintervalle zwischen Unfall und Operation vorlagen. Diese kamen durch auswärts konservativ versorgte Frakturen zustande, die dann sekundär nach Zweitbeurteilung in der Kinderchirurgischen Klinik und Poliklinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital doch operiert wurden. Deshalb wird unten das Zeitintervall zwischen Unfall und Operation nochmals separat aufgezeigt und interpretiert.

- Schichten der OP und Wochentag der Operation

Was bedeutet der „weekend effect“ für das Outcome der Operationen? In der Literatur wird diskutiert, wie sich das Outcome verändert, wenn am Wochenende operiert wird. Goldstein et al. [51] und Bell and Redelmaier [52] sehen in ihren Analysen eine erhöhte Mortalität bei Operationen, die am Wochenende durchgeführt werden. Wobei diese nicht nur die Frakturversorgung betreffen, sondern auch Appendektomien, Abszessdrainagen, Herniotomien oder ventrikuläre Shuntrevisionen. Goldstein et al. beschreiben außerdem einen erhöhten Bedarf an Bluttransfusionen und vermehrte verfahrenstechnische Komplikationen.

In der eigenen Analyse konnte kein Zusammenhang zwischen den Variablen „Schichten der OP“ und „Wochentag der Operation“ zu den Variablen des Outcomes hergestellt werden.

So stellt sich die Frage, ob noch in der Nacht operiert werden muss? Das Outcome zeigt keine schlechteren Ergebnisse wenn noch in der Nacht operiert wurde. Aber müssen Operateure in der Nacht noch an den Op-Tisch? Wie haben dann Konzentration und Müdigkeit Auswirkungen auf das Operationsergebnis? Dies konnte in dieser Analyse retrospektiv nicht miterfasst werden. Außerdem sind auch „non-technical-

skills“ wie Teamwork, Aufmerksamkeit und Kommunikation im Operationssaal weitere Faktoren, die die Operation beeinflussen können, zu betrachten [53].

- Hauptoperator

Die Frakturversorgung im Kindes- und Jugendalter stellt für viele Ärzte eine Herausforderung dar, da doch sehr spezielle Erkenntnisse erforderlich sind [23, 41].

So wird in der Literatur immer wieder diskutiert inwieweit die Erfahrung des behandelnden Arztes eine Rolle spielt.

Beispielsweise wird in der Behandlung der Unterarmfrakturen häufiger der operative Weg eingeschlagen, da die Durchführung der Gipskeilung nicht mehr erlernt wird, nach Argumentation der Autoren [41, 48].

In der operativen Versorgung stellt sich ebenfalls die Frage, welche Rolle die Erfahrung des Operators im Bezug auf das Outcome einnimmt?

Slongo [47] zeigte in einer retrospektiven Studie, dass 75% der Probleme und Komplikationen von den Operateuren abhängen, und so Frakturen im Kindes- und Jugendalter von erfahrenen Kinderchirurgen operiert werden sollen.

Sicherlich ist immer ein entsprechendes Training notwendig, aber diese Erfahrungen müssen auch gemacht und die Techniken erlernt werden [54], um ein besseres Outcome zu erzielen [55, 56].

Bei Betrachtung des Outcomes von Femurfrakturen in Bezug auf das Level des Krankenhauses in dem die Operation stattgefunden hatte, zeigte eine Studie von Smektala wiederum dass dieses keinen Einfluss auf das Outcome nimmt. Die Ergebnisqualität zwischen Kliniken unterschiedlicher Versorgungsstufen und Organisationsstrukturen unterscheidet sich nicht [57].

Auch die Literatur [58-61] zeigt, dass in anderen Bereichen der operativen Versorgung (Schilddrüse oder Leistenhernien) über die Erfahrung des Operators diskutiert wird und teilweise Untersuchungen stattfinden. So zum Beispiel zeigt die Studie von Duclos über die Schilddrüsenchirurgie dass das Outcome abhängig ist von der Erfahrung aber auch vom Alter der Operateure.

Eine randomisierte, verblindete Fall-Kontroll-Studie zur definitiven Klärung der Diskussion wird allerdings aus Sicht der Ethikkommission nicht durchzuführen sein.

Die eigenen Ergebnisse (siehe 3.5.1 Unterpunkt Hauptoperateur und 3.6.2) zeigen retrospektiv keinen Unterschied sowohl im Outcome als auch in der Dauer der Operation zwischen einem Jungassistent (<4. Ausbildungsjahr) und einem Oberarzt als Hauptoperateur, wobei aber bei den Assistenzärzten immer ein erfahrener Kinderchirurg (Facharzt oder Oberarzt) assistierte und in den Operationsberichten nicht vermerkt wurde, ob oder wann dieser eingegriffen hat oder wie viel dieser zur Operation beigetragen hat.

- Art der Osteosynthese und Geschlossene vs. Offene Reposition

Jedes Verfahren hat seine eigene Indikationen [10] und eigene Komplikationen.

Aus verschiedenen Gründen (kürzere Krankenhausaufenthaltsdauer, frühere Mobilisierung, geringere Kosten), aber eben auch durch die Verbesserung der Technik der Implantate und der minimalinvasiven Techniken, die zunehmend vorgenommen werden und bei gewisser Erfahrung geringe Komplikationsraten nach sich ziehen [41], ist nach einigen Autoren ein zunehmender Trend bei Kindern und Jugendlichen zu verzeichnen, dass Frakturen zunehmend operativ versorgt werden [62, 63]

Die eigenen Ergebnisse zeigen, dass es erwartungsgemäß bei den offenen Repositionen zu mehr Komplikationen intraoperativ – vor allem bei schwierigen Repositionen – kam. Interessanterweise wurde aber bezüglich des Outcomes postoperativ kein Unterschied entdeckt, so dass die Untersuchungen darauf hindeuten, dass mit den aktuellen Techniken gute Ergebnisse auch bei komplizierten Frakturen zu erzielen sind. Literatur, die direkt die geschlossene mit der offenen Reposition vergleicht, liegt bisher nicht vor, wenn man die Extremitätenfrakturen im Gesamten betrachtet. Unter 5.2 wird bei den Suprakondylären Humerusfrakturen im Speziellen darauf eingegangen.

- Dauer der Operation (Gruppen und in Minuten)

Die Ergebnisse zeigen (siehe 3.5.1), dass es einen Zusammenhang zwischen der Dauer der Operation und den Komplikationen intraoperativ gibt, diese bei längerer Operationsdauer im Verhältnis häufiger sind. Beziehungsweise je mehr Komplikationen intraoperativ vorhanden waren, desto länger hat die Operation gedauert.

Ein Zusammenhang zu den Komplikationen stationär und poststationär kann ebenfalls angenommen werden. Wobei anhand Tabelle 3.18 und Tabelle 3.19 keine genauen

Aussagen abgeleitet werden können, da kein genauer Trend zu verzeichnen ist, welche Komplikationen öfter auftreten bei längerer Dauer der Operation.

In anderen Fachbereichen (Schilddrüse) gibt es Hinweise, dass eine Operationsdauer über 120 Minuten keinen Einfluss auf die postoperativen Komplikationen hat [64].

- **Zeitintervall zwischen Unfall und Operation**

Der optimale Zeitpunkt der Operation nach dem Unfall wird in der Praxis häufig diskutiert. Die Literatur betrachtet diesen Punkt besonders bei den Suprakondylären Humerusfrakturen, auf die unter 5.2 gesondert eingegangen wird.

Im Bereich der Frakturversorgung bei Erwachsenen wird das Zeitintervall zwischen Unfall und Operation ebenso aufgegriffen [65] und kontrovers diskutiert.

Eine frühere operative Intervention scheint ein besseres Ergebnis bei geschlossenen Repositionen bei Femurfrakturen zu erzielen [66]. Im Gegensatz dazu steht die Arbeit von Araujo et al., der keinen Unterschied im Outcome bei Schenkelhalsfrakturen in Abhängigkeit vom Zeitintervall sieht [67]. Die eigenen Ergebnisse lassen keinen Zusammenhang erkennen.

5.2 Suprakondyläre Humerusfrakturen

Die Frakturen im Bereich des Ellenbogens kommen im Kindes- und Jugendalter häufig (7-17% aller Frakturen) vor. Im Bereich des distalen Humerus machen davon die Suprakondylären Humerusfrakturen einen Großteil (60-70%) aus [68].

Während die Versorgung der Typ I Fraktur einheitlich konservativ, die Versorgung der Typ III und IV Frakturen mittels Reposition und operativer Fixation vorgenommen werden, wird die Versorgung der Typ II Fraktur mit inkompletter Dislokation kontrovers diskutiert [34].

- **Art der Osteosynthese und Geschlossene vs. offene Reposition**

Nicht nur die Versorgung der Suprakondylären Humerusfraktur Typ II, sondern auch die Art der Osteosynthese und ob eine geschlossene oder offene Reposition vorgenommen werden sollte, werden kontrovers diskutiert.

Liegt eine dislozierte Suprakondyläre Humerusfraktur vor, ergab eine Untersuchung von Preis et al. schon 1994, dass die besten Ergebnisse mit der geschlossenen Reposi-

tion und Versorgung mittels Kirschnerdrähten erreicht werden, danach folgt die offene Reposition und die schlechtesten Ergebnisse traten unter konservativer Therapie mit Immobilisierung auf [69]. Dies konstatierten auch Abadneh et al. 1998 [70]. Auch Kahn et al. sieht die geschlossene Reposition und perkutane Drahtfixation gegenüber der Immobilisation im Gips als eine sichere, kosten- und zeiteffektive Methode und bietet eine sichere Stabilisierung der dislozierten Suprakondylären Humerusfraktur [71].

Ganz im Gegenteil stehen Ergebnisse bei erwachsenen Patienten mit dislozierter Suprakondylären Humerusfraktur. Hier führen operative Maßnahmen zu keinem signifikant besseren Ergebnis, stattdessen ergaben sich höhere Zahlen an postoperativen Komplikationen [72].

Wie schon oben erwähnt stellt die Suprakondyläre Humerusfraktur (SHF) Typ III eine klare Indikation zur operativen Versorgung dar [73]. Bisher vertrat die Mehrheit die Meinung, dass die optimale Versorgung mittels Kirschnerdraht erreicht wird [74].

Auch Silva et al. zeigt, dass zufriedenstellende Ergebnisse bei der osteosynthetischen Versorgung der SHF Typ IV vorliegen, hier jedoch häufiger eine offene Reposition durchgeführt werden muss und längere Operationszeiten resultieren [75].

Eine zunehmende Alternativmethode ist die Versorgung mittels Reposition und anschließender Fixation mittels ESIN [35, 76, 77]. Dies bestätigte sich auch in einer retrospektiven Untersuchung von 2003 [78] und 2007 [79], demnach rückt die Versorgung mittels ESIN immer mehr in den Vordergrund, zumal diese mit weniger Nervenläsionen einhergeht und keine postoperative Ruhigstellung im Gips benötigt.

Die eigenen Ergebnisse zeigen, dass sich bei Betrachtung des Vergleichs von geschlossener zu offener Reposition, die offene Reposition intraoperativ als schwierig darstellte. Im Vergleich zur Re-Reposition besteht aber kein Unterschied. Bei den Variablen postoperative Durchblutung, Motorik und Sensibilität und Komplikationen stationär gibt es ebenso keinen Unterschied. Bei den Komplikationen poststationär gibt es einen Zusammenhang und deskriptiv betrachtet kommen mehr Komplikationen bei der offenen Reposition vor, wobei dies nicht auf die DMS Störungen zutrifft.

Wie oben geschrieben, stellt sich bei den offenen Repositionen die intraoperative Situation als schwierige Reposition dar. Es macht aber keinen Unterschied ob anschließend eine Versorgung mittels ESIN oder Kirschnerdrähten erfolgte.

Die DMS postoperativ sowie die Komplikationen stationär unterscheiden sich nicht in Bezug auf die Art der Osteosynthese. Einen Zusammenhang gibt es nur bei den Komplikationen poststationär.

Der Vergleich von ESIN und Kirschnerdrahtosteosynthese zeigte, dass Bewegungseinschränkungen öfters bei ESIN-Versorgungen zu verzeichnen sind, während die anderen poststationären Komplikationen wie Fehlstellungen, Perforation des Osteosynthesematerials und Wundinfektionen wiederum bei der Kirschnerdraht-Versorgung häufiger vorkamen. Insbesondere DMS-Störungen sind nur bei der Kirschnerdraht-Versorgung dokumentiert.

- Zeitpunkt der Operation/Zeitintervall zwischen Unfall und OP

Ebenfalls kontrovers wird der optimale Zeitpunkt der Operation diskutiert [74].

Eine unverzügliche Reposition und Stabilisierung muss bei Nerven- und vor allem Gefäßbegleitverletzungen erfolgen, da es sich um einen kindertraumatologischen Notfall handelt [68]. So wurden diese Fälle von Anfang an bei dieser retrospektiven Betrachtung ausgeschlossen.

Die Angaben zum Zeitpunkt der Versorgung bei Suprakondylären Humerusfrakturen ohne neurovaskuläre Schädigungen unterscheiden sich in der Literatur deutlich.

So sollten nach Buturovic et al. die Operationen in einem Zeitrahmen von innerhalb 6 Stunden durchgeführt werden [73]. Auch ein Review von 2009 [80] spricht eine Empfehlung aus, Suprakondyläre Humerusfrakturen vom Typ III innerhalb eines Zeitintervalls von 12 Stunden zu operieren. Es wurden in 5 nicht randomisierten prospektiven Studien [81-85] 396 Patienten mit einer Suprakondylären Humerusfraktur Typ III in eine frühe und späte Gruppe (</> 8h oder </> 12h) eingeteilt, wobei in der Gruppe der späteren Versorgung vermehrt auf eine offene Reposition umgestiegen werden musste. Zum postoperativen Verlauf wurde hier keine Aussage getroffen. Einen vermehrten Umstieg auf offene Repositionen, weil die Reposition umso schwieriger werde, je länger man warte, beschreiben auch Yildirim et al. [86].

Im Gegensatz dazu stehen auch einige retrospektive Studien, wie zum Beispiel [87-89], in denen gezeigt werden konnte, dass um 8-12h zurückgestellte Operationen die Komplikationsrate, die Krankenhausaufenthaltsdauer oder das Gesamtergebnis nicht verändern. Dies konnten auch Gupta et al. [82] und Iyengar et al. [81] in Bezug auf die Komplikationsrate, die Krankenhausaufenthaltsdauer und das Gesamtergebnis bestätigen, nicht jedoch in Bezug auf den Verfahrenswechsel.

Bales et al. wiederum beschreiben keine höheren Komplikationsraten sowie keinen vermehrten Umstieg auf offene Repositionen wenn später operiert wurde [90].

Han et al. kommen ebenso zum Ergebnis, dass es keinen signifikanten Unterschied bezüglich der Komplikationen gibt, wenn nach einem Zeitintervall von über 12 Stunden operiert wurde – ob geschlossene oder offene Reposition. Jedoch zeigten sie, dass bei früh durchgeführten offenen Repositionen das Risiko eines vermehrten intraoperativen Blutverlustes gegeben und die Operationsdauer länger ist [91].

Auch bei Suprakondylären Humerusfrakturen vom Typ II macht eine Operation zu einem späteren Zeitpunkt laut Larson et al. keinen Unterschied im Outcome aus [92].

Erfolgte eine Präsentation im Krankenhaus mit einer dislozierten Suprakondylären Humerusfraktur nach 12 Stunden, stellt die geschlossene Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrähten eine sichere Methode dar [93].

Auch nach Murnagahn et al. kommt es bei einer Operation zu einem späteren Zeitpunkt zu keinem schlechteren Outcome, vor allem, wenn die Operation aus verschiedenen Gründen gezwungenermaßen später stattfand. Er weist jedoch darauf hin, dass jede Fraktur und jeder Patient individuell betrachtet werden und gegebenenfalls früher versorgt werden muss [94].

Erst 2014 erschien eine neue Arbeit von Abbott et al., der keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Zeitintervall und den Komplikationen sowie zur Operationszeit und zum Wechsel auf eine offene Reposition sieht [95].

Die Operation, zu einem späteren Zeitpunkt durchführen zu können, bietet ebenfalls eine sichere Versorgung der Fraktur, sodass dies eine Verlegung in eine spezialisierte Klinik ermöglicht [96]. Dass ein Abwarten bis zum nächsten Morgen bei Suprakondylären Humerusfrakturen vom Typ II und III nicht das Ergebnis der Reposition gefährdet, bestätigen auch Carmichael et al. [83].

All diese Informationen und auch die Aussagen von Reynolds et al. [97] sind insofern nützlich, dass der Zeitpunkt der Operation an personelle und klinische Gegebenheiten angepasst werden kann und so der Operateur entscheiden kann, wann es sinnvoll ist eine Operation durchzuführen.

Bis zum Zeitpunkt der Behandlung muss die betroffene Extremität auf jeden Fall gut überwacht sein, vor allem in Bezug auf die Schwellung und den neurovaskulären Status [98]. So kann unter Umständen eine Operation in der Nacht vermieden werden [84].

In den eigenen Ergebnissen konnte kein Zusammenhang zwischen dem Zeitintervall zwischen Unfall und Operation zum Outcome gezeigt werden. Somit kann die Aussage der oben genannten Literatur gestützt werden, dass eine Operation zu einem späteren Zeitpunkt stattfinden, und der Operateur individuell entscheiden kann. Kritikpunkt an der eigenen Untersuchung ist, dass nicht genau in eine frühe und späte Gruppe eingeteilt werden konnte, da keine genauen Angaben in Minuten oder Stunden zwischen Unfall und Operation in den Akten dokumentiert waren, so dass nur zwischen einer Operation am selben Tag oder am nächsten oder den darauffolgenden Tagen unterschieden werden konnte.

- Primär vs. Sekundäre Operation

Silva et al. testeten bei Typ II SHF auf einen signifikanten Unterschied im Outcome wenn noch nach 7 Tage operiert wurde. Dieser konnte nicht gezeigt werden [99].

Auch die sekundär vorgenommenen Operationen ergeben in den eigenen Ergebnissen keinen signifikanten Unterschied im Outcome. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass auch bei den sekundär vorgenommenen Operationen kurze Zeitintervalle zwischen Unfall und Operationen vorlagen.

- Hauptoperateur

Laut Pretell-Mazzini et al. ist die Suprakondyläre Humerusfraktur bei Kindern und Jugendlichen eine häufige und eine der am schwersten zu therapierenden Fraktur, die jedem Chirurgen und Kinderchirurgen in der Notaufnahme begegnen kann [100].

Deshalb wird nicht nur die richtige Art der Versorgung diskutiert, sondern auch die Erfahrung des Operateurs.

Diesbezüglich trifft die Literatur keine eindeutige Aussage.

Eine Analyse der vermeidbaren und unvermeidbaren Komplikationen bei der Frakturbehandlung zeigt, dass eine mangelnde Erfahrung der behandelnden Ärzte vorliegt [101]

Die Erfahrung und die Lernkurve in der geschlossenen Reposition und Kirschnerdrahtversorgung nimmt nach Padman et al. einen Einfluss auf das Outcome bei Suprakondylären Humerusfrakturen Typ II und III [102].

Außerdem herrscht die Meinung vor, dass die Operationen in einer spezialisierten Klinik stattfinden sollten [73] und Liu et al. empfehlen für die ersten fünfzehn Operationen einer Suprakondylären Humerusfraktur einen erfahrenen Kinderchirurgen mit am Operationstisch zu haben [103].

Im Gegensatz dazu steht die Aussage von Dodds et al.. Sie vergleichen das Outcome bei Kindern von Operationen der Suprakondylären Humerusfraktur, die von Kinderchirurgen mit Operationen, die von „Nicht-Kinderchirurgen“ durchgeführt wurden. Die Operationen, die von Kinderchirurgen durchgeführt wurden, zeigten lediglich eine geringe Rate an Verfahrenswechsel auf offene Repositionen und eine inadäquatere Frakturfixation. Es gibt aber keinen Unterschied im Outcome und klinischen Komplikationen [104]. Dies unterstützen Farley et al. [105].

Die eigenen Ergebnisse zeigen keinen Zusammenhang zwischen dem Hauptoperateur und den Variablen des Outcomes sowie zum Verfahrenswechsel und Dauer der Operation. Jedoch bleibt wie oben anzumerken, dass ein erfahrener Kinderchirurg immer mit am OP-Tisch war und nicht dokumentiert war inwieweit dieser eingegriffen hatte.

- Schichten der OP und Wochentag

Die eigenen Ergebnisse bei den Suprakondylären Humerusfrakturen zeigen keinen Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der Operation – Wochentag und Uhrzeit – und den Variablen des Outcomes.

Daher kann individuell entschieden werden – vor allem unter Berücksichtigung des neurovaskulären Status und den personellen und klinischen Gegebenheiten.

5.3 Limitierende Faktoren

- Das Retrospektive Studiendesign an sich stellt einen limitierenden Faktor dar. Es mussten des Weiteren aufgrund fehlender Akten und Operationsprotokollen im Voraus einige Patienten ausgeschlossen werden.
- Ebenso war es retrospektiv nicht möglich, eine genauere Klassifikationen der Parameter/Komplikationen, die als Outcome betrachtet wurden, beispielsweise Schmerzskalen (VAS oder NRS), vorzunehmen.
- Eine definitive Aussage über Langzeitergebnisse war hier aufgrund des begrenzten Nachbeobachtungszeitraumes nicht möglich. Mittels zukünftiger Studien könnten positive Erwartungen bezüglich der Langzeitergebnisse bestätigt werden.

So zeigten Mayne et al. und Zionts et al. [96, 106], dass bei Suprakondylären Humerusfrakturen mit einer Rückkehr des Bewegungsumfanges von 90% nach 6 Monaten zu rechnen ist. Auch Wang et al. [107] zeigen funktionell einen gleichen Bewegungsumfang.

6 Zusammenfassung

Die Variabilität von Frakturen bei Kindern und Jugendlichen stellt eine Herausforderung an eine optimale Versorgung dar. Diese optimale Versorgung kann durch mehrere einflussnehmende Faktoren sowohl positiv als auch negativ beeinflusst werden. Die wichtigsten Kriterien dieser Analyse lagen dabei auf dem Zeitintervall zwischen Unfall und Operation, auf der Art der operativen Versorgung, der Erfahrung des Hauptoperators und des OP Teams sowie dem Tageszeitpunkt und der Dauer der Operation.

Es wurde eine retrospektive Analyse der Daten von 387 verunfallten Kindern und Jugendlichen mit Extremitätenfrakturen, die im Zeitraum vom 1. August 2008 bis 31. Dezember 2012 in der Kinderchirurgischen Klinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital operativ versorgt worden waren, durchgeführt. Dabei wurden nur Frakturen des Schädels, der Wirbelsäule und des Körperstamms nicht mit eingeschlossen. 97 Patienten (25,1%) hatten eine Fraktur des suprakondylären Humerus, welche dann noch gesondert betrachtet wurden.

Nach der Rekrutierung der Patientendaten wurde sowohl die rein deskriptive als auch die analytische Statistik mit Hilfe des Excel- und SPSS-Programmes durchgeführt.

Oberarmfrakturen lagen mit 40,6% am häufigsten vor. Es folgten die Unterarmfrakturen (28,6%), die Unterschenkelfrakturen (12,7%) und die Oberschenkelfrakturen (4,7%). Die Frakturen von Hand- und Fußskelett waren anzahlmäßig seltener vertreten – Metacarpale-Frakturen (4,7%), Phalanx-Frakturen (3,1%), Metatarsale-Frakturen (1,3%) und Talus-Frakturen (0,5%).

Die pathologischen Frakturen waren mit 3,9% vertreten und wurden auch gesondert betrachtet.

Die Buben waren mit 249 Fällen (64,3%) und die Mädchen mit 138 Fällen (35,7%) bei einem Durchschnittsalter von 8,78 Jahren vertreten. Sportunfälle (32,2%) und Stürze, sowohl normale Stürze mit einer Höhe kleiner 1,5 Meter als auch Stürze aus großer Höhe (33,1%) waren am häufigsten die Ursachen für diese Frakturen. Es folgten die Unfälle beim Spielen bzw. auf dem Spielplatz (18,1%), die Verkehrsunfälle (8,5%), die Wintersportunfälle (3,9%), die Schlägereien/Schläge (3,1%) und Verletzung ohne erinnerliches Trauma (1%). Nachdem die Patienten, auf verschiedene Art und Weise – Verlegung aus einer peripheren Klinik (40,2%), selbstständig (33%), durch den Notarzt- (21,6%) bzw. Rettungswagen (4,1%) oder mit dem

Hubschrauber (1%) – in die Klinik gebracht wurden, konnte zu meist (33,1%) noch am Unfalltag die Fraktur versorgt werden. Im Durchschnitt wurden die Patienten 3,2 Tage nach dem Unfallereignis versorgt. Bei 87 Patienten (21,9%) wurde sekundär operiert.

Bei Betrachtung der Operationsdauer konnten aufgrund ungenauer Angaben in den Patientenakten nur 382 Fälle (von 387 Fällen) miteinbezogen werden. Im Durchschnitt dauerte eine Operation 60,31 Minuten und wurde im Zeitabschnitt zwischen 07:30 und 16:30 Uhr durchgeführt und fand an einem Werktag statt.

Ein Oberarzt war als „Hauptoperateur“ am häufigsten (42,3%) vertreten. Zahlenmäßig folgten die „Altassistenten“ (38,5%), die sich mindestens im 4. Ausbildungsjahr befanden, dann die Fachärzte (12,7%) und zuletzt die „Jungassistenten“ (6,5%).

In der Mehrheit der Fälle (55,6%) wurden die Frakturen geschlossen reponiert und dann eine Fixation je nach Frakturart- und lokalisation – mit ESIN oder Kirschnerdrähten – vorgenommen. 26,9% der Frakturen wurden offen reponiert mit anschließender Fixation mittels ESIN, Kirschnerdrähten, Schrauben oder einer Zuggurtung. Bei 17,6% der Frakturen wurde bereits re-reponiert – 11,4% waren geschlossen und 6,2% offen re-reponiert.

Die geschlossene Reposition mit anschließender Versorgung mittels ESIN erfolgte mit 40,6% am häufigsten.

Insgesamt (83,2%) wurde am häufigsten eine Fixation mittels ESIN (30,5%) oder Kirschnerdrähten (51,9%), gegebenenfalls auch in Kombination durchgeführt (0,8%).

Andere Fixationsverfahren, wie eine Versorgung mittels Schraubenosteosynthese (9,7%), Zuggurtungsosteosynthese (1,3%), Fixateur externe (0,6%) oder andere Kombinationen, wie zum Beispiel eine offene Reposition und Versorgung mittels Zuggurtung und ESIN oder Fixateur externe waren anzahlmäßig nur in jeweils einem Fall vertreten.

Der Unterschied zwischen geschlossen oder offen reponierten Frakturen bestand im Ergebnis darin, dass bei den offen reponierten Frakturen, intraoperative Komplikationen (28,8%), wie eine schwierige Reposition, ein Kompartmentsyndrom oder eine Freilegung von Arterie oder Nerv, häufiger zu verzeichnen waren als bei den geschlossen reponierten Frakturen (6,4%).

Bezüglich des späteren Outcomes (DMS postoperativ, Komplikationen stationär oder Komplikationen poststationär) macht dies darin allerdings keinen Unterschied mehr.

Ein Zusammenhang zwischen der Art der Osteosynthese und den Komplikationen stationär und poststationär war gegeben. Wobei diese sich bei genauer Betrachtung der Komplikationen lediglich bezüglich den Wundinfektionen und –heilungsstörungen, welche öfters nach offener Reposition vorkommen, unterscheiden.

An komplikationslosen Verläufen insgesamt, sowohl stationär als auch poststationär, unterscheiden sich im speziellen die ESIN- und die Kirschnerdrahtosteosynthese aber nicht signifikant. Eine erschwerte Mobilisation der unteren Extremitätenfrakturen war häufiger bei der ESIN-Versorgung (4 von 201 Fällen) vorhanden als bei der Versorgung mit Kirschnerdrahtosteosynthese (0 von 118 Fällen). Eine DMS Störung trat wiederum häufiger bei der Kirschnerdrahtversorgung (3 von 118 Fällen) als bei der ESIN-Versorgung (1 von 201 Fällen) auf. Eine Wundinfektion und anschließende antibiotische Therapie trat insgesamt in nur 5 Fällen auf. Eine davon nach geschlossener Reposition und Versorgung mittels ESIN. Vier Fälle nach offener Reposition und Versorgung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese. Es trat keine Osteomyelitis auf.

Der Tageszeitpunkt der Operation und auch der Wochentag selbst machen keinen signifikanten Unterschied im Outcome aus.

Das Zeitintervall zwischen Unfall und Operation hat keine Auswirkung auf die Komplikationen intraoperativ, DMS postoperativ, sowie auf die Komplikationen stationär. Eine Auswirkung auf die poststationären Komplikationen scheint vorhanden zu sein, da Komplikationen wie Fehlstellungen, vermehrte Schmerzen und Wundinfektionen und –heilungsstörungen vermehrt im poststationären Verlauf bei einem Zeitintervall größer 5 Tagen auftraten.

Die Operationsdauer über 90 Minuten scheint einen Zusammenhang zum Outcome zu liefern, da im poststationären Verlauf bei einer Dauer über 90 Minuten, ebenso im stationären Verlauf bei einer Operationsdauer über 120 Minuten, weniger komplikationsfreie Verläufe zu verzeichnen sind, als wenn die Operationszeit darunter lag.

Die Analyse hat gezeigt, dass eine Operation, die von einem Assistenten durchgeführt und von einem erfahrenen Kinderchirurgen präzise überwacht wurde, keinen Nachteil im Outcome für den Patienten ergibt.

So kann eine Empfehlung, „Jungassistenten“ als Hauptoperateur mit einem erfahrenen Kinderchirurgen als „Assistent“ operieren zu lassen, ausgesprochen werden.

Dies gilt auch nach Analyse der operativ versorgten suprakondylären Humerusfrakturen.

Obwohl die Operationszeiten der suprakondylären Humerusfraktur bisweilen eher länger sind (bis zu 330 Minuten), hat dies interessanterweise keinen Einfluss auf das Outcome.

Ebenso spielen der Zeitpunkt, der Wochentag und das Zeitintervall zwischen Unfall und Operation bei den Operationen der suprakondylären Humerusfraktur keine Rolle im Zusammenhang zum Outcome.

Prinzipiell soll die suprakondyläre Humerusfraktur geschlossen reponiert und dann fixiert werden. Wenn allerdings offen reponiert werden muss, muss beachtet werden, dass es bei den offenen Repositionen zu mehr Komplikationen im poststationären Verlauf (Bewegungseinschränkung, Fehlstellung, Perforation des Osteosynthesematerials, Wundinfektionen) kommen kann. Es macht allerdings keinen Unterschied, ob zuvor bereits eine geschlossene Reposition versucht worden war.

Eine anschließende Versorgung mittels ESIN oder Kirschnerdrähten ist prinzipiell möglich, da der postoperative Verlauf bei beiden Arten der Versorgung keinen signifikanten Unterschied in der Qualität der Ergebnisse zeigt.

DMS-Störungen zeigen sich jedoch nur bei der Kirschnerdrahtosteosynthese (3 von 45 Fällen). Bei der ESIN-Versorgung traten keine DMS-Störungen sowie Fehlstellungen poststationär auf, so dass diese eine probate Option in der Versorgung der suprakondylären Humerusfraktur darstellt.

Resümierend zeigt sich, dass die Frakturversorgung von Kindern und Jugendlichen gute Erfahrung benötigt, die aber Assistenzärzte unter Mitarbeit erfahrener Kinderchirurgen auch im Rahmen ihrer Ausbildung dem Curriculum entsprechend erlernen können.

Der Zeitpunkt der Operation – Intervall zwischen Unfall und Operation, Uhrzeit oder Wochentag betrachtet – und die Art der Versorgung muss vom verantwortlichen Operateur immer individuell und in Abhängigkeit der Frakturart und -lokalisation entschieden werden.

7 Literaturverzeichnis

1. Jones, I.E., et al., *How many children remain fracture-free during growth? a longitudinal study of children and adolescents participating in the Dunedin Multidisciplinary Health and Development Study*. Osteoporos Int, 2002. **13**(12): p. 990-5.
2. Landin, L.A., *Epidemiology of Children's Fractures*. J Pediatr Orthop B, 1997. **6**(2): p. 79-83.
3. Kraus, R., *Epidemiologie*, in *Kindertraumatologie*, I. Marzi, Editor. 2010, Springer: Berlin. p. 32-35.
4. Sibert, J.R., G.B. Maddocks, and B.M. Brown, *Childhood accidents--an endemic of epidemic proportion*. Arch Dis Child, 1981. **56**(3): p. 225-7.
5. Brudvik, C. and L.M. Hove, *Childhood fractures in Bergen, Norway: identifying high-risk groups and activities*. J Pediatr Orthop, 2003. **23**(5): p. 629-34.
6. Jonasch, E. and E. Bertel, *Verletzungen bei Kindern bis zum 14. Lebensjahr, medizinisch-statistische Studie über 263166 Verletzte ; mit 188 Tabellen*. 1981, Berlin [u.a.]: Springer. XI, 146 S. : graph. Darst.
7. Landin, L.A., *Fracture patterns in children. Analysis of 8,682 fractures with special reference to incidence, etiology and secular changes in a Swedish urban population 1950-1979*. Acta Orthop Scand Suppl, 1983. **202**: p. 1-109.
8. Worlock, P. and M. Stower, *Fracture patterns in Nottingham children*. J Pediatr Orthop, 1986. **6**(6): p. 656-60.
9. Kraus, R., D. Schneidmüller, and C. Röder, *Häufigkeit von Frakturen der langen Röhrenknochen im Wachstumsalter*. Dtsch Arztebl International, 2005. **102**(12): p. 838-842.
10. Kraus, R. and L. Wessel, *Frakturbehandlung an der oberen Extremität bei Kindern und Jugendlichen*. Deutsches Ärzteblatt, 2010. **107**(51-52): p. 903-910.
11. Laer, L.v., *Verletzungsformen*, in *Kindertraumatologie*, I. Marzi, Editor. 2010, Springer: Berlin [u.a.]. p. 11-18.
12. Heinrich, M. and K. Neuhaus, *Kinderchirurgie. Basiswissen und Praxis*. 2012, Germering/München: Zuckschwerdt.
13. Träger, G.P., L.E. ; Ruchholtz, S. ; Sommerfeldt, D. ; Nast-Kolb, D. ;, *Epiphysennahe Frakturen bei Kindern*. Unfallchirurg, 2007. **110**(10): p. 867-883.
14. Laer, L.v., R. Kraus, and W. Linhart, *Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter*. 5., vollst. überarb. und aktualisierte Aufl. ed. 2007, Stuttgart [u.a.]: Thieme. XIII, 493 S.

15. Laer, L.v.G., R.; Dallek, M; Dietz, H.-G.; Kurz, W.; Linhart, W.; Mari, I.; Schmittenbecher, P.; Slongo, T.; Weinberg, A.; Wessel, L.; *Classification and Documentation of Children's Fractures*. European Journal of Trauma, 2000. **26**(1): p. 2-14.
16. Slongo, T.A., L., *Frakturklassifikationen im Kindesalter*, in *Kindertraumatologie*, I. Marzi, Editor. 2010, Springer: Berlin [u.a.]. p. 19-29.
17. Slongo, T.F. and L. Audige, *Fracture and dislocation classification compendium for children: the AO pediatric comprehensive classification of long bone fractures (PCCF)*. J Orthop Trauma, 2007. **21**(10): p. 135-60.
18. Prof. Dr. K. M. Stürmer, G.L., et al., *Suprakondyläre Humerusfraktur beim Kind*. AWMF Leitlinien, 1999: p. 1-12.
19. Schmittenbecher, P.P. and C. Menzel, *Frakturen im Kindesalter*, in *Praxisbuch Unfallchirurgie*, B. Weigel and M.L. Nerlich, Editors. 2011, Springer Berlin Heidelberg. p. 773-825.
20. Mayranpaa, M.K., O. Makitie, and P.E. Kallio, *Decreasing incidence and changing pattern of childhood fractures: A population-based study*. J Bone Miner Res, 2010. **25**(12): p. 2752-9.
21. Dietz, H.G. and W. Schlickewei, *Femurschaftfrakturen im Kindesalter*. Der Unfallchirurg, 2011. **114**(5): p. 382-387.
22. Schlickewei, W. and T. Boeker, *Kindorientierte Frakturbehandlung*. Trauma und Berufskrankheit, 2010. **12**(3): p. 335-340.
23. Laer, I.v.K., R., *Die konservative Behandlung von Frakturen der langen Röhrenknochen im Wachstumsalter*. Der Unfallchirurg, 2007. **110**(10): p. 811-823.
24. Schmittenbecher, P., *KAPITEL 10 - Trauma im Kindesalter*, in *Pädiatrische Chirurgie*, P. Schmittenbecher, Editor. 2010, Urban & Fischer: Munich. p. 291-331.
25. Maier, M., et al., *Ausheilungsergebnisse konservativ und operativ versorgter kindlicher Femurfrakturen*. Der Unfallchirurg, 2003. **2003**(106): p. 48-54.
26. Marzi, I., *Grundlagen der operativen Frakturbehandlung*, in *Praxis der Kinder- und Jugendtraumatologie*, H.G. Dietz, et al., Editors. 2011, Springer Berlin Heidelberg. p. 99-114.
27. Worel, A. and T. Slongo, *Behandlungsprinzipien*, in *Kindertraumatologie*, I. Marzi, Editor. 2010, Springer Berlin Heidelberg. p. 49-74.
28. Dietz, H.G., et al., *Elastic Stable Intramedullary Nailing (ESIN) in Children*. 2006: Thieme. 247.
29. Homepage, der Kinderchirurgischen Klinik und Poliklinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital. www.klinikum.uni-muenchen.de/Kinderchirurgische-Klinik-und-Poliklinik-im-Dr-von-Haunerschen-Kinderspital/de/Sprechstunden/traumatologie/index.html

30. El Hayek, T., et al., *External fixators in the treatment of fractures in children*. J Pediatr Orthop B, 2004. **13**(2): p. 103-9.
31. Niethard, F.U., J. Pfeil, and P. Biberthaler, *Orthopädie und Unfallchirurgie*. 6., vollst. überarb. und erw. Aufl. ed. 2009, Stuttgart: Thieme. XIX, 655 S.
32. Müller, M., *Allgemeine Traumatologie*, in *Chirurgie für Studium und Praxis*. 2010/11, Med. Verl.- und Informationsdienste: Breisach/Rh. p. 337-364.
33. Henne-Bruns, D., *Allgemeine Traumatologie*, in *Chirurgie*. 2008, Thieme: Stuttgart. p. XXXVII, 1417 S.
34. Lehner, M., B. Schuster, and H.G. Dietz, *Behandlungsstrategien bei der suprakondylären Humerusfraktur im Kindesalter – Bewährtes und Kontroverses*. Zentralbl Chir, 2014. **139**(06): p. 613-620.
35. Eberl, R., et al., *Iatrogenic ulnar nerve injury after pin fixation and after antegrade nailing of supracondylar humeral fractures in children*. Acta Orthop, 2011. **82**(5): p. 606-9.
36. Khoshbin, A., et al., *The epidemiology of paediatric supracondylar fracture fixation: a population-based study*. Injury, 2014. **45**(4): p. 701-8.
37. Dietz, H.G., *Praxis der Kinder- und Jugendtraumatologie*. 2011, Heidelberg: Springer.
38. Bender, R. and S. Lange, *Was ist der p-Wert?* Dtsch med Wochenschr, 2007. **132**(S 01): p. e15-e16.
39. Lange, S. and R. Bender, *Was ist ein Signifikanztest? Allgemeine Aspekte*. Dtsch med Wochenschr, 2007. **132**(S 01): p. e19-e21.
40. Bender, R., A. Ziegler, and S. Lange, *Varianzanalyse*. Dtsch med Wochenschr, 2007. **132**(S 01): p. e57-e60.
41. Illian C, V.B., Chylarecki C, *Osteosyntheseverfahren in der Kinder- und Jugendtraumatologie*. . OUP, 2013. **12**: p. 578–583.
42. Slongo, T.F., *Complications and failures of the ESIN technique*. Injury, 2005. **36 Suppl 1**: p. A78-85.
43. Jubel, A., et al., *Pitfalls und Komplikationen der elastisch stabilen intramedullären Nagelung (ESIN) von Femurfrakturen im Kindesalter*. Der Unfallchirurg, 2004. **107**(9): p. 744-749.
44. Marzi, I., *Kindertraumatologie*. 2., überarb. und aktualisierte Aufl. ed. 2010, Berlin [u.a.]: Springer. XII, 423 S.
45. Mitts, K.G. and W.L. Hennrikus, *In-line skating fractures in children*. J Pediatr Orthop, 1996. **16**(5): p. 640-3.

46. Weinberg, A.M., E. Fischerauer, and C. Castellani, *Frakturen der oberen Extremität beim Kind*. Orthopädie und Unfallchirurgie up2date, 2008. **3**(01): p. 1-20.
47. Slongo, T.F., *The choice of treatment according to the type and location of the fracture and the age of the child*. Injury, 2005. **36**(1, Supplement): p. S12-S19.
48. Illian, C.H., B. Veigel, and D. Rixen, *Versorgungsmöglichkeiten kindlicher Frakturen*. Trauma und Berufskrankheit, 2012. **14**(4): p. 232-238.
49. Breitfuss, H., A.M. Weinberg, and G. Muhr, *Wachstumsphänomene bei Frakturen im Kindesalter: Spontankorrekturen und Wachstumsstörungen*, in *Tscherne Unfallchirurgie*, A.-M. Weinberg and H. Tscherne, Editors. 2006, Springer Berlin Heidelberg. p. 39-49.
50. Schlickewei, W., M. Huber-Lang, and H.P. Friedl, *Gibt es neue Behandlungserkenntnisse bei Frakturen der unteren Extremität im Kindesalter?* Trauma und Berufskrankheit, 1999. **1**(1): p. S80-S87.
51. Goldstein, S.D., et al., *The "weekend effect" in pediatric surgery - increased mortality for children undergoing urgent surgery during the weekend*. J Pediatr Surg, 2014. **49**(7): p. 1087-91.
52. Bell, C.M. and D.A. Redelmeier, *Mortality among patients admitted to hospitals on weekends as compared with weekdays*. N Engl J Med, 2001. **345**(9): p. 663-8.
53. Siu, J., N. Maran, and S. Paterson-Brown, *Observation of behavioural markers of non-technical skills in the operating room and their relationship to intra-operative incidents*. Surgeon, 2014.
54. Reznick, R.K. and H. MacRae, *Teaching Surgical Skills — Changes in the Wind*. New England Journal of Medicine, 2006. **355**(25): p. 2664-2669.
55. Ramsay, C.R., et al., *Statistical assessment of the learning curves of health technologies*. Health Technol Assess, 2001. **5**(12): p. 1-79.
56. Carty, M.J., et al., *A detailed analysis of the reduction mammoplasty learning curve: a statistical process model for approaching surgical performance improvement*. Plast Reconstr Surg, 2009. **124**(3): p. 706-14.
57. Smektala, R., et al., *[Does hospital structure influence the outcome of operative treatment of femoral neck fractures?]*. Zentralbl Chir, 2002. **127**(3): p. 231-7.
58. Duclos, A., et al., *Influence of experience on performance of individual surgeons in thyroid surgery: prospective cross sectional multicentre study*. BMJ, 2012. **344**: p. d8041.
59. Maruthappu, M., et al., *The influence of volume and experience on individual surgical performance: a systematic review*. Ann Surg, 2015. **261**(4): p. 642-7.

60. Hallwirth, U., et al., *Differentiated thyroid cancer in children and adolescents: the importance of adequate surgery and review of literature*. Eur J Pediatr Surg, 1999. **9**(6): p. 359-63.
61. Frisen, A., et al., *Analysis of outcome of Lichtenstein groin hernia repair by surgeons-in-training versus a specialized surgeon*. Hernia, 2011. **15**(3): p. 281-8.
62. Kosuge, D. and M. Barry, *Changing trends in the management of children's fractures*. Bone Joint J, 2015. **97-B**(4): p. 442-448.
63. Lieber, J. and P. Schmittenebecher, *Developments in the treatment of pediatric long bone shaft fractures*. Eur J Pediatr Surg, 2013. **23**(6): p. 427-33.
64. Ambe, P.C., et al., *Prolonged duration of surgery is not a risk factor for postoperative complications in patients undergoing total thyroidectomy: a single center experience in 305 patients*. Patient Saf Surg, 2014. **8**(1): p. 45.
65. Smektala, R., et al., *Mediale Schenkelhalsfraktur: Einfluss des Versorgungszeitpunkts auf die Ergebnisqualität*. Der Unfallchirurg, 2010. **113**(4): p. 287-292.
66. Yildirim, A.O., et al., *Factors affecting the closed reduction of diaphyseal fractures of the femur*. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2013. **23**(8): p. 945-51.
67. Araujo, T.P., et al., *Influence of time to surgery on the incidence of complications in femoral neck fracture treated with cannulated screws*. Injury, 2014. **45 Suppl 5**: p. S36-9.
68. Knorr, P., et al., *Oberarm*, in *Tscherne Unfallchirurgie*, A.-M. Weinberg and H. Tscherne, Editors. 2006, Springer Berlin Heidelberg. p. 189-251.
69. Preis, J., J. Koudelka, and M. Kralova, *[Comparison of the results of conservative and surgical therapy of dislocated supracondylar fractures of the humerus in children]*. Rozhl Chir, 1994. **73**(8): p. 378-83.
70. Abadneh, M., Shannak, A., Agabi, S., Hadidi, S., *The treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus in children: A comparison of three methods*. Int Orthop, 1998. **22**(4): p. 263-265.
71. Khan, M.S., et al., *Comparison of percutaneous pinning with casting in supracondylar humeral fractures in children*. J Ayub Med Coll Abbottabad, 2005. **17**(2): p. 33-6.
72. Fu, T., et al., *Surgical versus conservative treatment for displaced proximal humeral fractures in elderly patients: a meta-analysis*. Int J Clin Exp Med, 2014. **7**(12): p. 4607-15.
73. Buturovic, S. and F. Krupic, *Comparison of treatment results for fractures of the distal humerus in children according to the indication for conservative or surgical solution*. Mater Sociomed, 2014. **26**(4): p. 242-5.

74. Kim, W.Y., et al., *Displaced supracondylar humeral fractures in children: results of a national survey of paediatric orthopaedic consultants*. Injury, 2003. **34**(4): p. 274-7.
75. Silva, M., S.D. Cooper, and A. Cha, *The Outcome of Surgical Treatment of Multidirectionally Unstable (Type IV) Pediatric Supracondylar Humerus Fractures*. J Pediatr Orthop, 2014.
76. Prevot, J., et al., *[Supracondylar fractures of the humerus in children: treatment by downward nailing]*. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 1990. **76**(3): p. 191-7.
77. *AWMF - Leitlinie Suprakondyläre Humerusfraktur beim Kind. Registernummer 012-014. Stand 03.12.2014.*
78. Weinberg, A.M., et al., *[Descending intramedullary nailing for the treatment of displaced supracondylar humeral fractures in children]*. Chirurg, 2003. **74**(5): p. 432-6.
79. Schaffer, K., R. Bohm, and H.G. Dietz, *[Elastic stable intramedullary nailing (ESIN) of supracondylar fractures of the humerus in children]*. Unfallchirurg, 2007. **110**(10): p. 852-8.
80. Loizou, C.L., C. Simillis, and J.R. Hutchinson, *A systematic review of early versus delayed treatment for type III supracondylar humeral fractures in children*. Injury, 2009. **40**(3): p. 245-8.
81. Iyengar, S.R., S.A. Hoffinger, and D.R. Townsend, *Early versus delayed reduction and pinning of type III displaced supracondylar fractures of the humerus in children: a comparative study*. J Orthop Trauma, 1999. **13**(1): p. 51-5.
82. Gupta, N., et al., *Effect of surgical delay on perioperative complications and need for open reduction in supracondylar humerus fractures in children*. J Pediatr Orthop, 2004. **24**(3): p. 245-8.
83. Carmichael, K.D. and K. Joyner, *Quality of reduction versus timing of surgical intervention for pediatric supracondylar humerus fractures*. Orthopedics, 2006. **29**(7): p. 628-32.
84. Sibinski, M., H. Sharma, and G.C. Bennet, *Early versus delayed treatment of extension type-3 supracondylar fractures of the humerus in children*. J Bone Joint Surg Br, 2006. **88-B**(3): p. 380-1.
85. Walmsley, P.J., et al., *Delay increases the need for open reduction of type-III supracondylar fractures of the humerus*. J Bone Joint Surg Br, 2006. **88-B**(4): p. 528-30.
86. Yildirim, A.O., et al., *Timing of surgical treatment for type III supracondylar humerus fractures in pediatric patients*. J Child Orthop, 2009. **3**(4): p. 265-9.
87. Simanovsky, N., et al., *Underreduced supracondylar fracture of the humerus in children: clinical significance at skeletal maturity*. J Pediatr Orthop, 2007. **27**(7): p. 733-8.
88. Leet, A.I., J. Frisancho, and E. Ebramzadeh, *Delayed treatment of type 3 supracondylar humerus fractures in children*. J Pediatr Orthop, 2002. **22**(2): p. 203-7.

89. Kronner, J.M., Jr., et al., *An evaluation of supracondylar humerus fractures: is there a correlation between postponing treatment and the need for open surgical intervention?* J Child Orthop, 2013. **7**(2): p. 131-7.
90. Bales, J.G., et al., *The effects of surgical delay on the outcome of pediatric supracondylar humeral fractures.* J Pediatr Orthop, 2010. **30**(8): p. 785-91.
91. Han, Q.L., Y.H. Wang, and F. Liu, *Comparison of complications and results of early versus delayed surgery for Gartland type III supracondylar humeral fractures in pediatric patients.* Orthop Surg, 2011. **3**(4): p. 242-6.
92. Larson, A.N., et al., *Operative treatment of type II supracondylar humerus fractures: does time to surgery affect complications?* J Pediatr Orthop, 2014. **34**(4): p. 382-7.
93. Dua, A., et al., *Closed reduction and percutaneous pinning of displaced supracondylar fractures of humerus in children with delayed presentation.* Chin J Traumatol, 2011. **14**(1): p. 14-9.
94. Murnaghan, M.L., et al., *The effect of surgical timing on operative duration and quality of reduction in Type III supracondylar humeral fractures in children.* J Child Orthop, 2010. **4**(2): p. 153-8.
95. Abbott, M.D., et al., *Gartland type III supracondylar humerus fractures: outcome and complications as related to operative timing and pin configuration.* J Child Orthop, 2014. **8**(6): p. 473-7.
96. Mayne, A.I., D.C. Perry, and C.E. Bruce, *Delayed surgery in displaced paediatric supracondylar fractures: a safe approach? Results from a large UK tertiary paediatric trauma centre.* Eur J Orthop Surg Traumatol, 2014. **24**(7): p. 1107-10.
97. Reynolds, R.A.K. and H. Jackson, *Concept of treatment in supracondylar humeral fractures.* Injury, 2005. **36**(1, Supplement): p. S51-S56.
98. De la Heras J, D.D., Cerda J de la, Romanillos O, Martinez-Miranda J, Rodriguez-Merchán E C, *Supracondylar Fractures of the Humerus in Children.* Clin Orthop, 2005. **432**: p. 57-64.
99. Silva, M., T.C. Wong, and N.M. Bernthal, *Outcomes of reduction more than 7 days after injury in supracondylar humeral fractures in children.* J Pediatr Orthop, 2011. **31**(7): p. 751-6.
100. Pretell-Mazzini, J., et al., *Controversial topics in the management of displaced supracondylar humerus fractures in children.* Strategies Trauma Limb Reconstr, 2011. **6**(2): p. 43-50.
101. Vinz, H., J. Neu, and O.A. Festge, *[Malpractice in the treatment of supracondylar humeral fractures in children - experience of the arbitration office of the Northern German Medical Boards].* Z Orthop Unfall, 2010. **148**(6): p. 697-703.

102. Padman, M., et al., *Closed reduction and stabilization of supracondylar fractures of the humerus in children: the crucial factor of surgical experience*. J Pediatr Orthop B, 2010. **19**(4): p. 298-303.
103. Liu, R.W., et al., *Surgeon learning curve for pediatric supracondylar humerus fractures*. J Pediatr Orthop, 2011. **31**(8): p. 818-24.
104. Dodds, S.D., et al., *Clinical and radiographic outcomes of supracondylar humerus fractures treated surgically by pediatric and non-pediatric orthopedic surgeons*. J Child Orthop, 2015. **9**(1): p. 45-53.
105. Farley, F.A., et al., *Pediatric supracondylar humerus fractures: treatment by type of orthopedic surgeon*. J Child Orthop, 2008. **2**(2): p. 91-5.
106. Zions, L.E., et al., *Time of return of elbow motion after percutaneous pinning of pediatric supracondylar humerus fractures*. Clin Orthop Relat Res, 2009. **467**(8): p. 2007-10.
107. Wang, Y.L., et al., *The recovery of elbow range of motion after treatment of supracondylar and lateral condylar fractures of the distal humerus in children*. J Orthop Trauma, 2009. **23**(2): p. 120-5.

8 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1: The Frequency of the most common fracture types aus Landin, L.A. Epidemiology of Children's Fracture. J Peadiatr Orthop B, 1997.6(2):p.79-83 [2]	5
Abb. 1-2: Klassifikation von Frakturen im Wachstumsalter mit Beteiligung der Wachstumsfugen nach Salter und Aitken aus Träger, G.P., L.E.; Ruchholts, S; Sommerfeldt, D.; Nast-Kolb, D., Epiphysennahe Frakturen bei Kindern. Unfallchirurg, 2007. 110(10):p.867-883. [13]	7
Abb. 1-3: Versorgung einer distalen Femurfraktur bei einem 9-jährigen Kind mittels zweier gekreuzter Spickdrähte von 2,5mm. a Unfallbild. b Knie a.p. c Knie seitlich aus Worel, A. and T. Slongo, Behandlungsprinzipien, in Kindertraumatologie, I. Marzi, Edito. 2010, Springer Berlin Heidelberg. P. 49-74. [27]	18
Abb. 1-4: Korrekt liegende Spickdrähte und Zuggurtung am Olekranon aus Worel, A. and T. Slongo, Behandlungsprinzipien, in Kindertraumatologie, I. Marzi, Edito. 2010, Springer Berlin Heidelberg. P. 49-74. [27]	19
Abb. 1-5: Intrameduläre Nagelung einer Unterarmfraktur von der Homepage der Kinderchirurgischen Klinik und Poliklinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital [29]..	19
Abb. 3-1: Übersicht Balkendiagramm: Geschlechtsverteilung	29
Abb. 3-2: Übersicht Balkendiagramm: Alter am Unfalltag	30
Abb. 3-3: Übersicht Kreisdiagramm: Art des Unfalls.....	32
Abb. 3-4: Übersicht Kreisdiagramm: Transportmodus des Patienten in die Klinik.....	33
Abb. 3-5: Übersicht Balkendiagramm: Dauer der Operation Einteilung in Gruppen	37
Abb. 3-6: Übersicht Balkendiagramm: Aufenthaltsdauer.....	41
Abb. 3-7: Diagramm: Mittelwerte des Zeitintervalls von Unfall bis OP in Tage – Transportmodus des Patienten in die Klinik.....	70
Abb. 4-1: Übersicht Balkendiagramm: Geschlechtsverteilung	71
Abb. 4-2: Übersicht Balkendiagramm: Altersverteilung	72
Abb. 4-3: Übersicht Kreisdiagramm: Art des Unfalls.....	73
Abb. 4-4: Übersicht Kreisdiagramm: Transportmodus des Patienten in die Klinik.....	74
Abb. 4-5: Übersicht Balkendiagramm: Dauer der OP - Einteilung in Gruppen	76
Abb. 4-6: Diagramm: Mittelwerte des Zeitintervalls von Unfall bis OP in Tagen – Transportmodus des Patienten in die Klinik.....	91

9 Tabellenverzeichnis

Tab. 1-1: Frakturklassifikation zusammengestellt aus [15-17]	8
Tab. 1-2: Tolerable Korrekturgrenzen bei Femurschaftfrakturen aus Heinrich, M. and K. Neuhaus, Kinderchirurgie. Basiswissen und Praxis. 2012, Germering/München: Zuckschwerdt. [12]	13
Tab. 3-1: Übersicht: Vorerkrankungen	31
Tab. 3-2: Übersicht: Betroffene Extremität	34
Tab. 3-3: Übersicht: Betroffene Körperseite	35
Tab. 3-4: : Übersicht: Schichten der Operation	38
Tab. 3-5: Übersicht. Werktag/Wochenende/Feiertag	38
Tab. 3-6: Übersicht: Hauptoperateur	39
Tab. 3-7: Übersicht: Geschlossene vs. Offene Reposition	39
Tab. 3-8: Übersicht: Art der Osteosynthese	40
Tab. 3-9: Übersicht: Komplikationen stationär	43
Tab. 3-10: Übersicht: Komplikationen poststationär Gruppen	44
Tab. 3-11: Übersicht: Vorerkrankungen - Komplikationen stationär	46
Tab. 3-12: Übersicht: Vorerkrankungen - Komplikationen poststationär Gruppen	47
Tab. 3-13: Übersicht: Art des Unfalls - Komplikationen stationär	49
Tab. 3-14: Übersicht: Art des Unfalls - Komplikationen poststationär	50
Tab. 3-15: Übersicht: Lokalisation der Fraktur - Komplikationen stationär	51
Tab. 3-16: Übersicht: Lokalisation der Fraktur - Komplikationen poststationär	52
Tab. 3-17: Übersicht: Dauer der OP Gruppen - Komplikationen intraoperativ	55
Tab. 3-18: Übersicht: Dauer der OP Gruppen - Komplikationen stationär	55
Tab. 3-19: Übersicht: Dauer OP Gruppen - Komplikationen poststationär	56
Tab. 3-20: Übersicht: Geschlossene vs. Offene Reposition - Komplikationen intraoperativ	58
Tab. 3-21: Übersicht: Art der Osteosynthese - Komplikationen intraoperativ	59
Tab. 3-22: Übersicht: Art der Osteosynthese - Komplikationen stationär	60
Tab. 3-23: Übersicht: Art der Osteosynthese - Komplikationen poststationär	63

Tab. 4-1: Übersicht: Vorerkrankungen	73
Tab. 4-2: Übersicht: Betroffene Extremität	74
Tab. 4-3: Übersicht: Zeitintervall zwischen Unfall und OP	75
Tab. 4-4: Übersicht: Schichten der OP	77
Tab. 4-5: Übersicht: Art der Osteosynthese	78
Tab. 4-6: Übersicht: Komplikationen stationär	80
Tab. 4-7: Übersicht: Komplikationen poststationär Gruppen.....	81
Tab. 4-8: Übersicht: Dauer der OP Gruppen - Komplikationen intraoperativ.....	83
Tab. 4-9: Übersicht: Schichten der OP - DMS poststationär	84
Tab. 4-10: Übersicht: Geschlossene vs. Offene Reposition - Komplikationen intraoperativ	85
Tab. 4-11: Übersicht: Geschlossene vs. Offene Reposition - Komplikationen poststationär	86
Tab. 4-12: Übersicht: Art der Osteosynthese - Komplikationen intraoperativ	87
Tab. 4-13: Übersicht: Art der Osteosynthese - Komplikationen poststationär Gruppen	88

10 Eidesstattliche Versicherung

Binder, Marion

Name, Vorname

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

**Ergebnisse perioperativer Frakturversorgung bei Kindern
in Abhängigkeit des Operationsverfahrens
sowie von Zeitpunkt, Dauer der Operation und Erfahrung des Operateurs**

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

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

München, den 03.02.2016

Ort, Datum

Unterschrift

11 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denen bedanken, die mir die Erstellung dieser Arbeit ermöglichten und bei all denjenigen, die mir immer mit Rat und Tat zur Seite standen.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. Dr. hc Hans-Georg Dietz, der die Durchführung und das Gelingen dieser Arbeit ermöglichte und bedanke mich für seine Hilfe, die ich stets in Anspruch nehmen durfte.

Weiter möchte ich mich außerordentlich bei Frau Dr. med. Danielle Wendling-Keim für die besonders engagierte Betreuung, die vielen helfenden und wertvollen Anregungen und die Hilfe bei der Umsetzung der Arbeit bedanken.

Für die Hilfe bei der Akquirierung der Patientendaten bedanke ich mich herzlich bei Herrn Gobadhi.

Nicht zuletzt gilt mein außerordentlicher Dank meiner Familie – insbesondere meinen Eltern – und Freunden für ihre großartige Unterstützung und Hilfe, sowie der Ermöglichung meines Studiums und dieser Promotion.

