

Aus der Abteilung Unfallchirurgie, Plastische und Wiederherstellungschirurgie
(Prof. Dr. med. K. M. Stürmer)
im Zentrum Chirurgie
der Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen

Femurfrakturen bei Kindern und Jugendlichen

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades

der Medizinischen Fakultät
der Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Friederike Gutberlet

aus

Warendorf

Göttingen 2012

Dekan: Prof. Dr. med. M. P. Schön

I. Berichterstatter: Prof. Dr. med. K. Dresing

II. Berichterstatter/in: Prof. Dr. med. A. K. Hell

III. Berichterstatter/in: Prof. Dr. med. M. Oppermann

Tag der mündlichen Prüfung: 16.10.2012

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Fragestellung	1
2	Grundlagen	4
2.1	Anatomie des Femurs	4
2.2	Die Fraktur	5
2.2.1	Pathogenese	5
2.2.2	Frakturformen	6
2.2.3	Klassifikation der Femurfrakturen	7
2.2.4	Frakturheilung	12
2.3	Die kindliche Femurfraktur	15
2.3.1	Besonderheiten des kindlichen Femurs	15
2.3.2	Besondere Frakturformen bei Kindern	16
2.3.3	Epidemiologie	17
2.3.4	Ätiologie	17
2.3.5	Komplikationen	18
2.3.6	Wachstumsstörungen	19
2.3.7	Achsabweichungen	21
2.3.8	Psychosoziale Aspekte	23
2.4	Diagnostik	24
2.5	Therapie kindlicher Femurfrakturen	25
2.5.1	Konservativ	26
2.5.1.1	Beckenbeingips	27
2.5.1.2	Extensionsbehandlung	28
2.5.2	Operativ	31
2.5.2.1	Elastisch Stabile Intramedulläre Nagelung	32
2.5.2.2	Plattenosteosynthese	33
2.5.2.3	Fixateur externe	35
2.5.2.4	Schraubenosteosynthese	36
2.5.2.5	K-Draht-Osteosynthese	37
2.5.2.6	Marknagel	38

2.5.2.7	Proximaler Femurnagel.....	38
2.5.3	Wahl der adäquaten Therapie	39
2.5.3.1	Proximale Frakturen.....	39
2.5.3.2	Schaftfrakturen.....	39
2.5.3.3	Distale Frakturen.....	39
3	Material und Methoden	41
3.1	Art der Studie	41
3.2	Patienten.....	41
3.3	Datenerhebung	41
3.4	Fragebogen.....	42
3.5	Ethikantrag.....	43
3.6	Klinische Untersuchung	43
3.7	Statistische Auswertung.....	44
3.7.1	Gesamtkollektiv.....	44
3.7.2	Fragebögen.....	45
3.7.3	Nachuntersuchung.....	45
4	Ergebnisse	46
4.1	Gesamtkollektiv nach Aktenlage.....	46
4.1.1	Geschlechterverteilung	46
4.1.2	Unfallhergang.....	46
4.1.3	Frakturlokalisierung und -art	47
4.1.4	Therapie.....	48
4.1.4.1	Ambulant/stationär	48
4.1.4.2	Konservativ/operativ.....	48
4.1.4.3	Verfahren	48
4.1.4.4	Entwicklung in den letzten Jahren	50
4.1.5	Altersverteilung	51
4.1.5.1	Konservativ/operativ.....	51
4.1.5.2	Verfahren	53
4.1.6	Therapie in Abhängigkeit der Frakturlokalisierung.....	54

4.1.7	Therapie nach Dislokation	55
4.1.8	Verfahrenswechsel	56
4.1.9	Komplikationen	57
4.1.10	Anzahl der Operationen	60
4.1.11	Stationäre Aufenthaltsdauer.....	60
4.2	Auswertung der Fragebögen	62
4.2.1	Behandlungszufriedenheit	62
4.2.2	Schmerzen.....	63
4.2.3	Subjektive Bewegungseinschränkungen	65
4.2.4	Beinlängendifferenzen	67
4.2.5	Narben	69
4.2.6	Mobilisierung.....	72
4.2.7	Anzahl der Operationen	73
4.2.8	Poststationäre Komplikationen	73
4.2.9	Physiotherapie	74
4.2.10	Reha.....	74
4.2.11	Gesamt-Behandlungsdauer	74
4.2.12	Behandlung außerhalb des Uniklinikums Göttingen	75
4.2.13	Refraktur	76
4.2.14	Schulenausfall.....	76
4.2.15	Sport.....	77
4.2.16	Beeinflussung der Berufswahl.....	79
4.3	Nachuntersuchtes Patientenkollektiv	79
4.3.1	Übersicht nach Aktenlage	79
4.3.1.1	Geschlechterverteilung	79
4.3.1.2	Unfallhergang.....	80
4.3.1.3	Frakturlokalisierung und -art.....	80
4.3.1.4	Therapie	80
4.3.1.5	Altersverteilung	81
4.3.1.6	Verfahrenswechsel.....	82
4.3.1.7	Komplikationen.....	82

4.3.2	Klinische Untersuchung	82
4.3.2.1	Narben	82
4.3.2.2	Bewegungsausmaß nach Neutral-Null-Methode	84
4.3.2.3	Messung der Muskelumfänge	85
4.3.2.4	Messung der Beinlängen	86
5	Diskussion.....	90
5.1	Die kindliche Fraktur	90
5.2	Therapie	91
5.3	Verfahren	92
5.4	Altersverteilung	96
5.5	Frakturlokalisierung und Dislokation	98
5.6	Verfahrenswechsel und Komplikationen.....	99
5.7	Stationäre Aufenthaltsdauer	101
5.8	Psychosoziale Aspekte	102
5.9	Ergebnisse der Nachuntersuchung.....	103
5.10	Fazit	108
6	Zusammenfassung	110
7	Anhang	112
7.1	Abkürzungsverzeichnis	112
7.2	Anschreiben an die Patienten über 18 Jahre.....	113
7.3	Anschreiben an die Eltern minderjähriger Patienten.....	115
7.4	Zusatzanschreiben an die Patienten unter 8 Jahre	117
7.5	Fragebogen.....	119
7.6	Einverständniserklärung	126
7.7	Untersuchungsbogen.....	128
8	Literaturverzeichnis.....	132

1 Einleitung und Fragestellung

Die kindliche Femurfraktur ist im Vergleich zu den Femurfrakturen im Erwachsenenalter ein eher seltenes Unfallereignis (www.gbe-bund.de). Grund hierfür ist die hohe Stabilität und Elastizität des kindlichen Knochens (Wanner und Trentz 2008). Tritt eine Femurfraktur auf, ist sie deshalb in den meisten Fällen auf ein Hochrasanztrauma zurückzuführen (v. Laer 1986; Wagner und Rüter 1999; Mutimer et al. 2007).

Bei der Behandlung kindlicher Femurfrakturen müssen die Besonderheiten des Patienten „Kind“ berücksichtigt werden. Kinder können nicht einfach als kleine Erwachsene betrachtet werden (Amin et al. 2010). Wichtig ist, sie mit Respekt und in kindgerechter Art und Weise zu behandeln. „Kinder sind überall gleich auf der Welt: Sie lieben es nicht ans Bett gefesselt zu sein, Arm und Bein in einem lästigen Gipsverband, nicht mehr in der Lage zu sein zu spielen und in ihrem Bewegungsdrang eingeeengt zu sein.“ (übersetzt aus dem Englischen: Slongo 2005, S. 1). Zudem ergeben sich vor allem in den hoch entwickelten Ländern die Probleme der ausreichenden Betreuung verletzter Kinder, da oft beide Elternteile berufstätig sind (Slongo 2005). Aus diesen Aspekten wird deutlich, wie wichtig das Thema der kindgerechten Therapie der Femurfrakturen ist.

Es gibt verschiedene Therapieansätze für Femurfrakturen im Wachstumsalter, wobei sich konservative und operative Behandlungsmethoden gegenüber stehen. Eine Durchsicht der Literatur zeigt, dass in den letzten Jahren in der Therapie kindlicher Femurfrakturen ein Umdenken stattgefunden hat. Wurden sie in früheren Jahren hauptsächlich konservativ behandelt, setzen sich heute vor allem bei älteren Kindern immer mehr die operativen Behandlungen durch (Schlickewei et al. 1999; Maier et al. 2003). Zu den konservativen Therapien zählen vor allem der Beckenbeingips und die Extensionsbehandlungen (v. Laer 1986). Unter den operativen Therapien hat sich in den letzten Jahren immer mehr die Elastisch Stabile Intramedulläre Nagelung (ESIN) durchgesetzt. Daneben sind die Plattenosteosynthese, der Fixateur externe, die Schraubenosteosynthese und die K-Draht-Osteosynthese zu nennen (Schmittchen und Menzel 2005). Bei Adoleszenten kann zusätzlich der Marknagel zur Anwendung kommen (Dietz und Schlickewei 2011). Ursächlich für den Wandel in der

Therapie kindlicher Femurfrakturen sind zum einen die Nachteile und die Unannehmlichkeiten der konservativen Therapie (Fuchs et al. 2003). Zum anderen hat die Weiterentwicklung im Bereich der operativen Möglichkeiten mit der Einführung der ESIN als sicheres minimal-invasives Verfahren den Schwerpunkt der Therapie immer mehr hin zu einer operativen Therapie verlagert (Jubel et al. 2004 b).

Durch die Besonderheiten des kindlichen Knochens ergeben sich einige Unterschiede zu den Frakturen Erwachsener. So weist der kindliche Knochen durch die noch offene Wachstumsfuge eine deutlich höhere Heilungs- und Korrekturpotenz auf. Hierdurch besteht die Chance, geringe Achsabweichungen sowie Beinlängendifferenzen bis zum Ende der Wachstumsphase ausgleichen zu können (Wanner und Trentz 2008). Auf der anderen Seite können sich gerade durch diese Besonderheiten aber auch leicht Längendifferenzen entwickeln. Verantwortlich für diese Längendifferenz ist meist eine Hyperämie, wodurch die Potenz der Epiphysenfuge gesteigert wird. Hierdurch kann es sowohl zu einer Längenzunahme als auch zu einer relativen Verkürzung des verletzten Beines kommen, abhängig von dem jeweiligen Funktionszustand der betroffenen Epiphysenfuge. Einen wichtigen Einfluss auf das Ausmaß der Längendifferenzen hat die Dauer der Frakturheilung. Je mehr Zeit die Heilung in Anspruch nimmt, desto länger dauert die Phase der Hyperämie und somit die Funktionssteigerung der Epiphysenfuge. Daher sollten alle Faktoren, die zu einer zeitlichen Verlängerung des Reparationsprozesses führen - wie belassene Fehlstellungen, wiederholte Repositionen, sowie Verfahrenswechsel - vermieden werden. Eine temporäre Funktionssteigerung der Epiphysenfuge ist generell nach jeder Fraktur im Wachstumsalter zu erwarten. Eine große Herausforderung für die Therapie der kindlichen Femurfrakturen besteht darin, diese Funktionssteigerung so weit wie möglich zu minimieren (v. Laer 1986).

Neben den genannten Schwierigkeiten bei der Therapie kindlicher Femurfrakturen müssen auch, stärker noch als bei Erwachsenen, die psychosozialen Aspekte berücksichtigt werden. Vor allem die Dauer der Hospitalisierung und somit die Trennung der Kinder von ihrer Familie und von ihrem sozialem Umfeld sind wichtige Faktoren, die die Therapie beeinflussen (Hedin 2004; Mutimer et al. 2007).

Die Schwierigkeiten, die sich bei Frakturen im Wachstumsalter ergeben, und die vielfältigen Möglichkeiten in der Therapie führen noch immer zu lebhaften Diskussionen in der Literatur. Welche der aktuellen Therapien am geeignetsten ist, ein bestmögliches Resultat zu erreichen und zugleich eine kindgerechte Behandlung zu ermöglichen, ist nicht pauschal zu beantworten und hängt von unterschiedlichen Faktoren ab, wie zum Beispiel dem Alter der Patienten, der Art der Fraktur und den erlittenen Zusatzverletzungen (Hedin 2004). Weit verbreitet ist die Meinung, dass sehr junge Kinder in erster Linie konservativ behandelt werden sollten, ältere dagegen eher operativ. Die Altersgrenze zur operativen Therapie wird allerdings unterschiedlich gezogen (Dietz et al. 2001; v. Laer und Kraus 2007; Dietz und Schlickewei 2011), wobei der Trend immer mehr dahin geht, auch jüngere Kinder operativ zu behandeln.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die verschiedenen Therapieoptionen bei der kindlichen Femurfraktur gegeneinander zu gewichten. Es sollen jeweils die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren in den unterschiedlichen Altersgruppen verglichen werden. Weiterhin soll untersucht werden, ob der Wandel von der konservativen zur eher operativen Therapie Vor- oder Nachteile für die kleinen Patienten und die Eltern bringt. Besondere Aufmerksamkeit wird hierbei der psychosozialen Belastung des Kindes geschenkt. Als Ergebnis der Studie soll eine Empfehlung für eine Therapie der kindlichen Femurfraktur gegeben werden.

2 Grundlagen

2.1 Anatomie des Femurs

Das Femur ist der längste und stärkste Röhrenknochen des Körpers. Es muss den statischen Anforderungen des Beines gerecht werden, was nur bei optimalem Bau und optimaler Stellung im Körper gelingt. Es wird unterteilt in den Femurkopf (Caput femoris), den Femurhals oder Schenkelhals (Collum femoris), den Femurschaft (Corpus femoris) und die beiden Gelenkknollen (Condyli femoris). Das Caput femoris ist kugelförmig und trägt die Gelenkfläche für das Hüftgelenk. Distal des Femurkopfes liegt die Epiphysenfuge, an die sich der Femurhals anschließt (Schiebler 2005). Der Schenkelhals beschreibt eine physiologische Antetorsion (Lögters et al. 2009). Beim Kleinkind beträgt dieser Antetorsionswinkel 40° (Gresing 2011) und nimmt im Laufe des Lebens durch physiologische Detorsionsvorgänge ab. Femurschaft und Femurhals bilden zusammen den Corpus-Collum-Winkel. Dieser beträgt bei Geburt 150° und verringert sich während des Lebens bis auf 120° (Lögters et al. 2009). Er hat entscheidende Bedeutung bei der Stabilität des Femurs. Ist dieser Winkel vermindert, so ist die Gefahr einer Schenkelhalsfraktur erheblich erhöht (Platzer 2005). Der Femurschaft beschreibt eine physiologische Antekurvatur (Lögters et al. 2009). Am proximalen Ende des Femurschafts befindet sich lateral der Trochanter major und dorsomedial der Trochanter minor. Beide Trochanteren bilden Insertionspunkte für mehrere Muskeln (Wagner und Rüter 1999). Am distalen Ende des Femurs liegen der Condylus lateralis und der Condylus medialis (Platzer 2005). Sie bilden den femoralen Anteil des Kniegelenks. Umgeben ist das Femur von einigen Muskelgruppen, die bei Frakturen einen wesentlichen Einfluss auf die Art und das Ausmaß der Dislokation haben. Ventral ist es die Quadrizepsgruppe, dorsal die ischiokrurale Muskelgruppe und medial die Adduktorengruppe. Durch den Muskelzug resultieren bei Frakturen im proximalen Schaftdrittel eine Flexion und Außenrotation des proximalen Segments. Bei distalen Frakturen resultieren eine Adduktion des proximalen und eine Flexion des distalen Segments.

Das Femur wird durch hohe axiale Belastungen sowie Biegungs- und Torsionskräfte stark beansprucht (Lögters et al. 2009). Die Zugseite liegt am Femur auf der Lateral-

seite, die Druckseite auf der Medialseite. Da die Zugfestigkeit des Femurs deutlich geringer ist als die Druckfestigkeit, stellen Biegungskräfte, wie sie bei Sprüngen und Stürzen verstärkt vorkommen, das größte Risiko einer Fraktur dar. Diesen Biegungskräften wirken die genannten Muskelgruppen durch das Prinzip der Zuggurtung entgegen, wodurch die Gefahr einer Fraktur deutlich gemindert wird (Schiebler 2005).

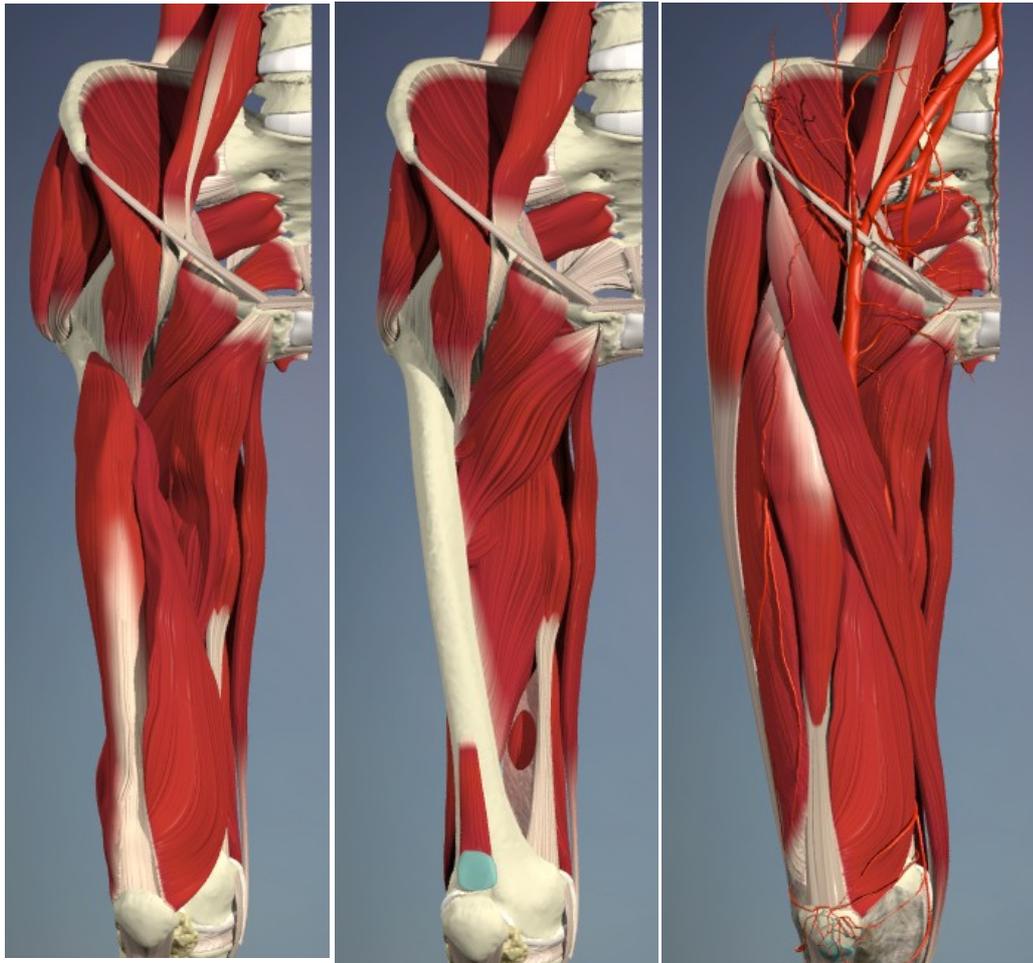


Abb. 1: Quadripzeps- und Adduktorengruppe (www.anatomy.tv 2011)

2.2 Die Fraktur

2.2.1 Pathogenese

Man kann mehrere Frakturursachen unterscheiden. Einen großen Anteil machen die traumatischen Frakturen aus, die durch Einwirken direkter oder indirekter Gewalt entstehen. Ihnen geht also ein adäquates Trauma voraus.

Demgegenüber stehen die Frakturen, die durch ein inadäquates Trauma verursacht werden. Ursache hierfür ist ein pathologisch veränderter Knochen, etwa durch juvenile Knochenzysten oder Knochenmetastasen. Man spricht hierbei von einer pathologischen Fraktur.

Der Ermüdungsbruch ist eine weitere Frakturursache. Er entsteht durch lang anhaltende und immer wiederkehrende lokale Überbelastung.

Außerdem ist noch die Refraktur als Frakturursache zu nennen. Diese tritt in einem ehemaligen Frakturbereich auf. Sie entsteht häufig bei frühzeitiger Implantatentfernung und geht dann von kortikalen Schwachstellen aus (Wanner und Trentz 2008).

2.2.2 Frakturformen

Die Frakturform lässt Rückschlüsse auf die Art und das Ausmaß der auf den Knochen eingewirkten Kraft zu. Die folgende Einteilung berücksichtigt diese Kraft und die daraus resultierende morphologische Bruchform (nach Wanner und Trentz 2008).

Schub- oder Scherungsfrakturen entstehen im Schaftbereich und sind meist reine Querfrakturen. Sie sind immer ein Anzeichen für schwere direkte Gewalteinwirkung.

Abscherfrakturen entstehen dagegen an gelenknahen oder gelenkbildenden Knochen durch indirekte, tangential einwirkende Kräfte.

Bei Biegungsfrakturen treten an der Konvexseite Zugkräfte, an der Konkavseite Druckkräfte auf. Diese Biegekräfte können kurze Schrägbrüche verursachen. Auch können inkomplette oder komplette Frakturen mit Biegungskeil auf der Konkavseite resultieren. Im spongiösen Bereich sind Biegungsfrakturen häufig mit einer Einstauchung kombiniert.

Gegenläufig einwirkende Kräfte rufen Torsions- oder Drehfrakturen hervor. Sie sind meist spiralförmig. Ist das Drehmoment stark ausgebildet, kommt es zu kurzen Spi-

ralfrakturen. Ein schwaches Drehmoment führt hingegen zu lang auslaufenden Spiralfrakturen.

Kompressions- oder Stauchungsfrakturen treten entweder nach längs einwirkenden oder nach quer einwirkenden Kräften auf. Quer einwirkende Kräfte kommen dadurch zustande, dass der Knochen zwischen eine direkte, breitflächig einwirkende Kraft und ein Widerlager geraten ist. Bei längs einwirkenden Kräften kommt es durch die axiale Stauchung zu vielfältigen Kompressionsfrakturen.

Eine weitere Frakturform ist die Abrissfraktur. Hierbei kommt es durch Zugbelastung von Sehnen oder Bändern zum Abriss eines meist quer verlaufenden oder schalenförmigen Fragments.

Mehrfragment- und Trümmerfrakturen sind keinem eindeutigen Entstehungsmechanismus zuzuordnen. Von Mehrfragmentfrakturen spricht man, wenn mehr als drei große Fragmente vorhanden sind, von Trümmerfrakturen bei mehr als sechs Fragmenten.

2.2.3 Klassifikation der Femurfrakturen

Die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO) hat ein Klassifikationssystem zur Einteilung der Frakturen der langen Röhrenknochen entwickelt (Müller et al. 1990). Hiernach werden die Frakturen nach verschiedenen Kriterien mit alphanumerischen Codes versehen. Die erste Ziffer steht für den jeweiligen Röhrenknochen. Das Femur wird mit der Nummer drei belegt. An zweiter Stelle steht die Ziffer für das jeweilige Knochensegment. Unterschieden werden ein proximales (1), ein diaphysäres (2) und ein distales (3) Segment. Die diaphysären Frakturen werden weiter in drei Frakturtypen unterteilt: einfache Frakturen (A), Keilfrakturen (B) und komplexe Frakturen (C). Bei den proximalen und distalen Frakturen unterscheidet man folgende Frakturtypen: extraartikuläre Frakturen (A), partielle (B) und vollständige Gelenkfrakturen (C). Diese Frakturtypen werden noch weiter spezifiziert. Sie können in jeweils drei Gruppen (1-3), sowie drei Untergruppen unterteilt werden.

Klassifikation des Femurschafts:

A1: Spiralfakturur

B1: Keilfraktur, Spiralkeil

A2: Schrägfraktur

B2: Keilfraktur, Biegungskeil

A3: Querfraktur

B3: Keilfraktur, fragmentierter Keil

C1: Komplexe Fraktur, Spiralfakturur

C2: Komplexe Fraktur, Segmentfraktur

C3: Komplexe Fraktur, Trümmerfraktur

32		1	2	3
A				
B				
C				

Abb. 2: AO-Klassifikation Erwachsener am Beispiel des Femurschafts
(www2.aofoundation.org)

Speziell für Frakturen langer Röhrenknochen im Kindesalter wurde in den letzten Jahren von der AO Paediatric Expert Group (PAEG) in Zusammenarbeit mit der AO Clinical Investigation and Documentation (AOCID) und der International Working-Group for Paediatric Traumatology (IAGKT) eine eigene Klassifikation entwickelt. Sie basiert auf der AO-Klassifikation für Erwachsene nach Müller, berücksichtigt aber Besonderheiten der kindlichen Fraktur. In dieser Klassifikation sind die Knochen analog der Klassifikation der Erwachsenen durchnummeriert (1-4), sowie in jeweils drei Segmente eingeteilt. Die Definition der einzelnen Segmente unterscheidet sich jedoch von der Segmenteinteilung der Erwachsenenfrakturen. Das erste Segment be-

inhaltet die proximale Epiphyse und Metaphyse, das zweite Fragment die Diaphyse und das dritte Segment beinhaltet die distale Epiphyse und Metaphyse. Die Einteilung der Frakturtypen der Erwachsenenklassifikation (A-C) wurde ersetzt durch die Einteilung nach Diaphyse (D), Metaphyse (M) und Epiphyse (E). Jeder Frakturtyp wird weiter nach seinen eigenen Besonderheiten klassifiziert. Zusätzlich erfolgt noch eine Einteilung nach dem Schweregrad der Fraktur (Slongo und Audigé 2006). Wichtig für den klinischen Alltag ist es, einfache Klassifikationen mit therapeutischer Relevanz zu verwenden. Ob diese Kinderklassifikation diesen Ansprüchen genügt und sich in der alltäglichen Praxis durchsetzen kann, muss noch abgewartet werden (Fernandez und Eberhardt 2010).

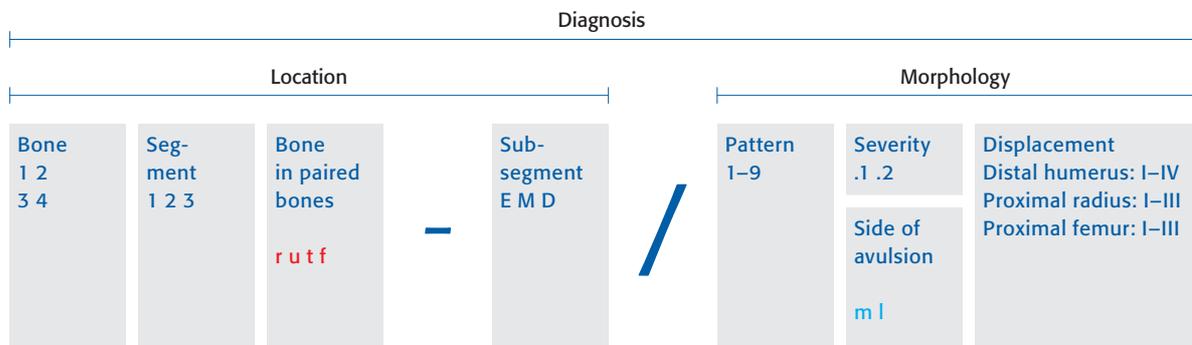


Abb. 3: Klassifikationscode für Frakturen langer Röhrenknochen bei Kindern (Slongo et al. 2007; S.4)

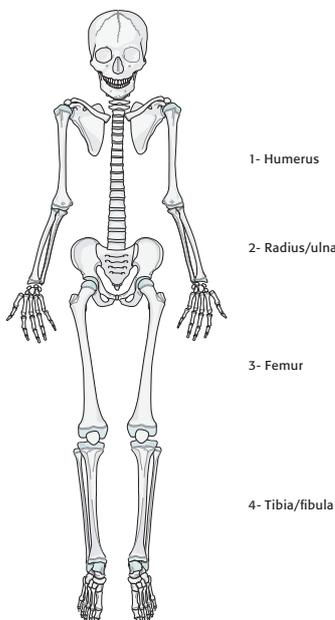


Abb. 4: Nummerierung der langen Röhrenknochen bei der AO-Frakturklassifikation für Kinder (Slongo et al. 2007; S.5)

3
Femur

E = Epiphysis

M = Metaphysis

Subtrochanteric line

D = Diaphysis

M = Metaphysis

E = Epiphysis

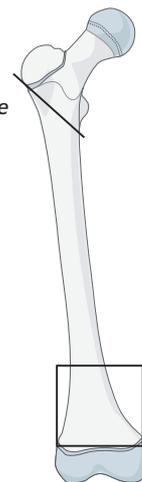


Abb. 5: Unterteilung des Femurs in Epiphyse, Metaphyse und Diaphyse (Slongo et al. 2007; S. 6)

E = Epiphysis

E/1



Salter-Harris (SH)
type I

E/4



Salter-Harris (SH)
type IV

E/7



Avulsion

E/2



Salter-Harris (SH)
type II

E/5



Tillaux (two-plane)

E/8



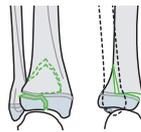
Flake

E/3



Salter-Harris (SH)
type III

E/6



Tri-plane

E/9

Other fractures

Abb. 6: Klassifikation der epiphysären Frakturen (Slongo et al. 2007; S. 7)

M = Metaphysis

M/2



Incomplete: torus/
buckle, or greenstick

M/3



Complete

M/7



Avulsion

M/9

Other fractures

Abb. 7: : Klassifikation der metaphysären Frakturen (Slongo et al. 2007; S. 7)

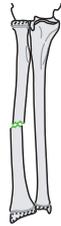
D = Diaphysis

D/1



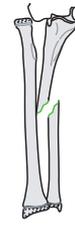
Bowing

D/4



Complete transverse
 $\leq 30^\circ$

D/6



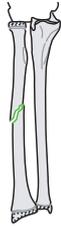
Monteggia

D/2



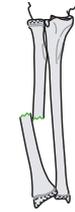
Greenstick

D/5



Complete oblique/
spiral $> 30^\circ$

D/7



Galeazzi

The code D/3 originally used for toddler fractures is no longer valid. Identification of these fractures by x-ray was found to be unreliable. The code D/8 that would describe a flake fracture does not apply to diaphyseal fractures.

D/9

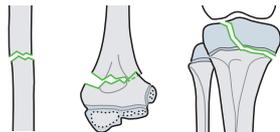
Other fractures

Abb. 8: Klassifikation der diaphysären Frakturen (Slongo et al. 2007; S. 8)

Severity code

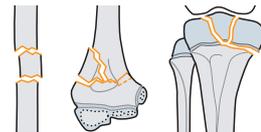
This code distinguishes between two grades of fracture severity: simple (.1), and multifragmentary (.2).

.1 Simple



Only two main fragments

.2 Multifragmentary



Two main fragments and at least one intermediate fragment

Abb. 9: Klassifikation des Schweregrades kindlicher Frakturen (Slongo et al. 2007; S. 8)

31-M Proximal metaphyseal fractures

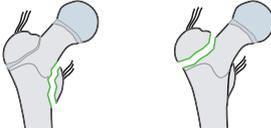
Simple	Multifragmentary	Simple	Multifragmentary
<p>31-M/2.1 I</p>  <p>Incomplete midcervical</p>		<p>31-M/3.1 I</p>  <p>Complete midcervical</p>	<p>31-M/3.2 I</p> 
<p>31-M/2.1 II</p>  <p>Incomplete basicervical</p>		<p>31-M/3.1 II</p>  <p>Complete basicervical</p>	<p>31-M/3.2 II</p> 
<p>31-M/2.1 III</p>  <p>Incomplete transtrochanteric</p>		<p>31-M/3.1 III</p>  <p>Complete transtrochanteric</p>	<p>31-M/3.2 III</p> 
<p>31-M/7</p>  <p>Avulsion of the greater or lesser trochanter</p>			

Abb. 10: Spezielle Klassifikation der Schenkelhalsfrakturen (Slongo et al. 2007; S.24)

2.2.4 Frakturheilung

Der Knochen unterliegt einem stetigen Auf- und Abbau, dem sogenannten Remodeling, um sich an die Belastungen der Umwelt optimal anzupassen. Dies wird durch das Zusammenspiel der einzelnen Zellpopulationen ermöglicht. Nach einer Fraktur wird genau dieses Zusammenspiel genutzt, um die Stabilität des Knochens wiederherzustellen.

Für eine ungestörte Frakturheilung sind drei Faktoren unabdingbar (Wanner und Trentz 2008):

1. eine erhaltene Vaskularisation der Frakturfragmente
2. Kontakt der Frakturfragmente
3. eine ausreichende Stabilität im Frakturbereich.

Man kann zwischen primärer und sekundärer Frakturheilung unterscheiden. Beide Arten sind qualitativ gleichwertig und benötigen die gleiche Zeitspanne. Die knöchernerne Konsolidierung wird primär klinisch geprüft. Die drei Kriterien hierfür sind ein intakter Weichteilmantel, Schmerzfreiheit und Belastbarkeit (Wanner und Trentz 2008). Die radiologischen Zeichen für eine knöchernerne Konsolidierung treten durch die erst im späteren Verlauf stattfindende Mineralisation verzögert auf und müssen in zwei Ebenen nachweisbar sein. Dazu zählen eine kontinuierliche Überbrückung der Fraktur, eine homogene Dichte des Frakturkallus, sowie eine vergleichbare Kallusdichte mit der Kortikalisdichte (Bohndorf et al. 2006). Bei der Frage nach der Dauer der Ruhigstellung einer Fraktur müssen verschiedene Faktoren berücksichtigt werden. Einerseits hängt sie von der Frakturlokalisation und der Art der Fraktur ab, andererseits hat aber auch die Wahl der Therapie auf die Dauer einen Einfluss (Wanner und Trentz 2008).

Indirekte Frakturheilung

Die sekundäre (indirekte) Frakturheilung ist die natürliche Form der Frakturheilung und geht immer mit Kallus einher. Sie tritt bei bestehendem Frakturspalt oder bei geringer mechanischer Fixation auf. Diese Art der Frakturheilung kommt sowohl bei konservativer Therapie als auch bei dem Großteil der Osteosynthesen vor (v. Laer 2006).

Der Prozess der sekundären Frakturheilung kann in vier Phasen unterteilt werden. Die Entzündungsphase beginnt mit der Fraktur und dauert zwei bis drei Tage. Durch die Zerreißung der Blutgefäße kommt es zu einem Frakturhmatom. Es folgt ein Einsprossen von Kapillaren sowie ein Einstrom von Granulozyten, Makrophagen und Mastzellen. Zudem findet eine Nekrotisierung der Fragmentenden statt. Die Erweiterung der Gefäße führt zu einer starken Hyperämie und zu einer Überwärmung der

umgebenden Weichteile. Auf die Entzündungsphase folgt die Granulationsphase, in der das Hämatom durch Granulationsgewebe ersetzt wird. Diese Phase dauert drei bis vier Wochen an. Granulozyten und Makrophagen bauen die nekrotischen Anteile der Fragmentenden ab. Die Fibroblasten produzieren durch die Kollagensynthese einen weichen Kallus, der den Frakturspalt überbrückt. Zusätzlich kommt es zu einem Einwandern mesenchymaler Stammzellen, aus denen eine Differenzierung in Chondrozyten und Osteoblasten erfolgt. Es folgt die Mineralisation der Grundsubstanz in Form von Geflechtknochen und somit die Kallushärtung (Phase der Kallushärtung). Hierdurch wird die Beweglichkeit zwischen den Fragmentenden immer mehr reduziert. Ein knöcherner Kallus besteht bei normalem Verlauf nach sechs bis zwölf Wochen. In der sich anschließenden Phase kommt es zur Umwandlung des Geflechtknochens zu Lamellenknochen. Zusätzlich erfolgt ein Remodeling des Knochens durch auf ihn einwirkende Druck- und Zugkräfte (Phase des Remodeling). Hierdurch wird er an die mechanischen Anforderungen adaptiert. Abgeschlossen ist die Knochenheilung, wenn der medulläre Knochenkanal wieder hergestellt ist (Dresing 2011 a).

Direkte Frakturheilung

Die primäre (direkte) Frakturheilung ist charakterisiert durch das Fehlen von Kallus (Bohndorf et al. 2006). Voraussetzung ist eine absolute Stabilität der Fraktur, die nur durch eine operative Fixierung sichergestellt werden kann (Dresing 2011 a). Die direkte Frakturheilung kann auf zwei Wegen ablaufen. Zur sogenannten Kontaktheilung kommt es, wenn zwischen den Fragmentenden auch mikroskopisch kein Frakturspalt vorhanden ist. Somit kann die Vereinigung der Fragmentenden durch direkt in die gegenseitige Kortikalis einwachsende Osteone stattfinden. Besteht jedoch ein mikroskopisch sichtbarer Frakturspalt, kommt es zur Spaltheilung. Der Frakturspalt wird hierbei mit Geflechtknochen aufgefüllt und später durch Remodeling zu Lamellenknochen umgebaut.

Diese Art der Frakturheilung findet im Allgemeinen nur durch diejenigen Osteosynthesen statt, die eine absolute Stabilität gewährleisten. Wichtig dabei ist, dass die Fragmentenden exakt reponiert und unter Druck gegeneinander fixiert werden (Wanner und Trentz 2008). Im Röntgenbild ist eine Unschärfe des Frakturspaltens sichtbar,

der nach und nach verschwindet (Bohndorf et al. 2006). Ist die absolute Ruhigstellung nicht gegeben, bildet sich ein Unruhecallus, der stets ein Warnsignal darstellt und eine sofortige und vollständige Entlastung erfordert. Wird die Entlastung eingehalten, entsteht nach einiger Zeit ein Fixationscallus, welcher als fortschreitende Heilung betrachtet werden kann und die Teilbelastung wieder erlaubt (Grosser 2009).

Störungen der Frakturheilung

Eine gestörte Frakturheilung kann mehrere Ursachen haben. Dies sind unter anderem eine Instabilität der Fraktur, ein zu großer Abstand der einzelnen Fragmente zueinander sowie eine gestörte Vaskularisation. Unterschieden wird zwischen verzögerter Frakturheilung und einer Pseudarthrose. Bei einer verzögerten Heilung kommt es klinisch zu einer lokalen Schwellung, Überwärmung und Schmerzen bei Belastung. Radiologische Zeichen sind eine Verbreiterung des Frakturspaltens und/oder ein Unruhecallus. Eine Pseudarthrose tritt definitionsgemäß dann auf, wenn nach Ablauf von sechs Monaten keine Konsolidierung erreicht worden ist (Dresing 2011 a). Instabilitäten im Frakturbereich führen zu einer überschießenden Kallusbildung, die zum Ziel hat, die Fraktur zu stabilisieren. Gelingt dies nicht, spricht man von einer hypertrophen Pseudarthrose. Geht die Instabilität mit einer Durchblutungsstörung der Fragmentenden einher, kommt es zu einem Abbau derselben. Man spricht dann von einer atrophen Pseudarthrose (Wanner und Trentz 2008).

2.3 Die kindliche Femurfraktur

2.3.1 Besonderheiten des kindlichen Femurs

Voraussetzung für die Behandlung von kindlichen Femurfrakturen ist die Kenntnis der Besonderheiten des kindlichen Knochens und der verschiedenen Wachstumsphasen. Der kindliche Knochen ist durch eine hohe Elastizität, durch ein starkes widerstandsfähiges Periost, sowie durch eine hohe Wachstums- und somit auch eine hohe Korrekturpotenz gekennzeichnet (Wanner und Trentz 2008).

Das Dickenwachstum geht vom periost-endostalen Regulationssystem aus, das Längenwachstum von der Epiphysenfuge. Die Epiphysenfuge besteht aus einem metaphysären und einem epiphysären Anteil. Im Stratum germinativum des epiphy-

sären Anteils, das direkt an die Epiphyse angrenzt, findet der Proliferationsvorgang statt, während im metaphysären Anteil am Übergang zur Metaphyse die Ossifikation abläuft. Das Längenwachstum der Epiphysenfuge kann in drei Stadien unterteilt werden. Die erste Phase ist die Phase des eigentlichen Wachstums. In dieser Phase laufen Mineralisation und Proliferation parallel ab und halten sich die Waage. Die Fuge ist weit offen. Die zweite Phase ist eine kurzfristige Ruhephase. Es kommt zum Sistieren der Proliferationsvorgänge, die Epiphysenfuge hat jedoch noch Wachstumspotenzial. Die dritte Phase ist dann die eigentliche Verschlussphase, in der die Proliferation komplett sistiert und der Mineralisationsvorgang nun auf die komplette Epiphyse übergreift (v. Laer 2006).

Die beiden Epiphysenfugen des Femurs haben unterschiedliche Anteile am Längenwachstum. Die proximale Epiphysenfuge ist zu 30% an dem Längenwachstum beteiligt, die distale hingegen zu 70% (Wanner und Trentz 2008). Störungen des Längenwachstums treten bei Kindern sehr häufig auf. Störungen des Dickenwachstums dagegen sehr selten und kommen in Form von Pseudarthrosen vor (v. Laer 1986).

2.3.2 Besondere Frakturformen bei Kindern

Kindliche Frakturen unterscheiden sich aufgrund der oben angesprochenen Besonderheiten des kindlichen Knochens in einigen Aspekten von denen der Erwachsenen. Eine spezielle Frakturform bei Kindern ist die der unvollständigen Frakturen. Grund hierfür ist der dicke Periostmantel und die hohe Elastizität des kindlichen Femurs (Wanner und Trentz 2008). Hierzu zählen die durch axiale Stauchung auftretende Wulstfraktur, sowie die durch Biegemechanismen auftretende Knickfraktur. Bei beiden Frakturen bleibt das Periost erhalten. Bei nur einseitigem erhaltenen Periost kommt es zur Grünholzfraktur (Schmittenebecher und Menzel 2005; Wanner und Trentz 2008).

Eine weitere Besonderheit sind Verletzungen der Epiphysenfuge. Hierdurch können erhebliche Wachstumsstörungen auftreten (s. Kap. 2.3.6). Die Verletzungen der Wachstumsfuge werden nach Aitken (Typ I-III) oder nach Salter und Harris (Typ 1 – 5) klassifiziert. Hierbei handelt es sich um eine Epiphysiolyse ohne zusätzliches

Fragment (Salter-Harris 1), mit metaphysärem Fragment (Salter-Harris 2; Aitken I), mit epiphysärem Fragment (Salter-Harris 3; Aitken II) oder mit einem epi-metaphysären Fragment (Salter-Harris 4; Aitken III). Zusätzlich wird in der Einteilung nach Salter und Harris noch eine Stauchungsverletzung unterschieden (Salter-Harris 5). Bei Aitken II und III beziehungsweise Salter-Harris 3 und 4 resultieren besonders häufig Wachstumsstörungen.

Ist die Epiphysenfuge schon teilweise verknöchert, treten Übergangsfrakturen auf. Dabei kommt es zu einer Ablösung des nicht verknöcherten Anteils der Epiphyse. Ohne metaphysäre Beteiligung handelt es sich um eine *two-plane*-Fraktur, mit metaphysärer Beteiligung um eine *tri-plane*-Fraktur. Bei dieser Frakturform treten meist keine Wachstumsstörungen mehr auf (Wanner und Trentz 2008).

2.3.3 Epidemiologie

Knöcherne Verletzungen gehören zu den häufigsten Verletzungen im Kindesalter (Winthrop et al. 2005). Sie haben einen Anteil von 20 bis 25% an allen kindlichen Verletzungen (Landin 1983). Die Femurfraktur dagegen ist ein seltenes Ereignis und nur in bis zu 2,3% aller kindlichen Frakturen zu registrieren (Hedin 2004; Rewers et al. 2005). Unter den Femurfrakturen treten die Schafffrakturen mit 67,6% am häufigsten auf. Distale Femurfrakturen sind dagegen etwas seltener. Sie kommen zu 23,5% aller Femurfrakturen vor (Kraus et al. 2005). Proximale Femurfrakturen sind bei Kindern sehr selten (Dietz 2009). Nach Kraus et al. machen sie einen Anteil von 8,8% aller kindlichen Femurfrakturen aus (Kraus et al. 2005). Bei einem Blick auf die Geschlechterverteilung fällt auf, dass Jungen doppelt so häufig eine Femurfraktur erleiden wie Mädchen. Der Altersdurchschnitt der Kinder mit einer Femurfraktur liegt bei 6,4 Jahren (Kuner et al. 1998).

2.3.4 Ätiologie

Aufgrund der Stabilität des kindlichen Femurs geht der Femurfraktur meist ein schweres und direktes Trauma voraus (v. Laer 1986; Wagner und Rüter 1999; Dietz 2009). Dadurch erklärt sich, warum Verkehrsunfälle einen großen Anteil der kindlichen Femurfrakturen ausmachen; nach Kuner et al. sind es 57,6%. An zweiter Stelle

stehen Spiel- und Sportunfälle (22,4%). Unfälle in der Schule beziehungsweise im Kindergarten machen nur 4,0% der Fälle aus, pathologische Frakturen 1,6% (Kuner et al. 1998). Auch in der Studie von Maier et al. stehen die Verkehrsunfälle mit 33% an erster Stelle, gefolgt von Stürzen aus einer Höhe von über einem Meter (26%), sowie Stürzen aus geringerer Höhe (24%) (Maier et al. 2003). Ähnliche Ergebnisse sind bei Houshian et al. zu finden mit allerdings deutlich geringerem Anteil von Sportunfällen (9,7%) (Houshian et al. 2004).

Kraus et al. zeigten, dass in den verschiedenen Altersgruppen unterschiedliche Unfallursachen führend sind. Im Klein- und Vorschulkindalter machen banale Stürze den Großteil aller Frakturen aus. Schulkinder ziehen sich dagegen ihre Fraktur häufiger beim Sport zu. Bei Heranwachsenden sind die Hauptunfallursachen Verkehrsunfälle, was durch die aktive Teilnahme im Straßenverkehr zu erklären ist (Kraus et al. 2005).

Kuner et al. stellten fest, dass 18% der versorgten Oberschenkelbrüche im Rahmen eines Polytraumas behandelt wurden (Kuner et al. 1998). Dagegen gaben Schmittebecher und Menzel an, dass Polytraumen im engeren Sinne bei Kindern selten seien. Relativ häufig seien bei Kindern eher Mehrfachverletzungen. Die Definition eines Polytraumas setzt eine Beteiligung mehrerer Organsysteme voraus, wobei eine Verletzung oder die Kombination der Verletzungen lebensbedrohlich sind (Schmittebecher und Menzel 2005).

2.3.5 Komplikationen

Die häufigste Komplikation der kindlichen Femurfraktur stellt eine Beinlängendifferenz dar. Diese resultiert aus der Hyperämie im Frakturbereich, wodurch die Epiphysenfuge stimuliert wird.

Bei proximalen Femurfrakturen ist das Risiko für Femurkopfnekrosen sehr hoch. Dies ist auf die Beeinträchtigung der epi-metaphysären Durchblutung zurückzuführen (Gautier et al. 2000).

Die Rate weiterer Komplikationen ist bei Kindern im Allgemeinen gering. Treten sie auf, sind als Ursachen häufig übersehene Rotationsfehlstellungen, übermäßige Manipulation oder unsachgemäße Operationstechniken zu erkennen (Schärli 1993). So sind auch Pseudarthrosen nach Schmittenbecher und Menzel immer iatrogen. Sie sind zurückzuführen auf zu starre Implantate oder auf unzureichende Ruhigstellung (Schmittenbecher und Menzel 2005).

2.3.6 Wachstumsstörungen

Zwei Arten von Wachstumsstörungen sind zu unterscheiden: Störungen mit Steigerung der Fugenfunktion und Störungen mit Hemmung der Fugenfunktion. Das Auftreten von Wachstumsstörungen ist weniger vom Ort der Fraktur bestimmt als vom Alter des Patienten zum Unfallzeitpunkt (v. Laer 1986). Bei Patienten, die zum Zeitpunkt des Unfalls jünger als zehn Jahre sind, treten gehäuft Beinverlängerungen nach Wachstumsabschluss auf. Bei Patienten über zehn Jahre treten vermehrt Beinverkürzungen auf (v. Laer 2006). Wachstumsstörungen können durch keine der vorhandenen Behandlungsmöglichkeiten vermieden werden (v. Laer und Kraus 2007).

Bei der Beurteilung der Beinlängendifferenzen ist jedoch zu berücksichtigen, dass idiopathische Beinlängendifferenzen bei 70% der Bevölkerung bestehen. Das Ausmaß geht von 0,5 bis 3 cm und ist prätraumatisch meist nicht bekannt. Durch die posttraumatische Stimulation der Wachstumsfuge kann es also zur Verstärkung, aber auch zur Aufhebung der Beinlängendifferenzen kommen. Bei einem Beinlängenausgleich ist es wichtig, die Wirbelsäulenstatik zu berücksichtigen. So ist es möglich, dass vorbestehende lumbosakrale Übergangsstörungen eine Beinlängendifferenz benötigen. Deshalb sollte nicht die Beinlängendifferenz den Ausgleich bestimmen, sondern die individuelle Wirbelsäulenstatik (v. Laer 1986).

Stimulative Wachstumsstörungen

Stimulative Wachstumsstörungen sind immer zeitlich begrenzt. Grund für eine Wachstumssteigerung ist die Hyperämie der Epiphysenfuge und somit dessen Funktionssteigerung. Die Hyperämie ist abhängig von der Dauer der Reparationsvorgänge, des erforderlichen Remodelings und vom Ausmaß späterer Manipulationen.

Deshalb führen spätere Repositionen und Operationen nach dem 5. Tag zu einer vermehrten Beinlängendifferenz. Weiter führt auch jede Fehlstellung, abgesehen von der Rotationsabweichung, zu einer vermehrten Stimulation der Fuge. Aus diesem Grund sollte keine Fehlstellung belassen und der Korrekturfähigkeit des kindlichen Knochens überlassen werden (v. Laer 1986). Dies betrifft vor allem ältere Kinder, da die Heilungs- und Korrekturpotenz mit dem Alter abnimmt (Feld et al. 1993). Besonders ausgeprägt ist die Hyperämie in der Epiphysenfuge nach epiphysennahen Frakturen. Deshalb ist es bei diesen Frakturen besonders wichtig, eine achsengerechte Stellung und eine osteosynthetische Versorgung durchzuführen, um die Beinlängendifferenz zu minimieren (Schmittbecher und Menzel 2005).

Eine stimulative Wachstumsstörung ist nach jeder Fraktur im Wachstumsalter zu erwarten. Die Folgen dieser Wachstumsstörung sind jedoch unterschiedlich und vom Funktionszustand der jeweiligen betroffenen Fuge abhängig. Fällt die Fraktur in die eigentliche Wachstumsphase, so kommt es zu einer Längenzunahme des Femurs. Fällt das Trauma in die prämatüre Ruhephase, so führt die Funktionssteigerung zur passageren Längenzunahme, die jedoch durch den verfrühten Fugenschluss wieder ausgeglichen wird. Fällt das Trauma in die Verschlussphase der Epiphysenfuge, kommt es zu einem frühzeitigen Verschluss und zu einer Verkürzung der betroffenen Seite. Diese Wachstumsstörung kann nur indirekt beeinflusst werden, indem die Reparationszeit verkürzt wird (v. Laer 1986). Besonders ausgeprägt sind die Wachstumsstörungen bei sehr weit distal gelegenen Frakturen. Dies liegt an dem großen Anteil dieser Fuge am Längenwachstums des Femurs sowie an der Langlebigkeit der Fuge (v. Laer und Kraus 2007).

Hemmende Wachstumsstörungen

Im Gegensatz zu den stimulativen Wachstumsstörungen sind die hemmenden Wachstumsstörungen sehr selten. Sie können durch zwei unterschiedliche Mechanismen auftreten. Bei Epiphysenfrakturen Typ Salter - Harris 3 und 4 kann es zur knöchernen Auffüllung des Frakturspaltes im Bereich des Stratum germinativum kommen. Diese Ausheilungsbrücke kann während des Wachstums spontan gesprengt werden. Bleibt sie jedoch bestehen, führt sie zu zunehmenden Längendifferenzen. Der zweite Mechanismus erfolgt durch eine Schädigung der epiphysären

Gefäße, die zu einer Nekrose des Wachstumsknorpels mit anschließender Verknöcherung im Bereich des Stratum germinativum führt. Dieser Mechanismus kann bei allen epiphysären Frakturen auftreten (Salter - Harris 1 – 5). Auch hier kommt es zu einer Verkürzung der betroffenen Extremität (v. Laer 2006). Das Ausmaß der Beinlängendifferenz bei einer hemmenden Wachstumsstörung ist folglich von dem Alter des Patienten abhängig. Je jünger der Patient zum Unfallzeitpunkt ist, desto größer ist die Längendifferenz. Diese Wachstumsstörung ist therapeutisch nicht zu beeinflussen (v. Laer 1986). Es kann lediglich die Wahrscheinlichkeit eines Epiphysenfugenverschlusses durch anatomische Reposition vermindert werden (Hasler und v. Laer 2000). Jedoch können durch unnötige Osteosynthesen hemmende Wachstumsstörungen erst provoziert werden (v. Laer und Kraus 2007).

Hemmende Wachstumsstörungen können nach allen fugennahen Gelenkfrakturen auftreten. Tatsächlich treten sie bei Epiphysenlösungen und -frakturen am distalen Femur jedoch nur in 35% auf (Hasler und v. Laer 2000). Der Grund dafür, warum hemmende Wachstumsstörungen nicht nach allen Frakturen auftreten, die diese Lokalisation aufweisen, ist unbekannt.

2.3.7 Achsabweichungen

Achsabweichungen können in der Frontal- und Sagittalebene, sowie in Form von Rotationsabweichungen vorkommen. Das Auftreten und das Ausmaß der Abweichungen ist von den auf die Frakturfragmente einwirkenden Muskelkräften abhängig (Lögters et al. 2009). Achsabweichungen nach Konsolidation der Fraktur können unterschiedliche Ursachen haben (Hasler und v. Laer 2000):

- Übersehen von primären und sekundären Achsabweichungen
- Überschätzen der Korrekturpotenz des kindlichen Knochens und damit absichtlich belassenen Achsabweichungen
- Sekundäre Achsabweichungen infolge partiell hemmender oder stimulierender Wachstumsstörungen.

Der kindliche Knochen ist besonders dadurch ausgezeichnet, dass er bis zu einem gewissen Grad erworbene Achsabweichungen korrigieren kann. Die Korrekturpotenz

des Knochens wird dabei im Wesentlichen durch das verbleibende Restwachstums der nächstgelegenen Fuge und dessen Potenz bestimmt (Hasler und v. Laer 2000). Eine Spontankorrektur ist bis zu einem Alter von zehn Jahren möglich. Bei älteren Patienten ist häufig nicht mehr mit einer vollständigen Korrektur der Achsabweichungen zu rechnen (Böhm 2007; Schmittenbecher und Menzel 2005). Korrigiert werden Achsabweichungen durch Knochenumbau (Remodeling), der durch Druck- und Zugkräfte ausgelöst wird. In der sagittalen Ebene, der Hauptbewegungsachse, ist diese Korrekturpotenz weitaus höher als in der Frontalebene (Hasler und v. Laer 2000; Schmittenbecher und Menzel 2005).

Rekursionen treten selten auf und können im gewissen Ausmaß korrigiert werden. Antekursionen werden dagegen schlecht korrigiert. Ab einer Abweichung von mehr als 20° können Beinlängenverkürzungen auftreten, die zu funktionellen Störungen führen.

Valgusabweichungen im Hüftgelenk werden nur sehr schlecht korrigiert, Varusabweichungen dagegen gut. Die Korrektur erfolgt umso besser, je proximaler die Fraktur auftritt. Ist die Abweichung größer als 20° , kann eine Funktionsstörung auftreten.

Bei diesen Achsabweichungen in der Sagittal- und der Frontalebene ist eine Differenz von bis zu 10° bei Kindern über zehn Jahren normwertig. In jüngeren Jahren sind sogar noch größere Differenzen physiologisch. Hier liegt der Normbereich bei einer Differenz von 20° bis 30° (Hasler und v. Laer 2000).

Liegen Rotationsabweichungen vor, werden diese nur im Rahmen der physiologischen Derotationsvorgänge ausgeglichen. Daher handelt es sich hierbei streng genommen nicht um eine Korrektur (Schmittenbecher und Menzel 2005). Torsionswinkeldifferenzen von bis zu 15° sind bei Kindern normal (Keppler et al. 1999). Klinisch bedeutsam sind erst Differenzen von 25° . Diese können durch das Hüftgelenk nicht mehr funktionell kompensiert werden (Hasler und v. Laer 2000). Rotationsfehlstellungen können, werden sie nicht ausgeglichen, eine degenerative Hüftgelenkserkrankung hervorrufen (Böhm 2007).

Ad-latus-Achsabweichungen werden gut korrigiert. Eine Korrektur kann bei Dislokation von bis zu einer Schaftbreite stattfinden. Dies kann jedoch einige Jahre Zeit in Anspruch nehmen (Hasler und v. Laer 2000).

Trotz der enormen Korrekturpotenz des kindlichen Knochens sollte immer eine exakte Reposition der Achsen- und Rotationsverhältnisse stattfinden. Hierdurch kann ein intensives Remodeling vermieden werden, das andernfalls eine Hyperämie der Epiphysenfuge und somit eine größere Beinlängendifferenz hervorruft. Zum anderen wird postuliert, dass die Spontankorrektur oft überschätzt wird. Daher ist es wichtig, bestehende Dislokationen stets exakt zu reponieren (Hasler und v. Laer 2000).

2.3.8 Psychosoziale Aspekte

Die Behandlung von Kindern unterscheidet sich in vielerlei Hinsicht von der Behandlung Erwachsener. Neben den offensichtlichen Unterschieden in den Therapiemöglichkeiten kommen bei Kindern weitere Faktoren hinzu, die bei der Therapie eine Rolle spielen. So ist es bei Kindern außerordentlich wichtig, sie nicht einfach als kleine Erwachsene zu behandeln. Vielmehr muss auch der psychosoziale Aspekt berücksichtigt werden (Amin et al. 2010). Gerade ein Kind, das einen Unfall erlitten hat, ist sehr verängstigt und wird in der Klinik einer Umgebung ausgesetzt, die ungewohnt ist und auf die es keinen Einfluss nehmen kann (Dietz et al. 1997). Früher wurde der psychosoziale Aspekt zum größten Teil vernachlässigt. Die Behandlungen waren deutlich länger und fanden hauptsächlich unter Ausschluss von Eltern und Geschwistern statt (v. Laer 2005). Dies hat sich jedoch deutlich geändert.

Die Trennung von den Eltern stellt für viele Kinder eine neue Situation dar und kann problematisch sein. Es sollte daher versucht werden, den stationären Aufenthalt so kurz wie möglich zu halten. Dies gelingt durch eine operative Therapie meist besser als durch eine konservative Therapie. Abzugrenzen ist die Gipsbehandlung, die ambulant durchgeführt werden kann (Schmittbecher und Menzel 2005). Bei den Extensionsbehandlungen können jedoch deutlich längere stationäre Aufenthaltsdauern beobachtet werden. Braun et al. zeigten in ihrer Studie, dass Patienten, die konservativ mit einer Extensionsbehandlung versorgt wurden, Defizite in der motorischen

Entwicklung, in der Beziehung zu ihrer familiären Umwelt und in der allgemeinen Gesundheit vorweisen (Braun et al. 1995).

Auch der möglicherweise lange Schulausfall stellt ein großes Problem bei Femurfrakturen dar. Dies ist ein weiterer Grund dafür, dass heutzutage die Indikation zur Osteosynthese großzügiger gestellt wird (Schmittenebecher und Menzel 2005).

Hier wird die Problematik in der Behandlung von Kindern deutlich. Der psychosoziale Aspekt muss demnach in der Wahl der Therapie berücksichtigt werden.

2.4 Diagnostik

Im Gegensatz zu Frakturen im Erwachsenenalter ist der Unfallhergang bei kindlichen Frakturen für die Art der Läsion weniger bedeutsam. Vielmehr ist sie abhängig von dem Reifezustand des Skeletts und der Epiphysenfugen. Ziel der Anamnese bei kindlichen Frakturen ist es herauszufinden, ob es sich um ein adäquates Trauma gehandelt hat. Eine übermäßige Anamnese des Kindes sollte hier vermieden werden (v. Laer 1986). Die Eltern sollen aber eng in die Abklärung des Unfallereignissen mit eingebunden werden. Auch ist die Situation als *battered child* nicht außer Acht zu lassen (Erfurt et al. 2011).

Die körperliche Untersuchung beginnt mit der Inspektion. Hier wird unter anderem auf Schwellungen, Deformierungen und Asymmetrie geachtet (v. Laer 1986). Die Untersuchung beinhaltet die Prüfung nach Durchblutung, Motorik und Sensibilität in der Peripherie. Weiter müssen offene Wunden untersucht werden. Eine Palpation wird nur bei mäßiger Symptomatik durchgeführt. Es wird hiermit versucht, die verletzte Region einzugrenzen. (Schmittenebecher und Menzel 2005). Die schmerzhafte klinische Untersuchung sollte jedoch unterlassen werden.

Das wichtigste bildgebende Verfahren bei Frakturen ist das konventionelle Röntgen. Es wird immer in zwei Ebenen geröntgt. Bei Schafffrakturen ist darauf zu achten, dass die beiden Nachbargelenke mit abgebildet sind (v. Laer 1986; Eingartner 2010).

2.5 Therapie kindlicher Femurfrakturen

Nach v. Laer muss die Therapie einer Fraktur drei Ziele verfolgen (v. Laer 1986):

1. eine schnellstmögliche Schmerzbehandlung
2. eine Wiederherstellung der Form und Funktion des betroffenen Skelettabschnitts
3. ein Vermeiden von Spätschäden.

Es ist immer die primär definitive Behandlung anzustreben (Schmittenebecher und Menzel 2005). So kann zum einen die Dauer der frakturbedingten Hyperämie möglichst kurz gehalten werden (Kuner 1991), zum anderen kann ein intensives Remodeling, wie es durch Verfahrenswechsel hervorgerufen wird, deutlich minimiert werden. Das Ausmaß der Beinlängendifferenz kann dadurch verringert werden. Auch ist es zur Vermeidung posttraumatischer Beinlängendifferenzen wichtig, sekundäre Repositionen (v. Laer 2004) sowie absichtlich belassene Achsabweichungen zu vermeiden, da auch diese den Remodelingprozess deutlich erhöhen. (v. Laer 1986). Bei gelenknahen oder gelenkbeteiligten Frakturen ist es dazu außerordentlich wichtig, die Gelenkfläche exakt wiederherzustellen. (Schmittenebecher und Menzel 2005).

In den letzten Jahren konnte man eine Entwicklung von der konservativen hin zur operativen Therapie beobachten. Die primäre Osteosynthese lehnte man bis vor einigen Jahren auf Grund der Nachteile und Risiken eines operativen Vorgehens ab. Hier spielten unter anderem die Gefahr der Osteitis sowie der notwendige Zweiteingriff zur Metallentfernung eine Rolle. Deshalb wurde ein operatives Vorgehen nur bewilligt, wenn eine zwingende Indikation bestand (Siebert und Pannike 1984). Zudem sind Schäden, die auf eine lange Immobilisation zurückgeführt werden, bei Kindern kaum bekannt (Fuchs et al. 2003). Seit Beginn der 1990er Jahre hat sich diese Einstellung geändert (Hedin 2004). Der Trend geht immer weiter hin zu einer primären operativen Versorgung (Kocher et al. 2009). Nach Maier et al. wird mittlerweile in 62% der Fälle eine operative Therapie gewählt (Maier et al. 2003). Grundsätzlich gilt jedoch, dass man unter Berücksichtigung aller Begleitumstände die optimale Therapie mit dem minimalen Aufwand und dem optimalen Ergebnis für den einzelnen Patienten finden muss (v. Laer 1986). Das Alter spielt bei der Wahl der Therapie eine entscheidende Rolle (Hedin 2004). So werden junge Kinder vorwiegend konservativ

behandelt (Maier et al. 2003). Bei älteren Kindern wird die operative Therapie bevorzugt. Als Gründe werden hierfür die mit zunehmenden Alter abnehmende Heilungs- und Korrekturpotenz, sowie die folglich ansteigende Immobilisationsdauer angegeben (Feld et al. 1993). Hinzu kommt, dass die benötigte Ruhigstellung über Wochen bei älteren Kinder kaum durchsetzbar ist (Dietz et al. 2001).

Die Altersgrenze für eine konservative Therapie wird jedoch in der Literatur unterschiedlich gezogen. So sehen einige Autoren die Grenze zur Operation ab dem vollendeten vierten Lebensjahr (Maier et al. 2003; Shirzad et al. 2004; Lögters et al. 2009; Dietz und Schlickewei 2011) oder ab dem Ende des Kleinkindalters (Dietz et al. 2001). Andere Autoren befürworten ein operatives Vorgehen bereits ab dem dritten Lebensjahr (Hehl et al. 1993; Braun et al. 1995; v. Laer und Kraus 2007). Auch in der Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie wird das operative Verfahren ab dem dritten Lebensjahr als Verfahren der Wahl angesehen (www.awmf.org).

Undislozierte Frakturen werden konservativ behandelt, was einen Unterschied zu den Frakturen im Erwachsenenalter darstellt. Jedoch muss die konservative Vorgehensweise auch zumutbar sein. Die Zumutbarkeit einer langen Immobilisation nimmt mit dem Alter des Patienten ab. Intolerabel dislozierte Frakturen müssen reponiert werden und benötigen somit auch meist eine Retention durch eine Osteosynthese (v. Laer und Kraus 2007).

2.5.1 Konservativ

Die konservative Therapie stellt mittlerweile nicht mehr grundsätzlich die Therapie der Wahl dar (Kuner et al. 1998). Nach v. Laer und Kraus kann jedoch auch heute noch das Behandlungsziel häufig durch eine konservative Behandlung erreicht werden. Hierbei ist für eine konservative Therapie ein ebenso großes Können erforderlich wie für eine operative Therapie (v. Laer und Kraus 2007). Wichtig ist jedoch, die jeweiligen Indikationen zu berücksichtigen.

Eine konservative Therapie kann nur dann verwendet werden, wenn eine Retention

möglich ist. Andernfalls muss die Osteosynthese erfolgen (Schmittbecher und Menzel 2005). Liegen eine Dislokation oder multiple Verletzungen vor, wird im Allgemeinen auch eine operative Therapie bevorzugt (Kuner et al. 1998; v. Laer und Kraus 2007).

Neugeborene, Säuglinge und Kleinkinder werden hauptsächlich konservativ behandelt. Das Durchschnittsalter der konservativen Therapie liegt in der Literatur bei Werten zwischen 2,2 Jahren (Maier et al. 2003) und 4,0 Jahren (Kuner et al. 1998).

Bei der konservativen Therapie unterscheidet man hauptsächlich zwischen der Behandlung mit einem Gips und der Extensionsbehandlung. Die Gipsbehandlung erfolgt meist mit Hilfe eines Beckenbeingipses. In seltenen Fällen wird auch mit einem Oberschenkelgips behandelt. Bei Extensionsbehandlung gibt es die Möglichkeit einer Overhead-Extension, sowie einer Extension am Weber-Bock (v. Laer 1986). Zur Anwendung kommen heutzutage vor allem der Beckenbeingips und die Overhead-Extension (Dietz et al. 2001; Maier et al. 2003). Die Weber-Bock-Extension wurde lange Zeit im Schulkindalter bis zum zehnten Lebensjahr verwendet (Kuner 1991). Heute ist man jedoch der Meinung, dass bei älteren Kindern die Extensionsbehandlung auf Grund der Unbequemlichkeit, der langen stationären Behandlungsdauer und der vermehrt auftretenden Achsabweichungen nicht mehr in Frage kommt. Auch der Beckenbeingips ist durch die benötigte Ruhigstellung über Wochen bei älteren Kindern kaum durchsetzbar. (Dietz et al. 2001). Die Bereitschaft zur konservativen Therapie nimmt also mit dem Alter des Patienten ab.

2.5.1.1 Beckenbeingips

Laut Dietz et al. ist der Beckenbeingips bis zum Kleinkindalter das optimale Verfahren (Dietz et al. 2001). Das Durchschnittsalter der Kinder liegt bei 4,5 Jahren (Kuner et al. 1998).

Wichtig bei der Gipsbehandlung ist die Ruhigstellung der beiden angrenzenden Gelenke (Schmittbecher und Menzel 2005). Bei Neugeborenen und Säuglingen sollte im Hüft- und Kniegelenk eine 90°/90°- Winkelstellung angestrebt werden, bei

Kleinkindern dagegen eine 50°/50°-Stellung. Der Beckenbeingips sollte so liegen, dass im Hüftgelenk keine Abduktion, sondern eine Neutralstellung vorliegt. Dies ist wichtig, um eine sekundäre Außenrotation zu verhindern (Dietz et al. 2001). Das gegenseitige Femur sollte mit eingeschlossen werden. Bei sehr weit distal gelegenen Femurfrakturen kann alternativ auch ein Oberschenkelgips angelegt werden. Sowohl die Behandlung mit Beckenbeingips als auch die Behandlung mit Oberschenkelgips kann ambulant erfolgen (Schmittenebecher und Menzel 2005), was einen großen Vorteil gegenüber den anderen Therapieverfahren darstellt (Dietz et al. 2001).



Abb. 11: Behandlung mit einem Beckenbeingips

2.5.1.2 Extensionsbehandlung

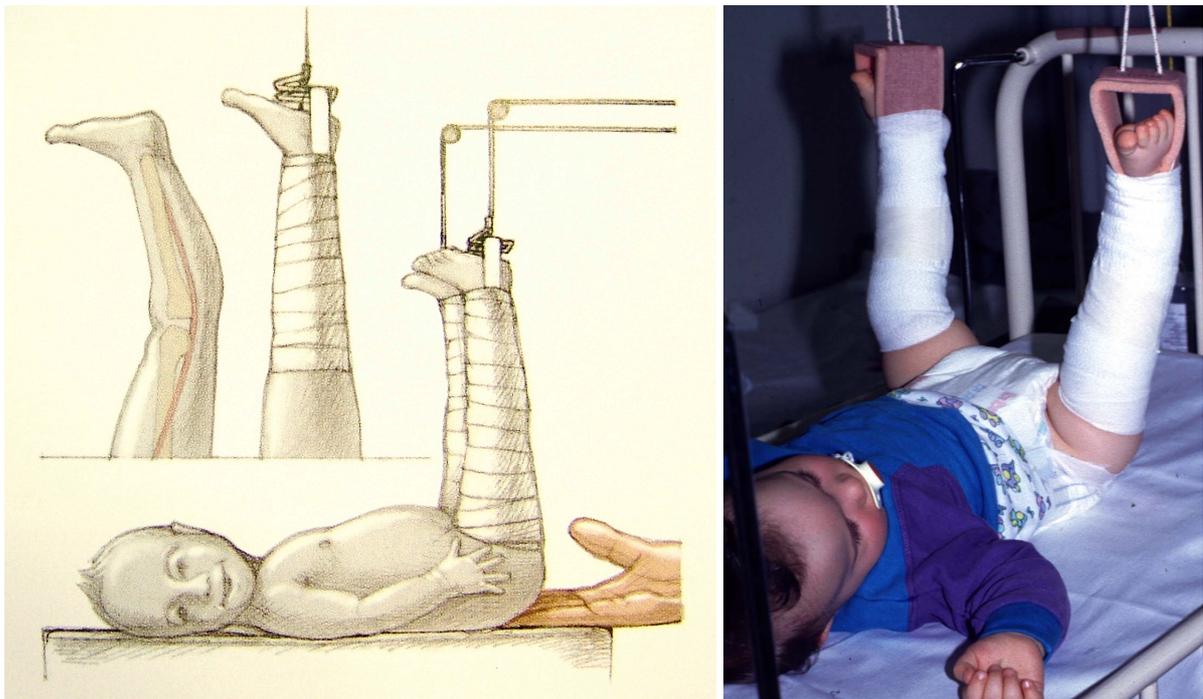
Die Extensionsbehandlung wurde lange Zeit auch bei älteren Kindern regelhaft eingesetzt, wenn es sich um eine Monoverletzung handelte (Golser et al. 1991). Heute wird die Verwendung bei älteren Kindern nicht mehr befürwortet (v. Laer und Kraus 2007). Eine Extensionsbehandlung kommt hauptsächlich bei Frakturen in Frage, die eine hohe Tendenz zur Verkürzung haben und die auf anderem konservativen Weg nicht reponiert oder reteniert werden können. Dies sind meist dislozierte Frakturen.

Die Extensionsbehandlung wird optimalerweise mit einer Hyperextension von 1/5 des Körpergewichts durchgeführt, da so eine achsengerechte Stellung der Fraktur gewährleistet wird. Es ist außerordentlich wichtig während der gesamten Extension

regelmäßig eine Prüfung der Peripherie durchzuführen. Die Extensionsbehandlungen erfordern eine zusätzliche oder anschließende Gipsruhigstellung (v. Laer 1986). Nachteile der Extensionsbehandlung sind die relativ hohen Kosten sowie die lange stationäre Behandlungsdauer (Dietz et al. 2001).

Overhead-Extension

Die Meinungen über die Anwendung der Overhead-Extension gehen in der Literatur weit auseinander. Nach v. Laer und Kraus hat die Extension keine klinische Bedeutung mehr (v. Laer und Kraus 2007). Viele Autoren sehen die Overhead-Extension jedoch immer noch als ein geeignetes Verfahren für junge Kinder an. Uneinig ist man sich allerdings über die obere Altersgrenze. Sie liegt bei den verschiedenen Autoren zwischen dem dritten und dem sechsten Lebensjahr (Hehl et al. 1993; Dietz et al. 2001; Fuchs et al. 2003; Maier et al. 2003). Das Durchschnittsalter liegt bei 2,2 Jahren (Kuner et al. 1998).



a) Abb. 12: Behandlung mit einer Overhead-Extension a) (Schlickewei et al. 2006; S.654) b) Universitätsmedizin Göttingen

Die Overhead-Extension wird ohne Narkose, in leichter Sedierung angelegt. Es werden Heftpflaster verwendet, die spiralg angeordnet sind. Wichtig ist dabei darauf zu achten, dass das Fibulaköpfchen frei bleibt. Andernfalls besteht das Risiko, dass Druckschäden des N. fibularis entstehen. Die Beine werden dann vertikal nach oben aufgehängt (v. Laer 1986). Nach drei Wochen kann die Extension abgenommen und der Patient mobilisiert werden (Schmittbecher und Menzel 2005). Die Dauer der stationären Behandlung beträgt im Mittel 17,4 Tage (Fuchs et al. 2003).

Als Komplikationen der Overhead-Extension können Peronäusparesen und Kompartmentsyndrome auftreten. Zusätzlich kommen häufig Hautläsionen vor, die jedoch schnell abheilen (Schmittbecher und Menzel 2005). Auch ist die Gefahr von Rotationsabweichungen gegeben (Dietz et al. 2001).

Weber-Bock-Extension

Im Gegensatz zu der Overhead-Extension wird die Weber-Bock-Extension heute in der Literatur einhellig abgelehnt. (Maier et al. 2003; v. Laer und Kraus 2007). Vor einigen Jahren wurde sie noch regelhaft verwendet. Das bevorzugte Alter für die Extensionsbehandlung auf dem Weber-Tisch lag nach v. Laer zwischen dem vierten und dem zehnten Lebensjahr (v. Laer 1986). Das durchschnittliche Alter lag bei 4,1 Jahren (Kuner et al. 1998).

Extensionen können mit Steinmann-Nägeln sowie mit der perkutanen Kirschner-Draht-Spickung durchgeführt werden. Die Verwendung von Steinmann-Nägeln ist eher zu empfehlen, da mit ihnen ein deutlich geringeres Risiko für Infektionen verbunden ist. Der Steinmann-Nagel wird suprakondylär von Hand in das Femur eingedreht. Hierfür wird eine Kurzarkose verwendet. Bei Bewegungen in der Extension bewegt sich nicht der Steinmann-Nagel, sondern nur der Extensionsbügel. Dies ist wichtig, damit keine Infektionsgefahr besteht. Die gesunde Seite kann mit Hilfe von Heftpflasterzügen extendiert werden. Lediglich bei adipösen Patienten wird auch an der Gegenseite ein Steinmann-Nagel verwendet. Bei Konsolidierung der Fraktur kann die Extension abgenommen werden. Nach Abnahme der Extension sollte der Patient die Mobilisation selbst durchführen, was am besten Zuhause in gewohnter Umgebung gelingt. Deswegen sollte er direkt nach Abnahme der Extension nach

Hause entlassen werden (v. Laer 1986). Der stationäre Aufenthalt dauert im Durchschnitt 23,7 Tage (Fuchs et al. 2003).

Ein typisches Problem der Weber-Bock-Extension stellen neben der Gefahr einer Infektion durch den Steinmann-Nagel vor allem Rotationsabweichungen des betroffenen Beines dar (Fuchs et al. 2003).



Abb. 13: Behandlung mit einer Weber-Bock-Extension

2.5.2 Operativ

In den letzten Jahren wird immer mehr ein operatives Vorgehen bei älteren Kindern bevorzugt. Das Durchschnittsalter der operierten Patienten liegt bei 6,7 Jahren (Kuner et al. 1998).

Es gibt einige zwingende Indikationen für ein operatives Vorgehen. Dazu gehören offene Brüche, Polytraumen, Mehrfachverletzungen, lokale Zusatzverletzungen und Weichteilschäden (Kuner 1991). Jedoch wird heute auch bei unkomplizierten Frakturen die Indikation zum operativen Vorgehen gestellt. Mittlerweile ist die Osteosynthese zu einem wesentlichen Bestandteil bei der Behandlung von kindlichen Femurfrak-

turen geworden (Kuner et al. 1998). Ziele der operativen Therapie sind möglichst hohe Stabilität, Vermeidung von Folgeschäden, sowie eine Ermöglichung früher Mobilisation (Schmittbecher und Menzel 2005).

Die drei hauptsächlich verwendeten operativen Verfahren sind die ESIN, der Fixateur externe und die Plattenosteosynthese. Der Marknagel ist im Wachstumsalter kontraindiziert, da er die Gefahr einer Verletzung der Wachstumsfuge (Rettig und Pörschke 1987) und einer iatrogenen Hüftkopfnekrose birgt. Bei Adoleszenten, bei denen die Wachstumsfuge schon geschlossen ist, kann er jedoch verwendet werden (Dietz et al. 2001).

Bei den einzelnen Verfahren treten mehr oder weniger häufig postoperative Komplikationen auf. Am häufigsten sind tiefe Infektionen, verzögerte Frakturheilung, Fehlstellungen und Refrakturen (Kuner et al. 1998).

2.5.2.1 Elastisch Stabile Intramedulläre Nagelung

Seit einigen Jahren wird die Elastisch Stabile Intramedulläre Nagelung (ESIN) für kindliche Femurfrakturen bevorzugt (Synonyme: Nancy-Nagelung; Prévot-Nagel; ECMES = Embrochage centromédullaire élastique stable). Meist wird eine Altersgrenze von vier Jahren angegeben (Maier et al. 2003; Houshian et al. 2004; Shirzad et al 2004; Maier und Marzi 2008). Nach Dietz et al. hingegen sollte sie für Kleinkinder nur in Einzelfällen erwogen werden (Dietz et al. 2001).

Das Prinzip der ESIN besteht aus der Verspannung zweier elastischer Titan-Nägel, die auf Höhe der Metaphyse in den Markraum implantiert werden. Die Implantation erfolgt dabei gegenläufig, so dass ein Nagel von lateral, der andere Nagel von medial implantiert wird. Im Markraum spannen sich diese auf Frakturhöhe ovalär auf und werden so an drei Punkten abgestützt (Dietz et al. 1997; Rether 2005). Hier wird in den meisten Fällen ein retrogrades Vorgehen angewendet (Dietz et al. 2001). Müssen die Nägel von proximal eingebracht werden, etwa bei sehr distalen Frakturen, werden beide Nägel von lateral implantiert. Dieses Verfahren ist früh übungs- und belastungsstabil. Es ist keine zusätzliche Gipsbehandlung nötig und die Mobilisation

kann sofort stattfinden (Schmittenebecher und Menzel 2005).

Bei der ESIN wird die Wachstumsfuge nicht beschädigt, weshalb sie ein ideales Verfahren für Kinder darstellt (Kuner et al. 1998). Die durchschnittliche stationäre Behandlungsdauer ist gering. Sie liegt bei verschiedenen Autoren zwischen 4,8 und 8 Tagen (Maier et al. 2003; Houshian et al. 2004; Jubel et al. 2004 a; Joeris et al. 2005; Mutimer et al. 2007). Beinlängendifferenzen nach ESIN betragen selten mehr als 1 cm (Jubel et al. 2004 a) und liegen somit im physiologischen Bereich.

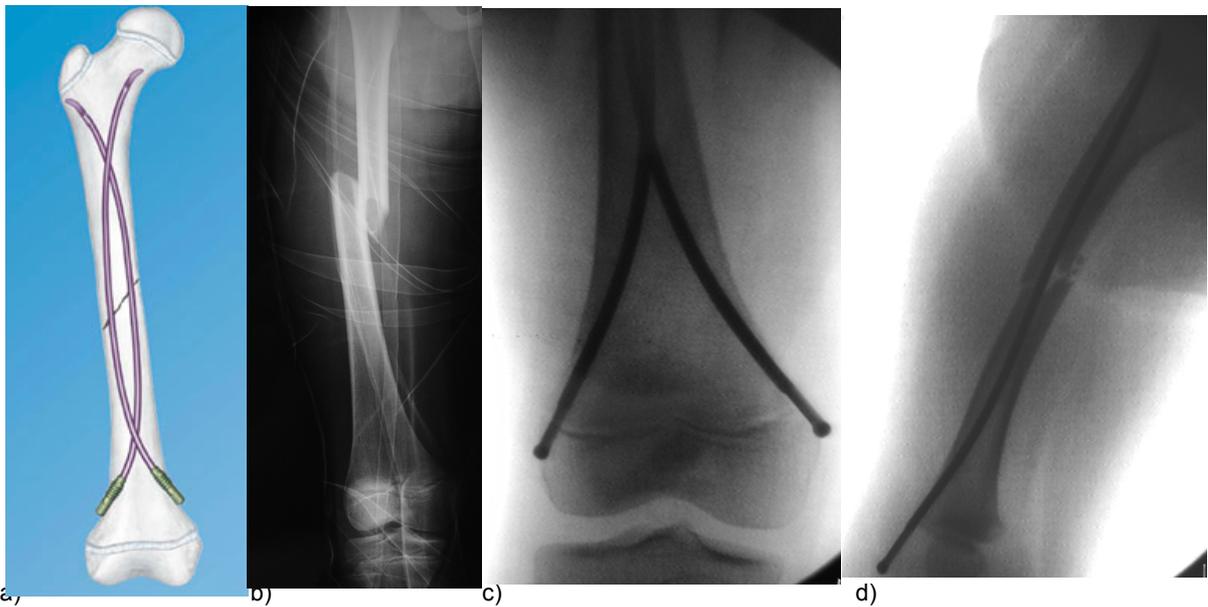


Abb. 14: a) Prinzip der 3-Punktverspannung der elastischen Markdrähte (ESIN) (www2.aofoundation.org); b) Diaphysäre dislozierte Femurfraktur; c) Therapie der diaphysären Femurfraktur mit einer ESIN; d) Mit einem einzelnen ESIN-Nagel versorgte diaphysäre Femurfraktur eines Säuglings

2.5.2.2 Plattenosteosynthese

Im Hinblick auf die Verwendung der Plattenosteosynthese im Kindesalter herrscht in der Literatur kein Konsens. In den 1990er Jahren wurde die Plattenosteosynthese von einigen Autoren als Standardverfahren angesehen (Schlickewei et al. 1999). Nach einer Studie von Kuner et al. wurde sie bei etwa 80% der operativ versorgten Kinder verwendet, da sie ein komplikationsarmes Verfahren darstellt (Kuner et al. 1998). Nach Dietz et al. sollte die Plattenosteosynthese jedoch nicht mehr verwendet werden. Als Grund geben sie den aufwändigen Eingriff, die verzögerte Belastungsstabilität, den großen Zweiteingriff und die kosmetisch störenden Narben an (Dietz et al. 2001). Auch Schmittenebecher und Menzel sowie Lögters et al. sind der Meinung,

dass die Plattenosteosynthese nur noch bei Sonderindikationen durchgeführt werden sollte (Schmittbecher und Menzel 2005; Lögters et al. 2009). Dagegen wird von anderen Autoren die Plattenosteosynthese auf Grund der geringen Komplikationsrate (Sink et al. 2010) und der guten klinischen Ergebnissen (Kuremsky und Frick 2007) immer noch als ein geeignetes Verfahren angesehen. Definitive Indikationen für die Plattenosteosynthese sind nach Kuner Polytraumen, offene Frakturen, Schädel-Hirn-Trauma und gleichzeitige Gefäß-Nerven-Verletzungen. Empfohlen wird sie bei subtrochantären Frakturen, Zwei-Etagen-Frakturen, doppelseitigen sowie irreponiblen Frakturen (Kuner 1991).



Abb. 15: Mit einer Plattenosteosynthese versorgte diaphysäre Femurfraktur; Röntgenaufnahmen vor und während der Therapie



Abb. 16: Narbenbildung am lateralen Oberschenkel nach minimal-invasiver Technik

Die Platte wird über einen lateralen Zugang eingebracht. Sie sollte auf der Zugseite, lateral, liegen und so lang sein, dass in jedem Hauptfragment drei Schrauben sicheren Halt finden (Kuner et al. 1998). Wichtig bei proximalen und distalen Frakturen ist, dass die Epiphysenfuge nicht von einer Schraube tangiert wird. Die Mobilisation nach Plattenosteosynthese erfolgt nach drei bis vier Tagen an Unterarmgehstützen. Als Komplikationen sind unter anderem lokale Infektionen, verzögerte Knochenbruchheilung, Pseudarthrosen, Metalllockerung oder -bruch zu beobachten. Wird das Bein nach Entfernung der Platte zu stark belastet, kann eine Refraktur auftreten, wodurch eine erneute Osteosynthese notwendig wird (Kuner 1991). Nachteile dieses Verfahrens sind die fehlende Belastungsstabilität, die Notwendigkeit einer aufwendigen Metallentfernung, sowie das Auftreten einer deutlich größeren Narbe (Lögters et al. 2009). Die Narbengröße kann durch eine minimal-invasive Technik minimiert werden. Bei geeigneter Indikation wird hierbei die Platte durch zwei kleine Inzisionen perkutan eingeschoben. Ein zusätzlicher Vorteil ist hierbei, dass die Frakturzone nicht freigelegt wird und somit keine weitere Schädigung der kortikalen Perfusion stattfindet (Wanner und Trentz 2008).

2.5.2.3 Fixateur externe

Der Fixateur externe wurde vor 20 Jahren häufig zur Behandlung von kindlichen Femurfrakturen eingesetzt (Kuner 1991). Auf Grund der höheren Komplikationsrate gegenüber anderen operativen Verfahren (Ramseier et al. 2010) sowie der Nachteile wie mangelnder Patientenkomfort und verzögert einsetzende Konsolidierung ist der Fixateur externe heute nur noch Spezialindikationen vorbehalten. Als Indikation gelten unter anderem Trümmerfrakturen, sowie Frakturen mit großen Weichteildefekt (Maier et al. 2003). Zusätzliche Indikationen sind metaphysäre Querfrakturen, die andernfalls nicht ausreichend retiniert werden können (Schmittbecher und Menzel 2005). Vorteile bietet der Fixateur externe auch bei Spiralfrakturen, bei Frakturen mit Biegungs- und Drehkeilen sowie bei Mehrfragmentfrakturen. Hierdurch kann die Beinlänge aufrecht erhalten werden (Dietz et al. 2001; Schmittbecher und Menzel 2005). Bei unkomplizierten Quer- und Schrägbrüchen ist er jedoch nicht indiziert. Hier wird eine ESIN bevorzugt (Dietz et al. 2001).

Komplikationen sind bei Behandlung mit dem Fixateur externe häufig. Laut Weinberg et al. hat er eine Komplikationsrate von 19,1% (Weinberg et al. 1994). Hierzu zählen die Gefahr einer Pin-Infektion mit 7,2%, sowie eine verzögerte Frakturheilung (Dietz et al. 2001). Auch kommt es häufig zu einer starken Narbenbildung (Kuner 1991).

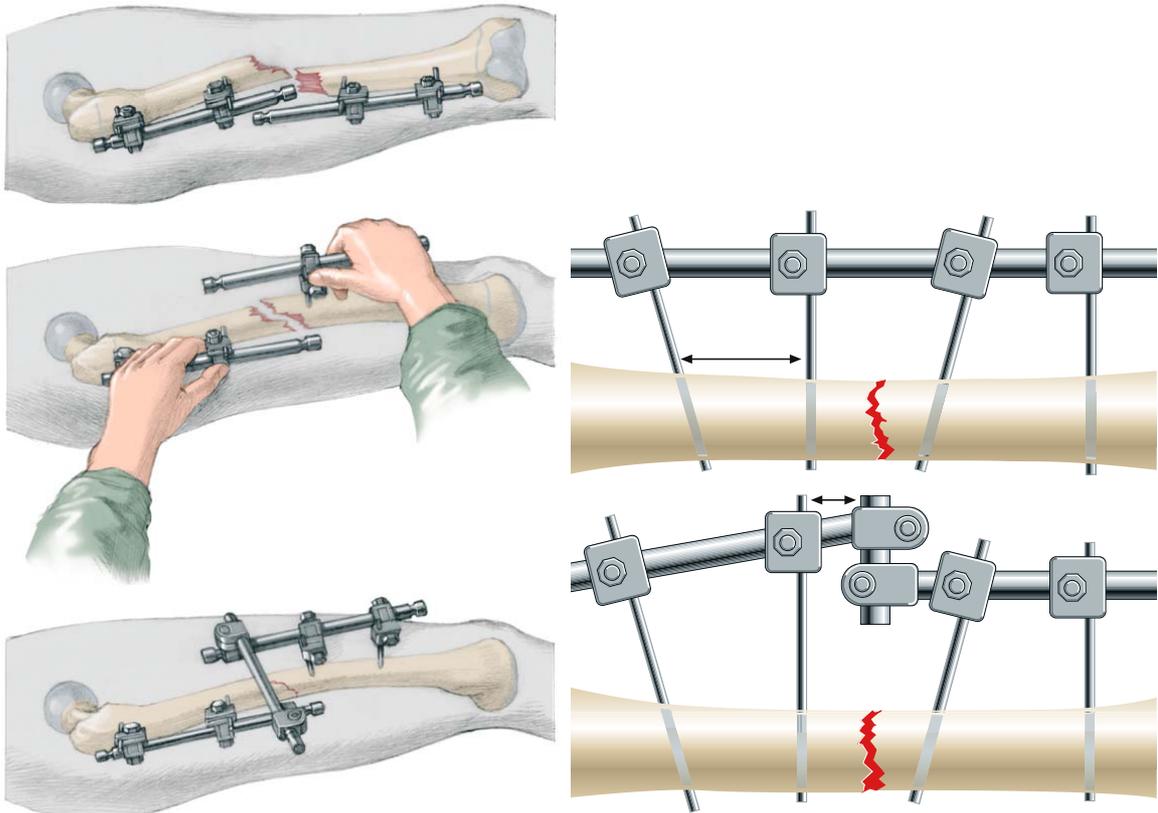


Abb. 17: Prinzip der Behandlung mit einem Fixateur externe (Schlickewei et al. 2006; S. 663)

2.5.2.4 Schraubenosteosynthese

Die Schraubenosteosynthese wird nur bei Kindern ab einem Alter von vier Jahren angewendet (Dietz 2009). Sie ist bei Frakturen des Schenkelhalses ein geeignetes Verfahren (Täger et al. 2009), wenn die Fraktur nicht zu nah an der Epiphysenfuge liegt. Diese sollte nicht tangiert werden. Auch epiphysäre Frakturen sowie Übergangsfakturen können mit einer Schraubenosteosynthese versorgt werden. Die Schrauben können über vorher eingebrachte K-Drähte implantiert werden. Empfohlen wird bis zum zehnten Lebensjahr eine zusätzliche Beckenbeingipsbehandlung durchzuführen. Die Mobilisierung findet nach zwei bis drei Wochen an Unterarmgehstützen statt (Schmittenebecher und Menzel 2005).



a) b)
Abb. 18: Behandlung mit einer Schraubenosteosynthese; a) proximale Femurfraktur; b) distale Femurfraktur

2.5.2.5 K-Draht-Osteosynthese

K-Draht-Osteosynthesen sind für distale und proximale Frakturen, die im Gips nicht retiniert werden können, geeignet. Auch zur exakten Wiederherstellung von Gelenkflächen bei gelenknahen Frakturen, sowie bei subtrochantären und supracondylären Frakturen können sie verwendet werden.

Es werden drei bis vier K-Drähte in den Schenkelhals eingebracht und mit der Spitze im Femurkopf platziert. Dies kann offen oder geschlossen erfolgen (Schmittenebecher und Menzel 2005). Eine große Gefahr liegt in der Verletzung der Epiphysenfuge und somit in einer daraus resultierenden hemmenden Wachstumsstörung. Um diese zu vermeiden, ist es wichtig die Drähte sehr steil einzubringen und nicht zu dicke Drähte zu verwenden (v. Laer 1986). Zusätzlich ist es wichtig, das Drahtende nach der Implantation umzubiegen und unter der Haut zu versenken, da es andernfalls zu einer Wanderung der Drähte kommen kann (Dresing 2011 b). Bis zum zehnten Lebensjahr ist eine zusätzliche Beckenbeingips-Behandlung erforderlich, danach kann darauf verzichtet werden (v. Laer 1986; Schmittenebecher und Menzel 2005). Mit der Mobili-

sierung kann nach zwei bis drei Wochen an Unterarmgehstützen begonnen werden. (Schmittbecher und Menzel 2005).

2.5.2.6 Marknagel

Der Marknagel wird standardmäßig anterograd implantiert und stellt für Erwachsene ein geeignetes Verfahren dar (Lögters et al. 2009). Auch bei Adoleszenten, bei denen die Epiphysenfuge schon geschlossen ist, kann er zur Anwendung kommen. Bei Kindern, die sich noch im Wachstum befinden, ist er jedoch absolut kontraindiziert (Dietz und Schlickewei 2011). Die Gefahr besteht zum einen in einer Schädigung der Epiphysenfuge bei Marknagelimplantation, wodurch es zu Fehlstellungen des Femurkopfes kommen kann (Rettig und Pörschke 1987). Häufig tritt eine Valgisierung des Schenkelhalses auf (Kuner 1991). Zum anderen besteht durch die zu dicken Nägel, die für Erwachsene entwickelt wurden, bei der anterograden Implantation der Marknagel die Gefahr des Untergangs der Hüftkopfgefäße (Orler et al. 1998). Zwar tritt diese Komplikation selten auf, hat jedoch die schwerwiegende Folge einer avaskulären Hüftkopfnekrose. Eine Rolle spielt hierbei die Eintrittsstelle des Marknagels. MacNeil et al. zeigten, dass ein sehr lateraler Eintritt an der lateralen Seite des Trochanter majors das Risiko einer avaskulären Hüftkopfnekrose deutlich reduziert (MacNeil et al. 2011).

2.5.2.7 Proximaler Femurnagel

Der proximale Femurnagel (PFN) ist genau wie der Marknagel bei noch offener Wachstumsfuge kontraindiziert. Ist die Epiphysenfuge geschlossen kann er bei per-trochantären, intertrochantären und subtrochantären Frakturen angewendet werden. Vorteile bietet er vor allem bei Kombinationsbrüchen aus per- und subtrochantären Frakturen sowie bei Mehrfragment- und Trümmerfrakturen. Er ist jedoch auch im Adoleszentenalter ein selten angewendetes Verfahren (Wanner und Trentz 2008; Wagner und Rüter 1999).

2.5.3 Wahl der adäquaten Therapie

2.5.3.1 Proximale Frakturen

Proximale Femurfrakturen sollten nur bei Kindern bis zum fünften Lebensjahr konservativ behandelt werden und dann auch nur, wenn sie undisloziert sind. Das kommt allerdings sehr selten vor (Wagner und Rüter 1999; Schmittbecher und Menzel 2005; v. Laer und Kraus 2007). Ist die Fraktur disloziert, sollte operiert werden, da sie viele Komplikationen wie Beinverkürzung, Pseudarthrosen, Wachstumsstörungen und Femurkopfnekrosen hervorrufen kann (Schmittbecher und Menzel 2005). Hier werden hauptsächlich die K-Draht- oder Schraubenosteosynthese verwendet (Wanner und Trentz 2008). Intertrochantäre Frakturen werden dagegen eher mit einer ESIN oder mit einer Plattenosteosynthese versorgt (Slongo et al. 2006; Strohm et al. 2006). Vor allem die Schenkelhalsfraktur stellt bei Kindern und Jugendlichen eine absolute OP-Indikation dar, da die Gefahr einer Hüftkopfnekrose durch Verletzung der Gefäße besteht (Wanner und Trentz 2008).

2.5.3.2 Schafffrakturen

Schafffrakturen sind meist disloziert. Bei kleinen Kindern kann eine Behandlung mit der Overhead-Extension (Dietz und Schlickewei 2011) oder im Beckenbeingips erfolgen. Bei älteren Kindern sollte immer eine Osteosynthese durchgeführt werden (v. Laer und Kraus 2007), wobei hauptsächlich die ESIN, bei komplizierteren Frakturen auch die Plattenosteosynthese oder der Fixateur externe verwendet werden. Bei subtrochantären sowie supracondylären Schafffrakturen können alternativ zu den anderen operativen Verfahren die K-Draht- und Schraubenosteosynthese verwendet werden (Schmittbecher und Menzel 2005).

2.5.3.3 Distale Frakturen

Distale Frakturen bergen sehr stark die Gefahr einer hemmenden Wachstumsstörung. Dies ist auf die große Potenz sowie auf den späten Verschluss der distalen Wachstumsfuge zurückzuführen. Man sollte deshalb auf unnötige Manipulation verzichten und die Epiphysenfuge möglichst schonen (v. Laer und Kraus 2007). Handelt es sich um Stauchungsbrüche, undislozierte Epiphysenlösungen oder leicht dislozierte Biegungsfrakturen ist dies gut möglich. Hier kann man konservativ mit einem

Oberschenkelgips (Schmittbecher und Menzel 2005) oder auch einem Beckenbeingips behandeln (Dietz et al. 2001). Dislozierte Biegungsfrakturen, Epiphysenlösungen und Epiphysenfrakturen müssen dagegen exakt reponiert und dann operativ versorgt werden, um die Beinlängendifferenz möglichst gering zu halten. Hier kommen die K-Draht- und Schraubenosteosynthese, sowie der Fixateur externe in Frage (Schmittbecher und Menzel 2005). Auch die ESIN kann bei distalen Frakturen verwendet werden. Sie sollte dann anterograd durchgeführt werden (Dietz et al. 2001).

3 Material und Methoden

3.1 Art der Studie

Bei der durchgeführten Studie handelt es sich um eine retrospektive Studie. Es wurden Kinder und Jugendliche untersucht, die im Zeitraum von Januar 1992 bis Dezember 2008 eine Femurfraktur erlitten haben. Die Studie fand an der Universitätsmedizin Göttingen statt.

3.2 Patienten

Einschlusskriterien waren:

- Patientenalter bis 18 Jahre
- Unfallzeitpunkt im Zeitraum von Januar 1992 bis Dezember 2008.

Ausschlusskriterien waren:

- Patientenalter über 18 Jahre
- fehlendes Einverständnis der volljährigen Patienten beziehungsweise der Eltern.

Insgesamt wurden 210 Patienten, die diese Kriterien erfüllen, in der Universitätsmedizin Göttingen behandelt.

3.3 Datenerhebung

Folgende Daten wurden erhoben:

- Personenmerkmale
- Unfalldatum, Unfallhergang
- Frakturklassifikation
- Begleitverletzungen
- Therapie
- Stationäre Aufenthaltsdauer
- Komplikationen und Reoperationen
- Mobilisierung
- Poststationärer Verlauf.

Die Daten wurden zusammengetragen aus den Krankenakten, dem Röntgensystem (MEDOS), aus dem Klinikinformationssystem (SAP) und der Operationsberichts-

Datenbank. Zur Verarbeitung der Daten wurde eine Datenbankmaske mit dem Programm FileMaker Pro 9 entwickelt und programmiert, in der die gewonnenen Daten der 210 Patienten gespeichert wurden. Während des Vorgangs der Datensammlung wurden die Datensätze pseudonymisiert. Die personenbezogenen Daten wurden unter besonderen Schutzvorkehrungen getrennt von den pseudonymisierten Daten aufbewahrt. Am Ende der Datensammlung wurden die Daten vollständig anonymisiert, so dass eine Zurückverfolgung nicht mehr möglich war. Die Datenerhebung erfolgte in einem abgeschlossenen, nicht für die Öffentlichkeit zugänglichen Raum der Universitätsmedizin Göttingen (Raum 3B1 004-1).

3.4 Fragebogen

Um Informationen über das derzeitige Befinden der Patienten zu erhalten und um fehlende Informationen der Datenbank zu vervollständigen, wurde ein standardisierter Fragebogen entwickelt.

Patienten, die schon volljährig waren, wurde der Fragebogen direkt zugeschickt. Bei minderjährigen Patienten wurde er an die Eltern adressiert. Zusätzlich wurde zu jedem Fragebogen ein Brief an den Patienten beziehungsweise an die Eltern und an den minderjährigen Patienten gerichtet, in dem der Zweck der Studie vorgestellt wurde. Außerdem wurden sie darüber aufgeklärt, dass die Beantwortung des Fragebogens, sowie die Teilnahme an der klinischen Untersuchung freiwillig sind, und dass die Daten anonymisiert behandelt werden (s. Anhang, Kap. 7).

Der Fragebogen besteht zum großen Teil aus geschlossenen Fragen, um eine einfache Beantwortung zu ermöglichen. Er beinhaltet Fragen nach der Behandlungszufriedenheit und ob Bewegungseinschränkungen, Beinlängendifferenzen, Narben oder Schmerzen vorhanden seien, die auf die Femurfraktur zurückzuführen sind. Die Patienten wurden gebeten, die Schmerzintensität anhand einer visuellen Analogskala einzuordnen. Dies ist eine Skala mit Werten von null bis zehn. Hierbei steht der Wert null für gar keinen Schmerz, der Wert zehn für unerträgliche Schmerzen. Die Patienten sollten auf dieser Skala die empfundene Schmerzstärke einzeichnen. Weiter wurden die Patienten nach dem Zeitpunkt der Mobilisierung, nach weiteren Opera-

tionen, nach Komplikationen, nach der poststationären Behandlung, nach der Länge des Schulausfalls und nach der sportlichen Aktivität gefragt. Der Fragebogen ist im Anhang angefügt (Kap.7). Von den 210 Patienten haben 76 den Fragebogen beantwortet. 32 Patienten waren unbekannt verzogen oder nicht erreichbar.

3.5 Ethikantrag

Die Studie wurde unter der Nummer 11/1/12 von der Ethik-Kommission der Universitätsmedizin Göttingen genehmigt.

3.6 Klinische Untersuchung

Die Patienten, die den Fragebogen beantwortet hatten, wurden telefonisch zur Terminvereinbarung kontaktiert.

Alle nachuntersuchten Patienten haben eine Einverständniserklärung unterschrieben, in der noch mal darüber aufgeklärt wurde, dass die Teilnahme an der Studie absolut freiwillig sei, die Daten der ärztlichen Schweigepflicht unterliegen und nach Datenerhebung direkt anonymisiert werden. Das Muster der Einverständniserklärung ist im Anhang angefügt (Kap.7).

Die Nachuntersuchung fand in den Untersuchungsräumen der Abteilung für Unfallchirurgie, Plastische- und Wiederherstellungschirurgie in der Universitätsmedizin Göttingen statt. Es war immer ein Stations- oder Oberarzt erreichbar, der bei Problemen oder aufkommenden Fragen konsultiert werden konnte. Bei der Nachuntersuchung wurden zuerst kurz der Fragebogen besprochen und offene Fragen geklärt. Danach wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

1. Untersuchung der Narben. Hierbei wurde auf die Anzahl und die Erhabenheit geachtet, sowie die Länge und Breite der Narben gemessen.
2. Messung des Beinumfangs. Es wurde der Muskelumfang nach der Neutral-Null-Methode jeweils 20cm, 15cm und 10cm oberhalb und 15cm unterhalb des inneren Kniegelenkspaltes, sowie am kleinsten Umfang des Unterschenkels gemessen. Zusätzlich wurde der Umfang des Knies auf Höhe der Kniescheibenmitte gemessen.

sen, der Umfang des Knöchels, der Umfang des Rists über dem Kahnbein und der Umfang des Vorfußballens.

3. Messung des Bewegungsausmaßes. Es wurde im Hüftgelenk, im Kniegelenk, sowie im Oberen und im Unteren Sprunggelenk das Bewegungsausmaß nach der Neutral-Null-Methode gemessen.
4. Messung der Beinlängen. Diese wurden von der Spina iliaca anterior superior bis zur Spitze des Malleolus lateralis beider Beine gemessen.

Ein Muster des Untersuchungsbogens ist im Anhang angefügt (Kap.7).

3.7 Statistische Auswertung

3.7.1 Gesamtkollektiv

Vor der Analyse wurden die anonymisierten Daten mit dem Tabellenverarbeitungsprogramm Excel (Version 12.0, MAC) erfasst. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm Statistica (V 8.0, StatSoft).

Zur deskriptiven Analyse wurden der Mittelwert, die Standardabweichung, der Median und der Range berechnet. Normalverteilte Daten wurden zwischen den beiden Gruppen mit dem T-Test verglichen. Hier wurden sowohl unabhängige als auch abhängige Variablen getestet. Für Daten, die nicht normalverteilt sind, wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Dichotome Daten wurden dagegen mit dem Chi-Quadrat-Test auf Signifikanz getestet. Das Signifikanzniveau wurde bei diesen Tests auf $p=0,05$ festgesetzt.

Um den Einfluss der Therapie auf die stationäre Aufenthaltsdauer sowie auf das Auftreten von Komplikationen zu messen, wurden die Patienten von der Auswertung ausgeschlossen, die sich im Rahmen ihrer Femurfraktur multiple Verletzungen oder ein Polytrauma zugezogen hatten, da bei diesen Patienten die lange Aufenthaltsdauer, beziehungsweise das Auftreten von Komplikationen, von anderen Variablen abhängt.

Bei der statistischen Auswertung der Verfahrenstechniken wurden nur diejenigen Verfahren berücksichtigt, deren Gruppe mehr als fünf Patienten beinhaltet, damit

eine aussagekräftige Statistik durchgeführt werden konnte. Ausgeschlossen wurden folgende Verfahren: Fixateur externe, Schraubenosteosynthese, K-Draht, Oberschenkelgips und PFN. Um die Verfahrenstechniken auf Signifikanz zu überprüfen, wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse (*Analysis of Variance* = ANOVA) durchgeführt. War bei diesem globalen Test ein signifikanter Einfluss der Verfahrenswahl zu beobachten, wurde im Paarvergleich der T-Test angewendet. Um hierbei eine hohe Anzahl an falsch positiven Werten zu vermeiden, wurde das Signifikanzniveau mit der Bonferroni-Adjustierung korrigiert, das heißt durch die Anzahl der Tests dividiert. Daraus ergab sich für diese Tests ein neues Signifikanzniveau ($p=0,05/15=0,003$).

Bei der statistischen Auswertung stellten sich zwei Messgrößen als *Confounder* (Störgrößen) heraus. Dies waren zum einen das Alter der Patienten zum Unfallzeitpunkt, zum anderen das Unfalljahr. Aus diesem Grund mussten die gemessenen Signifikanzen mit Hilfe einer logistischen Regression unter Berücksichtigung dieser beiden *Confounder* erneut auf Signifikanz getestet werden.

3.7.2 Fragebögen

Die Fragebögen wurden zum großen Teil deskriptiv ausgewertet. Insgesamt haben 76 Patienten den Fragebogen beantwortet. Zusätzlich erfolgte die Auswertung der Fragebögen der Patienten, die sich zur Nachuntersuchung bereit erklärten. Diese Ergebnisse werden in Kap 4.2. dargestellt.

3.7.3 Nachuntersuchung

Die statistische Auswertung der Ergebnisse der Nachuntersuchung konnte auf Grund der geringen Gruppengröße nicht zwischen den einzelnen Verfahren erfolgen. Hier wurde der Schwerpunkt der statistischen Auswertung auf den Vergleich zwischen konservativer und operativer Gruppe gelegt.

Ein Patient der klinischen Untersuchung hat eine angeborene Hüftdysplasie. Bei ihm ist eine Beinlängendifferenz von vier Zentimetern zu beobachten, die anamnestisch schon vor der Femurfraktur bestand. Aus diesem Grund wurde dieser Patient aus der statistischen Auswertung herausgenommen.

4 Ergebnisse

4.1 Gesamtkollektiv nach Aktenlage

In dem folgenden Kapitel soll die Darstellung der Ergebnisse aller Patienten erfolgen.

4.1.1 Geschlechterverteilung

Insgesamt wurden 210 Kinder und Jugendliche im Zeitraum von 1992 bis Ende 2008 im Universitätsklinikum Göttingen wegen einer Femurfraktur behandelt. Darunter waren 151 Jungen (71,90%) und 59 Mädchen (28,10%).

4.1.2 Unfallhergang

58 Patienten (27,62%) zogen sich ihre Femurfraktur bei einem Verkehrsunfall zu. Von diesen Patienten waren 45 männlich (77,59%) und 13 weiblich (22,41%). 56 Patienten (26,67%) stürzten aus einer Höhe von mindestens einem Meter. Bei 50 Patienten (23,81%) war ein einfacher Sturz die Ursache, 20 Patienten (9,52%) verunglückten beim Sport, vier Patienten (1,90%) fiel ein schwerer Gegenstand auf den Oberschenkel, bei weiteren vier Patienten (1,90%) war ein Rotationstrauma die Ursache und bei einem Patienten (0,48%) kam es durch Gewalteinwirkung gleichaltriger Kinder zu der Fraktur.

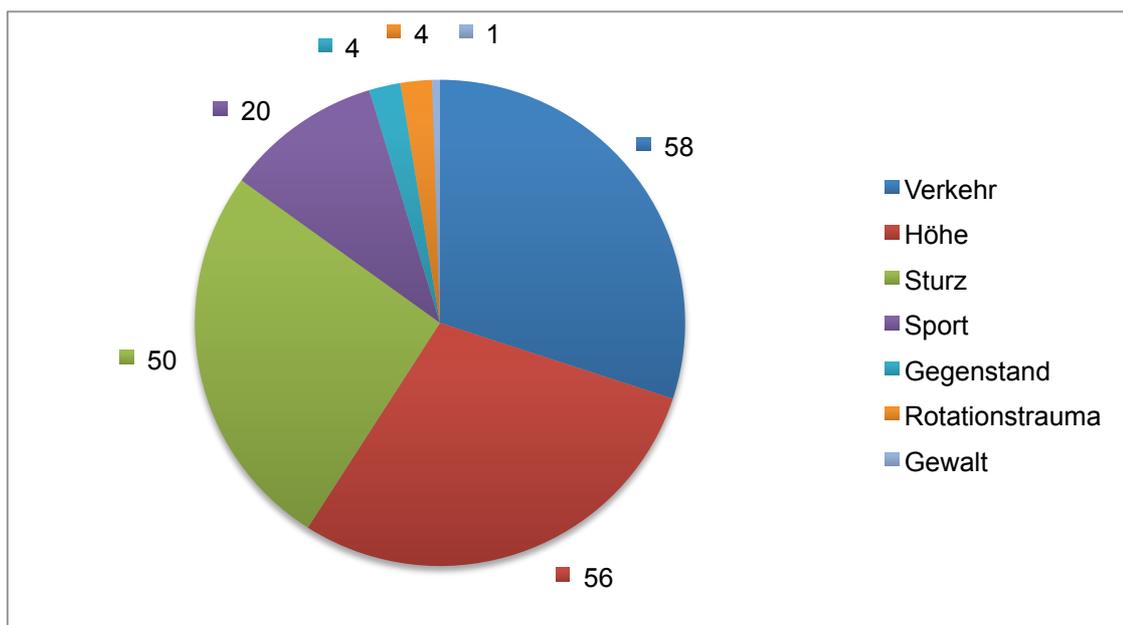


Abb. 19: Häufigkeit der Unfallursachen

4.1.3 Frakturlokalisierung und -art

187 Patienten (89,05%) wiesen eine Fraktur des Femurschafts auf, acht Patienten eine proximale (3,81%) und 15 Patienten eine distale Fraktur (7,14%). Die proximalen Frakturen waren alle metaphysär lokalisiert. Unter den distalen Frakturen waren drei metaphysäre und zwölf epiphysäre Frakturen. Insgesamt kamen 83 einfache Spiral- und Schrägfrakturen des Femurdiaphyse vor (32-D/5.1) (67 spiralförmige und 16 schräge Frakturen). Einfache Querfrakturen des Femurschafts traten bei 28 Patienten auf (32-D/4.1). Mehfragmentäre Frakturen des Femurschafts kamen bei 15 Patienten vor (32-D/4.2 und 32-D/5.2), Grünholzfrakturen bei zehn Patienten (32-D/2.1). Epiphysenfrakturen nach Salter-Harris Typ 2 traten zehnmal auf (33-E/2.1 und 33-E/2.2). Unter den proximalen Frakturen kamen bei sieben Patienten komplette pertrochantäre Frakturen vor (3.1-M/3.1 III). Andere Frakturen traten vereinzelt auf. Die genaue Häufigkeitsverteilung ist der folgenden Abbildung zu entnehmen. Teilweise waren die Unfall-Röntgenbilder der Jahrgänge 1992 bis 2000 – laut Aktenlage handelte es sich hierbei größtenteils um Fremdaufnahmen – nicht mehr im Archiv. Auch waren ältere Akten nicht vollständig geführt, sodass auf Grund dieser Datenlage bei 51 Patienten die Frakturklassifikation nicht erfolgte.

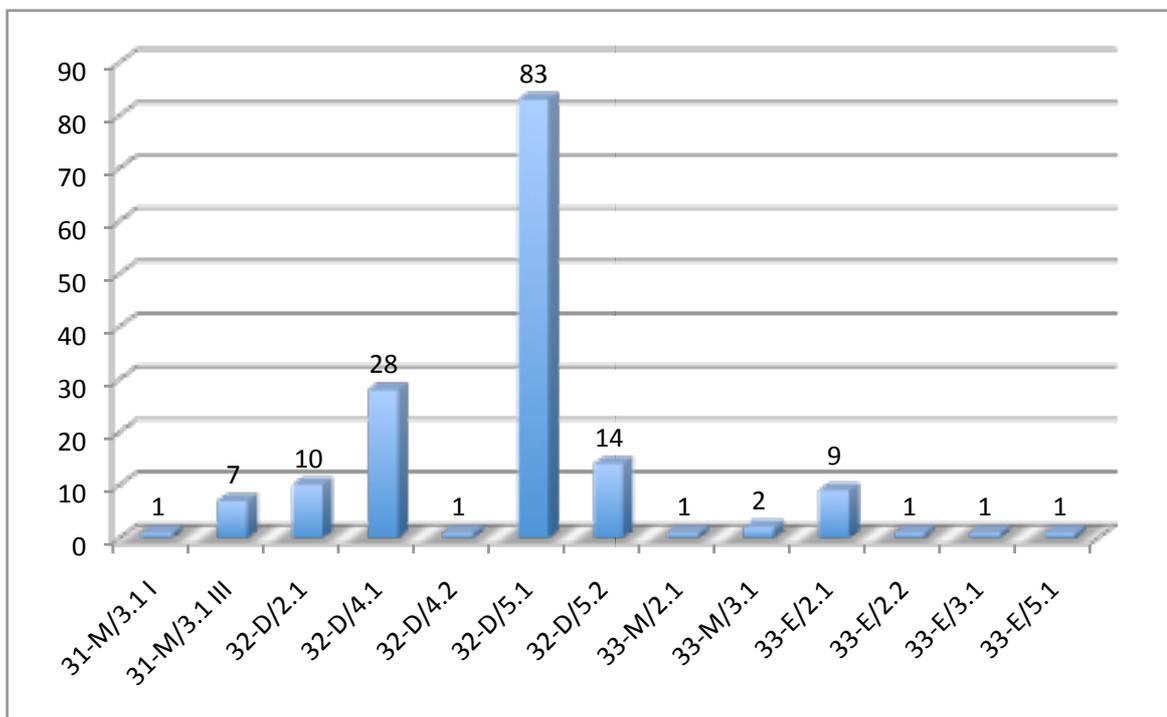


Abb. 20: Häufigkeit der Frakturlokalisierung und -art nach der AO-Klassifikation für Kinder

4.1.4 Therapie

4.1.4.1 Ambulant/stationär

Elf Patienten (5,24%) wurden ambulant behandelt. Diese haben als Verfahren alle einen Beckenbeingips erhalten. Insgesamt wurden 26,19% aller mit einem Beckenbeingips behandelten Kinder ambulant versorgt. Die anderen 199 Patienten (94,76%) wurden stationär aufgenommen.

4.1.4.2 Konservativ/operativ

Von den 210 Patienten wurden 88 (42,90%) primär mit einer konservativen und 122 (58,10%) primär mit einer operativen Methode behandelt. Teilt man die beiden Gruppen nach dem Geschlecht auf, wurden von den Jungen 66 (43,71%) konservativ und 85 (56,29%) operativ behandelt, während bei den Mädchen 23 (38,98%) konservativ und 36 (61,02%) operativ behandelt wurden. Hier gibt es keinen signifikanten Unterschied.

4.1.4.3 Verfahren

Von den Patienten, die mit einer konservativen Therapie behandelt wurden, bekamen 42 einen Beckenbeingips, 26 eine Overhead-Extension, 15 eine Weber-Bock-Extension und fünf Patienten einem Oberschenkelgips. Von den operativ behandelten Patienten wurden 49 mit einer ESIN versorgt, 42 mit einer Plattenosteosynthese. 22 mit intramedullären Verfahren, davon 21 mit dem Marknagel und einer mit dem PFN. Vier Patienten wurden mit dem Fixateur externe behandelt, drei mit einer Schraube und zwei mit einem K-Draht. Im Hinblick auf die Geschlechterverteilung gab es keinen signifikanten Unterschied. Im Folgenden werden die Häufigkeit der Verwendung der einzelnen Verfahren in den verschiedenen Altersgruppen sowie die Gesamthäufigkeit dargestellt.

	0 - 3,9 J.	4 - 8,9 J.	9 - 13,9 J.	14 – 18 J.	Mittelwert (Jahre)
Beckenbeingips	38	1	3	0	1,99
Overhead-Extension	26	0	0	0	1,62
Weber-Bock	8	7	0	0	4,11
Oberschenkelgips	1	1	2	1	8,52

Tab. 1: Häufigkeit der einzelnen konservativen Verfahren in den unterschiedlichen Altersgruppen

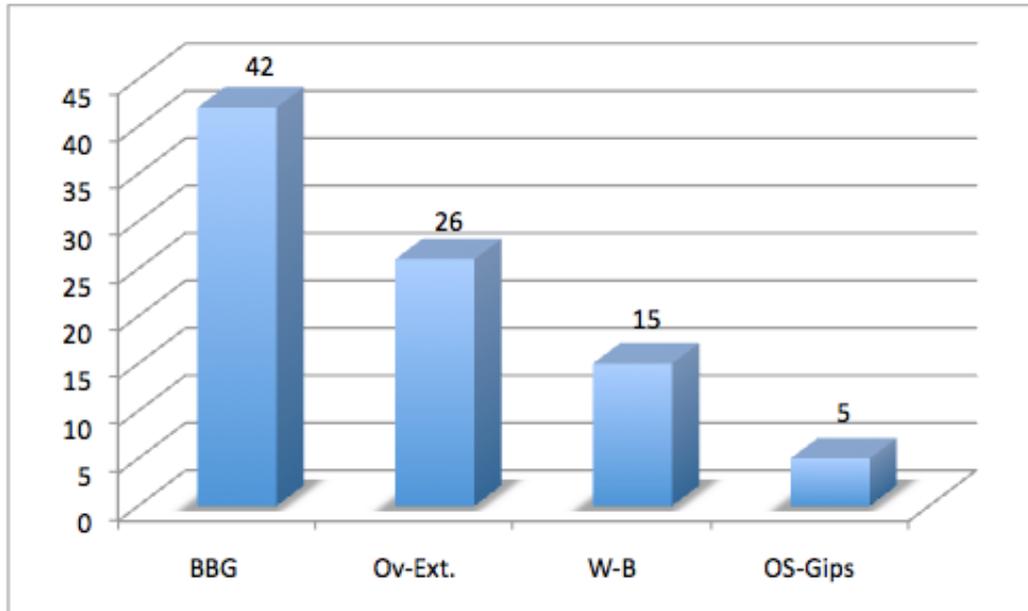


Abb. 21: Gesamthäufigkeit der konservativen Verfahren

	0 - 3,9 J.	4 - 8,9 J.	9 - 13,9 J.	14 – 18 J.	Mittelwert (Jahre)
ESIN	20	16	11	1	5,89
Platte	1	18	16	7	10,22
Intramed. Verf.	0	0	1	21	16,36
Fix. ext.	0	2	0	2	12,03
Schraube	0	0	1	2	14,1
K-Draht	0	1	1	0	7,59

Tab. 2: Häufigkeit der einzelnen operativen Verfahren in den unterschiedlichen Altersgruppen

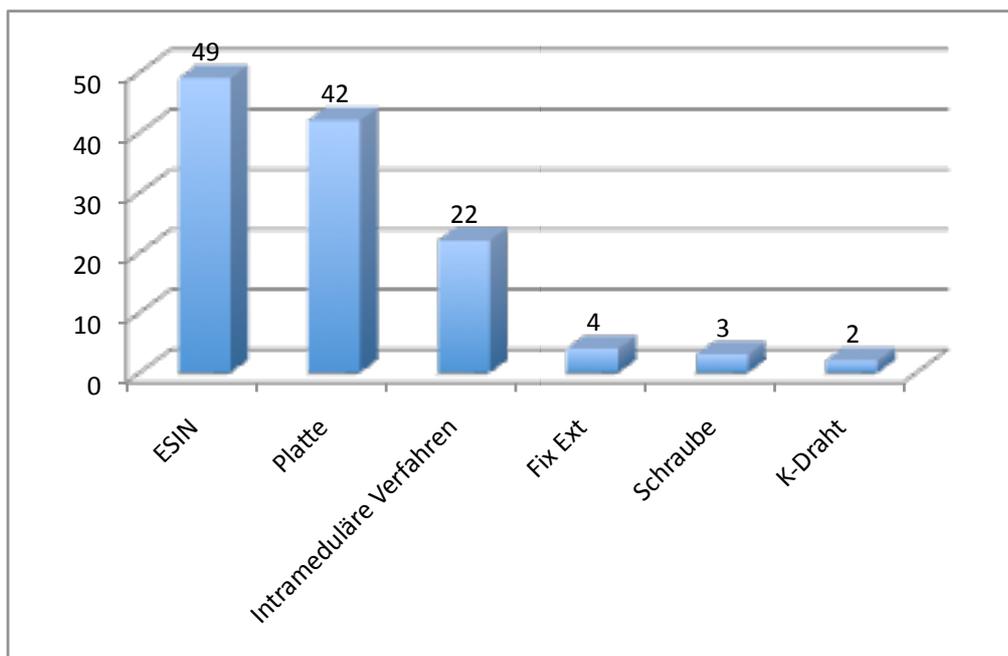


Abb. 22: Gesamthäufigkeit der operativen Verfahren

4.1.4.4 Entwicklung in den letzten Jahren

In den folgenden Diagrammen ist die Häufigkeit der einzelnen Therapien von 1992 bis 2008 in der Universitätsmedizin Göttingen zu sehen. Dargestellt ist die Entwicklung der konservativen und der operativen Therapie, sowie der unterschiedlichen Verfahren.

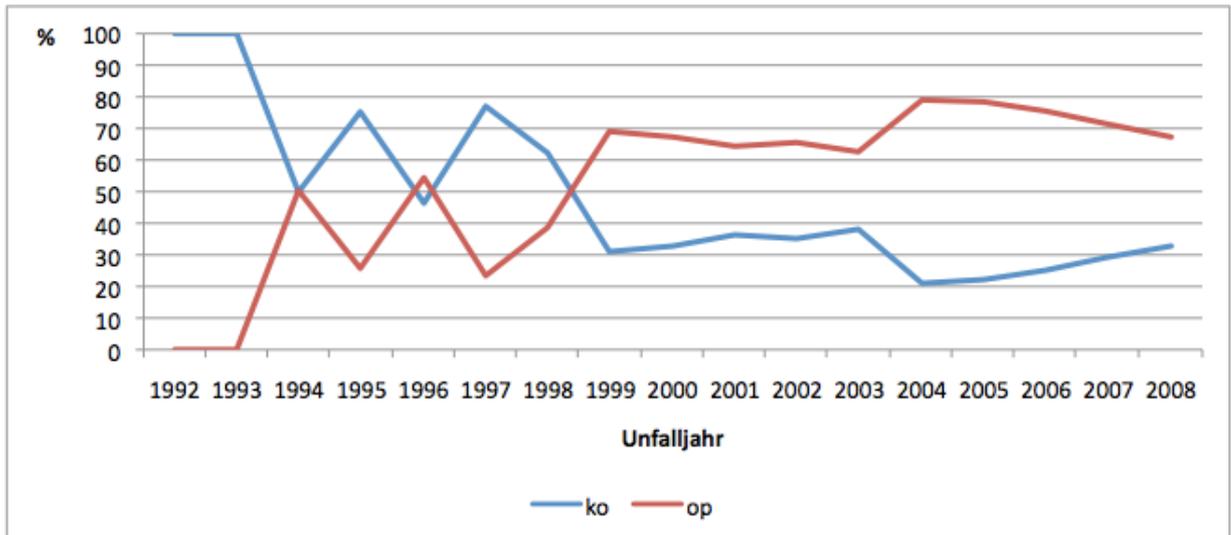


Abb. 23: Häufigkeit der konservativen und operativen Therapie von 1992 bis 2008

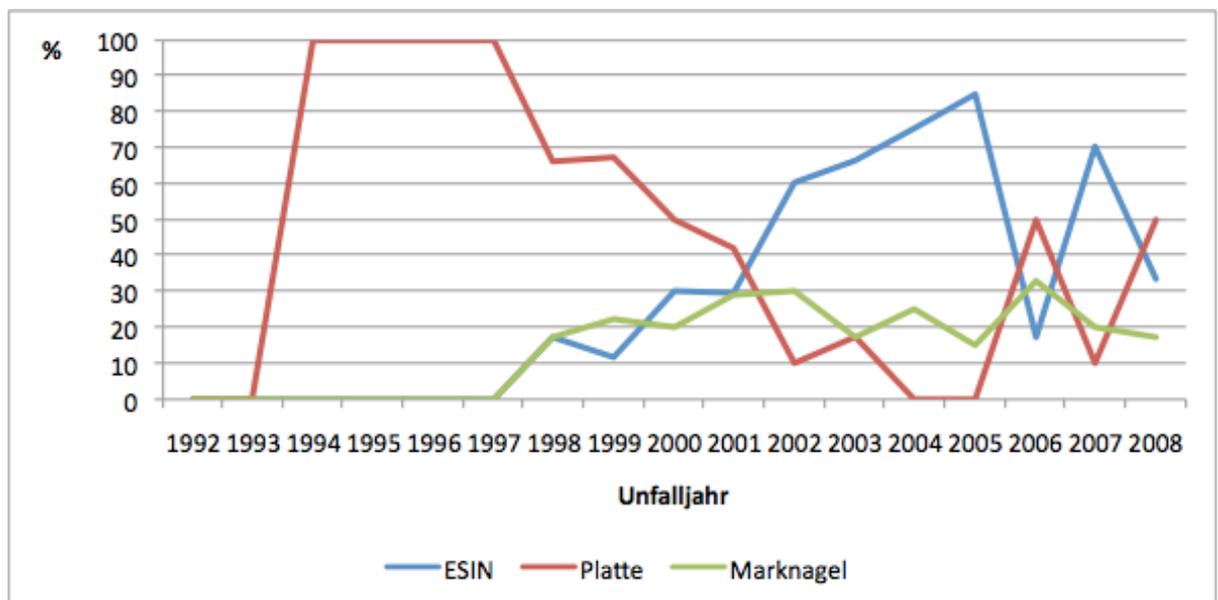


Abb. 24: Häufigkeit der ESIN, der Plattenosteosynthese und des Marknagels von 1992 bis 2008

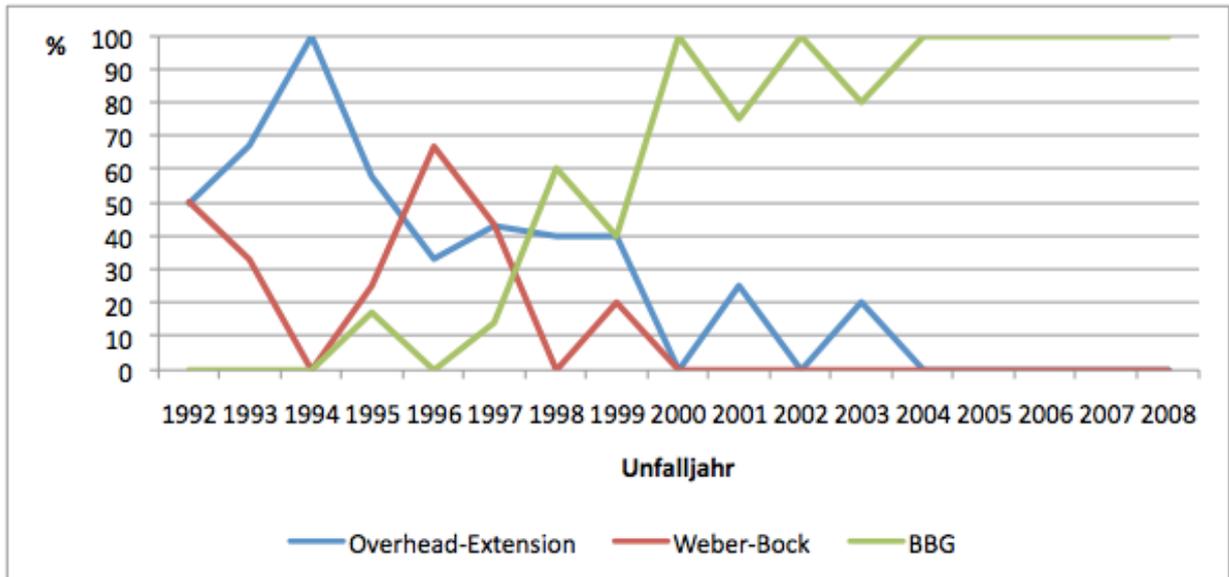


Abb. 25: Häufigkeit der Overhead-Extension, der Weber-Bock-Extension und des Beckenbeingipses von 1992 bis 2008

4.1.5 Altersverteilung

Im Mittel liegt das Alter der Patienten bei $6,73 \pm 5,58$ [0,12-17,94] Jahren, Median: 4,65.

4.1.5.1 Konservativ/operativ

Es liegt ein hoch signifikanter Unterschied in der Altersverteilung der operativen und der konservativen Gruppe vor ($p < 0,01$). Die Patienten, die einer operativen Behandlung unterzogen wurden, waren im Mittel signifikant älter. Das mittlere Alter der operierten Patienten beträgt $9,70 \pm 5,21$ [0,30-17,94] Jahre, Median: 9,61. Das mittlere Alter der konservativ behandelten Patienten beträgt $2,61 \pm 2,76$ [0,12-14,04] Jahre, Median: 1,86.

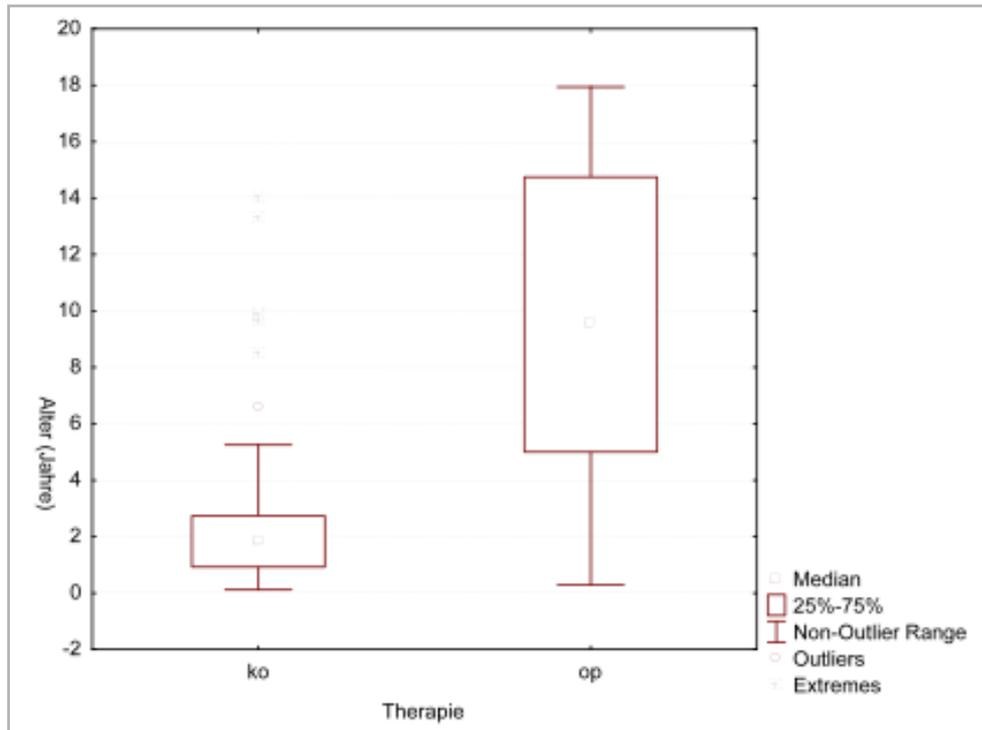


Abb. 26: Altersverteilung der konservativ- und operativ behandelten Kinder.

Betrachtet man nur die Patienten bis zu einem vollendeten vierten Lebensjahr, fällt auf, dass diese Kinder hauptsächlich konservativ behandelt wurden (77,66%). Dagegen überwiegt bei Kindern, die älter als vier Jahre sind, die operative Methode (87,07%).

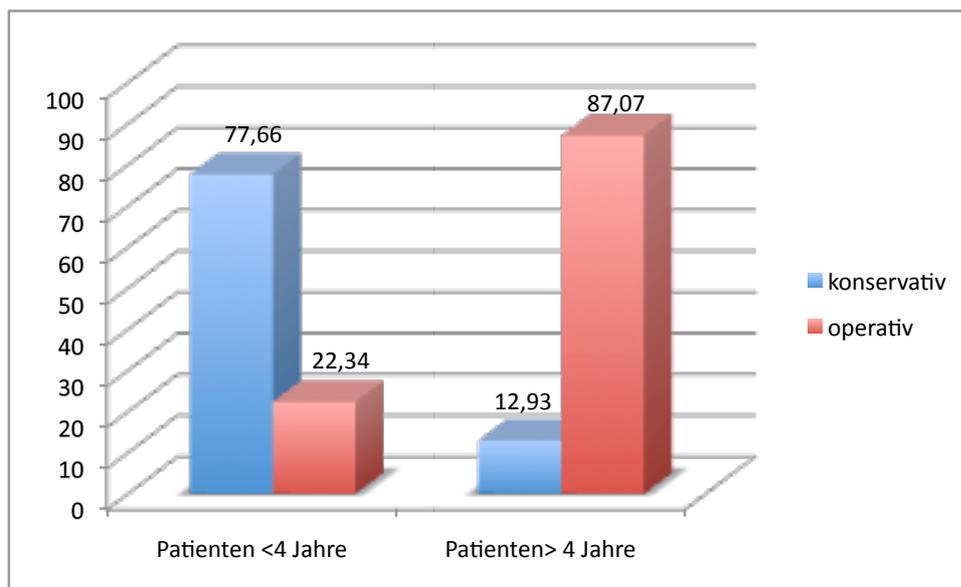


Abb. 27: Häufigkeit der konservativen und operativen Therapie bei Kindern, die jünger als vier Jahre waren und bei Kindern, die älter als vier Jahre waren.

4.1.5.2 Verfahren

Auch zwischen den einzelnen Verfahren besteht ein signifikanter Unterschied in der Altersverteilung ($p < 0,003$; neues Signifikanzniveau; s. Kap.3.7.1). Die einzigen Ausnahmen sind der Vergleich zwischen Beckenbeingips und Overhead-Extension, sowie zwischen ESIN und Weber-Bock. Hier liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

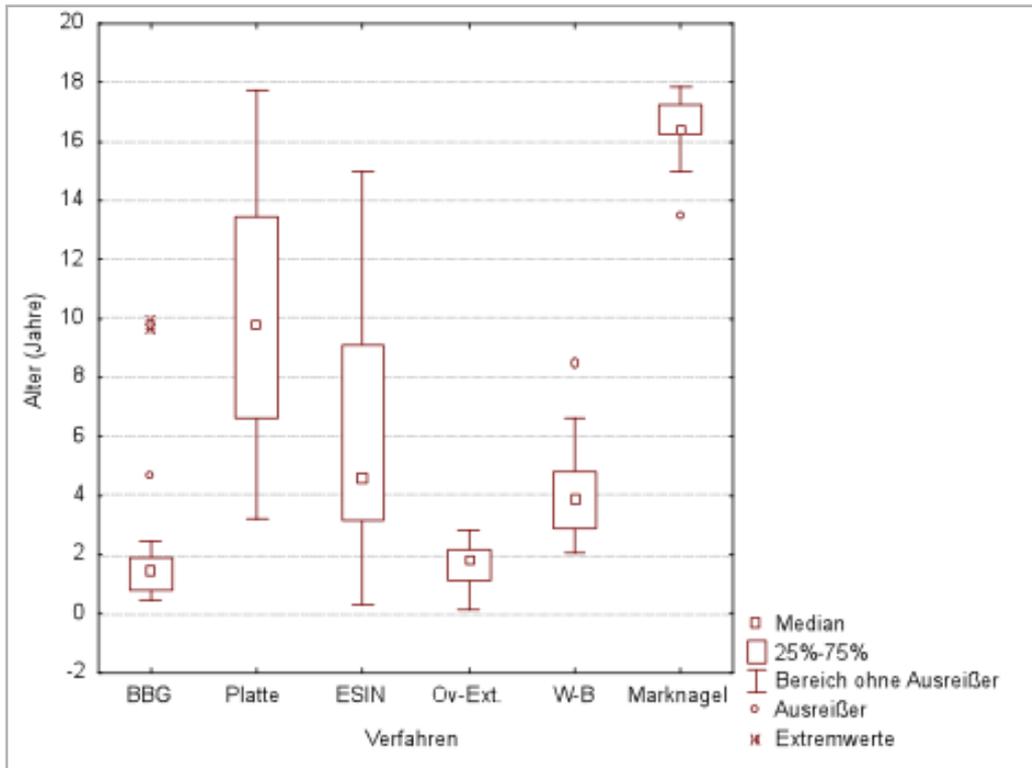


Abb. 28: Altersverteilung der einzelnen Verfahren

	Mittelwert (Alter)
Beckenbeingips	1,99
Platte	10,22
ESIN	5,89
Overhead-Extension	1,62
Weber-Bock	4,11
Marknagel	16,45

Tab. 3: Mittleres Alter bei den einzelnen Verfahren; Angaben in Jahren

4.1.6 Therapie in Abhängigkeit der Frakturlokalisation

Bei proximaler Frakturlokalisation wurde in 25% der Fälle eine konservative und in 75% eine operative Behandlung gewählt. Schaftfrakturen wurden mit 39,57% konservativ und mit 60,43% operativ behandelt, wohingegen bei distalen Frakturen in 80% konservativ und in 20% operativ behandelt wurde.

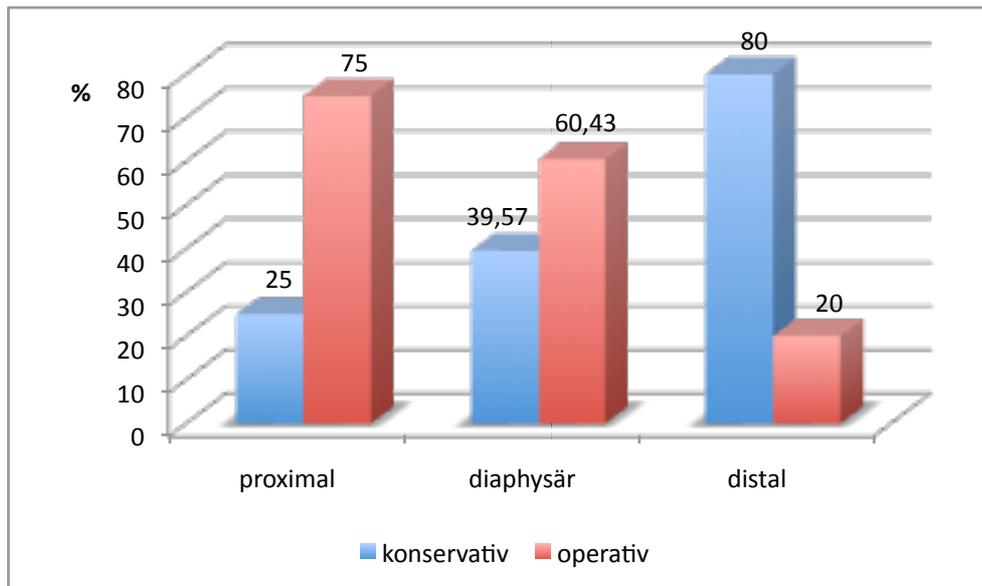


Abb. 29: Häufigkeit der konservativen und operativen Therapie bei proximaler, diaphysärer und distaler Frakturlokalisation

Schaut man sich die einzelnen Verfahren an, sieht man, dass 25,90% der Schaftfrakturen mit einer ESIN behandelt worden sind, 17,47% mit einer Plattenosteosynthese, 16,57% mit einem Beckenbeingips, 15,51% mit einer Overhead-Extension, 11,23% mit einem Marknagel, 8,02% mit einer Weber-Bock-Extension, 2,13% mit einem Fixateur externe, 1,07% mit einem Oberschenkelgips und jeweils 0,53% mit einer K-Draht-Osteosynthese und einem PFN. Mit einer Schraubenosteosynthese wurde keiner dieser Patienten behandelt. Bei den proximalen Frakturlokalisationen wurden 50% mit einer Plattenosteosynthese versorgt, 25% mit einem Beckenbeingips, weitere 25% mit einer Schraubenosteosynthese. Von den distalen Frakturen wurden 60% mit einem Beckenbeingips versorgt, 20% mit einem Oberschenkelgips. Ein Patient wurde jeweils mit einer Plattenosteosynthese, einer Schraubenosteosynthese und mit einer K-Draht-Osteosynthese behandelt.

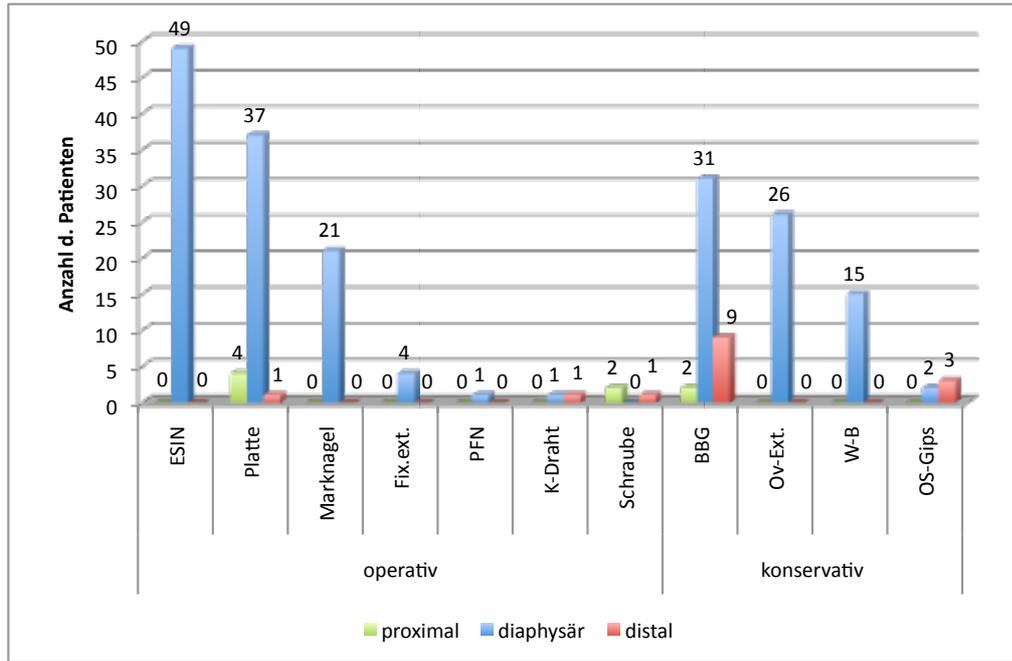


Abb. 30: Häufigkeit der einzelnen Verfahren bei proximaler, diaphysärer und distaler Frakturlokalisation

4.1.7 Therapie nach Dislokation

Dislokationen traten bei 40 Patienten auf. In 80% wurde die Femurfraktur operativ behandelt, in 20% konservativ. Bei undislozierten Frakturen liegt das Verhältnis von operativer zu konservativer Therapie bei 52,94% zu 47,06% ($p=0,02$). Auch die Wahl des Verfahrens ist signifikant von dem Vorhandensein einer Dislokation abhängig ($p=0,03$).

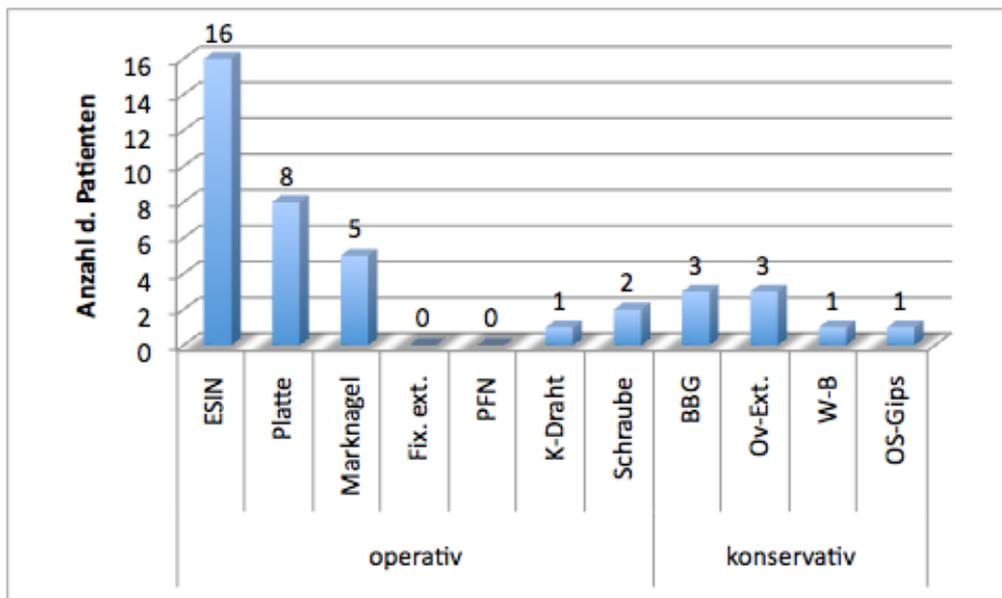


Abb. 31: Häufigkeit der einzelnen Verfahren bei dislozierter Femurfraktur

4.1.8 Verfahrenswechsel

Bei 17 Patienten (8,1%) wurde das Verfahren umgestellt. Bei den Patienten, die mit einer konservativen Methode behandelt worden sind, wurde in 10,2% der Fälle ein Verfahrenswechsel vorgenommen. Bei den operierten Kindern kam ein Verfahrenswechsel zu 6,6% vor.

Aufgeteilt nach den einzelnen Verfahren ergibt sich folgendes Bild: bei den Patienten, die primär mit einem Beckenbeingips behandelt worden sind, wurde in 11,9% der Fälle ein Verfahrenswechsel vorgenommen, bei ESIN waren es 8,2%, bei Overhead-Extension 7,7%, bei Plattenosteosynthese 7,1% und bei Weber-Bock 6,7% der Fälle. Bei K-Draht waren es 50% (n=2), bei dem Oberschenkelgips waren es 20% (n=5), wobei man jedoch die geringe Anzahl an Patienten bei diesen beiden Verfahren berücksichtigen muss.

In neun Fällen erfolgte ein Verfahrenswechsel wegen einer postoperativen Abweichung von den anatomischen Achsen. In zwei Fällen war eine Beinlängenverkürzung, die in den Tagen nach der Operation aufgefallen war, der Grund. In anderen Fällen erfolgte die Therapieumstellung jeweils auf Grund des Auftretens einer Pseudarthrose und einer Wundinfektion. Für die primär konservativ eingeleitete Behandlung eines Patienten wurde am Folgetag die Indikation zur Operation gestellt. Bei einem weiteren Patienten wurde aus logistischen Problemen (parallele Polytraumabehandlung) die Operation auf den Folgetag verschoben.

	BBG	ESIN	Ov-Ext	Platte	W-B	K-Draht	OS-Gips
n	5	4	2	3	1	1	1
%	11,9	8,2	7,7	7,1	6,7	50(*)	20(*)
Achsabweichung	3	3	1			1	1
Verkürzung	1	1					
Pseudarthrose				3			
Wundinfektion	1						
Folgetag					1		
Logistik			1				

Tab. 4: Häufigkeit der Gründe für Verfahrenswechsel bei den einzelnen Verfahren
 (*) = basierend auf sehr geringer Patientenzahl; daher eingeschränkte Aussagekraft

Als sekundäre Therapie nach Therapieumstellung wurde in 15 von den 17 Fällen eine operative Behandlungsmethode gewählt. Achtmal wurde eine Plattenosteosynthese gewählt, viermal eine ESIN und dreimal behandelte man mit einem Marknagel weiter. Nur in zwei Fällen wurde auf eine andere konservative Therapie umgestellt. Hier wurde einmal ein Oberschenkelgips gewählt und einmal eine Overhead-Extension.

	Primäre Therapie						
	BBG	ESIN	Ov-Ext	Platte	W-B	K-Draht	OS-Gips
ESIN	3		1				
Marknagel				3			
Oberschenkelgips	1						
Overhead-Extension	1						
Platte		4	1		1	1	1

Tab. 5: Umstellung der primären Therapie auf die sekundäre Therapie

4.1.9 Komplikationen

Im Folgenden wird auf diejenigen Komplikationen eingegangen, die während des stationären Aufenthalts oder in den ersten poststationären Monaten zu einer weiteren Behandlung geführt haben.

Komplikationen traten bei 33 von den 210 Patienten auf (15,71%). Einige von den Patienten hatten mehrere Komplikationen gleichzeitig. Insgesamt kamen zwölfmal Achsabweichungen vor, sechsmal kam es zu einer verzögerten Frakturheilung, sowie auch sechsmal zu einer Pseudarthrose. Metalllockerung wurde viermal beobachtet, dreimal kam es zu einem Materialbruch. Ebenfalls dreimal kam eine Wundinfektion vor. Zu einer Refraktur kam es in zwei Fällen. Bei weiteren zwei Patienten kam es zu einer primären Längendifferenz. Jeweils einmal kam es zu einem Weichteildefekt, einem Abszess und einer Weichteilirritation durch das Osteosynthesematerial.

Der Unfallhergang ist für das Auftreten von Komplikationen signifikant ($p=0,05$). 50% der Patienten, die postoperative Komplikationen aufwiesen, haben sich ihre Femurfraktur im Rahmen eines Verkehrsunfalls zugezogen ($p<0,01$). 17,65% der Komplikationen traten nach einem Sturz aus größerer Höhe auf, 14,71% nach einem Sportun-

fall. Ebenfalls 14,71% der Komplikationen traten nach einem einfachen Sturz auf und 2,94% (n=1) nach einem Rotationstrauma.

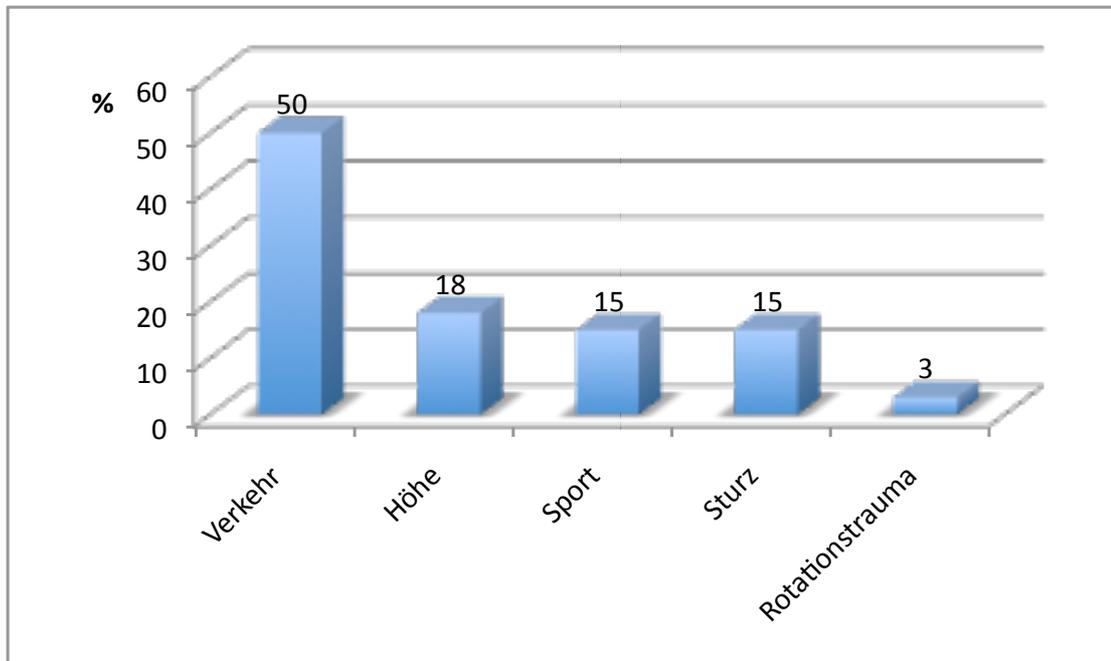


Abb. 32: Unfallursache der Patienten, bei denen bei der Behandlung ihrer Femurfraktur Komplikationen auftraten.

Bei den Patienten, die konservativ behandelt wurden, traten in 10,23% der Fälle Komplikationen auf, bei den operativ versorgten Patienten in 20,49% ($p=0,04$). Schließt man jedoch diejenigen Patienten aus, die multiple Verletzungen oder ein Polytrauma erlitten hatten, ist keine Signifikanz mehr festzustellen. Die Verfahrenswahl ist nicht signifikant für das Auftreten von Komplikationen ($p=0,21$).

Achsabweichungen

Deutliche Achsabweichungen, die einer weiteren Behandlung bedurften, traten bei insgesamt zwölf Patienten auf. Von den Patienten, die mit einem K-Draht behandelt wurden, trat bei einem Patienten eine postoperative Achsabweichung auf. Auch bei den Patienten mit einem Oberschenkelgips kam bei einem Patienten eine Achsabweichung vor. 7,14% (n=3) der Patienten, die mit einem Beckenbeingips behandelt worden sind, klagten über Achsabweichungen, sowie 6,12% (n=3) derer, die mit ESIN behandelt wurden und 6,67% (n=1) der Patienten, die mit Weber-Bock versorgt wurden. Weiterhin traten bei 4,76% (n=1) der Patienten mit Marknagel, bei 3,85%

(n=1) der Patienten mit Overhead-Extension und bei 2,4% (n=1) der Patienten mit einer Plattenosteosynthese behandlungsbedürftige Achsabweichungen auf.

	n (Verfahren)	n (Komplikationen)	%
K-Draht	2	1	50(*)
Oberschenkelgips	5	1	20(*)
Beckenbeingips	42	3	7,14
ESIN	49	3	6,12
Weber-Bock	15	1	6,67
Marknagel	21	1	4,76
Overhead-Extension	26	1	3,85
Platte	42	1	2,4

Tab. 6: Häufigkeit postoperativer Achsabweichungen, die zu einer weiteren Behandlung führten, bei den einzelnen Verfahren

(*) = basierend auf sehr geringer Patientenzahl; daher eingeschränkte Aussagekraft

Demgegenüber stehen die Achsabweichungen, die im Gegensatz zu den oben besprochenen Achsabweichungen erst nach Behandlungsabschluss diagnostiziert worden sind und keine therapeutische Konsequenz hatten. Auffällig war hier, dass Abweichungen in Varus- oder Valgusstellung hauptsächlich nach einer Extensionsbehandlung auftraten. So waren acht von zehn Patienten, bei denen nach Behandlungsabschluss eine dieser Achsabweichungen bekannt war, mit einer Extensionsbehandlung versorgt worden. Sechs davon mit einer Overhead-Extension und zwei mit einer Weber-Bock-Extension. Ein Patient war mit einer ESIN behandelt worden, ein weiterer mit einer Plattenosteosynthese.

Pseudarthrosen

Pseudarthrosen wiesen insgesamt sechs Patienten auf. Vier von ihnen hatten eine Plattenosteosynthese als Therapie erhalten, was 9,52% aller Patienten mit einer Plattenosteosynthese entspricht. Ein Patient wurde primär mit einem Marknagel therapiert (4,76% aller Marknagelosteosynthesen), ein weiterer mit einer ESIN (2,04% aller ESIN).

Verzögerte Frakturheilung

Bei sechs Patienten kam es zu einer verzögerten Frakturheilung. Darunter waren drei Patienten, die mit einem Marknagel versorgt worden waren. Dies entspricht

14,29% aller mit Marknagel versorgter Patienten. Ein Patient mit verzögerter Frakturheilung hatte eine Plattenosteosynthese erhalten (2,38%), ein Patient eine ESIN (2,04%) und ein weiterer Patient wurde primär mit einem Fixateur externe versorgt (25,00%).

4.1.10 Anzahl der Operationen

81 Patienten wurden konservativ behandelt. Die anderen 129 Patienten wurden mindestens einmal im Rahmen der Femurfraktur operiert. Davon 110 Patienten zweimal, 11 Patienten dreimal, fünf Patienten viermal. Drei Patienten wurden mehr als viermal operiert. Der Grund für die häufigen Operationen war bei einem dieser Patienten ein erlittenes Polytrauma. Bei einem anderen handelte es sich um eine offene Fraktur mit Zerreißung der Arteria und Vena femoralis. Sekundär entwickelte sich bei diesem Patienten eine Pseudarthrose. Bei den dritten Patienten trat eine postoperative Achsabweichung auf, die korrigiert werden musste. Zusätzlich wurde nach Wachstumsschluss eine Verlängerungsosteotomie durchgeführt.

4.1.11 Stationäre Aufenthaltsdauer

Die konservativ behandelten Patienten waren durchschnittlich $9,26 \pm 8,67$ [0-27] Tage in stationärer Behandlung, die operativ versorgten $7,48 \pm 3,70$ [1-19] Tage (ausgeschlossen sind Kinder mit Polytrauma oder multiplen Verletzungen; s. Kap. 3.7.1). Dieser Unterschied ist nicht signifikant.

Dagegen hat die Wahl des Verfahrens einen signifikanten Einfluss auf die stationäre Aufenthaltsdauer ($p < 0,01$). Im Paarvergleich zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen fast allen Verfahren ($p < 0,003$, nach Bonferroni-Adjustierung; s. Kap. 3.7.1). Lediglich zwischen der Plattenosteosynthese und dem Marknagel, sowie zwischen der Overhead-Extension und dem Marknagel gibt es keinen signifikanten Unterschied in der stationären Aufenthaltsdauer.

Ergebnisse

	Mittelwert (d)
Beckenbeingips	2,56
ESIN	6,45
Overhead-Extension	14,5
Marknagel	19,75
Platte	12,47
Weber-Bock	20,67

Tab. 7: Mittlere stationäre Aufenthaltsdauer bei den verschiedenen Therapieverfahren nach Femurfraktur

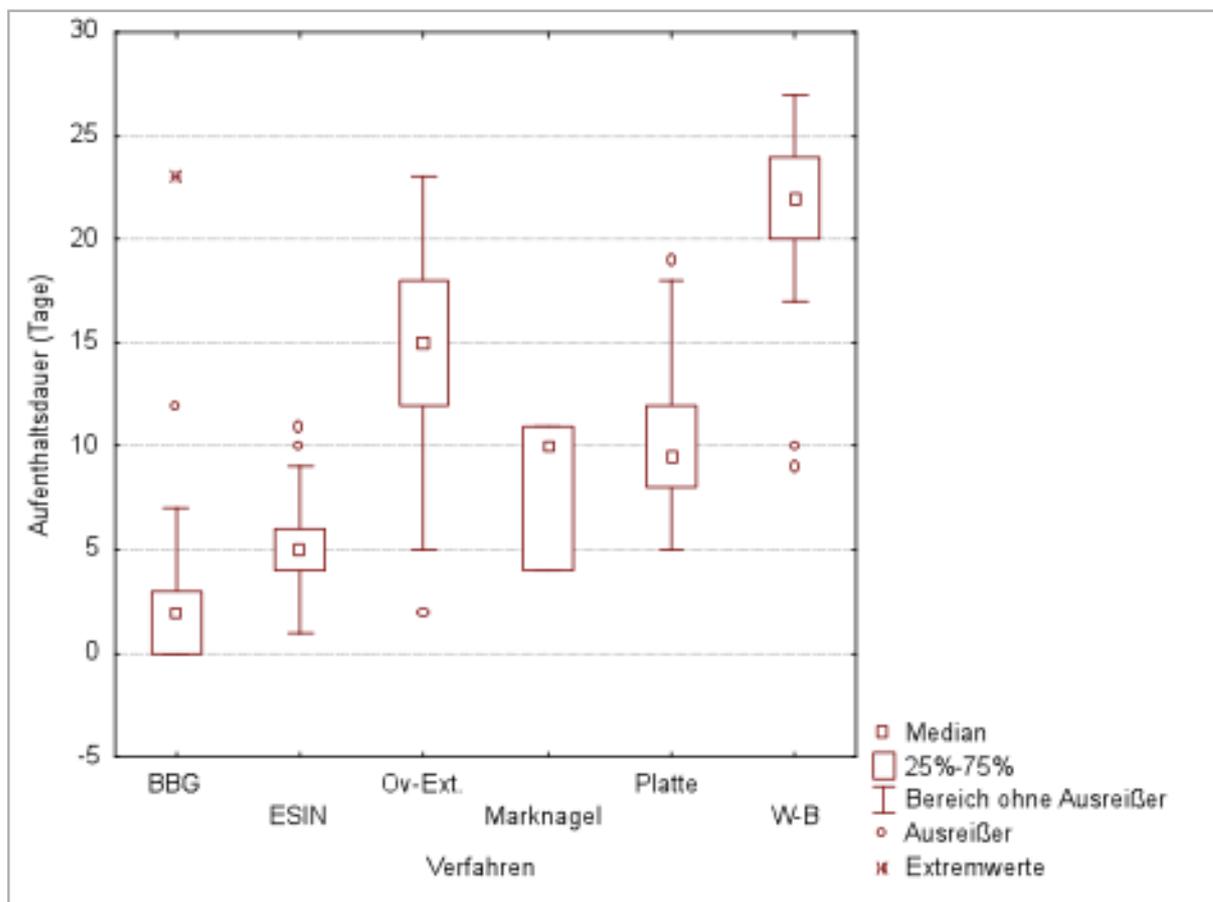


Abb. 33: Stationäre Aufenthaltsdauer der einzelnen Verfahren.

Zusätzlich kann man beobachten, dass die Aufenthaltsdauer im Laufe der Jahre abgenommen hat. Die mittlere stationäre Aufenthaltsdauer lag 1992 bei 20 Tagen. Bis zum Jahr 2008 hat sie sich um mehr die Hälfte reduziert. Dieser Verlauf ist hoch signifikant ($p < 0,01$).

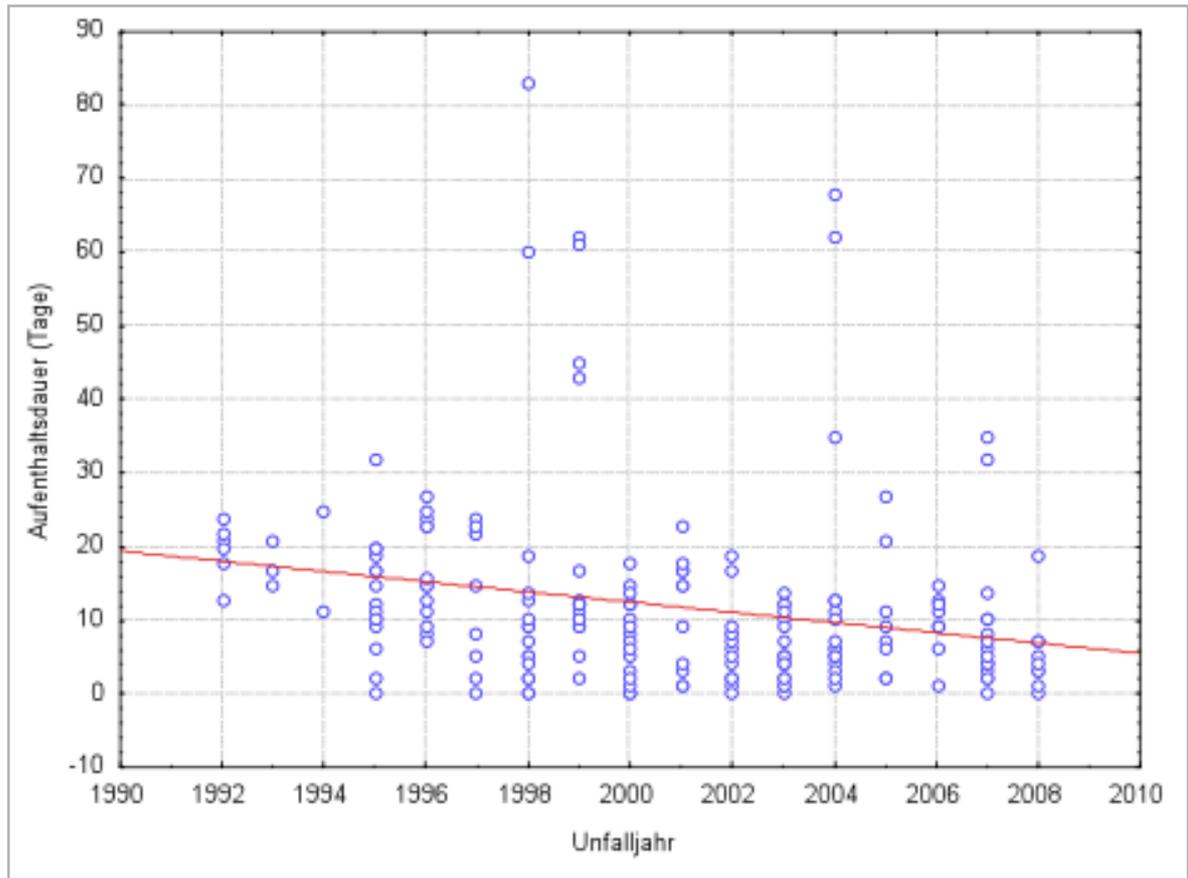


Abb. 34: Entwicklung der stationären Aufenthaltsdauer von 1992 bis 2008

4.2 Auswertung der Fragebögen

Zu Anfang jedes Unterkapitels wird zuerst auf die Antworten aller 76 Fragebögen eingegangen, und anschließend auf die Fragebögen der 31 Patienten, die an der Nachuntersuchung teilgenommen haben.

4.2.1 Behandlungszufriedenheit

71 der Patienten, die den Fragebogen beantwortet haben, sind mit der Behandlung zufrieden gewesen (93,42%).

Von den 31 Patienten der Nachuntersuchung gaben 83,87% (n=26) an, die Behandlung als zufriedenstellend empfunden zu haben. Insgesamt sind nur fünf Patienten mit der Behandlung nicht zufrieden gewesen. Diese fünf Patienten kamen auch alle zur klinischen Nachuntersuchung. Von diesen fünf Patienten wurde einer mit dem Weber-Bock behandelt, zwei mit ESIN, einer bekam eine Plattenosteosynthese und ein Patient wurde mit einem Beckenbeingips versorgt.

4.2.2 Schmerzen

59 der befragten Patienten (77,63%) gaben an, keinerlei Schmerzen zu haben, die auf die Femurfraktur zurückzuführen sind. 17 Patienten leiden unter Schmerzen, davon 13 Patienten unter gelegentlichen Schmerzen (17,63%) und vier Patienten (5,26%) unter ständigen Schmerzen. Die Wahl der Therapie ist hierfür nicht signifikant. Einen signifikanten Einfluss hat der Unfallhergang auf das Auftreten von Schmerzen. Von den 17 Patienten, die unter Schmerzen leiden, sind 64,71% im Verkehr verunglückt ($p < 0,01$).

Von den 31 nachuntersuchten Patienten gaben 25 (80,65%) an, keine Schmerzen zu haben. Sieben Patienten (22,58%) klagten über gelegentliche Schmerzen, die sie in Verbindung mit der Fraktur brachten.

Schmerzlokalisierung

Von den 17 Patienten, die unter Schmerzen leiden, nannten 13 (76,47%) nur eine Schmerzlokalisierung. Darunter waren fünf Patienten, die Schmerzen am Oberschenkel haben, drei Patienten gaben die Hüfte an, drei weitere das Knie und zwei Patienten klagten über Rückenschmerzen.

Die anderen vier Patienten (23,53%), die ebenfalls über Schmerzen klagen, gaben mehrere Lokalisationen an. Einer von ihnen hat Schmerzen in der Hüfte und im Knie, ein Patient zusätzlich im Rücken. Ein anderer Patient beklagt Schmerzen im Oberschenkel und im Knie und der vierte Patient klagt über Schmerzen in allen vier Lokalisationen (Rücken, Hüfte, Oberschenkel, Knie).

Von den sieben Patienten der Nachuntersuchung gaben fünf Patienten (71,43%) nur eine Schmerzlokalisierung an. Davon klagten drei über Schmerzen in der Hüfte, einer über Schmerzen im Knie, ein weiterer über Rückenschmerzen.

Zwei Patienten (28,57%) gaben mehrere Schmerzlokalisierungen an. Davon berichtete ein Patient über Schmerzen in Hüfte und Knie, der andere über Schmerzen in Hüfte, Knie und Rücken.

Auftreten der Schmerzen

Von den 17 Patienten, die über Schmerzen klagen, haben fünf Patienten Ruheschmerz, elf Patienten belastungsabhängigen Schmerz. Ein Patient machte hierüber keine weiteren Angaben.

Bei den Patienten, die über Schmerzen in Ruhe klagen, treten sie in zwei Fällen im Stehen auf, bei einem Patienten im Sitzen, bei einem im Sitzen und im Stehen und bei einem Patienten im Sitzen, Stehen und im Liegen.

Der Großteil der Patienten, bei denen die Schmerzen nur bei Belastung auftreten, gibt an, Sport sei der Auslöser der Schmerzen (sieben Patienten). Hier steht Joggen oder eine andere Laufsportart im Vordergrund. Lediglich einer von ihnen gab an, die Schmerzen träten beim Fahrradfahren auf. Bei drei Patienten treten die Schmerzen schon ab einer Gehstrecke von 500 Metern auf, bei einem ab einer Gehstrecke von zwei Kilometern und bei einem weiteren sei das Treppensteigen schmerzhaft.

Von den nachuntersuchten Patienten haben sechs belastungsabhängige Schmerzen. Darunter klagt ein Patient über Beschwerden beim Treppensteigen. Bei einem Patienten treten die Schmerzen ab einer Gehstrecke von einem Kilometer auf und bleiben auch beim Sport bestehen. Bei vier weiteren treten die Schmerzen erst bei sportlicher Betätigung auf. Einer der Patienten, die Schmerzen beim Sport haben, klagt zusätzlich über Schmerzen bei Wetterumschwung.

Über Ruheschmerz leidet einer der nachuntersuchten Patienten. Bei ihm treten die Schmerzen hauptsächlich bei Wetterumschwung auf.

Schmerzstärke

Der Mittelwert der subjektiv empfundenen Schmerzstärke, gemessen mit Hilfe einer Visuellen Analogskala, liegt bei 3,97[1-9]. Hierbei fällt auf, dass die Patienten, die eine Schmerzstärke von mindestens drei angaben, sich ihre Femurfraktur in einem Verkehrsunfall zugezogen haben, bei dem sie multiple Verletzungen erlitten haben.

Die Verteilung der Schmerzstärken sind folgendem Diagramm zu entnehmen. Vier Patienten machten über die Schmerzstärke keine Aussage.

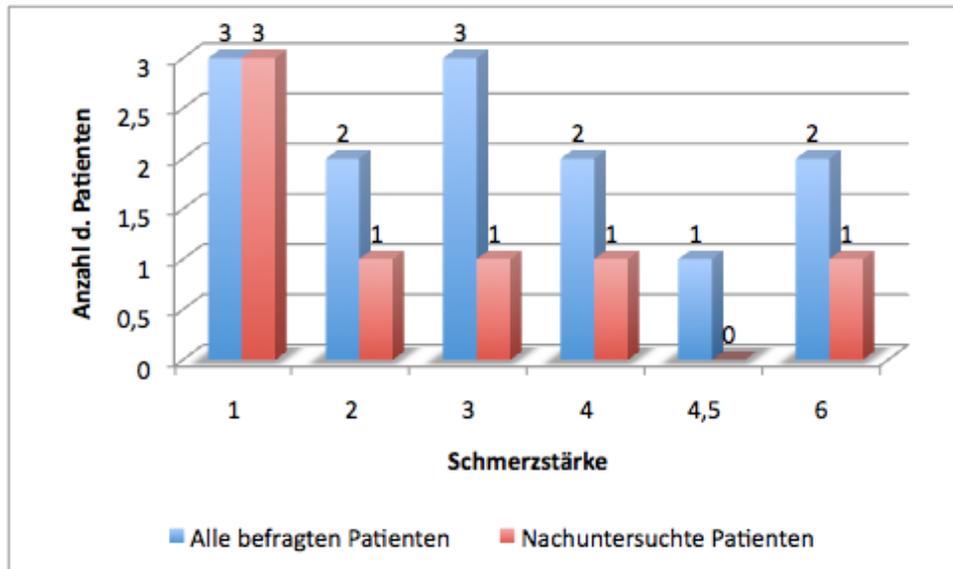


Abb. 35: Schmerzstärke nach visueller Analogskala aller befragten Patienten, sowie nur der nachuntersuchten Patienten

Einnahme von Schmerzmittel

Insgesamt nehmen zwei der Patienten ein Schmerzmittel ein, wobei einer angibt, es bei Bedarf zu nehmen. Der andere berichtet, dass er einmal im Monat oder seltener zu Schmerzmedikamenten greife.

Von den Patienten der Nachuntersuchung nimmt keiner ein Schmerzmittel ein.

4.2.3 Subjektive Bewegungseinschränkungen

59 aller befragten Patienten (77,63%) gaben auf die Frage nach Bewegungseinschränkungen an, keine zu haben. Sieben Patienten (9,21%) klagten dagegen über ständige Einschränkungen. Über gelegentliche Einschränkungen in der Bewegung klagten ebenfalls sieben (9,21%). Drei Patienten machten keine Angaben.

Von den nachuntersuchten Patienten gaben 27 (87,10%) an, keinerlei Bewegungseinschränkungen zu haben. Zwei Patienten (6,45%) klagten über ständige Bewegungseinschränkungen, zwei von ihnen (6,45%) über gelegentliche Einschränkungen.

Auftreten der Bewegungseinschränkungen

Unter den 14 Patienten mit ständigen oder gelegentlichen Bewegungseinschränkungen klagten sechs schon in Ruhe über Einschränkungen, sieben über Bewegungseinschränkungen, die erst bei körperlicher Betätigung auftreten. Einer machte keine genauere Aussage.

Von den Patienten, die über Einschränkungen in Ruhe leiden, klagten drei über Einschränkungen im Sitzen, im Stehen, sowie im Liegen, einer über Einschränkungen im Stehen. Zwei machten hierüber keine näheren Angaben.

Die Hauptauslösung der Bewegungseinschränkungen, die erst bei körperlicher Belastung auftreten, ist sportliche Betätigung. Hiervon sind fünf Patienten betroffen, davon zwei beim Joggen und drei beim Fahrradfahren. Bei einem Patienten treten die Einschränkungen beim Treppensteigen auf. Bei einem weiteren treten sie bereits ab einer Gehstrecke von 500 Metern auf.

Von den Patienten, die zur Nachuntersuchung kamen, sind zwei bereits in Ruhe in ihrer Bewegung eingeschränkt, während die anderen beiden Patienten sich bei sportlicher Betätigung in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt fühlen. Einer der beiden Patienten, die bereits in Ruhe über Einschränkungen klagten, ist im Sitzen, im Stehen und im Liegen eingeschränkt. Der Andere machte hierüber keine Angabe. Die beiden Patienten, die erst bei Belastung eingeschränkt sind, geben als Ursache Sport an. Einer von ihnen Joggen als Sportart, der andere Fahrradfahren.

Beeinträchtigung durch Bewegungseinschränkungen

Auf die Frage nach der Behinderung im täglichen Leben, gaben zwei Patienten an, durch die Bewegungseinschränkung nicht beeinträchtigt zu sein, vier gaben an, kaum beeinträchtigt zu sein, fünf mäßig, und drei fühlen sich stark beeinträchtigt.

Von den vier Patienten, die zur Nachuntersuchung kamen, gaben zwei an, kaum beeinträchtigt zu sein, zwei sagten aus, sie wären mäßig beeinträchtigt.

4.2.4 Beinlängendifferenzen

Anamnestisch gaben 39 Patienten (51,79%) an, Beinlängendifferenzen von mindestens einem halben Zentimeter zu haben. 24 Patienten (31,58%) haben keine Beinlängendifferenzen und zwölf (15,79%) wussten es nicht. Ein Patient machte darüber keine Aussage. Von den 39 Patienten mit Beinlängendifferenzen haben zehn (25,64%) eine Verkürzung des verletzten Beines, wohingegen es sich bei 23 Patienten (58,98%) um eine Beinverlängerung handelt. Sechs Patienten machten hierüber keine Aussage (15,38%).

	n	Verkürzung	Verlängerung	k. A.
Beckenbeingips	4		4	
ESIN	12	1	9	2
Overhead-Extension	5	1	2	2
Weber-Bock	2		2	
Platte	12	7	3	2
Oberschenkelgips	1	1		
PFN	1		1	
Marknagel	2		2	

Tab. 8: Anamnestische Beinlängendifferenzen nach Behandlung mit den einzelnen Verfahren

Von den Patienten, die zur Nachuntersuchung gekommen sind, haben 21 (67,74%) Beinlängendifferenzen. Bei 16 von ihnen (76,19%) handelt es sich um eine Verlängerung des verletzten Beines, bei den anderen fünf (23,81%) um eine Verkürzung. Zehn Patienten haben keinerlei Beinlängendifferenzen (32,26%). Genauer werden auf die Beinlängendifferenzen in Kapitel 4.4.4 im Rahmen der klinischen Untersuchung eingegangen. Hierbei fiel auf, dass elf Patienten eine Beinlängendifferenz unbekannt war und sie daher aus Unkenntnis angaben, keine zu haben. Ein Patient gab an, einen Beinlängenunterschied zu haben, was sich jedoch in der klinischen Untersuchung nicht bestätigte.

Ausmaß der Beinlängendifferenzen

Über das Ausmaß der Beinlängendifferenzen gibt folgendes Diagramm Auskunft. Hier ist zu sehen, dass es sich bei dem Großteil der Patienten um eine Längendifferenz von einem halben oder einem Zentimeter handelt.

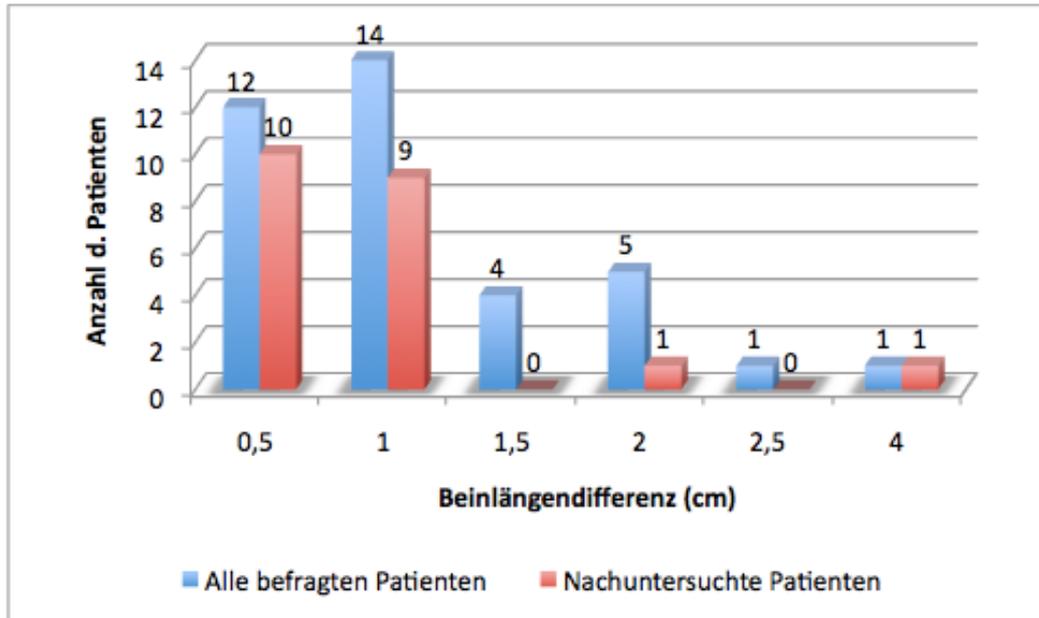


Abb. 36: Anamnestische Beinlängendifferenzen aller befragten Patienten, sowie nur der nachuntersuchten Patienten.

Beeinträchtigung durch Beinlängendifferenzen

Eingeschränkt im täglichen Leben durch die Beinlängendifferenz fühlen sich zwei Patienten. 24 Patienten sahen sich dadurch nicht beeinträchtigt. 13 Patienten machten über ihr Empfinden keine Aussage.

Von den nachuntersuchten Patienten fühlen sich zwei der zehn Patienten im täglichen Leben eingeschränkt.

Ausgleich der Beinlängendifferenzen

Zehn Patienten (25,61%) mit Beinlängendifferenzen gleichen diese aus. Fünf von ihnen machen dies mit einer Schuheinlage, drei mit einer Sohlenerhöhung und zwei haben sowohl eine Schuheinlage als auch eine Sohlenerhöhung.

Von den Patienten der Nachuntersuchung, die eine Beinlängendifferenz vorweisen, tragen zwei Patienten eine Schuheinlage, ein Patient eine Sohlenerhöhung und zwei Patienten sowohl eine Schuheinlage als auch eine Sohlenerhöhung. Diese Patienten haben alle eine Beinlängendifferenz von mindestens einem Zentimeter.

4.2.5 Narben

56 Patienten (73,68%) gaben an, mindestens eine Narbe zu haben, die auf die Femurfraktur zurückzuführen sei. 20 Patienten haben keine Narbe. Diese Patienten wurden alle mit einem Beckenbeingips oder einer Overhead-Extension behandelt.

Unter den Patienten, die zur Nachuntersuchung kamen, haben 23 Patienten mindestens eine Narbe, acht Patienten haben keine.

Anzahl der Narben

Die Anzahl an Narben liegt im Durchschnitt bei 9,21 [0-25], Median 2. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass der Patient mit 25 Narben einen Verkehrsunfall mit multiplen Verletzungen erlitten hatte. Ein Patient hat keine Angabe zu der Anzahl an Narben gemacht.

Der Mittelwert der nachuntersuchten Patienten liegt bei $1,87 \pm 1,50$ [0-5] Narben, Median 2. Das genaue Bild ist folgendem Diagramm zu entnehmen.

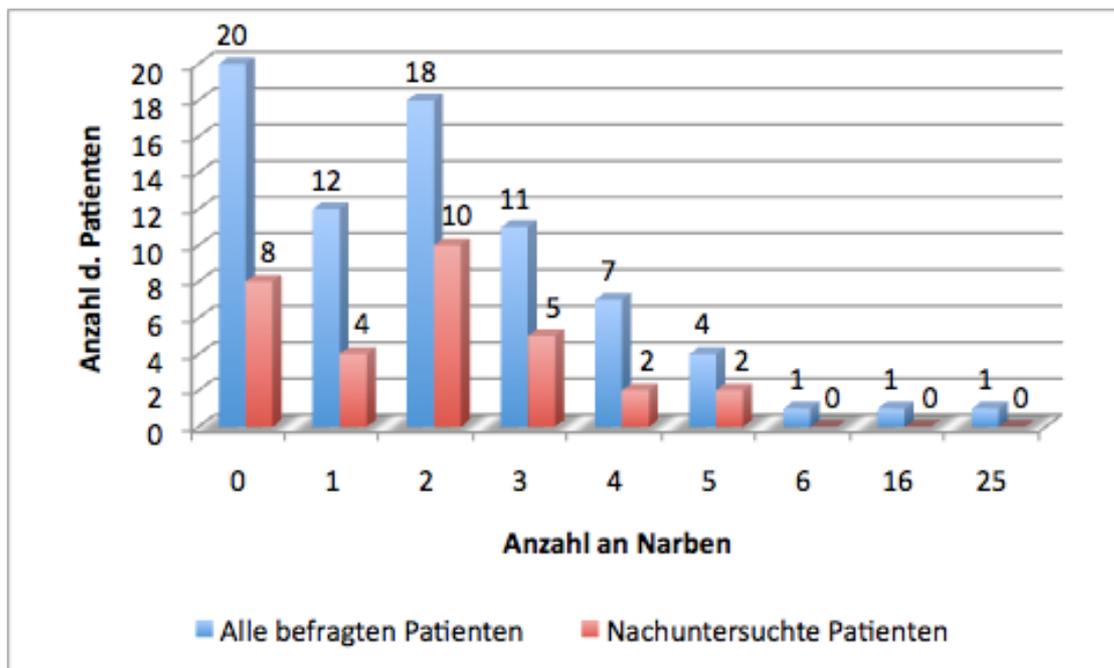


Abb. 37: Anamnestische Anzahl an Narben, die auf die Behandlung der Femurfraktur zurückzuführen sind, bei allen befragten Patienten, sowie nur bei den nachuntersuchten Patienten.

Länge der Narben

Hatten die Patienten mehr als eine Narbe, wurde immer nur die längste Narbe berücksichtigt. Der Mittelwert der Narbenlänge liegt bei $14,07 \pm 10,77$ [1-38] cm, Median 10,5 cm.

Der Mittelwert der Narben der nachuntersuchten Patienten lag bei $11,05$ [1-28] cm, Median 7 cm.

Breite der Narben

Auch bei der Narbenbreite wurde, analog zur Narbenlänge, nur die breiteste Narbe berücksichtigt. Der Mittelwert der Narbenbreite aller befragten Patienten liegt bei $1,29 \pm 1,40$ [0,5-9]cm, Median 1 cm.

Bei den nachuntersuchten Patienten liegt die Narbenbreite im Mittel bei $1,02 \pm 0,44$ [0,5-2] cm, Median 1 cm.

Erhabenheit der Narben

31 der Patienten, die mindestens eine Narbe aufweisen, haben keine erhabenen Narben (55,36%). Bei 14 Patienten ist eine Narbe erhaben, bei sechs Patienten sind es mehrere und bei drei Patienten sind alle Narben erhaben. Zwei Patienten machten hierüber keine Aussage.

Von den Patienten der Nachuntersuchung haben 15 keine erhabene Narben (65,22%). Bei sechs Patienten ist eine Narbe erhaben, bei zwei Patienten sind mehrere erhaben.

Kosmetisch störende Narben

Die Frage, ob die Narben kosmetisch störend seien, verneinten 23 Patienten. 17 gaben an, die Narbe sei etwas störend, sieben empfinden die Narbe als mäßig störend, acht Patienten stört die Narbe stark und fünf Patienten stört sie sehr stark.

Von den nachuntersuchten Patienten finden neun Patienten ihre Narben nicht kosmetisch störend, 14 Patienten fühlen sich durch die Narben etwas bis sehr stark gestört.

Narbenkorrektur

Einer Narbenkorrektur unterzog sich nur ein Patient. Bei diesem Patienten handelte es sich um eine Narbe mit der Länge von 30 cm, die durch die Behandlung mit einer Plattenosteosynthese verursacht worden ist. Dieser Patient kam nicht zur Nachuntersuchung, so dass unter den Patienten der klinischen Untersuchung kein Patient mit einer Narbenkorrektur war.

Narbenschmerzen

Acht Patienten (14,29%) gaben an, manchmal unter Narbenschmerzen zu leiden. Drei von ihnen wurden mit einem Marknagel behandelt, jeweils zwei mit einer ESIN oder einer Plattenosteosynthese und ein Patient wurde mit einem Fixateur externe versorgt. 48 Patienten (85,71%) verneinten die Frage nach Schmerzen in der Narbe.

Vier Patienten (12,90%) der Nachuntersuchung gaben an, manchmal Narbenschmerzen zu haben. 19 Patienten (82,60%) haben keine Narbenschmerzen.

Narbenjucken

Bei 17 Patienten (30,36%) verursacht die Narbe manchmal Juckreiz. Sechs von ihnen wurden mit einer ESIN behandelt, sechs weitere mit einem Marknagel, zwei Patienten wurden mit einer Plattenosteosynthese versorgt und jeweils ein Patient mit einem Beckenbeingips, einem PFN und einem Oberschenkelgips. Bei den übrigen 39 Patienten (69,64%) trete Narbenjucken nicht auf.

Von den nachuntersuchten Patienten, die mindestens eine Narbe haben, verspüren acht (34,78%) manchmal ein Jucken der Narbe. Bei 15 Patienten (65,22%) sei kein Narbenjucken vorhanden.

4.2.6 Mobilisierung

Im Folgendem wurde den Patienten die Frage gestellt, ab welchem Zeitpunkt sie das frakturierte Bein wieder belasten konnten. Es geht sowohl um den Zeitpunkt der Teilbelastung, als auch um den der Vollbelastung.

Teilbelastung

13 Patienten konnten ihr Bein innerhalb einer Woche nach Therapie wieder teilbelasten, davon sechs sofort. Sechs Patienten konnten dies wieder nach ein bis zwei Wochen. Innerhalb von drei bis vier Wochen konnten 14 Patienten ihr Bein wieder teilbelasten, innerhalb ein bis zwei Monate waren es 15. Bei 14 Patienten dauerte es länger als zwei Monate, um wieder eine Teilbelastung des Beines zu erreichen. 14 Patienten konnten hierüber keine Angaben machen.

Von den Patienten, die zur Nachuntersuchung kamen, konnten zwei Patienten ihr Bein sofort teilbelasten. Bei drei Patienten dauerte es weniger als eine Woche, bei zwei Patienten ein bis zwei Wochen, bei acht Patienten drei bis vier Wochen, bei vier Patienten ein bis zwei Monate und bei sechs Patienten dauerte es länger als zwei Monate. Sechs weitere Patienten konnten hierüber keine Angaben machen.

Vollbelastung

Auf die Frage nach dem Zeitpunkt, an dem das Bein wieder voll belastet werden konnte, gaben drei Patienten an, sofort nach der Therapie wieder voll belastet zu haben. Ein Patient gab eine Zeitspanne von unter einer Woche an, ein weiterer eine Zeitspanne von ein bis zwei Wochen. Bei acht Patienten dauerte es drei bis vier Wochen bis zur möglichen Vollbelastung. Der Großteil der Patienten brauchte mindestens einen Monat, bis sie das Bein wieder voll belasten konnten. Davon brauchten 14 Patienten ein bis zwei Monate, 25 Patienten drei bis vier Monate und bei 14 Patienten dauerte es länger als vier Monate bis zur vollständigen Belastung des frakturierten Beines. 10 Patienten war es nicht möglich, eine genaue Angabe zu machen.

Unter den Patienten der Nachuntersuchungen war ein Patient, der innerhalb einer Woche sein Bein wieder voll belasten konnte. Drei Patienten konnten dies binnen

drei bis vier Wochen, sieben Patienten innerhalb ein bis zwei Monate, neun Patienten im Zeitraum von drei bis vier Monaten und sieben Patienten konnten erst nach mehr als vier Monaten vollbelasten. Vier Patienten konnten keine genauen Angaben machen.

4.2.7 Anzahl der Operationen

Bei der Anzahl der Operationen sind die Operationen eingeschlossen, die zur eventuellen Metallentfernung notwendig waren. Von den 76 Patienten wurden 19 nicht operiert. Der Großteil der Patienten wurde insgesamt zweimal operiert (39 Patienten). Bei sieben Patienten waren drei Operationen notwendig, bei vier Patienten waren es vier Operationen, bei einem Patienten fünf Operationen und ein Patient musste zwölfmal operiert werden. Hier handelt es sich um einen Patienten, der sich im Rahmen eines Verkehrsunfalls eine komplizierte Fraktur zugezogen hatte und bei dem sich dann eine Pseudarthrose und Achsabweichungen entwickelt hatten. Ein Patient machte über die Anzahl seiner Operationen keine Angaben.

Von den Patienten der Nachuntersuchungen mussten sich acht keiner Operation unterziehen. 17 Patienten wurden zweimal operiert, vier Patienten dreimal und zwei Patienten viermal.

4.2.8 Poststationäre Komplikationen

Bei 61 Patienten (84,21%) verlief der postoperative Verlauf komplikationslos. 14 Patienten (18,42%) gaben an, dass nach Krankenhausentlassung Komplikationen aufgetreten seien. Ein Patient machte hierüber keine Angaben.

Dreimal kam es zu einer Weichteilirritation durch das Osteosynthesematerial, zweimal kam es zu einer Achsabweichung, woraufhin die Therapie umgestellt wurde. Bei zwei weiteren Patienten kam es zu einer Schwellung des Knies. Bei zwei sehr jungen Patienten hat sich das Erlernen des Laufens stark verzögert. Folgende Komplikationen traten jeweils einmal auf: eine Entzündung des Tibiakopfes, eine verzögerten Frakturheilung, eine Materiallockerung, eine Muskelschwäche, eine Entzündung der Narbe sowie ein Materialbruch.

	n
Weichteilirritation	3
Achsabweichung	2
Schwellung des Knies	2
Verzögertes Laufenlernen	2
Entzündung des Tibiakopfes	1
Verzögerte Frakturheilung	1
Materiallockerung	1
Muskelschwäche	1
Entzündung der Narbe	1
Materialbruch	1

Tab. 9: Häufigkeit poststationärer Komplikationen

Von den nachuntersuchten Patienten traten bei 23 (74,19%) keine poststationäre Komplikationen auf, acht (25,81%) gaben an welche gehabt zu haben. Hierbei traten zweimal eine Weichteilirritation durch Osteosynthesematerial auf, zweimal eine Schwellung des Knies, zweimal kam es zu einer Verzögerung des Laufenlernens, einmal zu einer Entzündung des Tibiakopfes und einmal zu einer Achsabweichung.

4.2.9 Physiotherapie

41 Patienten (53,95%) waren nach Krankenhausentlassung in physiotherapeutischer Behandlung. Bei den nachuntersuchten Patienten waren es 18.

4.2.10 Reha

In Reha waren zehn aller befragten Patienten (13,16%) nach Krankenhausentlassung. Drei waren es unter den nachuntersuchten Patienten.

4.2.11 Gesamt-Behandlungsdauer

Unter Gesamt-Behandlungsdauer wird der Zeitraum sämtlicher Therapiemaßnahmen nach Krankenhausentlassung einschließlich Physiotherapie und Reha-Maßnahmen betrachtet.

Acht Patienten gaben an, weniger als einen Monat behandelt worden zu sein. Bei zwölf Patienten dauerte die Behandlung ein bis zwei Monate, bei 17 Patienten drei bis fünf Monate, bei drei Patienten sechs bis acht Monate, bei zwei Patienten neun bis zwölf Monate. Über ein Jahr dauerte die Behandlung bei acht Patienten. Ein Pati-

ent ist in ständiger physiotherapeutischer Behandlung und konnte deswegen darüber keine genaueren Angaben machen. 26 Patienten haben hierüber keine Aussage gemacht.

	<1 Mo	1-2 Mo	3-5 Mo	6-8 Mo	9-12 Mo	>1 Jahr
n	8	12	17	3	2	8
Beckenbeingips		2				
Overhead-Extension		1	2			
Weber-Bock			1			
ESIN	1	2	8	2		1
Platte	4	3	3	1	2	4
Fixateur externe		1				
Marknagel	3	3	2			3
PFN			1			

Tab. 10: Gesamte Behandlungsdauer nach Krankenhausentlassung bei den einzelnen Verfahren

Unter den Patienten der Nachuntersuchung war einer bei dem die gesamte Behandlungsdauer weniger als einen Monat dauerte. Bei sechs Patienten dauerte sie ein bis zwei Monate, bei zwölf Patienten drei bis fünf Monate, bei einem Patienten neun bis zwölf Monate und bei zwei Patienten dauerte sie mehr als ein Jahr. Neun weitere Patienten konnten hierüber keine Aussagen machen.

4.2.12 Behandlung außerhalb des Uniklinikums Göttingen

Von den 76 Patienten wurden 60 (78,95%) ihren Angaben nach ausschließlich im Klinikum Göttingen behandelt. Sieben Patienten gaben an, zusätzlich von einem anderen Arzt behandelt worden zu sein, sechs waren zusätzlich in einem externen Krankenhaus in Behandlung. Zwei Patienten waren sowohl in einem anderen Krankenhaus, als auch bei einem anderen Arzt in Behandlung. Ein Patient hat hierüber keine Angaben gemacht.

Der Grund für die Behandlung außerhalb des Universitätsklinikums Göttingen war in sieben Fällen eine Metallentfernung, drei Patienten wurden Schuheinlagen wegen einer Beinlängendifferenz verschrieben, bei zwei Patienten kam es zur Narbenkontrolle. Bei weiteren zwei Patienten fand die Erstversorgung der Fraktur in einem externen Krankenhaus statt, bei einem Patienten wurden die Fäden entfernt und einem weiteren wurde der Gips abgenommen.

Von den nachuntersuchten Patienten wurden 26 (83,87%) nicht außerhalb des Universitätsklinikums Göttingen behandelt. Drei Patienten waren bei einem anderen Arzt in Behandlung, ein Patient in einem anderen Krankenhaus und ein Patient war sowohl bei einem anderen Arzt als auch in einem anderen Krankenhaus in Behandlung. Der Grund hierfür war in drei Fällen eine Metallentfernung und in zwei Fällen eine Narbenkontrolle.

4.2.13 Refraktur

Bei einem der befragten Patienten kam es nach der Femurfraktur zu einer Refraktur. Diese trat ein halbes Jahr später nach einem Sturz auf.

Unter den Patienten, die zur klinischen Untersuchung kamen, war keiner mit einer Refraktur.

4.2.14 Schulausfall

Acht Patienten verpassten durch die Femurfraktur weniger als zwei Wochen Schule. Zehn Patienten verpassten zwei bis vier Wochen, vier Patienten ein bis zwei Monate, fünf Patienten zwei bis vier Monate und weitere fünf Patienten verpassten mehr als vier Monate. 39 Patienten gingen zum Unfallzeitpunkt noch nicht zur Schule. Dies waren vor allem die Patienten, die konservativ mit einem Beckenbeingips oder einer Overhead-Extension behandelt worden sind.

	<2 Wo	2-4 Wo	1-2 Mo	2-4 Mo	>4 Mo
n	8	10	4	5	5
Weber-Bock		1			
ESIN	6	1	2	2	
Platte	2	5	1	1	2
Fixateur externe					1
Marknagel		3		2	2
PFN			1		

Tab. 11: Verpasste Schulzeit auf Grund der Femurfraktur

Bei den nachuntersuchten Patienten verpassten drei Patienten weniger als zwei Wochen Schulzeit, fünf Patienten verpassten zwei bis vier Wochen, drei Patienten ein bis zwei Monate, ein Patient zwei bis vier Monate und zwei Patienten verpassten

mehr als vier Monate. 17 Patienten gingen zum Unfallzeitpunkt noch nicht in die Schule.

4.2.15 Sport

Die Patienten wurden nach ihrer sportlichen Aktivität jeweils vor und nach der Fraktur gefragt.

Sportliche Aktivität vor der Fraktur

Vor der Femurfraktur haben 40 aller befragten Patienten (52,63%) Sport getrieben, 30 (39,47%) haben keinen Sport getrieben. Sechs Patienten machten hierüber keine Aussage. Von den Patienten, die sich sportlich betätigt haben, gaben vier an, sich nur am Schulsport beteiligt zu haben. 31 Patienten trieben regelmäßig in ihrer Freizeit Sport und vier betrieben Leistungssport. Ein Patient gab darüber keine Auskunft.

Auf die Frage nach der Häufigkeit antworteten 28 Patienten, dass sie vor dem Unfall ein- bis zweimal pro Woche Sport getrieben haben, sechs Patienten drei- bis viermal und vier Patienten fünf- bis siebenmal pro Woche. Bei einem Patienten ist darüber nichts bekannt, da er mittlerweile in einer Pflegefamilie lebt. Ein Patient machte keine Aussage.

Von den nachuntersuchten Patienten haben 16 (51,61%) vor dem Unfall Sport getrieben. 14 (45,16%) gaben an, nicht sportlich aktiv gewesen zu sein. Ein Patient machte hierüber keine Aussage. Von den 16 Patienten, die Sport getrieben haben, haben zwei ausschließlich am Schulsport teilgenommen, 13 haben Sport regelmäßig in der Freizeit getrieben und einer hat Leistungssport betrieben. Drei Patienten haben fünf- bis siebenmal pro Woche Sport getrieben, zwei Patienten drei- bis viermal und elf Patienten ein- bis zweimal pro Woche.

Sportliche Aktivität nach der Fraktur

Zur Zeit treiben 58 Patienten (76,32%) Sport, 14 (18,42%) treiben keinen Sport und vier machten keine Angaben. Von den Patienten, die keinen Sport treiben gaben drei von ihnen als Grund Schmerzen bei sportlicher Betätigung an. Alle drei Patienten

hatten vor ihrem Unfall regelmäßig Sport getrieben. Zwei von ihnen verunglückten in einem Verkehrsunfall und wurden anschließend mit einem Marknagel versorgt. Der andere Patient fiel aus einem Hochbett und erhielt anschließend eine ESIN. Elf Patienten gaben andere Gründe dafür an, keinen Sport mehr zu betreiben.

Unter den Patienten die regelmäßig Sport treiben, sind vier, die nur am Schulsport teilnehmen. 42 sind regelmäßig in ihrer Freizeit aktiv und neun betreiben Leistungssport. Drei Patienten machten genaueren keine Angaben.

Schaut man sich die Häufigkeit sportlicher Betätigung an, sieht man, dass vier Patienten nur alle zwei Wochen Sport treiben, 23 Patienten ein- bis zweimal pro Woche, 20 Patienten drei- bis viermal pro Woche und neun Patienten fünf- bis siebenmal pro Woche. Zwei Patienten machten hierüber keine Aussage.

Die Wiederaufnahme des Sports erfolgte bei 14 Patienten zwischen zwei und fünf Monaten. Sieben Patienten fingen mit dem Sport innerhalb von sechs bis zwölf Monaten an. Ein bis zwei Jahre dauerte es ebenfalls bei sieben Patienten und acht Patienten nahmen ihre sportliche Betätigung erst nach mehr als zwei Jahren wieder auf. 22 Patienten machten hierüber keine weiteren Angaben.

Von den Patienten, die zur klinischen Untersuchung kamen, betätigen sich 28 (90,32%) sportlich. Drei Patienten (9,68%) treiben zur Zeit keinen Sport. Der Grund hierfür ist bei einem Patienten Zeitmangel, ein Patient hat Schmerzen und ein weiterer Patient ist noch zu jung. Der Patient, der wegen Schmerzen keinen Sport treibt, hat vor dem Unfall noch regelmäßig Sport getrieben. Von den 28 Patienten, die sich sportlich betätigen nehmen zwei ausschließlich am Schulsport teil, 23 treiben Sport regelmäßig in der Freizeit und drei weitere betreiben Leistungssport. Vier Patienten treiben fünf- bis siebenmal pro Woche Sport, sieben Patienten drei- bis viermal, 14 Patienten ein- bis zweimal pro Woche und drei Patienten alle zwei Wochen.

Die Wiederaufnahme des Sport dauerte bei einem Patienten weniger als zwei Monate, bei acht Patienten dauerte es zwei bis fünf Monate, bei zwei Patienten sechs bis

zwölf Monate, bei vier Patienten ein bis zwei Jahre und bei weiteren vier Patienten dauerte es mehr als zwei Jahre bis zur sportlichen Wiederaufnahme. Neun Patienten konnten hierüber keine Angaben machen.

	Vor der Fraktur	Nach der Fraktur
Schulsport	4	4
Freizeit	31	42
Leistungssport	4	9
alle 2 Wochen	0	4
1-2x/Woche	28	23
3-4x/Woche	6	20
5-7x/Woche	4	9

Tab. 12: Sportliche Betätigung und Intensität aller befragten Patienten vor und nach der Femurfraktur

4.2.16 Beeinflussung der Berufswahl

Bei einem Patienten wurde die Berufswahl nach eigenen Angaben durch die Fraktur beeinflusst. Dieser Patient hatte vor dem Unfall eine Ausbildung zum Maler und Lackierer gemacht und wechselte nach dem Unfall zu einem Studium des Bauingenieurs. Dieser Patient kam auch zur Nachuntersuchung.

4.3 Nachuntersuchtes Patientenkollektiv

31 Patienten erklärten sich zur Nachuntersuchung bereit. Der Zeitraum zwischen der Femurfraktur und der Nachuntersuchung lag durchschnittlich bei $8,94 \pm 4,49$ [2-18] Jahren.

4.3.1 Übersicht nach Aktenlage

Im folgenden Kapitel soll ein Überblick über die 31 Patienten der Nachuntersuchung gegeben werden. Diese Informationen wurden aus den Akten gewonnen.

4.3.1.1 Geschlechterverteilung

Unter den 31 Patienten, waren 18 Jungen (58,1%) und 13 Mädchen (41,9%).

4.3.1.2 Unfallhergang

Unfallursache war bei zwölf Patienten (38,7%) ein Sturz aus einer Höhe von mindestens einem Meter. Acht Patienten (25,8%) verunglückten im Verkehr, bei sechs Patienten (19,4%) war ein einfacher Sturz ursächlich für die Fraktur. Drei Patienten (9,7%) zogen sich die Fraktur bei einem Sportunfall zu, einem Patienten (3,2%) fiel ein schwerer Gegenstand auf das Bein und ein weiterer Patient (3,2%) erlitt ein Rotationstrauma.

4.3.1.3 Frakturlokalisierung und -art

Alle Patienten, die zur Nachuntersuchung kamen, hatten eine Fraktur des Femurdia-physe erlitten. Zehn Patienten hatten eine einfache Spiral- oder Schrägfraktur und fünf Patienten eine einfache Querfraktur, vier weitere eine mehrfragmentäre Fraktur und zwei Patienten eine Grünholzfraktur. Bei zehn Patienten konnte auf Grund der Aktenlage keine Frakturart zugeordnet werden.

4.3.1.4 Therapie

Von den 31 Patienten wurde einer ambulant behandelt (3,2%). Dieser Patient wurde mit einem Beckenbeingips versorgt. Die anderen 30 Patienten (96,8%) wurden stationär behandelt.

19 Patienten wurden operativ behandelt (61,3%), 12 Patienten konservativ (38,7%). Aufgeteilt nach dem Geschlecht ist eine ähnliche Verteilung zu beobachten. Es besteht kein signifikanter Unterschied.

Die Verteilung auf die einzelnen Verfahren stellt sich wie folgt dar: zwölf Patienten wurden mit einer ESIN behandelt, fünf mit einem Beckenbeingips, vier mit einer Overhead-Extension, drei mit einer Plattenosteosynthese. Zwei wurden mit einem Marknagel behandelt. Zwei weitere mit einem Weber-Bock. Jeweils ein Patient wurde mit einem Fixateur externe, einem PFN und einem Oberschenkelgips versorgt.

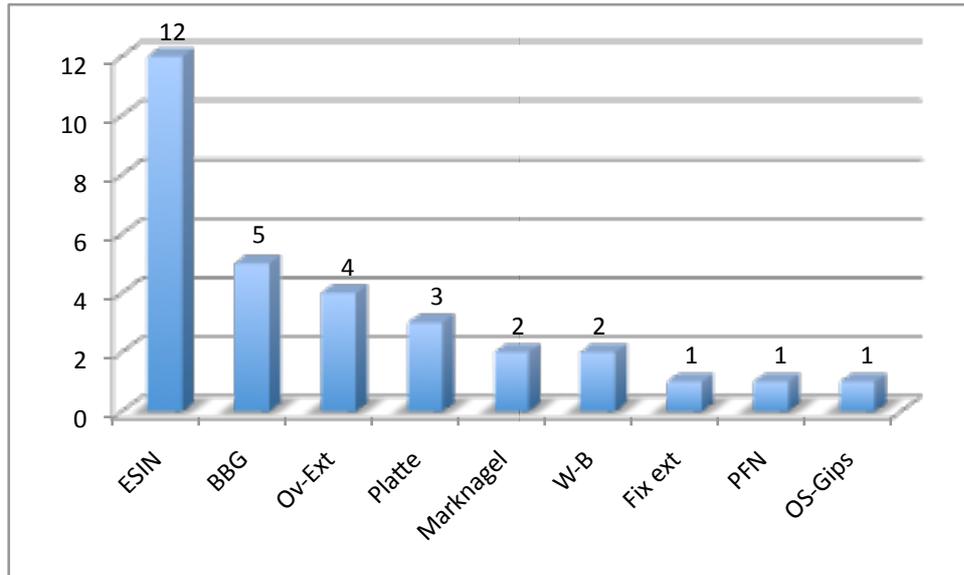


Abb. 38: Anzahl der einzelnen Verfahren im nachuntersuchten Patientenkollektiv.

4.3.1.5 Altersverteilung

Das mittlere Alter zum Unfallzeitpunkt liegt bei $6,78 \pm 5,62$ [0,65-17,94] Jahren, Median: 5,35 Jahre. Das Alter der konservativen Gruppe liegt im Mittel bei $2,32 \pm 2,42$ [0,65-14,04] Jahren. Bei der operativen Gruppe lag es hingegen deutlich höher, bei $9,37 \pm 5,33$ [1,56-17,94] Jahren. Dieser Unterschied ist hoch signifikant ($p < 0,01$).

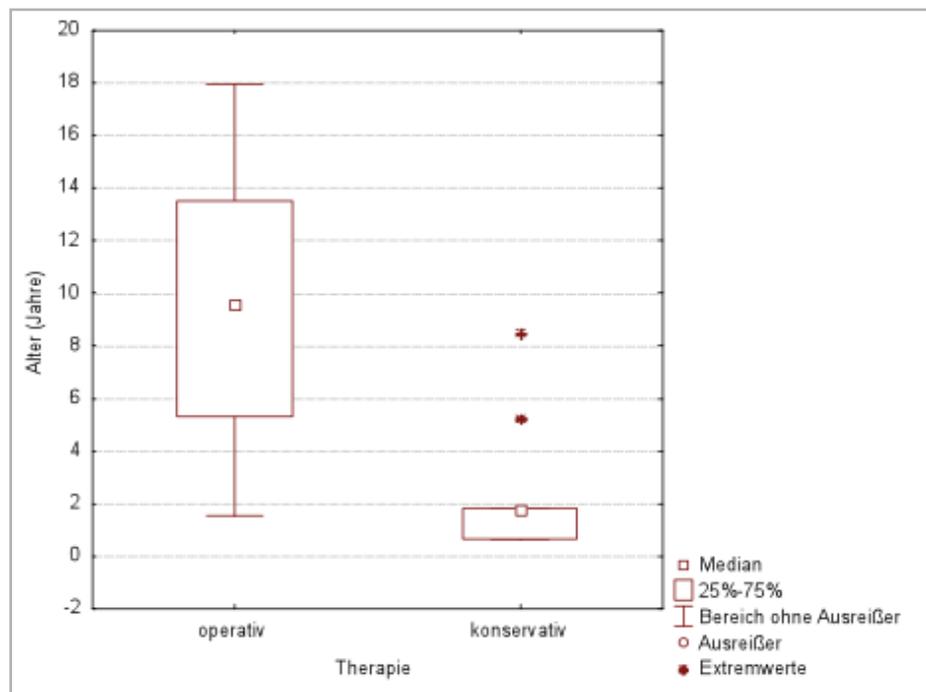


Abb. 39: Altersverteilung der operativen und konservativen Therapie im nachuntersuchten Patientenkollektiv

4.3.1.6 Verfahrenswechsel

Bei acht Patienten wurde die Therapie umgestellt. Von diesen Patienten wurden drei primär operativ behandelt, fünf primär konservativ. Die sekundäre Therapie war in sieben Fällen operativ, in einem Fall kam eine konservative Therapie zum Einsatz.

4.3.1.7 Komplikationen

Von den nachuntersuchten Patienten klagten insgesamt neun über Komplikationen. Darunter waren einige, die mehrere Komplikationen hatten. Von diesen neun Patienten haben sich vier die Fraktur in einem Verkehrsunfall zugezogen.

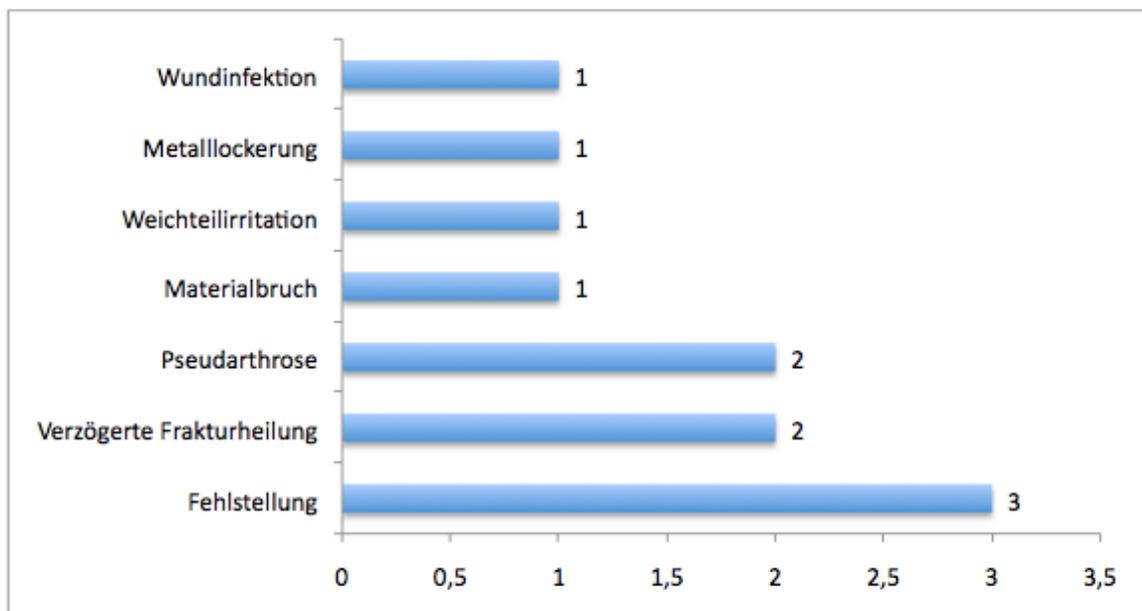


Abb. 40: Häufigkeit der verschiedenen Komplikationen im nachuntersuchten Patientenkollektiv

4.3.2 Klinische Untersuchung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung dargestellt.

4.3.2.1 Narben

Bei der Nachuntersuchung wurden zuerst die Narben betrachtet. Wie in Kap.4.2.5 schon erwähnt, hatten 23 der 31 Patienten mindestens eine Narbe, acht Patienten hatten keine Narben. Diese acht Patienten wurden entweder mit einem Beckenbein-gips oder mit einer Overhead-Extension behandelt. Dem folgenden Diagramm kann man entnehmen, bei welcher Narbenanzahl welches Verfahren hauptsächlich ange-

wendet wurde. Es wurden nur die Patienten berücksichtigt, bei denen kein Verfahrenswechsel stattgefunden hat, da bei häufigeren operativen Eingriffen, die Anzahl an Narben unweigerlich steigt. Hier fällt auf, dass in der Gruppe der Patienten mit genau einer Narbe nur die Plattenosteosynthese als Verfahren verwendet wurde. Patienten, die mit einer ESIN behandelt wurden, weisen hauptsächlich zwei Narben auf.

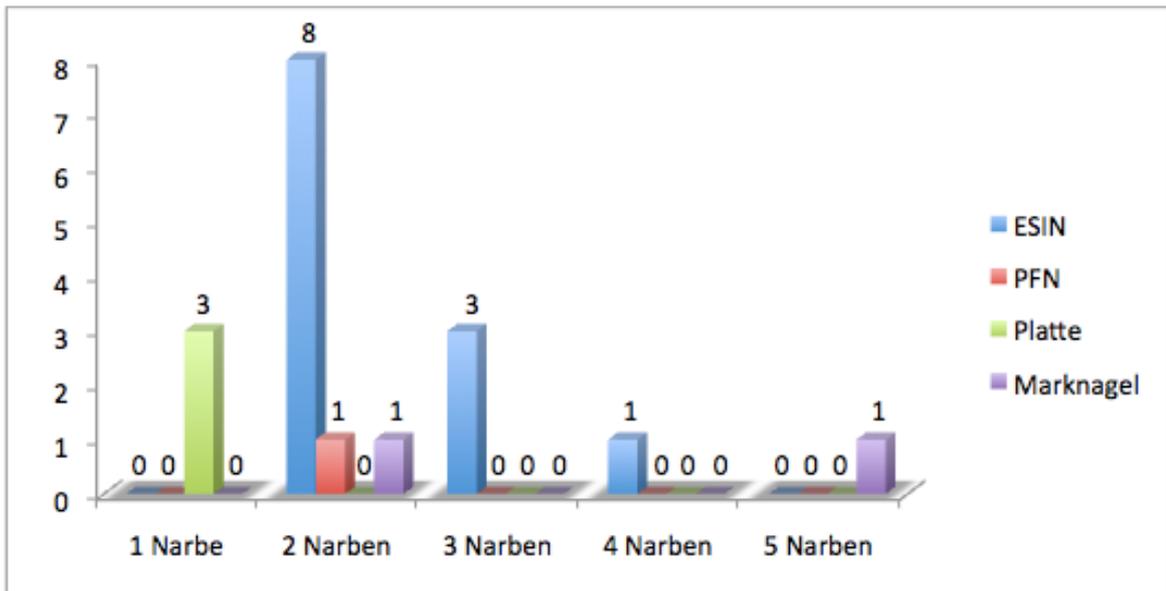


Abb. 41: Anzahl an Narben bei den einzelnen Verfahren im nachuntersuchten Patientenkollektiv

Der Median der Narbenlänge liegt bei sieben Zentimetern. Zur besseren Übersicht kann man die Narbenlänge in drei Gruppen unterteilen: die erste Gruppe beinhaltet die Patienten mit einer Narbenlänge von einem bis sechs Zentimeter, die zweite Gruppe enthält Narbenlängen von acht bis 14 cm und die dritte Gruppe beinhaltet die Narben mit einer Länge von 15 bis 28 cm. Hier fällt auf, dass in der ersten Gruppe nur Patienten vertreten sind, die eine ESIN als Behandlung erhalten haben. In der zweiten Gruppe sind drei Patienten, die mit einem Marknagel versorgt worden sind, und jeweils ein Patient mit einer ESIN beziehungsweise mit einer Plattenosteosynthese. Die dritte Gruppe enthält sechs Patienten mit einer Plattenosteosynthese und einen Patienten, der einen PFN bekommen hat.

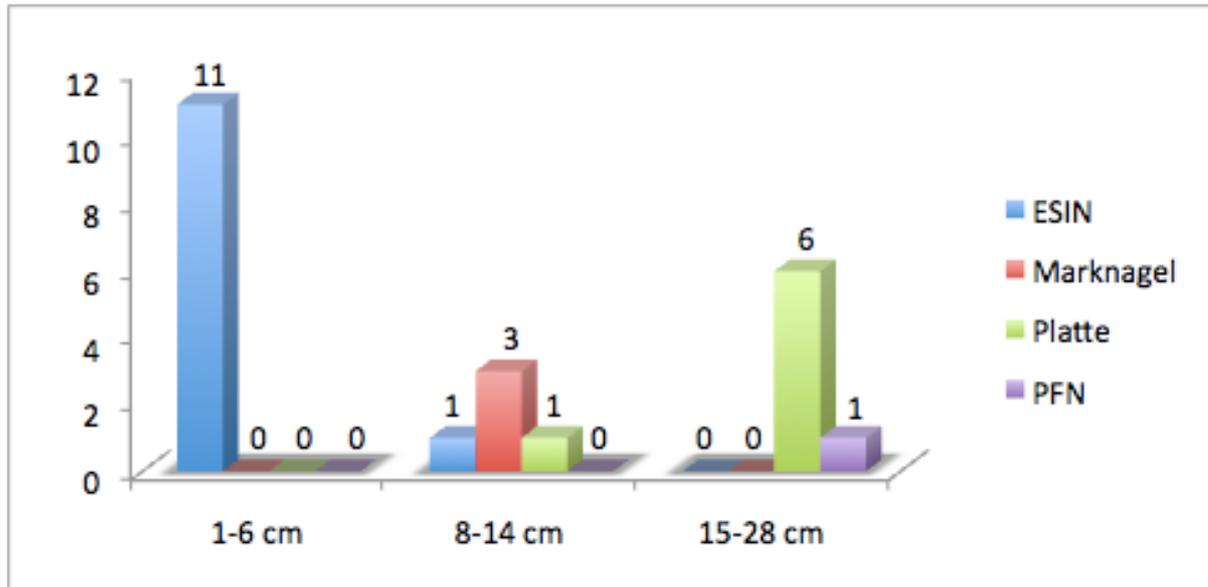


Abb. 42: Länge der Narben bei den einzelnen Verfahren im nachuntersuchten Patientenkollektiv

4.3.2.2 Bewegungsausmaß nach Neutral-Null-Methode

Bei der Messung des Bewegungsausmaßes beider Beine anhand der Neutral-Null-Methode ist zwischen dem verletztem Bein und dem nicht-verletztem Bein kein signifikanter Unterschied vorhanden. Auch zwischen konservativer und operativer Gruppe ist in der Differenz des Bewegungsausmaßes beider Beine kein signifikanter Unterschied festzustellen.

Betrachtet man dagegen die Differenz beider Seiten hinsichtlich des Patientenalters zum Unfallzeitpunkt kann man einen signifikanten Einfluss auf das Ausmaß der Außenrotation des Hüftgelenks in Extension feststellen ($p=0,02$). Bei Patienten, die zum Unfallzeitpunkt, jünger als drei Jahre waren, war das verletzte Bein leicht beweglicher als das Gesunde. Ab einem Alter von drei Jahren ist es genau umgekehrt: je älter die Patienten waren, desto größer war die Einschränkung verglichen mit dem gesunden Bein.

Bei den anderen Messungen waren keine weiteren Signifikanzen vorhanden.

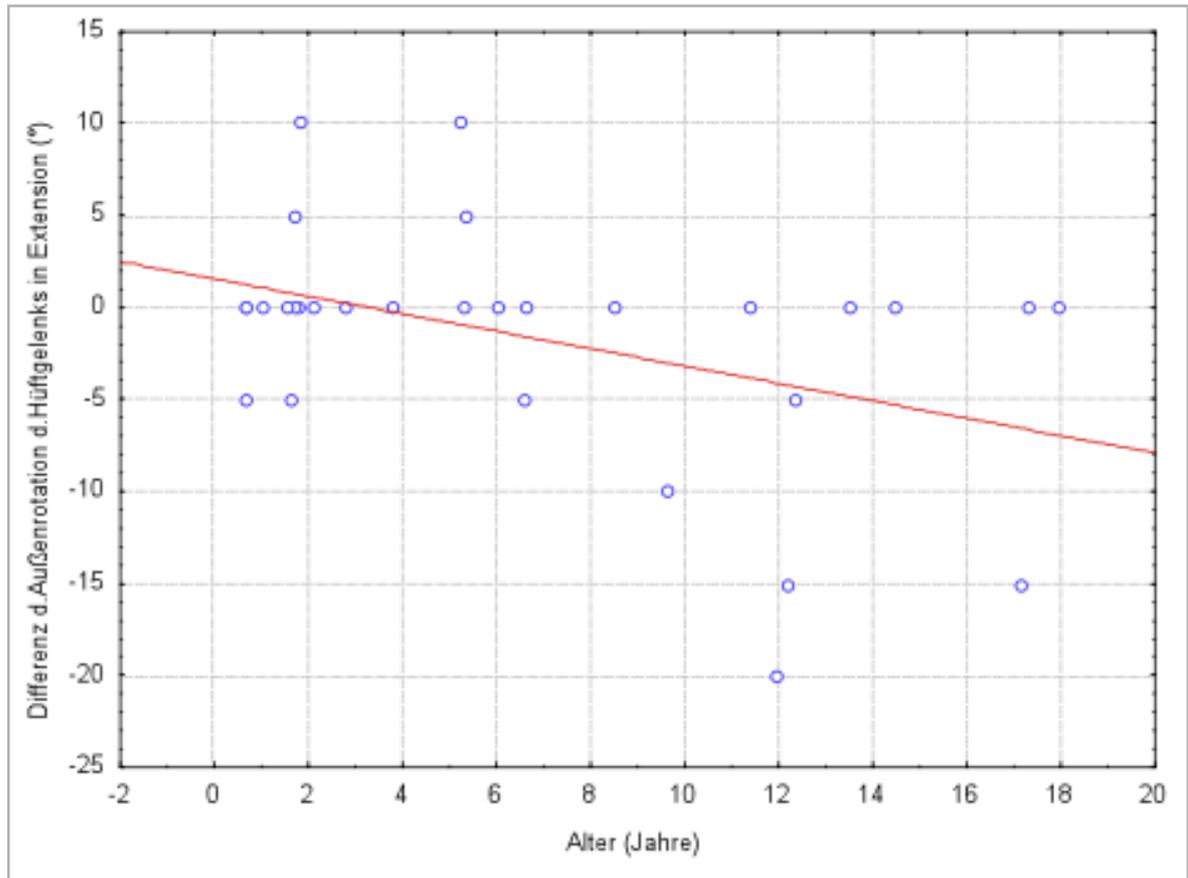


Abb. 43: Differenz der Außenrotation des Hüftgelenks in Extensionsstellung in Abhängigkeit des Patientenalters zum Unfallzeitpunkt

4.3.2.3 Messung der Muskelumfänge

Die Differenz der Muskelumfänge beider Beine an vorher definierten Stellen zeigt 10 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspaltes einen signifikanten Unterschied zwischen operativer und konservativer Therapie ($p=0,01$). Hier zeigt sich, dass die Muskelumfänge des verletzten Beines bei der konservativen Behandlungsmethode größer sind als bei der nicht-verletzten Seite. Nach logistischer Regression (s. Kap.3.7.1) unter Berücksichtigung der beiden *Confounder* Alter und Unfalljahr ist keine Signifikanz mehr vorzuweisen, das Signifikanzniveau wurde jedoch nur knapp verfehlt ($p=0,08$). Auch an den anderen Messstellen sind keine signifikanten Unterschiede festzustellen.

Das Patientenalter zum Unfallzeitpunkt hat einen signifikanten Einfluss auf den Muskelumfang 15 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspaltes. Hier zeigt sich, dass Patienten, die ihre Fraktur in jüngeren Jahren erlitten haben, an der verletzten Seite ei-

nen größeren Muskelumfang aufweisen, als Patienten, die zum Unfallzeitpunkt älter waren. Im Alter von fünf Jahren dreht sich das Bild um. Je älter sie beim Trauma waren, desto geringer ist der Muskelumfang im Vergleich zu dem nicht-frakturierten Bein ($p < 0,01$). Auffällig ist, dass vor allem die Kinder ab einem Alter von 13 Jahren einen deutlich verschmälerten Oberschenkelumfang aufweisen.

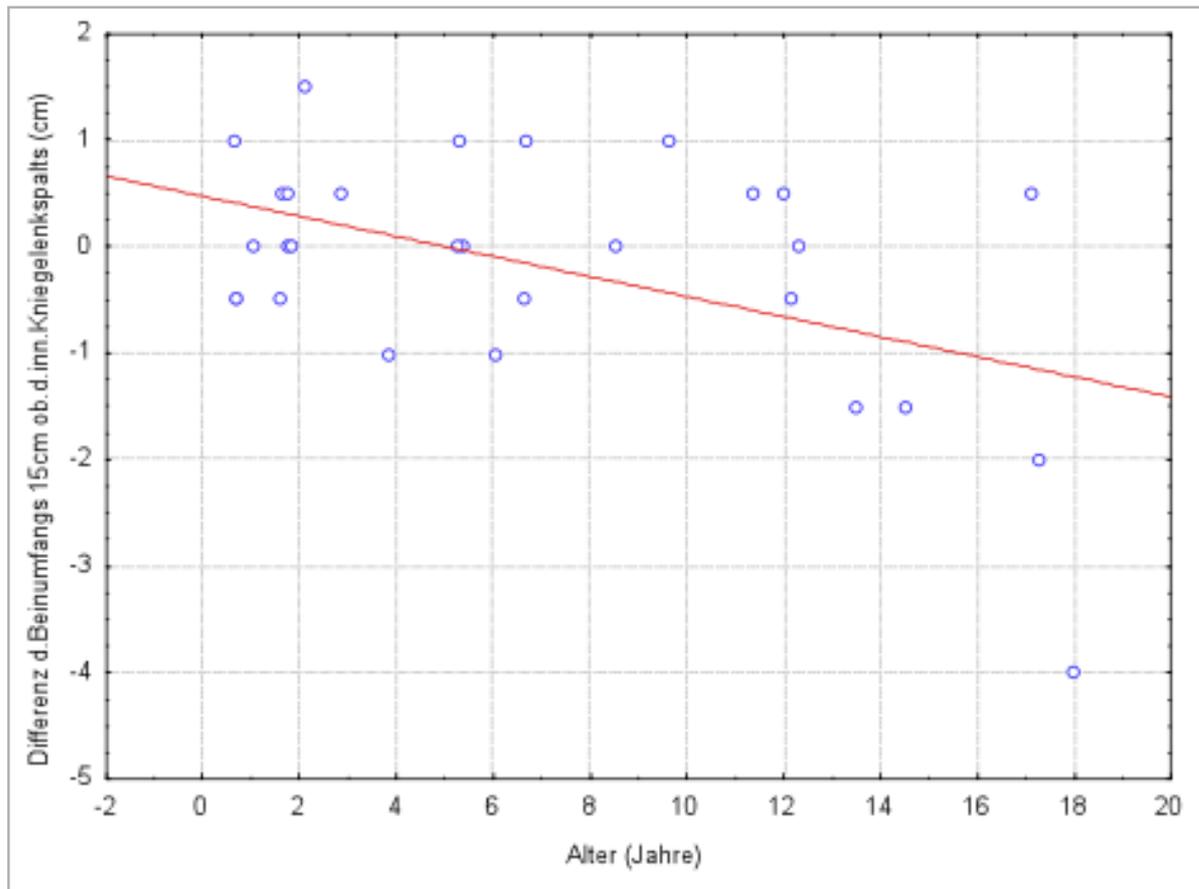


Abb. 44: Differenz des Beinumfangs 15 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspalts in Abhängigkeit des Patientenalters zum Unfallzeitpunkt

4.3.2.4 Messung der Beinlängen

21 Patienten (67,7%) weisen eine Beinlängendifferenz auf. Bei 16 von ihnen (76,19%) ist das ehemals frakturierte Bein länger mit Werten von einem halben und einem Zentimeter. Bei den anderen fünf Patienten (23,81%) ist das verletzte Bein kürzer. Bei drei Patienten liegt eine Verkürzung von 0,5 cm vor, bei einem weiteren Patienten eine Verkürzung von 2 cm. Ein Patient weist eine Beinlängenverkürzung von 4 cm auf. Dieser Patient hat jedoch beidseits eine angeborene Hüftdysplasie, die für die Verkürzung von vier Zentimetern hauptsächlich verantwortlich ist, da sie ana-

mnestisch schon vor der Fraktur bestand. Daher wird er bei der folgenden Auswertung nicht berücksichtigt

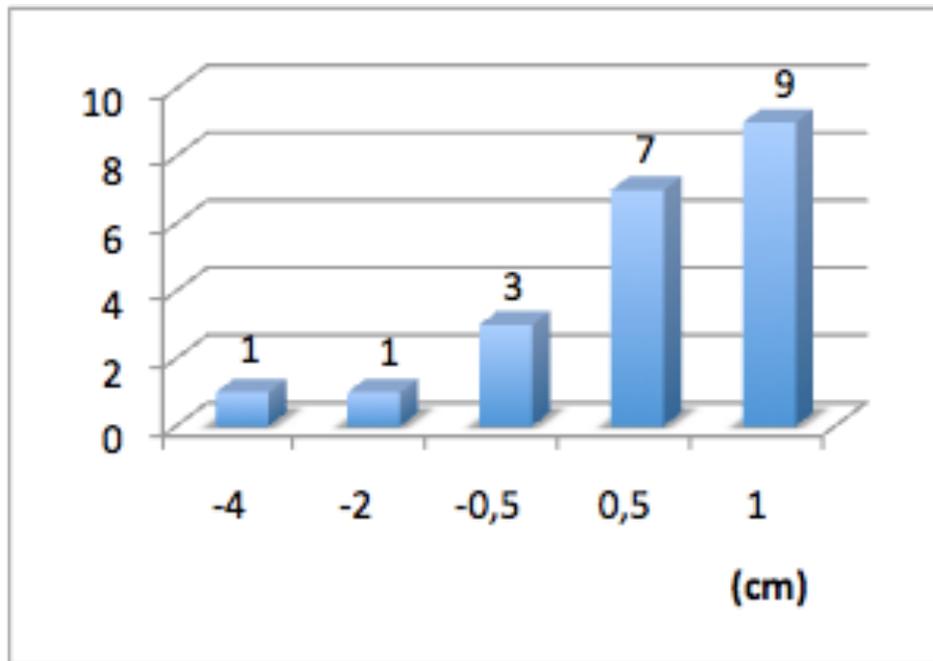


Abb. 45: Häufigkeit des Auftretens von Beinlängendifferenzen im nachuntersuchten Patientenkollektiv

Von den Patienten, die konservativ behandelt wurden, weisen 73% eine Beinlängendifferenz auf. Von den Patienten, die einer operativen Therapie unterzogen wurden, sind es 63%. Dieser Unterschied ist nicht signifikant.

Schaut man sich nur die Patienten an, die eine Beinlängendifferenz von 0,5 cm vorweisen, sieht man, dass hier 36% der konservativ behandelten und 32% der operierten Patienten betroffen sind. Bei einer Beinlängendifferenz von einem Zentimeter sind 36% der konservativ behandelten und 26% der operativ behandelten Patienten betroffen. Auch dieser Unterschied ist nicht signifikant. Der Patient mit einer Beinverkürzung von zwei Zentimetern wurde primär mit einer Platte versorgt. Hierbei entwickelte sich jedoch eine Pseudarthrose woraufhin auf eine Marknagelosteosynthese umgestellt wurde. Dieser Patient zog sich seine Femurfraktur bei einem Verkehrsunfall zu, bei dem er ein Polytrauma erlitt. Der Patient mit einer Differenz von vier Zentimetern, der an einer angeborenen Hüftdysplasie leidet, wurde mit einem Oberschenkelgips versorgt.

Betrachtet man die Beinlängendifferenz in Bezug auf das Patientenalter zum Unfallzeitpunkt sieht man, dass die Verlängerung des verletzten Beines umso größer ist, je jünger der Patient bei der Fraktur war. Bei einem Alter von 14 Jahren treten kaum Beinlängendifferenzen auf. Waren die Patienten älter als 14 Jahre kommt es gehäuft zu Verkürzungen des verletzten Beines. Dieser Zusammenhang ist nicht signifikant ($p=0,10$), sollte jedoch in weiteren Studien beobachtet werden.

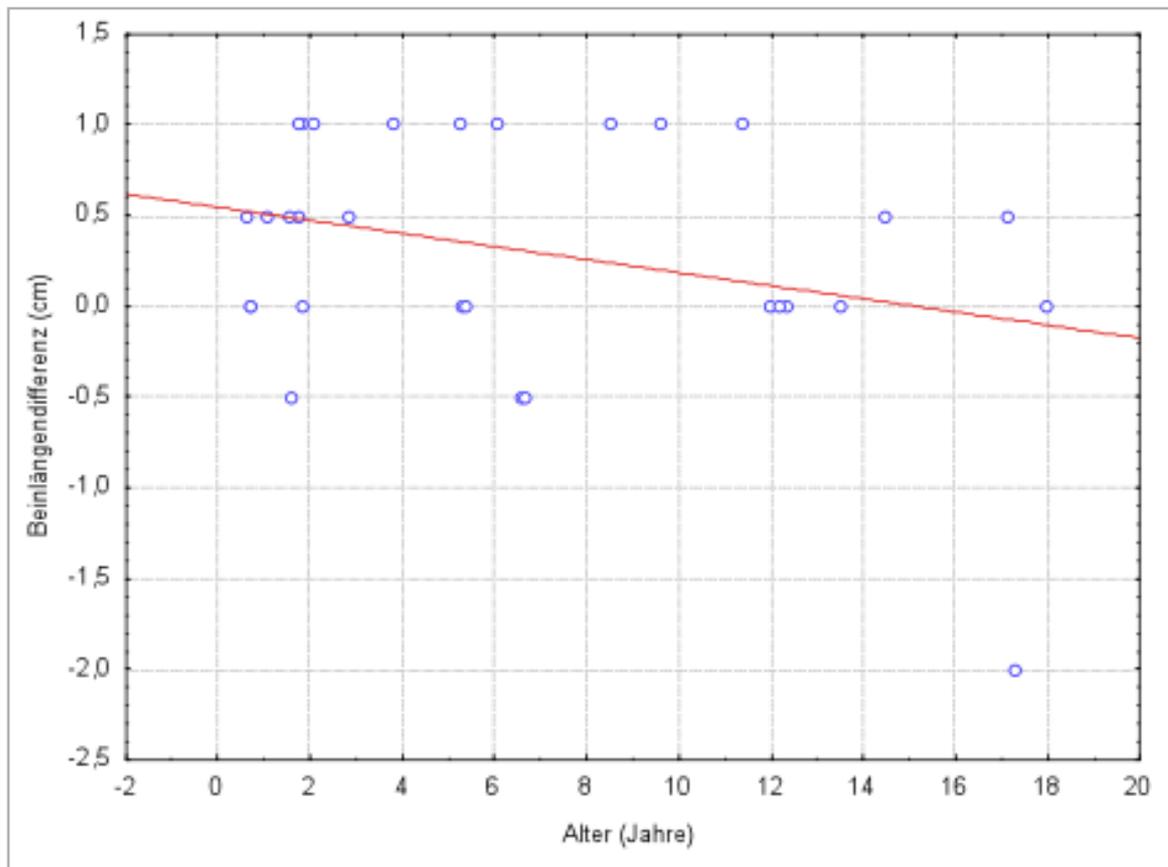


Abb. 46: Beinlängendifferenzen in Abhängigkeit des Patientenalters zum Unfallzeitpunkt

Verkürzung

Von den fünf Patienten, bei denen eine Beinlängenverkürzung festgestellt wurde, haben zwei eine konservative Behandlung erhalten. Einer wurde mit einer Overhead-Extension und einer mit einem Oberschenkelgips versorgt. Drei Patienten mit Beinlängenverkürzungen wurden operativ versorgt, davon zwei mit einer ESIN und einer primär mit einer Plattenosteosynthese.

Verlängerung

Von den 16 Patienten, die eine Beinverlängerung aufweisen, wurden sieben konservativ behandelt. Dies sind 58,3% aller konservativ behandelten Patienten. Unter ihnen sind drei Patienten, die mit einem Beckenbeingips behandelt worden sind, zwei Patienten mit einem Weber-Bock und ebenfalls zwei Patienten mit einer Overhead-Extension.

Neun Patienten mit einer Beinverlängerung wurden operativ behandelt, was 47,4% aller operierten Patienten entspricht. Von diesen neun Patienten wurden sieben mit ESIN behandelt, einer mit einem Marknagel und ein weiterer mit einem PFN.

5 Diskussion

5.1 Die kindliche Fraktur

Während bei Erwachsenen, insbesondere im fortgeschritteneren Alter, die Oberschenkelfrakturen häufig sind, ergeben die Zahlen des Statistischen Bundesamtes für Kinder und Jugendliche einen deutlich geringeren Anteil an Femurfrakturen (www.gbe-bund.de).

Unsere Studie zeigt einen auffälligen Geschlechterunterschied. Jungen sind häufiger von einer Femurfraktur betroffen als Mädchen. In den Jahren 1992 bis 2008 waren unter den Kindern, die auf Grund einer Femurfraktur in der Universitätsmedizin Göttingen behandelt worden sind, 71,90% Jungen, wohingegen nur 28,10% der Patienten Mädchen waren. Diese Ergebnisse decken sich auch mit den Angaben in der Literatur (Kuner et al. 1998; Busch 2005; Joeris et al. 2005; Rewers et al. 2005).

Da das kindliche Femur eine große Stabilität vorweist, muss der Femurfraktur im Allgemeinen ein Hochrasanztrauma vorausgehen (v. Laer 1986; Wagner und Rüter 1999; Ilchmann et al. 2002; Mutimer et al. 2007). Anzunehmen ist, dass die im Allgemeinen höhere Risikobereitschaft der Jungen sowohl beim Spiel als auch im Straßenverkehr der Grund für das vermehrte Auftreten von Femurfrakturen bei Jungen ist. Das zeigt sich auch darin, dass der Großteil der Patienten der vorliegenden Studie, die sich ihre Femurfraktur in einem Verkehrsunfall zugezogen haben, männlich ist (77,59%). Verkehrsunfälle sind die häufigste Ursache der Femurfrakturen in unserer Studie (27,62%). An zweiter Stelle steht ein Sturz aus einer Höhe von über einem Meter (26,67%), an dritter Stelle ein einfacher Sturz aus geringerer Höhe (23,81%). Diese Ergebnisse decken sich mit den Angaben in der Literatur. Maier et al. geben in ihrer Studie an, der Verkehrsunfall sei mit 33% die Hauptursache kindlicher Femurfrakturen, gefolgt von einem Sturz aus einer Höhe über einem Meter (26%) und einem Sturz aus einer geringeren Höhe (24%) (Maier et al. 2003). Nach Kuner et al. haben Verkehrsunfälle sogar einen weitaus größeren Anteil an Femurfrakturen bei Kindern. In ihrer Studie erlitten 57,6% der Patienten ihre Femurfraktur durch einen Verkehrsunfall (Kuner et al. 1998). Der Anteil an Sportunfällen wird in der Literatur

unterschiedlich angegeben. So schwanken die Werte zwischen 9,7% und 22,4% (Kuner et al. 1998; Houshian et al. 2004). In unserer Studie haben Sportunfälle einen Anteil von 9,52%.

	Verkehrsunfälle	Sturz > 1m	Sturz < 1m	Sportunfälle
Vorliegende Studie	27,62	26,67	23,81	9,52
Houshian et al. 2004	32,3	k. A.	k. A.	9,7
Maier et al. 2003	33	26	24	k. A.
Kuner et al. 1998	57,6	k. A.	k. A.	22,4
Kuner 1991	50,3	k. A.	k. A.	11

Tab. 13: Unfallursachen kindlicher Femurfrakturen in verschiedenen Studien. Angaben in %

Die häufigste Frakturart ist in unserer Studie die Spiralfaktur, gefolgt von der Querfraktur und der Schrägfraktur. Dies stellt eine Abweichung zu den Angaben in der Literatur dar. Hier wird die Querfraktur als die häufigste Frakturart angegeben. An zweiter stehen die Schrägfrakturen und erst an dritter Stelle die Spiralfrakturen. (Joeiris et al. 2005; Aktekin et al. 2007; Mutimer et al. 2007).

5.2 Therapie

Insgesamt überwiegt bei kindlichen Femurfrakturen heute die operative Therapie. In der Unfallchirurgie der Universitätsmedizin Göttingen wurden in dem Zeitraum von 1992 bis 2008 58,1% der Patienten operativ behandelt und 42,9% konservativ. Diese Ergebnisse stimmen mit den Angaben der Literatur überein (Kuner et al. 1998; Maier et al. 2003).

Seit 1992 ist in unserer Studie eine deutliche Entwicklung zu beobachten. Anfang der 1990er Jahre wurden alle Kinder mit einer Femurfraktur konservativ behandelt. Im Laufe der darauf folgenden Jahre hat der Anteil an operativen Verfahren stetig zugenommen und überwiegt seit 1999 den Anteil an konservativen Therapien. In der Literatur kann man eine ähnliche Entwicklung beobachten. Bis Ende der 1980er Jahre wurde bei kindlichen Femurfrakturen nur selten primär die Indikation zur Operation gestellt (Rettig und Pörschke 1987). Operiert wurde fast ausschließlich bei stark dislozierten, pathologischen oder anderen komplizierten Frakturen (Siebert und Pannike 1984; del Pilar Rosenberg 2002). Nach v. Laer wurden früher zu 90% alle Frakturen

im Wachstumsalter konservativ behandelt (v. Laer 2005). Ab den 90er Jahren haben sich in vielen Altersgruppen vermehrt operative Therapien durchgesetzt. Ausschlaggebend hierfür sind die komplikationsärmeren Operationsmethoden und die geringe Toleranz für lange Behandlungszeiten, die bei Extensionsbehandlungen auftreten (Schlickewei et al. 1999) und somit zu einer großen psychosozialen Belastung führen (Fuchs et al. 2003). In der Studie von Kuner et al. Ende der 1990er Jahre lag das Verhältnis von konservativer Therapie zu operativer Therapie schon bei 36% zu 64% (Kuner et al. 1998).

Ausschlaggebend bei der Therapiewahl war vor allem das Alter des Patienten zum Unfallzeitpunkt. So wurden Kinder bis zu einem vollendeten vierten Lebensjahr mit 77,66% überwiegend konservativ behandelt, Kinder ab dem fünften Lebensjahr dagegen hauptsächlich operativ (87,07%). In der Literatur wird über die Altersgrenze zur operativen Therapie diskutiert. So sehen einige Autoren die konservative Therapie bis zum vollendeten vierten Lebensjahr beziehungsweise bis zum Ende des Kleinkindalters als Verfahren der Wahl an (Dietz et al. 2001; Maier et al. 2003; Shirzad et al. 2004; Lögters et al. 2009; Dietz und Schlickewei 2011). Andere Autoren dagegen sind der Meinung, dass der operativen Therapie schon ab dem vollendetem dritten Lebensjahr der Vorzug gegeben werden sollte (Hehl et al. 1993; Braun et al. 1995; v. Laer und Kraus 2007). Hier spielen die Vorteile in Bezug auf psychosoziale Aspekte, kürzere Hospitalisierungszeiten und frühere Mobilisierung eine Rolle (Hehl et al. 1993). Bei proximalen und distalen Frakturen gilt, dass sehr junge Kinder bei undislozierter Femurfraktur konservativ behandelt werden können. Bei dislozierten Frakturen des proximalen und distalen Femurs ist jedoch eine operative Therapie zwingend erforderlich (Täger et al. 2009).

5.3 Verfahren

Das am häufigsten verwendete Verfahren in unserer Studie ist die ESIN. Hier hat in den letzten Jahren ein deutlicher Wandel stattgefunden. Von 1992 bis 1997 wurde in der Universitätsmedizin Göttingen keine ESIN angewendet. Erst 1998 wurde zum ersten Mal eine ESIN in der Therapie der kindlichen Femurfrakturen verwendet. Ihr Anteil hat dann in den folgenden Jahren schlagartig zugenommen und so ist sie mitt-

lerweile das am meisten angewendete operative Verfahren. Die gleiche Entwicklung kann man in der Literatur beobachten. Die ESIN wurde erst Ende der 1970er Jahre eingeführt. Ab den 90er Jahren setzte sie sich langsam immer mehr als Methode der Wahl bei Schulkindern durch und hat so die Weber-Bock-Extension verdrängt (Jubel et al. 2004 a). Zu Beginn wurde sie nur bei Kindern über zehn Jahren angewendet (Joeris et al. 2005). Mittlerweile stellt die ESIN jedoch die Methode der Wahl auch bei jüngeren Kindern dar (Maier et al. 2003; Aktekin et al. 2007; Maier und Marzi 2008). Sie ist komplikationsarm und weist die besten Langzeitergebnisse auf (Maier et al. 2003; Lögters et al. 2009).

Durch die ESIN wurde vor allem die Plattenosteosynthese von ihrem Platz verdrängt. Anfang der 1990er Jahre wurden in der Universitätsmedizin Göttingen noch alle Femurfrakturen, die operativ behandelt wurden, mit einer Plattenosteosynthese versorgt. Erst mit der Einführung der ESIN nahm ihr Anteil deutlich ab. In der Literatur wird die Verwendung der Plattenosteosynthese sehr unterschiedlich gesehen. In den 80er und 90er Jahren war sie laut einiger Autoren noch das am häufigsten verwendete operative Verfahren (Rettig und Pörschke 1987; Schlickewei et al. 1999; del Pilar Rosenberg 2002; Busch 2005). Auf Grund der Nachteile der Plattenosteosynthese (Lögters et al. 2009) hat sie in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung verloren (Maier et al. 2003) und ist laut Dietz et al. abzulehnen (Dietz et al. 2001). Ihre Verwendung sollte sich nur noch auf Spezialindikationen beschränken (Maier et al. 2003). Andere Autoren sehen die Plattenosteosynthese dagegen immer noch als ein geeignetes Verfahren bei kindlichen Femurfrakturen an (Kuremsky und Frick 2007; Sink et al. 2010).

Der Fixateur externe wurde in der Universitätsmedizin Göttingen von 1992 bis 2008 nur bei vier Patienten angewendet. Bei allen Patienten handelte es sich um kompliziertere Frakturen. Dies entspricht somit den in der Literatur angegebenen Indikationen. Hierzu gehören die Mehrfragmentfrakturen (C-Frakturen) und Frakturen, die keine genügende Abstützung haben und somit in ihrer Länge nicht gehalten werden können (Dietz et al. 2001), sowie Frakturen mit großem Weichteildefekt (Maier et al. 2003). Auch hier ist eine Veränderung in der Therapie ersichtlich. Laut Feld et al.

wurden früher Kinder unter zwölf Jahren vermehrt mit dem Fixateur externe behandelt (Feld et al. 1993). Heutzutage soll er jedoch bei unkomplizierten Frakturen nicht mehr zur Anwendung kommen.

In der vorliegenden Studie wurden 21 Patienten mit dem Marknagel behandelt. Dies stellt somit das dritthäufigste operative Verfahren dar. Allerdings war bei allen Patienten die Epiphysenfuge schon geschlossen. Das Durchschnittsalter liegt bei 16,45 Jahren. Dies verdeutlicht, dass eine Entscheidung über das therapeutische Vorgehen in dieser Altersgruppe nicht allein nach dem Alter erfolgen kann. Gerade jugendliche Patientinnen, bei denen die Wachstumsfuge früher schließt als bei Jungen, zählen im Hinblick auf die Behandlung eher zu den Erwachsenen. Bei Jugendlichen, die schon eine geschlossene Wachstumsfuge vorweisen, kann er somit ein geeignetes Verfahren darstellen (Dietz et al. 2001). Während der Wachstumsphase ist der Marknagel jedoch wegen gravierender Nebenwirkungen bei noch offener Epiphysenfuge absolut kontraindiziert (Rettig und Pörschke 1987; Kuner et al. 1998; Orlor et al. 1998). Diese Meinung wurde auch schon vor 20 Jahren vertreten. Zu groß ist die Gefahr einer Verletzung der Wachstumsfuge (Rettig und Pörschke 1987).

Zusätzlich zu den genannten Verfahren wurden in der vorliegenden Studie weitere Verfahren verwendet. Einmal kam ein Proximaler Femurnagel zur Anwendung. Genau wie der Marknagel ist er in der Wachstumsphase kontraindiziert und kann nur bei Jugendlichen mit geschlossener Epiphysenfuge verwendet werden, wird aber auch dann sehr selten angewendet. In unserer Studie wurde er bei einem Patienten in einem Alter von 14,49 Jahren angewendet. Die Epiphysenfuge war schon geschlossen. Die Frakturlokalisation war subtrochantär, was eine der wenigen Lokalisationen darstellt, bei denen der PFN verwendet werden kann (Wagner und Rüter 1999; Wanner und Trentz 2008).

Weiter wurden drei Patienten mit einer Schraubenosteosynthese behandelt und zwei Patienten mit einer K-Draht-Osteosynthese. Die Schraubenosteosynthese wurde in zwei von den drei Fällen bei einer Schenkelhalsfraktur durchgeführt, was in der Literatur auch als Indikationsstellung benannt wird (Täger et al. 2009). Der dritte Patient

hatte eine Übergangsfaktur des distalen Femurs erlitten. Auch dies stellt eine Indikation für die Versorgung mit einer Schraubenosteosynthese dar (Schmittbecher und Menzel 2005). Alle drei Kinder waren älter als elf Jahre. Das jüngste Kind hatte ein Alter von 11,96 Jahren.

Eines der Kinder, die mit einer K-Draht-Osteosynthese behandelt worden sind, hatte eine supracondyläre Fraktur erlitten, bei dem zweiten Kind handelte es sich um eine Epiphysenfugenfraktur nach Salter-Harris Typ 2. Beide Lokalisationen werden in der Literatur als geeignete Indikation für eine Versorgung mit der K-Draht-Osteosynthese genannt (Schmittbecher und Menzel 2005). Dies deckt sich somit mit den Ergebnissen unserer Studie.

Auch bei der konservativen Therapie kann man eine deutliche Wende sehen. Als konservative Therapie kommen nur noch die Overhead-Extension sowie der Beckenbeingips in Frage (Fuchs et al. 2003; Maier et al. 2003; Lögters et al. 2009). Dagegen wurde die Weber-Bock-Extension von operativen Verfahren abgelöst (Fuchs et al. 2003). In unserer Studie ist der Beckenbeingips mit Abstand die am meisten verwendete konservative Therapie. Zusätzlich ist er das einzige Verfahren, das auch ambulant durchgeführt werden kann. Eine ambulante Behandlung wurde in unserer Studie bei 26,19% der Kinder mit einem Beckenbeingips durchgeführt. Dies stellt einen großen Vorteil gegenüber allen anderen Behandlungsmethoden dar, da die lange Abwesenheit von zuhause ein ernstes Problem bei Kindern bedeuten kann. Betrachtet man die Entwicklung des Beckenbeingipses in der Universitätsmedizin Göttingen in den letzten Jahren, sieht man, dass seine Verwendung stark zugenommen hat. Wurde er Anfang der 1990er Jahre nicht angewendet, hat er sich in den letzten Jahren als einziges noch angewendetes konservatives Verfahren durchgesetzt. Auch in der Literatur wird der Beckenbeingips bei Kindern im Vorschulalter noch als geeignetes Verfahren betrachtet (Dietz et al. 2001; Maier et al. 2003).

Weitaus seltener wurden in unserer Studie die Overhead- sowie die Weber-Bock-Extension verwendet. Auch hier ist eine Entwicklung in den letzten Jahren sichtbar. In den 1990er Jahren wurden beide Extensionsbehandlungen noch relativ häufig

verwendet, wobei vor allem die Overhead-Extension überwog. In den letzten Jahren ist die Verwendung der Extensionsverfahren jedoch rückläufig. Die Weber-Bock-Extension wurde 1999 und die Overhead-Extension 2003 zum letzten Mal in der Universitätsmedizin Göttingen angewendet. In der Literatur wird beschrieben, dass die Weber-Bock-Extension in den entwickelten Ländern nicht mehr verwendet wird. Grund hierfür sind die mangelnde Akzeptanz, die lange Ruhigstellungszeit und das ungenügende Repositionsergebnis (Maier et al. 2003). Laut v. Laer und Kraus hat auch die Overhead-Extension auf Grund der Unzumutbarkeit keine klinische Relevanz mehr (v. Laer und Kraus 2007). Diese Ansicht wird nicht von einem Konsens getragen. Nach Angaben der meisten Autoren wird die Overhead-Extension bei Kindern bis vier Jahren immer noch verwendet (Dietz et al. 2001; Maier et al. 2003; Dietz und Schlickewei 2011). Dies stellt somit einen deutlichen Unterschied zu unseren Ergebnissen dar.

Als weiteres Verfahren wurde bei fünf Patienten unserer Studie ein Oberschenkelgips verwendet. Bei zwei von ihnen lag eine distale Epiphysenfugenfraktur (Salter-Harris Typ 2) vor, bei einem anderen Patienten eine distale metaphysäre Wulstfraktur. Zwei weitere Patienten hatten eine sehr weit distal gelegene Schaftfraktur erlitten. Alle Lokalisationen stellen eine geeignete Indikation für einen Oberschenkelgips dar (Schmittbecher und Menzel 2005).

5.4 Altersverteilung

Das mittlere Alter unserer Patienten liegt bei 6,73 Jahren und somit im Bereich der angegebenen Werte anderer Autoren. In der Studie von Busch liegt das durchschnittliche Patientenalter bei 8,1 Jahren (Busch 2005), nach Maier et al. bei 5 Jahren (Maier et al. 2003). Hierbei sind deutliche Unterschiede zwischen der konservativen und der operativen Gruppe festzustellen. Das Durchschnittsalter der operierten Kinder lag in unserer Studie bei 9,70 Jahren, das der konservativen Gruppe bei 2,61 Jahren. In der Studie von Maier et al. betrug das Durchschnittsalter der konservativen Gruppe 2,2 Jahre (Maier et al. 2003) und stimmt somit mit unseren Ergebnissen überein. Bei Kuner et al. lag es mit 4,0 Jahren etwas höher. Allerdings muss man hierbei beachten, dass in seinem Patientenkollektiv die ESIN nicht verwendet wurde,

mit der mittlerweile ein Großteil der Kinder ab vier Jahren behandelt wird. Die operierte Gruppe hatte in seiner Studie ein durchschnittliches Alter von 6,6 Jahren und liegt somit deutlich niedriger als in unserer Studie (Kuner et al. 1998). Dieser Unterschied könnte dadurch erklärt werden, dass in der Studie von Kuner et al. ein weit- aus höherer Anteil an polytraumatisierten Kindern vorkommt (18%), die auf Grund der Schwere der Verletzung operativ behandelt werden mussten. In der vorliegenden Studie sind es nur 9,5%. Der Altersunterschied zwischen konservativer und operativer Gruppe ist in unserer Studie hoch signifikant.

	gesamt	operativ	konservativ
Vorliegende Studie	6,73	9,70	2,61
Busch 2005	8,1	k. A.	k. A.
Maier et al. 2003	5	k. A.	2,2
Kuner et al. 1998	k. A.	6,6	4

Tab. 14: Mittleres Alter der Patienten zum Unfallzeitpunkt; Angaben in Jahren

Das Durchschnittsalter der Patienten unserer Studie, die mit ESIN behandelt worden sind, liegt bei 5,89 Jahren und stimmt somit mit einigen Studien überein (Jubel et al. 2004 a; Salem und Keppler 2010). In anderen Studien liegt es leicht unter dem angegebenen Durchschnittsalter von 8,25 bis 9,6 Jahren (Joeris et al. 2005; Aktekin et al. 2007; Mutimer et al. 2007). Empfohlen wird sie zumeist ab einem Alter von vier Jahren (Houshian et al. 2004; Shirzad et al. 2004; Maier und Marzi 2008). Es zeigt sich, dass in der Universitätsmedizin Göttingen die ESIN auch bei jüngeren Patienten regelmäßig durchgeführt wird. Insgesamt wurden 20 Patienten, die zum Unfallzeitpunkt jünger als vier Jahre waren, primär mit der ESIN operiert. Dies entspricht 40,8% aller Kinder, die primär mit einer ESIN behandelt worden sind. Das jüngste Kind war 0,3 Jahre alt und somit deutlich jünger als in der Literatur empfohlen.

	Durchschnittsalter (Jahre)
Vorliegende Studie	5,89
Salem und Keppler 2010	5,6
Aktekin et al. 2007	9,6
Mutimer et al. 2007	9
Joeris et al. 2005	8,25
Jubel et al. 2004 a	6

Tab. 15: Mittleres Alter der Patienten, die mit einer ESIN behandelt wurden

Das mittlere Alter unserer Patienten die mit der Plattenosteosynthese versorgt wurden (10,22 Jahre) stimmt ebenso mit den Angaben anderer Autoren überein (Feld et al. 1993) wie das Durchschnittsalter der Patienten mit Extensionsbehandlung (Overhead-Extension: 1,62 Jahre; Weber-Bock-Extension: 4,11 Jahre) (Kuner et al. 1998; Fuchs et al. 2003). Unterschiede gibt es in der Behandlung mit dem Beckenbeingips, dessen Altersdurchschnitt in unserer Studie mit einem Mittelwert von 1,99 Jahren deutlich unter dem Wert in der Literatur liegt (4,5 Jahre) (Kuner et al. 1998). Unserer Meinung nach sollte ein Beckenbeingips nur bei sehr kleinen Kindern verwendet werden, da bei ihnen einerseits die Pflege einfacher ist, andererseits die lange Bewegungseinschränkung noch tolerierbar ist.

Der Altersdurchschnitt der Patienten unserer Studie, die mit dem Marknagel behandelt wurden, liegt bei 16,45 Jahren. Wie schon oben besprochen ist es für die Marknagelung außerordentlich wichtig, dass bereits eine geschlossene Epiphysenfuge vorliegt. Hier muss große Vorsicht geboten sein und uns scheint ein höheres Alter wichtig. So ist in unserer Studie auch zu beobachten, dass der Altersdurchschnitt der Patienten, die mit einem Marknagel versorgt worden sind, signifikant höher liegt, als das mittlere Alter aller anderen Verfahren.

Dagegen gibt es zwischen der Weber-Bock-Extension und der ESIN bezüglich des Durchschnittsalters keinen signifikanten Unterschied. Dies war durchaus zu erwarten, da in dieser Altersgruppe die Weber-Bock-Extension durch die ESIN abgelöst wurde. Auch zwischen Beckenbeingips und Overhead-Extension gibt es keinen signifikanten Unterschied, da beide Verfahren eine mögliche Therapie für die gleiche Altersgruppe darstellen.

5.5 Frakturlokalisierung und Dislokation

Deutlich wird in unserer Studie, dass die Wahl der Therapie von der Frakturlokalisierung abhängt. Bei proximalen Frakturen wurde in 75% der Fälle operativ behandelt. Übereinstimmend mit der Literatur (Wagner und Rüter 1999; Schmittenebecher und Menzel 2005; v. Laer und Kraus 2007) wurden nur Kinder mit dieser Frakturlokalisierung konservativ behandelt, bei denen es sich um eine undislozierte Fraktur handelte

und die jünger als vier Jahre waren. Bei ihnen wurde ein Beckenbeingips angewendet. Dagegen waren die Kinder, die mit einer proximalen Fraktur operativ behandelt wurden, deutlich älter. Das Durchschnittsalter lag bei 10,81 Jahren. Bei Schaftfrakturen wurde in unserem Patientenkollektiv vermehrt die operative Behandlung gewählt (60,43%), allerdings ist der Unterschied nicht so eindeutig wie bei den anderen Frakturlokalisationen. Hier hat wie oben besprochen hauptsächlich das Alter der Patienten einen Einfluss auf die gewählte Therapieform. War die Fraktur distal, wurde in 80% der Fälle konservativ behandelt. Die Behandlung war bei zwölf von 15 Patienten ein Beckenbeingips oder ein Oberschenkelgips, und stimmt somit mit den Empfehlungen in der Literatur überein (Dietz et al. 2001).

Bei dislozierten Frakturen wurde in unserer Studie in 80% der Fälle operativ behandelt. Die Kinder, die konservativ behandelt worden sind, waren zum Unfallzeitpunkt alle sehr jung mit einem Durchschnittsalter von 1,99 Jahren. Grund dafür, dass diese Kinder mit dislozierten Frakturen konservativ behandelt werden konnten, liegt an der sehr hohen Korrekturpotenz des jungen Knochens, die mit zunehmendem Alter abnimmt (Feld et al. 1993). Bei älteren Kindern ist es folglich wichtiger, die Fraktur exakt zu reponieren, damit keine Fehlstellungen resultieren. Der Altersdurchschnitt der Kinder unserer Studie, die mit einer dislozierten Fraktur operativ behandelt worden sind, beträgt 8,64 Jahre und liegt somit deutlich über dem Durchschnitt der konservativ behandelten Kinder.

5.6 Verfahrenswechsel und Komplikationen

In unserer Studie wurde bei 10,2% der Kinder, die mit einer konservativen Therapie behandelt worden sind, die Therapie umgestellt. Damit liegt der Anteil der Verfahrenswechsel in unserer Studie deutlich unter den Angaben in der Literatur mit 15,7% bis hin zu 25% (Feld et al. 1993; Kuner et al. 1998). Ein Verfahrenswechsel in der operierten Gruppe fand nur in 6,6% der Fälle statt. Da gerade die sekundäre Manipulation, wie sie bei einem Verfahrenswechsel auftritt, ein Grund für eine vermehrte Stimulation der Epiphysenfuge und somit für ausgeprägte Beinlängendifferenzen ist (v. Laer 2004), wäre in der konservativ behandelten Gruppe ein deutliches Längenplus zu erwarten. Diese Tendenz ist in unserer Studie ersichtlich. Eine Signifikanz

konnte jedoch nicht aufgezeigt werden. Dies liegt sicherlich an der zu geringen Anzahl an Patienten, die an der Nachuntersuchung teilgenommen haben. Des Weiteren ist nur bei zwei Patienten eine relevante Beinlängendifferenz von mehr als einem Zentimeter aufgetreten. Bei beiden wurde ein Verfahrenswechsel durchgeführt. Allerdings war bei einem Patienten eine Beinlängendifferenz schon vor dem Unfall bekannt, weshalb nicht beurteilbar ist, in wie weit sich die Femurfraktur auf die Beinlängendifferenz ausgewirkt hat.

Bei den Patienten, die konservativ behandelt worden sind, traten zu 10,32% Komplikationen auf. Diese Ergebnisse stimmen mit denen anderer Studien überein (Maier et al. 2003; Maier und Marzi 2008). In der Studie von Kuner et al. traten sogar bei 29,4% der konservativ behandelten Kinder Komplikationen auf (Kuner et al. 1998). Bei den operierten Kindern kamen in unserer Studie in 20,49% der Fälle Komplikationen vor. Dieser hohe Anteil ist dadurch zu erklären, dass polytraumatisierte und mehrfachverletzte Kinder in dieser Gruppe zu finden sind. Schließt man diese Patienten aus, ist kein signifikanter Unterschied mehr zwischen konservativer und operativer Gruppe zu sehen. Dass die Unfallart für das Auftreten von Komplikationen verantwortlich ist, wird auch daran deutlich, dass unter den Patienten mit Komplikationen die Hauptursache für die Femurfraktur ein Verkehrsunfall (50%) ist. Dies zeigt, dass einen wesentlichen Anteil an dem Auftreten von Komplikationen die Schwere der Verletzung hat, die bei einem Verkehrsunfall oder einem Sturz aus einer größeren Höhe meist deutlich größer ist. Die Wahl des Verfahrens dagegen hat in unserer Studie keinen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von behandlungsbedürftigen Komplikationen. Dies steht im Gegensatz zu den Angaben in der Literatur. Hier wird in Studien belegt, dass bei der ESIN am seltensten Komplikationen auftreten (Maier et al. 2003; Maier und Marzi 2008). Im Gegensatz dazu ist laut einiger Autoren der Fixateur externe mit einer großen Häufigkeit von Komplikationen behaftet (Feld et al. 1993; Kuner et al. 1998; Maier et al. 2003; Maier und Marzi 2008; Ramseier et al. 2010). Dies konnte in unserer Studie auf Grund der geringen Anzahl an Patienten, die mit einem Fixateur externe behandelt worden sind, nicht bestätigt werden.

Schaut man sich die nicht-behandlungsbedürftigen Achsabweichungen an, kann man ein deutlich häufigeres Vorkommen bei den Extensionsbehandlungen beobachten. Acht von zehn bekannte Achsabweichungen in Varus- oder Valgusfehlstellung traten nach einer Extensionsbehandlung auf. Das deckt sich auch mit den Angaben in der Literatur, wonach Achsabweichungen fast ausschließlich nach Behandlung mit einem Extensionsverfahren auftreten (Hofmann v. Kap-herr et al. 1985).

5.7 Stationäre Aufenthaltsdauer

In dem Vergleich zwischen der stationären Aufenthaltsdauer der operierten und der konservativ behandelten Patienten würde man durch den deutlich längeren Aufenthalt der Extensionspatienten erwarten, dass ein signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen besteht. Dies konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Zu erklären ist dies dadurch, dass in der konservativen Gruppe sehr viele Patienten mit einem Beckenbeingips vorhanden sind, die entweder ambulant behandelt wurden oder nur einen sehr kurzen stationären Aufenthalt gehabt haben. Dies gleicht den langen stationären Aufenthalt der Extensionsbehandlungen wieder aus, sodass kein signifikanter Unterschied mehr festzustellen ist. Schaut man sich dagegen die einzelnen Verfahren an, kann man deutliche Unterschiede in der Dauer des stationären Aufenthaltes feststellen. Man sieht, dass neben dem Beckenbeingips - als einzig gut ambulant durchführbares Verfahren - die ESIN mit durchschnittlich 5,16 Tagen deutlich unter dem Wert der anderen Verfahren liegt. Diese Werte stimmen mit den Aufenthaltsdauern in der Literatur überein. Hier werden Werte von 4,8 bis 8 Tagen angegeben (Maier et al. 2003; Houshian et al. 2004; Jubel et al. 2004 a; Joeris et al. 2005; Mutimer et al. 2007).

Deutlich hervor stechen die Overhead-Extension sowie die Weber-Bock-Extension. Beide Verfahren hängen mit einer sehr viel längeren stationären Behandlung zusammen, was die Angaben der Literatur bestätigt (Fuchs et al. 2003). Dies stellt einen bedeutenden Nachteil der Extensionsbehandlungen gegenüber der ESIN dar und ist einer der Gründe warum diese beiden Verfahren in den letzten Jahren immer mehr durch andere Verfahren ersetzt worden sind. Gerade die Weber-Bock-Extension, zu deren Indikationsstellung genau wie bei der ESIN ein Patientenalter ab

vier Jahren gehörte, wurde komplett durch diese ersetzt. Jedoch nicht nur die Weber-Bock-Extension wurde durch die ESIN verdrängt, auch wird in der Universitätsmedizin Göttingen die Overhead-Extension immer mehr von der ESIN sowie auch von dem Beckenbeingips abgelöst. Die Verwendung der ESIN bei Kindern unter vier Jahren ist in der Literatur zwar keine Indikationsstellung, wird jedoch in der Universitätsmedizin Göttingen regelhaft durchgeführt.

In der Entwicklung der stationären Aufenthaltsdauer in den letzten 20 Jahren ist ein deutlicher Rückgang zu beobachten. Dies ist zum einen durch die Einführung der ESIN und den Rückgang der Extensionsbehandlungen zu erklären, zum anderen jedoch auch durch den allgemeinen Trend zu einem verkürzten stationären Aufenthalt. Hierdurch kann einerseits die Belastung der Kinder, die durch die Trennung zu den Eltern und dem häuslichen Umfeld hervorgerufen wird, reduziert werden. Andererseits wird hier jedoch auch das Bestreben zur Kostensenkung im Gesundheitssystem deutlich. Dies wurde durch die Einführung der DRGs (*Diagnosis Related Groups*) realisiert, die nur eine limitierte stationäre Verweildauer bezahlen, um dadurch die Aufenthaltsdauer zu reduzieren (Zeuner 2011).

5.8 Psychosoziale Aspekte

Ein immer wichtiger werdendes Thema bei der Behandlung kindlicher Femurfrakturen ist die psychosoziale Belastung, die möglichst gering gehalten werden sollte. Dabei sieht man deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Behandlungen. In einer Studie von Braun et al. wiesen Kinder, die einer Extensionsbehandlung unterzogen worden waren, deutlich mehr negative Nachwirkungen in emotionalen, familiären und allgemein gesundheitlichen Gebiet auf (Braun et al. 1995). Auch in der Studie von del Pilar Rosenberg gaben 16% der konservativ behandelten Patienten an, traumatische Erinnerungen an die Behandlung zu haben. Von den operierten Patienten hatten nur 6% schlechte Erinnerungen an ihren Krankenhausaufenthalt (del Pilar Rosenberg 2002). Diese Ergebnisse konnten in unserer Studie nicht bestätigt werden. Insgesamt waren nur fünf aller befragten Patienten mit der Behandlung unzufrieden, von denen nur einer mit einem Extensionsverfahren behandelt worden ist.

Eine Rolle hierbei könnte spielen, dass die Behandlung in den meisten Fällen schon lange zurück liegt und somit die Belastung der Kinder nicht mehr in Erinnerung ist.

Nichtsdestotrotz muss der psychosoziale Aspekt unbedingt bei der Verfahrenswahl berücksichtigt werden. Die starke psychosoziale Belastung bei der Extensionsbehandlung, zum einen durch den langen stationären Aufenthalt und die damit verbundene Trennung von den Eltern, zum anderen durch die lange Immobilisationszeit, stellt einen bedeutenden Nachteil dar. Im Hinblick auf die Tatsache, dass aktuell mit der ESIN ein geeignetes operatives Verfahren zur Verfügung steht, sollte die Verwendung der Extensionsbehandlung deshalb sehr gut überlegt sein.

5.9 Ergebnisse der Nachuntersuchung

31 Patienten wurden im Rahmen der klinischen Nachuntersuchung in der Universitätsmedizin Göttingen untersucht. Diese geringe Patientenzahl erklärt sich dadurch, dass viele Patienten wegen des langen Anfahrtsweges und der fehlenden Erstattung der Fahrtkosten nicht bereit waren an der Nachuntersuchung teilzunehmen. Auch konnten einige der Patienten telefonisch nicht erreicht werden.

Allgemein gesehen kann man sagen, dass eine einfache Femurfraktur in den meisten Fällen keine schwerwiegenden Probleme mit sich führt. Probleme traten in unserer Studie hauptsächlich dann auf, wenn es sich um Unfälle größeren Ausmaßes handelte.

Schmerzen kamen in unserem Patientenkollektiv in 22,37% der Fälle vor. Bei vier Patienten ist dieser Schmerz ständig vorhanden. Es kann jedoch kein signifikanter Einfluss der Therapie auf das Vorkommen von Schmerzen festgestellt werden. Vielmehr beeinflusst der Unfallhergang sowohl das Auftreten der Schmerzen als auch die Schmerzstärke. Handelte es sich um ein Hochrasanztrauma, wie es etwa bei einem Verkehrsunfall auftritt, kamen Schmerzen deutlich häufiger vor. Insgesamt drei Patienten wurden hierdurch in ihrer sportlichen Tätigkeit beeinträchtigt, von denen sich zwei ihre Femurfraktur in einem Verkehrsunfall mit weiteren schweren Verletzungen zugezogen hatten. Auch die Einschränkung in der Berufswahl, die nur bei

einem Patienten in unserer Studie vorkam, trat nach einem schweren Verkehrsunfall auf. Es hat also vor allem die Schwere der Verletzung einen entscheidenden Einfluss auf das Auftreten von Schmerzen, wohingegen die Therapie nicht ausschlaggebend ist.

Bei der Untersuchung der Narben fiel auf, dass die Ergebnisse nicht ganz mit den Angaben der Patienten im Fragebogen übereinstimmen. Im Fragebogen haben mehrere Patienten eine falsche Anzahl an Narben angegeben. Dies liegt daran, dass einige Patienten auch Narben an den Beinen angegeben haben, die zwar durch den Unfall verursacht worden sind, allerdings nicht durch das gewählte Verfahren. Der Großteil der Patienten weist eine Anzahl von zwei Narben auf. Diese Patienten wurden hauptsächlich mit einer ESIN versorgt. Eine solitäre Narbe kommt nur bei der Plattenosteosynthese vor. Allerdings muss dieses Ergebnis wieder relativiert werden, da hier die Narbe auch deutlich länger ist. In unserer Studie lag die Narbenlänge nach Plattenosteosynthese hauptsächlich im Bereich zwischen 15 und 28 cm. Bei der ESIN dagegen hatten fast alle Narben eine Länge von einem bis sechs Zentimeter und waren sehr unauffällig. Dies stellt einen deutlichen Vorteil für die Verwendung einer ESIN gegenüber der Plattenosteosynthese dar.

In unserer Studie kann eine Abhängigkeit des Oberschenkelumfanges vom Patientenalter zum Zeitpunkt des Unfalls festgestellt werden. Patienten die ihre Femurfraktur in jüngeren Jahren erlitten haben, weisen an der betroffenen Seite einen größeren Muskelumfang auf als an der nicht-betroffenen Seite. Bei Patienten, die zum Unfallzeitpunkt älter waren, ist das ehemals frakturierte Bein dagegen schmaler. Hier fällt jedoch auf, dass die Patienten, bei denen eine starke Verschmälerung des Oberschenkels vorhanden ist, ein Polytrauma mit offener Fraktur erlitten haben. Es ist somit nicht eindeutig, ob eine direkte Korrelation zwischen dem Alter des Kindes und der Verschmälerung des Oberschenkels besteht. Zu vermuten ist, dass die Umfangsverminderung durch komplizierte Frakturen hervorgerufen wurde, die durch eine Verminderung der Muskelmasse zu einer Verschmälerung des betroffenen Beines führen. Da vor allem ältere Kinder durch ihre aktive Teilnahme am Straßenver-

kehr gefährdet sind Polytraumen zu erleiden, wäre hierdurch die indirekte Korrelation des Oberschenkelumfanges zu dem Alter der Kinder zu erklären.

Im Hinblick auf die Bewegung in den Gelenken zeigt sich in unserer Studie zwischen dem verletzten und dem nicht-verletzten Bein, sowie zwischen konservativer und operativer Therapie, kein signifikanter Unterschied.

Einige Autoren konnten nach Extensionsbehandlungen vermehrt Rotationsabweichungen beobachten (Fuchs et al. 2003; Braun et al. 1995) Nach Fuchs et al. stellt dies ein typisches Problem bei konservativen Therapieformen dar. In unserer Studie kann dies jedoch nicht bestätigt werden. Allerdings spielt hierbei das sehr kleine Patientenkollektiv der Nachuntersuchung eine Rolle. An der Nachuntersuchung nahmen nur vier Patienten mit einer Overhead-Extension und zwei Patienten mit einer Weber-Bock-Extension teil. Auf Grund dieser kleinen Gruppen ist es nicht möglich, eine Signifikanz nachzuweisen.

Dagegen zeigt sich in unserer Studie ein Einfluss des Patientenalters auf die Beweglichkeit im Hüftgelenk. So weisen Patienten, die in den ersten drei Lebensjahren eine Femurfraktur erlitten hatten, in ihrem betroffenen Bein eine geringgradig bessere Beweglichkeit hinsichtlich der Außenrotation in Extensionsstellung auf als in ihrem nicht-betroffenen Bein. Je älter die Patienten zum Unfallzeitpunkt waren, desto unbeweglicher sind sie in ihrem betroffenen Bein. Auffällig ist, dass vor allem bei Kindern, die zum Unfallzeitpunkt älter als neun Jahre waren, vermehrt Bewegungseinschränkungen auftreten. Diese liegen jedoch bei dem Großteil der Patienten im physiologischen Rahmen. Nur ein Patient weist eine Bewegungseinschränkung von 20° auf, die zwar leicht außerhalb des physiologischen Bereichs liegt, jedoch noch keine klinische Relevanz zeigt. Erklärbar wäre eine eingeschränkte Außenrotation durch einen posttraumatisch erhöhten Antetorsionswinkel. Um einen normalen Gelenkschluss im Hüftgelenk zu erreichen erfolgt bei erhöhtem Antetorsionswinkel kompensatorisch eine vermehrte Außenrotation im Hüftgelenk. Daraus folgt, dass eine weitere Außenrotation eingeschränkt ist.

Treten bei Kindern posttraumatisch Antetorsionswinkeldifferenzen auf, können diese im Laufe des Wachstums durch die physiologischen Derotationsvorgänge ausgeglichen werden. Diese finden hauptsächlich in zwei Schüben statt: zwischen dem sechsten und dem achten Lebensjahr, sowie während der Pubertät (Siebert und Pannike 1984). Hierdurch wird deutlich, dass ein durch die Fraktur hervorgerufener erhöhter Antetorsionswinkel besser korrigiert werden kann, wenn die Fraktur in jüngeren Jahren und somit vor den Derotationsschüben auftritt. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen von Siebert und Pannike. Hier zeigte sich, dass die Antetorsionswinkeldifferenz bei Kindern, die ihre Fraktur in einem Alter zwischen zwei und neun Jahren erlitten hatten, durch die physiologischen Derotationsvorgänge geringer ausfällt. Dieser Ausgleich ist bei älteren Kindern geringer oder bleibt sogar aus.

In Übereinstimmung mit anderen Autoren konnten wir in unserer Studie feststellen, dass keine Signifikanz hinsichtlich der Beinlängendifferenz zwischen konservativer und operativer Therapie besteht (Hehl et al. 1993; Braun et al. 1995). Es ist allerdings eine Tendenz zu beobachten, dass Beinlängendifferenzen nach einer operativen Therapie etwas seltener auftreten als nach einer konservativen Therapie. Bei einer geringeren Beinlängendifferenz von 0,5 cm ist diese Tendenz noch nicht sehr ausgeprägt. Deutlicher wird das Bild bei einer Beinlängendifferenz von einem Zentimeter. Hier treten bei konservativ behandelten Kindern zu 36% Beinlängendifferenzen auf, bei operativ behandelten Kindern nur zu 26%. Somit kommen sie zum einen seltener bei operierten Kindern vor, zum anderen ist das Ausmaß der Längendifferenzen geringer. Erklärt werden könnte dies durch die oft nicht exakte Reposition bei konservativer Therapie und das dadurch vermehrt auftretende Remodeling (v. Laer 1986). Auch die häufigeren Verfahrenswechsel in der konservativen Gruppe könnten hierbei eine Rolle spielen.

Ein interessantes Bild zeigt sich in Bezug auf das Patientenalter. Hier zeichnet sich eine Tendenz ab, dass bei Patienten, die in jüngeren Jahren die Femurfraktur erlitten haben, vermehrt Beinverlängerungen auftreten. Bei Patienten, die zum Unfallzeitpunkt älter als 14 Jahre waren, treten dagegen auch vermehrt Beinverkürzungen auf. Diese Tendenz unterstützt die These von v. Laer. Hiernach bestimmt der Funktions-

zustand der Epiphysenfuge, in dem sie sich zum Zeitpunkt des Unfalls befindet, ob eine Beinverlängerung oder eine Beinverkürzung auftritt. V. Laer gibt allerdings eine Altersgrenze von zehn Jahren an (v. Laer 2006).

Wie auch in der Literatur beschrieben (Busch 2005; Mutimer et al. 2007) kommt es nach einer Femurfraktur häufiger zu einer Beinverlängerung als zu einer Beinverkürzung, was durch die Hyperämie in der Epiphysenfuge erklärt werden kann (v. Laer 1986). Lediglich in fünf Fällen kam eine Beinverkürzung vor, von denen eine jedoch bereits vor der Fraktur bestand.

Vergleicht man die Untersuchungsergebnisse mit den Angaben der Patienten im Fragebogen, ist auffällig, dass bei elf Patienten, die angegeben hatten keine Beinlängendifferenz zu haben, in der Untersuchung eine Beinlängendifferenz festgestellt werden konnte. Dies verdeutlicht auch, dass kleine Abweichungen in der Beinlänge in der Befindlichkeit der Patienten kaum eine Rolle spielen und unmerklich ausgeglichen werden können.

Bei der Einschätzung der Beinlängendifferenzen muss man auch berücksichtigen, dass bei 80% der Bevölkerung eine Beinlängendifferenz besteht, die in den meisten Fällen nicht bekannt ist. Sie kann laut v. Laer bis zu drei Zentimeter betragen (v. Laer 1986). Hinsichtlich dieser Erkenntnisse wird die posttraumatisch auftretende Beinlängendifferenz wieder relativiert und muss kritisch betrachtet werden. Auch muss man beachten, dass geringe Beinlängendifferenzen nicht therapiebedürftig sind. Nach Hofmann v. Kap-herr et al. ist ein Beinlängenausgleich erst ab einer Längendifferenz von mehr als einem Zentimeter notwendig (Hofmann v. Kap-herr et al. 1985). Betrachtet man unsere Ergebnisse der Nachuntersuchung vor diesem Hintergrund, bestände nur bei zwei Personen überhaupt eine therapiebedürftige Beinlängendifferenz.

5.10 Fazit

Die vorliegende Studie zeigt im Vergleich der operativen und konservativen Therapien, dass in der operativen Gruppe

- Beinlängendifferenzen tendenziell seltener vorkommen
- das Ausmaß von Beinlängendifferenzen etwas geringer ausfällt
- ein nachfolgender Verfahrenswechsel seltener vorgenommen wird
- keine höhere Komplikationsrate nachzuweisen ist
- keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf Muskelumfang und Bewegungseinschränkungen gegenüber der konservativen Gruppe gefunden werden.

Angesichts dieser Ergebnisse sollte unseres Erachtens gerade bei Kindern über vier Jahren die Indikation zur Operation großzügig gestellt werden.

Hier stellt die ESIN bei unkomplizierter Femurfraktur das Verfahren der Wahl dar. Als Gründe sind zu nennen:

- die einfache Durchführbarkeit in der Hand des Erfahrenen
- der kurze stationäre Aufenthalt und somit
- die geringere psychosoziale Belastung der Kinder
- das positive Ergebnis in Bezug auf Narbenanzahl und –länge
- die frühe Mobilisierung nach der Operation.

Auch bei jüngeren Kindern wurde in der Universitätsmedizin Göttingen die ESIN mit guten Ergebnissen durchgeführt. Sie ist daher unserer Meinung nach auch bei Kindern unter vier Jahren sehr gut geeignet und wegen der vielen Vorteile, vor allem in psychosozialer Hinsicht, empfehlenswert.

Neben der ESIN zeigte auch die Behandlung mit dem Beckenbeingips in der Universitätsmedizin Göttingen bei jüngeren Kindern gute Ergebnisse. Es muss daher gründlich abgewogen werden, ob bei diesen jungen Patienten bereits eine Operation durchgeführt werden sollte. Unsere Ergebnisse lassen keine eindeutige Empfehlung

zugunsten einer Behandlung mit dem Beckenbeingips anstelle einer ESIN bei Kindern unter vier Jahren zu.

In weiteren Multicenter-Studien sollte deshalb der Aspekt der unterschiedlichen Beinlängen sowie der Bewegungseinschränkungen und auftretenden Komplikationen untersucht werden. Durch die hierdurch erreichbaren größeren Fallzahlen könnten gegebenenfalls bestehende signifikante Unterschiede festgestellt und eine Aussage hinsichtlich der optimalen Therapie bei Kindern unter vier Jahren getroffen werden.

6 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie ist es, einen Vergleich konservativer und operativer Behandlungsmöglichkeiten bei kindlichen Femurfrakturen herzustellen, um eine Empfehlung für die optimale Therapie geben zu können.

Der Analyse wurden die Daten von 210 Kindern im Alter bis zu 18 Jahren zugrunde gelegt, die von 1992 bis 2008 in der Universitätsmedizin Göttingen an einer Femurfraktur behandelt worden sind. Diesen Patienten wurde ein Fragebogen zugesandt, in dem Informationen zu dem Unfallhergang, der Therapie, aufgetretenen Komplikationen und dem subjektiven Befinden abgefragt wurden. Zusätzlich wurden sie zur Nachuntersuchung eingeladen und eingehend untersucht. Die erhobenen Daten wurden anschließend statistisch ausgewertet.

Die Hauptunfallursache war mit 27,62% ein Verkehrsunfall. An zweiter Stelle standen Stürze aus großer Höhe, an dritter Stelle einfache Stürze.

Als Behandlungsmethode wurde in 58,1% der Fälle eine operative Therapie gewählt. Hier war die ESIN die am häufigsten verwendete operative Therapie. Ihre Verwendung hat im Laufe der letzten Jahre deutlich zugenommen. Bei den konservativen Therapien hat sich der Beckenbeingips durchgesetzt. Dagegen wurden die Extensivverfahren in den letzten Jahren nicht mehr verwendet.

Signifikante Unterschiede liegen in der Altersverteilung vor. Bei operierten Patienten lag der Altersdurchschnitt bei 9,7 Jahren, bei den konservativ behandelten Patienten bei 2,61 Jahren. 77,66% der Kinder unter vier Jahren wurden konservativ behandelt, 87,07% der Kinder über vier Jahren operativ.

Bei der stationären Aufenthaltsdauer fällt auf, dass diese bei der Behandlung mit Beckenbeingips und ESIN deutlich geringer war als bei der Behandlung mit Extensivverfahren. Weiter kann ein Rückgang der Dauer des Krankenhausaufenthaltes in den letzten Jahren beobachtet werden.

Beinlängendifferenzen traten tendenziell bei einer operativen Therapie seltener auf als bei einer konservativen Therapie. Hinsichtlich der weiteren klinischen Ergebnisse waren keine signifikanten Unterschiede zwischen operativer und konservativer Therapie festzustellen. Es zeigte sich jedoch die Tendenz, dass Patienten, die mit einer Extensionsbehandlung versorgt worden sind, häufiger Abweichungen in Varus- oder Valgusstellungen aufwiesen.

Die Abwägung der Literatur und der eigenen Untersuchungsergebnisse führt zu der folgenden Einschätzung. Die ESIN stellt im Hinblick auf das klinische Ergebnis, die Narbenbildung sowie die psychosozialen Aspekte ein gutes Verfahren dar und ist somit für Kinder über vier Jahren das Verfahren der Wahl. Unserer Meinung nach kann sie auf Grund der guten Ergebnisse auch bei Kindern unter vier Jahren verwendet werden. Sie ist damit eine Alternative zu der Verwendung des Beckenbeingipses. Allerdings bleibt der Beckenbeingips gerade für sehr junge Kinder eine geeignete Behandlungsmethode, da so das durch eine Operation hervorgerufene Risiko vermieden werden kann. Hier muss eine genaue Abwägung der Vor- und Nachteile beider Verfahren im individuellen Fall erfolgen.

Die anderen Verfahren zeigen dagegen deutliche Schwächen. Ganz abzulehnen ist heute die Weber-Bock-Extension. Dies liegt an der Unzumutbarkeit langer Immobilisationszeiten sowie an den gehäuft auftretenden Achsabweichungen. Auch der Marknagel ist bei Kindern, deren Wachstumsfuge noch nicht geschlossen ist, wegen der hohen Gefahr der avaskulären Hüftkopfnekrose und der Verletzung der Epiphysefuge obsolet.

Unter bestimmten Indikationen können die anderen Verfahren eingesetzt werden. So kann die Overhead-Extension bei jüngeren Kindern verwendet werden, wenn ein Beckenbeingips nicht in Frage kommt. Die Plattenosteosynthese sollte aufgrund der deutlichen Nachteile nur dann verwendet werden, wenn die ESIN nicht zur Anwendung kommen kann. Auch der Fixateur externe sollte wegen der hohen Komplikationsrate nur bei bestimmter Indikationsstellung verwendet werden.

7 Anhang

7.1 Abkürzungsverzeichnis

AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese
BBG	Beckenbeingips
ESIN	Elastisch Stabile Intramedulläre Nagelung
Fix ext	Fixateur externe
J	Jahre
k. A.	keine Angaben
ko	konservativ
Mo	Monat
op	operativ
OS-Gips	Oberschenkelgips
Ov-Ext	Overhead-Extension
PFN	Proximaler Femurnagel
W-B	Weber-Bock-Extension
Wo	Woche

7.2 Anschreiben an die Patienten über 18 Jahre

Universitätsmedizin Göttingen
Abteilung Unfallchirurgie, Plastische und Wiederherstellungschirurgie
Robert-Koch-Str. 40, 37075 Göttingen

Herrn/Frau Titel
Empfänger Name

Musterstraße 432
PLZ Musterstadt

Abteilung Unfallchirurgie
Plastische und Wiederherstellungschirurgie
mit Abteilung des BUKH
Zentrum Chirurgie
Direktor: Prof. Dr. K.M. Stürmer

Ltd. Oberarzt
Prof. Dr. med. Klaus Dresing

Briefpost: D 37099 Göttingen
Adresse: Robert-Koch-Straße 40
D 37075 Göttingen
Tel. direkt: +49 551 39 6114
D-Arzt-Büro: +49 551 39 6114
Sekretariat Notaufnahme: +49 551 39 8717
Notaufnahme: +49 551 39 6105
Leitstelle Spezialsprechstunden: +49 551 39 8787
Telefax: +49 551 39 8981

E-Mail: klaus.dresing@med.uni-goettingen.de
Homepage: unfallchirurgie@med.uni-goettingen.de

Datum 29.05.2012

Klinische Ergebnisse **nach Oberschenkelfrakturen bei Kindern und Jugendlichen**

Ihr Oberschenkelbruch

Sehr geehrte/r Herr/Frau (Name),

am XX.XX.XXXX haben Sie einen Oberschenkelbruch erlitten und wurden in der Unfallchirurgischen Klinik im Universitätsklinikum Göttingen behandelt. Wir hoffen, wir konnten Ihnen damals helfen.

Heute benötigen wir Ihre freiwillige Hilfe. Wir untersuchen Oberschenkelbrüche im Wachstumsalter nach. Ziel der vorliegenden Arbeit ist Verbesserungen in der Therapie von kindlichen Oberschenkelbrüchen, die in der UMG behandelt wurden. Hierbei sollen alle Unfälle von Kindern und Jugendlichen mit dieser Verletzung bis zum 18. Lebensjahr aus den Jahren 1992 bis 2008 erfasst werden. Es sollen die konservativen und operativen Therapieoptionen in den unterschiedlichen Altersgruppen verglichen werden.

Ich möchte Sie daher bitten uns bei dieser Studie zu unterstützen, indem Sie den beiliegenden Fragebogen ausfüllen und uns zurückschicken. Ein Rücksendeumschlag liegt bei. Weiterhin würden wir Sie gerne zu einer freiwilligen Nachuntersuchung einladen. Zur Terminvereinbarung werden wir Sie persönlich telefonisch anrufen.

Ihre Antworten werden selbstverständlich vertraulich behandelt.

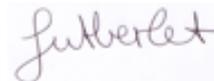
Die Daten werden am Ende der Datensammlung vollständig anonymisiert, so dass man später nicht zurückverfolgen kann, von wem die Daten sind. Bis zur Komplettierung der Datensätze werden die Datensätze pseudonymisiert. Dies bedeutet, dass die Daten mit einer Verschlüsselung ohne Namensnennung nur mit Nummern versehen werden. Die Zuordnung der Daten ist nur möglich, wenn hierfür der Schlüssel eingesetzt wird, mit dem die Daten pseudonymisiert wurden. Die Personen bezogenen Daten werden unter besonderen Schutzvorkehrungen getrennt von den pseudonymisierten Daten aufbewahrt. Eine Entschlüsselung ist nur durch den verantwortlichen Studienarzt möglich. Dritte erhalten keinen Einblick in die Originalunterlagen.

Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung. Für Rückfragen stehen wir Ihnen unter der Telefonnummer 0551 / 39 6986 oder 6114 zur Verfügung. Bitte füllen Sie auch die beiliegende Einwilligung aus und unterschreiben diese.

Mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr. K. Dresing
Ltd. Oberarzt der Klinik



F. Gutberlet

7.3 Anschreiben an die Eltern minderjähriger Patienten

Universitätsmedizin Göttingen
Abteilung Unfallchirurgie, Plastische und Wiederherstellungschirurgie
Robert-Koch-Str. 40, 37075 Göttingen

Abteilung Unfallchirurgie
Plastische und Wiederherstellungschirurgie
mit Abteilung des BUKH
Zentrum Chirurgie
Direktor: Prof. Dr. K.M. Stürmer

Herrn/Frau Titel
Empfänger Name

Ltd. Oberarzt
Prof. Dr. med. Klaus Dresing

Musterstraße 432
PLZ Musterstadt

Briefpost: D 37099 Göttingen
Adresse: Robert-Koch-Straße 40
D 37075 Göttingen
Tel. direkt: +49 551 39 6114
D-Arzt-Büro: +49 551 39 6114
Sekretariat Notaufnahme: +49 551 39 8717
Notaufnahme: +49 551 39 6105
Leitstelle Spezialsprechstunden: +49 551 39 8787
Telefax: +49 551 39 8981

E-Mail: klaus.dresing@med.uni-goettingen.de
Homepage: unfallchirurgie@med.uni-goettingen.de

Datum 29.05.2012

Klinische Ergebnisse **nach Oberschenkelfrakturen bei Kindern und Jugendlichen**

Oberschenkelbruch Ihres Kindes

Sehr geehrte Familie XXX,

am XX.XX.XXXX hat Ihr/e (Vorname) einen Oberschenkelbruch erlitten und wurde in der Unfallchirurgischen Klinik im Universitätsklinikum Göttingen behandelt. Wir hoffen, wir konnten damals Ihrem Kind und Ihnen helfen.

Heute benötigen wir Ihre freiwillige Hilfe. Wir untersuchen Oberschenkelbrüche im Wachstumsalter nach. Ziel der vorliegenden Arbeit ist Verbesserungen in der Therapie von kindlichen Oberschenkelbrüchen, die in der UMG behandelt wurden. Hierbei sollen alle Unfälle von Kindern und Jugendlichen mit dieser Verletzung bis zum 18. Lebensjahr aus den Jahren 1992 bis 2008 erfasst werden. Es sollen die konservativen und operativen Therapieoptionen in den unterschiedlichen Altersgruppen verglichen werden.

Ich möchte Sie daher bitten uns bei dieser Studie zu unterstützen, indem Sie den beiliegenden Fragebogen, ggf. auch zusammen mit Ihrem Kind ausfüllen und uns zurückschicken. Ein Rückschlag liegt bei. Weiterhin würden wir Sie gerne zu einer freiwilligen Nachuntersuchung einladen. Zur Terminvereinbarung werden wir Sie persönlich telefonisch anrufen.

Ihre Antworten werden selbstverständlich vertraulich behandelt.

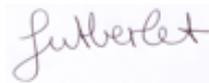
Die Daten werden am Ende der Datensammlung vollständig anonymisiert, so dass man später nicht zurückverfolgen kann, von wem die Daten sind. Bis zur Komplettierung der Datensätze werden die Datensätze pseudonymisiert. Dies bedeutet, dass die Daten mit einer Verschlüsselung ohne Namensnennung nur mit Nummern versehen werden. Die Zuordnung der Daten ist nur möglich, wenn hierfür der Schlüssel eingesetzt wird, mit dem die Daten pseudonymisiert wurden. Die Personen bezogenen Daten werden unter besonderen Schutzvorkehrungen getrennt von den pseudonymisierten Daten aufbewahrt. Eine Entschlüsselung ist nur durch den verantwortlichen Studienarzt möglich. Dritte erhalten keinen Einblick in die Originalunterlagen.

Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung. Für Rückfragen stehen wir Ihnen unter der Telefonnummer 0551 / 39 6986 oder 6114 zur Verfügung. Bitte füllen Sie auch die beiliegende Einwilligung aus und unterschreiben diese.

Mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr. K. Dresing
Ltd. Oberarzt der Klinik



F. Gutberlet

7.4 Zusatzanschreiben an die Patienten unter 8 Jahre

Hallo (Vorname),

Du hast Dir am (Datum) Deinen Oberschenkel gebrochen. Du kannst Dich bestimmt noch an die Zeit erinnern. Damals hattest Du Schmerzen, hast im Krankenhaus gelegen und konntest nicht herumlaufen..

Wir möchten wissen wie es Dir heute geht. Deshalb schreiben wir Dir.

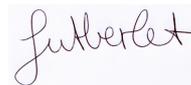
Wenn Du an die Zeit von damals zurückdenkst, fallen Dir bestimmt viele Dinge ein. Male uns doch bitte ein Bild über Deinen Unfall oder die Zeit im Krankenhaus. Das schönste Bild bekommt einen tollen Preis. Es wird aber eine Zeit brauchen, bis wir alle Bilder angeschaut haben und den 1. Preis gefunden haben. Sei nicht ungeduldig, wenn es etwas dauert bis Du Antwort bekommst. Wir drücken Dir ganz fest die Daumen, dass Du den 1. Preis gewinnst!

Deine Eltern haben einen Fragebogen bekommen. Du wirst Ihnen sicher bei den Antworten helfen. Wir danken Dir und hoffen, dass es Dir gut geht.

Herzliche Grüße



Prof. Klaus Dresing



Friederike Gutberlet

Das schönste Bild



7.5 Fragebogen

Codenummer: xxxx

1. Sind Sie insgesamt mit der Behandlung Ihres Oberschenkelbruches zufrieden?

Ja Nein

2. Haben Sie irgendwelche Beschwerden, die auf den Oberschenkelbruch zurückzuführen sind?

Nein Ja

2.1 Wenn ja, welche?

3. Wo hatten Sie den Unfall?

Zuhause	Bei Freunden	In der Schule
Beim Sport	Im Verkehr	Sonstige:

4. Wie war der Unfallhergang?

5. Haben Sie Schmerzen?

Nein Ja

(Die folgenden 8 Fragen bitte nur beantworten, wenn Sie die Frage 5 mit „ja“ beantwortet haben)

5.1 Wo haben Sie die Schmerzen?

Oberschenkel	Hüfte Knie
Rücken	Sonstige:

5.2 Wann haben Sie Schmerzen?

In Ruhe Bei Belastung

5.2.1 Wenn Sie Schmerzen in Ruhe haben, wann treten diese auf? (Mehrfachantwort möglich)

im Sitzen Im Stehen Im Liegen

5.2.2 Wenn Sie Schmerzen bei Belastung haben, wann treten diese auf? (Mehrfachantwort möglich)

Bis 500m gehen 0,5-1km gehen ab 1km gehen
ab 2km gehen ab >5km gehen Treppe hoch
Treppe runter Beim Sport; Sportart:

5.3 Nehmen Sie regelmäßig Schmerzmittel?

Nein Ja

5.3.1 Wenn ja, wie oft?

1-2x/Tag 2-3x/Woche 1x/Woche
2x/Monat 1x/Monat oder seltener

5.4 Wie stark sind ihre Schmerzen? (Bitte einzeichnen: 0=keine Schmerzen; 10=unerträgliche Schmerzen)



5.5 Wie sind Ihre Schmerzen?

Anlaufschmerz Gelegentlich Andauernd
Bei Bewegung zunehmend Sonstige:

6. Sind Sie in der Bewegung eingeschränkt?

Nein Gelegentlich Ja

6.1 Wann haben Sie Bewegungseinschränkungen?

In Ruhe Bei Belastung

6.1.1 Wenn Sie Bewegungseinschränkungen in Ruhe haben, wann treten diese auf?

Im Sitzen

Im Stehen

Im Liegen

6.1.2 Wenn Sie Bewegungseinschränkungen bei Belastung haben, wann treten diese auf?

Bis 500m gehen

0,5-1km gehen

ab 1km gehen

ab 2km gehen

ab >5km gehen

Treppe hoch

Treppe runter

Beim Sport; Sportart:

6.2 Wie stark fühlen Sie sich dadurch behindert?

Gar nicht

Kaum

Mäßig

Stark

Sehr stark

7. Haben Sie Beinlängendifferenzen?

Nein

Ja

Unbekannt

(Die folgenden 5 Fragen bitte nur beantworten, wenn Sie Frage 7 mit „ja“ beantwortet haben)

7.1 Welches Bein ist länger? (Bitte 2 Kreuze machen)

Das Gesunde

Das Betroffene

links

rechts

7.2 Wie groß ist die Beinlängendifferenz?

7.3 Fühlen Sie sich dadurch in Ihrem täglichen Leben behindert?

Nein

Ja

7.4 Tragen Sie eine Schuheinlage zum Längenausgleich?

Nein

Ja

7.5 Tragen Sie einen Schuh mit Sohlenerhöhung zum Längenausgleich?

Nein

Ja

8. Haben Sie Narben, die Sie auf die Behandlung des Oberschenkelbruches zurückführen?

Nein Ja

(Die folgenden 8 Fragen bitte nur beantworten, wenn Sie Frage 8 mit „ja“ beantwortet haben)

8.1 Wieviele Narben?

8.2 Wie lang ist die längste Narbe?

8.3 Wie breit ist die breiteste Narbe?

8.4 Sind die Narben erhaben?

Nein Ja, eine Ja, mehrere Ja, alle

8.5 Sind die Narben kosmetisch störend?

Nein etwas mäßig stark sehr stark

8.6 Haben Sie sich einer Narbenkorrektur unterzogen?

Nein Ja

8.7 Schmerzt die Narbe?

Nein Ja, manchmal Ja, fast immer Ja, immer

8.8 Juckt die Narbe?

Nein Ja, manchmal Ja, fast immer Ja, immer

9. Wann konnten Sie Ihr Bein wieder teilbelasten?

Sofort <1 Woche 1-2 Wochen
3-4 Wochen 1-2 Monate >2 Monate

10. Wann konnten Sie wieder vollbelasten?

Sofort	<1 Woche	1-2 Wochen	3-4 Wochen
1-2 Monate	1-2 Monate	>4 Monate	

11. Wie oft wurden Sie aufgrund des Oberschenkelbruches operiert?

12. Gab es Komplikationen nach der Krankenhausentlassung?

Nein Ja

12.1 Wenn ja, welche?

13. Waren Sie anschließend in physiotherapeutischer Behandlung?

Nein Ja

14. Waren Sie anschließend in Reha?

Nein Ja

15. Wie lange dauerte die anschließende Behandlung nach Krankenhausentlassung (inkl. Physiotherapie und Reha)?

>1 Monat	1-2 Monate	3-5 Monate
6-8 Monate	9-12 Monate	>1 Jahr

16. Sind Sie noch außerhalb des Klinikums Göttingen behandelt worden?

Nein Ja, anderer Arzt Ja, anderes Krankenhaus

16.1 Wenn ja, wo?

16.2 Was wurde gemacht?

17. Wurde die Metallentfernung außerhalb des Klinikums Göttingen durchgeführt?

Nein Ja Es war keine Metallentfernung notwendig

18. Wann wurde die Metallentfernung durchgeführt?

19. Hatten Sie am gleichen Bein noch einen Oberschenkelbruch?

Nein Ja

19.1 Wenn ja, wann?

20. Wieviel Schulzeit haben Sie aufgrund des Oberschenkelbruchs verpasst?

<2 Wochen 2-4 Wochen 1-2 Monate
2-4 Monate >4 Monate

21. Haben Sie vor dem Unfall Sport getrieben?

Ja Nein

(Die folgenden 3 Fragen bitte nur beantworten, wenn Sie Frage 21 mit „ja“ beantwortet haben)

21.1 Welche Sportart?

Fußball Handball Tennis Reiten
Turnen sonstige:

21.2 Wie oft?

5-7x/Woche 3-4x/Woche 1-2x/Woche alle 2 Woche
<alle 2 Wochen

21.3 Mit welcher Intensität?

Schulsport als Hobby Leistungssport

22. Treiben Sie jetzt Sport?

Ja Nein

22.1 Wenn nein, warum nicht?

Leine Lust Schmerzen keine Zeit sonstige

(Die folgenden 4 Fragen bitte nur beantworten, wenn Sie Frage 22 mit „ja“ beantwortet haben)

22.2 Welche Sportart?

Fußball

Handball

Tennis

Reiten

Turnen

sonstige:

22.3 Wie oft?

5-7x/Woche

3-4x/Woche

1-2x/Woche

alle 2 Wochen

<alle 2 Wochen

22.4 Mit welcher Intensität?

Schulsport

als Hobby

Leistungssport

22.5 Wann haben Sie nach dem Unfall wieder angefangen Sport zu treiben?

<2 Monate

2-5 Monate

6-9 Monate

10-12 Monate

1-2 Jahre

>2 Jahre

23. Wären Sie dazu bereit, sich im Klinikum Göttingen von mir nachuntersuchen zu lassen?

Ja

Nein

Wir danken für Ihre Teilnahme.

7.6 Einverständniserklärung



Universitätsmedizin Göttingen
Abteilung Unfallchirurgie, Plastische und Wiederherstellungschirurgie
Robert-Koch-Str. 40, 37075 Göttingen

Herrn/Frau Titel
Empfänger Name

Musterstrasse 432
PLZ Musterstadt

**Abteilung Unfallchirurgie
Plastische und Wiederherstellungschirurgie**

mit Abteilung des BUKH
Zentrum Chirurgie
Direktor: Prof. Dr. K.M. Stürmer

**Ltd. Oberarzt
Prof. Dr. med. Klaus Dresing**

Briefpost: D 37099 Göttingen
Adresse: Robert-Koch-Straße 40
D 37075 Göttingen
Tel. direkt: +49 551 39 6114
D-Arzt-Büro: +49 551 39 6114
Sekretariat Notaufnahme: +49 551 39 8717
Notaufnahme: +49 551 39 6105
Leitstelle Spezialsprechstunden: +49 551 39 8787
Telefax: +49 551 39 8981

E-Mail: klaus.dresing@med.uni-goettingen.de
Homepage: unfallchirurgie@med.uni-goettingen.de

Datum 08.01.2012

Klinische Ergebnisse
nach Oberschenkelfrakturen bei Kindern und Jugendlichen
- Einverständniserklärung -

Patient: _____
Geburtsdatum: _____

Ich,, wurde vollständig über Wesen, Bedeutung und Tragweite der klinischen Untersuchung mit dem o.g. Titel aufgeklärt. Es werden nur Daten aus der Krankenakte erfasst und Röntgenbilder ausgewertet. Bei Teilnahme an der Fragebogenaktion werden diese ebenfalls ausge-

wertet. Ich habe den Aufklärungstext gelesen und verstanden. Ich hatte die Möglichkeit Fragen zu stellen, und habe die Antworten verstanden und akzeptiere sie. Ich wurde über die **freiwillige** Teilnahme an der Studie und den möglichen Nutzen informiert.

Ich hatte ausreichend Zeit, mich zur Teilnahme an dieser Studie zu entscheiden und weiß, dass die Teilnahme an dieser *wissenschaftlichen Studie* **freiwillig** ist. Ich weiß, dass ich jederzeit und ohne Angaben von Gründen diese Zustimmung widerrufen kann, ohne dass sich dieser Entschluss nachteilig auf die spätere Behandlung durch meinen Arzt auswirken wird.

Mir ist bekannt, dass **meine persönlichen Daten in verschlüsselter Form gespeichert** werden. Eine **Weitergabe dieser Daten an Dritte wird nicht erfolgen**. Die **Grundsätze der ärztlichen Schweigepflicht** bleiben gewahrt.

Die Daten werden am Ende der Datensammlung vollständig anonymisiert, so dass man später nicht zurückverfolgen kann, von wem die Daten sind. Bis zur Komplettierung der Datensätze werden die Datensätze pseudonymisiert. Dies bedeutet, dass die Daten mit einer Verschlüsselung ohne Namensnennung nur mit Nummern versehen werden. Die Zuordnung der Daten ist nur möglich, wenn hierfür der Schlüssel eingesetzt wird, mit dem die Daten pseudonymisiert wurden. Die Personen bezogenen Daten werden unter besonderen Schutzvorkehrungen getrennt von den pseudonymisierten Daten aufbewahrt. Eine Entschlüsselung ist nur durch den verantwortlichen Studienarzt möglich. Dritte erhalten keinen Einblick in die Originalunterlagen.

Bei Widerruf der Studienteilnahme im Verlauf werden Ihre Daten komplett aus der Datenbank gelöscht. Dies ist jedoch nach der Anonymisierung nicht mehr möglich.

Ich habe eine Kopie der Patienteninformation erhalten. Ich erkläre hiermit meine freiwillige Teilnahme an dieser klinischen Studie.

Göttingen, den

.....
Unterschrift des Patienten/Eltern

Unterschrift des Arztes

7.7 Untersuchungsbogen

Codenummer: xxxx

Fraktur am:

Betroffene Seite:

Frakturart:

Therapie:

Therapieende/ME:

Anamnese

Schmerzen:

Nein

Gelegentlich

Ja

1. Lokalisation

Oberschenkel

Hüfte

Knie

Rücken

Sonstige:

2. Wann?

In Ruhe

Bei Belastung

2.1 Schmerzen in Ruhe:

Im Sitzen

Im Stehen

Im Liegen

2.2 Schmerzen bei Belastung:

Bis 500m gehen

0,5-1km gehen

ab 1km gehen

ab 2km gehen

ab >5km gehen

Treppe hoch

Treppe runter

Beim Sport; Sportart:

3. Schmerzmittel:

Nein

Ja

3.1 Wenn ja, wie oft?

4. Schmerzstärke:



5. Art der Schmerzen:

Anlaufschmerz	Gelegentlich	Andauernd
Bei Bewegung zunehmend		Sonstige:

Bewegungseinschränkungen:

Nein	Gelegentlich	Ja
------	--------------	----

1. Wann?

In Ruhe	Bei Belastung
---------	---------------

1.1 Bewegungseinschränkungen in Ruhe:

Im Sitzen	Im Stehen	Im Liegen
-----------	-----------	-----------

1.2 Bewegungseinschränkungen bei Belastung:

Bis 500m gehen	0,5-1km gehen	ab 1km gehen
ab 2km gehen	ab >5km gehen	Treppe hoch
Treppe runter	Beim Sport; Sportart:	

Behinderung im täglichen Leben?

Nein	Ja
------	----

Sport:

Ja; Sportart:	Nein; Grund:
---------------	--------------

Beeinflussung der Berufswahl durch Fraktur:

Nein

Ja

Inspektion

Beckenschiefstand:

Nein

Ja, rechts höher

Ja, links höher

Narben:

Anzahl:

	Länge	Breite	Erhabenheit	Lokalisation
				(p=proximal, S=Schaft, d=distal)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

Name:

Aktenzeichen:

Untersuchungstag:

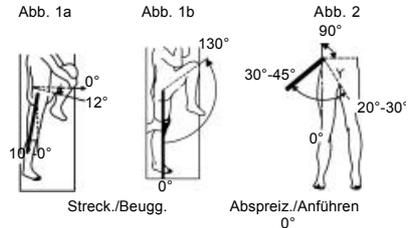
Standbein: rechts links

Messblatt für untere Gliedmaßen (nach der Neutral - 0 - Methode)

Hüftgelenke:

- Streckung / Beugung (Abb.1 a u. 1 b)
- Abspreiz. / Anführen (Abb. 2)
- Drehg. ausw. / einw. (Hüftgel. 90° gebeugt) (Abb. 3)
- Drehg. ausw. / einw. (Hüftgel. gestreckt) (Abb. 4)

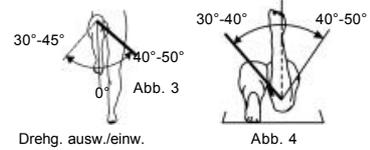
	Rechts			Links		
Streckung / Beugung						
Abspreiz. / Anführen						
Drehg. ausw. / einw. (90° gebeugt)						
Drehg. ausw. / einw. (gestreckt)						



Kniegelenke:

- Streckung / Beugung (Abb. 5)

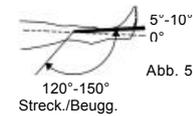
	Rechts			Links		
Streckung / Beugung						



Obere Sprunggelenke:

- Heben / Senken des Fußes (Abb. 6)

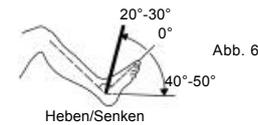
	Rechts			Links		
Heben / Senken des Fußes						



Untere Sprunggelenke:

- Ges.-Beweglichk. (Fußaußenr. heb. / senk.) (Abb. 7 a u. 7 b) (in Bruchteilen der normalen Beweglichkeit)

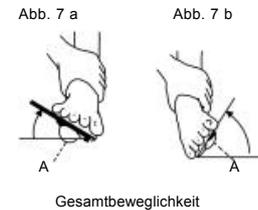
	Rechts			Links		
Ges.-Beweglichk.						



Zehngelenke:

- (in Bruchteilen der normalen Beweglichkeit)

	Rechts			Links		
Zehngelenke						



Umfangmaße in cm:

- 20 cm ob. inn. Knie-Gelenkspalt
- 10 cm ob. inn. Knie-Gelenkspalt
- Kniescheibenmitte
- 15 cm unterh. inn. Gelenkspalt
- Unterschenkel, kleinster Umfang
- Knöchel
- Rist über Kahnbein
- Vorfußballen

	Rechts			Links		
20 cm ob. inn. Knie-Gelenkspalt						
10 cm ob. inn. Knie-Gelenkspalt						
Kniescheibenmitte						
15 cm unterh. inn. Gelenkspalt						
Unterschenkel, kleinster Umfang						
Knöchel						
Rist über Kahnbein						
Vorfußballen						

Beinlänge in cm:

- Vord. ob. D-beinstachel - Außenknöchelsp.

	Rechts			Links		
Vord. ob. D-beinstachel - Außenknöchelsp.						

Stumpflänge in cm:

- Sitzbein - Stumpfende
- Inn. Knie-Gelenkspalt - Stumpfende

	Rechts			Links		
Sitzbein - Stumpfende						
Inn. Knie-Gelenkspalt - Stumpfende						

8 Literaturverzeichnis

Aktekin CN, Öztürk AM, Altay M, Toprak A, Özkurt B, Tabak AY (2007): Flexible intramedullary nailing of the children. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 13, 115 - 121

Amin A, Oragui E, Khan W, Puri A (2010): Psychosocial considerations of perioperative care in children, with a focus on effective managements strategies. *J Perioper Pract* 20, 198 - 202

Böhm R: Oberschenkel; in: *Das verletzte Kind – Komplikationen vermeiden, erkennen, behandeln*; hrsg. v. v. Laer L unter Mitarbeit namhafter Autoren; Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2007, 75 - 81

Bohndorf K, Imhof H, Fischer W: *Radiologische Diagnostik der Knochen und Gelenke*. 2. Auflage; Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2006

Braun W, Zerai H, Mayr E, Rüter A (1995): Die kindliche Oberschenkelschaftfraktur: Einfluß des Behandlungsverfahrens auf das Ergebnis unter somatischen und psychischen Aspekten. *Unfallchirurg* 98, 449 - 453

Busch DH: *Postoperative Beindeformitäten kindlicher Oberschenkelschaftfrakturen nach Wachstumsabschluss*. Med. Diss. Ulm 2005

del Pilar Rosenberg M: *Spätergebnisse nach Oberschenkelschaftfrakturen im Wachstumsalter*. Med. Diss. Bonn 2002

Dietz HG (2009): Schraubenosteosynthese proximaler Femurfrakturen im Kindesalter. *Oper Orthop Traumatol* 21, 349 - 357

Dietz HG, Schlickewei W (2011): Femurschaftfrakturen im Kindesalter. *Unfallchirurg* 114, 382 – 387

Dietz HG, Schmittenbecher PP, Illing P: Intramedulläre Osteosynthese am Oberschenkel; in: Intramedulläre Osteosynthese im Wachstumsalter; hrsg. v. Dietz HG, Schmittenbecher PP, Illing P unter Mitarbeit von Frank R und Metaizeau JP; Urban & Schwarzenberg, München 1997, 135 – 168

Dietz HG, Joppich I, Marzi I, Parsch K, Schlickewei W, Schmittenbecher PP (2001): Die Behandlung der Femurfrakturen im Kindesalter, Konsensusbericht, 19. Tagung der Sektion Kindertraumatologie der DGU 23.-24. Juni 2000, München. Unfallchirurg 104, 788 – 790

Dresing K: Frakturheilung; in: Facharzt Orthopädie Unfallchirurgie; hrsg. v. Winker KH unter Mitarbeit namhafter Autoren; Urban & Fischer Verlag, München 2011 a, 18 - 25

Dresing K: Operative Therapie; in: Facharzt Orthopädie Unfallchirurgie; hrsg. v. Winker KH unter Mitarbeit namhafter Autoren; Urban & Fischer Verlag, München 2011 b, 30 - 65

Eingartner C (2010): Therapie von Frakturen bei Kindern und Jugendlichen - Vorträge und Diskussion mit dem Auditorium. Trauma Berufskrankh 12 Suppl 3, 341 - 342

Erfurt C, Hahn G, Roesner D, Schmidt U (2011): Pediatric radiological diagnostic procedures in cases of suspected child abuse. Forensic Sci Med Pathol 7, 65 - 74

Feld C, Gotzen L, Hannich T (1993): Die kindliche Femurschaftfraktur in der Altersgruppe 6 - 14 Jahre, retrospektiver Therapievergleich zwischen konservativer Behandlung, Plattenosteosynthese und externe Stabilisierung. Unfallchirurg 96, 169 – 174

Fernandez FF, Eberhardt O (2010): Klassifikation von Frakturen im Kindesalter. Trauma Berufskrankh 12 Suppl 3, 323 – 328

Fuchs M, Losch A, Noak E, Stürmer KM (2003): Konservative Behandlung der isolierten Oberschenkelfraktur im Kindesalter, Langzeitergebnisse. Orthopäde 32, 1136 – 1142

Gautier E, Ganz K, Krügel N, Gill T, Ganz R (2000): Anatomy of the medial femoral circumflex artery and its surgical implications. J Bone Joint Surg Br 82, 679 - 683

Golser K, Resch H, Sperner G, Thöni H (1991): Das Längenwachstumsverhalten nach Oberschenkelschaftfraktur im Kindesalter. Unfallchirurgie 17, 93 - 99

Gresing T: Hüftgelenk und Oberschenkel; in: Praxis der Kinder- und Jugendtraumatologie; hrsg. v. Dietz HG, Illing P, Schmittenebecher PP, Slongo T, Sommerfeldt DW unter Mitarbeit namhafter Autoren; Springer Verlag, Heidelberg 2011, 353 - 376

Grosser V: Verletzungen des Bewegungsapparats (allgemein); in: Orthopädisch-unfallchirurgische Begutachtung – Praxis der klinischen Begutachtung; hrsg. v. Thoman KD, Schröter F, Grosser V unter Mitarbeit namhafter Autoren; Urban & Fischer Verlag, München 2009, 37 – 54

Hasler CC, v. Laer L (2000): Pathophysiologie posttraumatischer Deformitäten der unteren Extremität im Wachstumsalter. Orthopäde 29, 757 - 765

Hedin H (2004): Surgical treatment of femoral fractures in children, Comparison between external fixation and elastic intramedullary nails: A review. Acta Orthop Scand 75, 231 - 240

Hehl G, Kiefer H, Bauer G, Völck C (1993): Posttraumatische Beinlängendifferenz nach konservativer und operativer Therapie kindlicher Oberschenkelschaftfrakturen. Unfallchirurg 96, 651 - 655

Hofmann v. Kap-herr S, Fischer U., Zügel N. Engelskirchen R (1985): Spätergebnisse nach Oberschenkelschaftfrakturen im Kindesalter. Unfallchirurgie 11, 28 - 32

Houshian S, Buch Gothgen C, Wisbech Pedersen N, Harving S (2004): Femoral shaft fractures in children, Elastic stable intramedullary nailing in 31 cases. Acta Orthop Scand 75, 249 - 251

Ilichmann T, Parsch K, Rether JR (2002): Frakturen am proximalen Femur im Wachstumsalter. Trauma Berufskrankh 4, 476 - 481

Joeris A, Bansi G, Knorr P, Lieber J, Schalamon P, Slongo T (2005): ESIN in Femur Fractures. Eur J Trauma 31, 24 – 32

Jubel A, Andermahr J, Prokop A, Bergmann H, Isenberg J, Rehm KE (2004 a): Pitfalls und Komplikationen der elastisch stabilen intramedullären Nagelung (ESIN) von Femurfrakturen im Kindesalter. Unfallchirurg 107, 744 - 749

Jubel A, Andermahr J, Prokop A, Isenberg J, Schiffer G, Prokop A, Rehm KE (2004 b): Erfahrungen mit der elastisch stabilen intramedullären Nagelung (ESIN) diaphysärer Frakturen im Kindesalter. Orthopäde 33, 928 - 935

Keppler P, Strecker W, Kinzl L (1999): Die CT-Bestimmung der Beinlängen und der Torsionen bei Kindern und Jugendlichen. Unfallchirurg 102: 936 - 941

Kocher MS, Sink EL, Blasier RD, Luhmann SJ, Mehlman CT, Scher DM, Matheney T, Sanders JO, Watters WC3rd, Goldberg MJ (2009): Treatment of pediatric diaphyseal femur fractures. J Am Acad Orthop Surg 17, 718 - 725

Kraus R, Schneidmüller D, Röder C (2005): Häufigkeit von Frakturen der langen Röhrenknochen im Wachstumsalter. Dtsch Arztebl 102, 838 – 842

Kuner EH (1991): Die Plattenosteosynthese zur Behandlung von Femurschaftfrakturen bei Kindern. Operat Orthop Traumatol 3, 227-237

Kuner EH, Berwarth H, Lampe H (1998): Zur Behandlung der Femurschaftfraktur beim Kind, eine AO-Multicenterstudie. Unfallchirurgie 24, 95 - 105

Kuremsky MA, Frick SL (2007): Advances in the surgical management of pediatric femoral shaft fractures. Curr Opin Pediatr 19, 51 – 57

v. Laer L: Frakturen im Wachstumsalter. 1. Auflage; Georg Thieme Verlag, Stuttgart, München 1986

v. Laer L: Pediatric Fractures and Dislocations. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2004

v. Laer L (2005): Frakturen im Wachstumsalter, Wandel in der Behandlung in den letzten 30 Jahren. Trauma Berufskrankh 7, 6 – 10

v. Laer: Knochenwachstum und Knochenheilung; in: Kindertraumatologie; hrsg. v. Marzi I unter Mitarbeit namhafter Autoren; Steinkopff Verlag, Darmstadt 2006, 3 - 14

v. Laer L, Kraus R (2007): Die konservative Behandlung von Frakturen der langen Röhrenknochen im Wachstumsalter. Unfallchirurg 110, 811 – 823

Landin LA (1983): Fracture patterns in children. Analysis of 8682 fractures with special reference to incidence, etiology and secular changes in Swedish urban population 1950 - 1979. Acta Orthop Scand 202 Suppl 1, 1–109

Lögters T, Windolf J, Flohé S (2009): Femurschaftfrakturen. Unfallchirurg 112, 635 - 651

MacNeil JA, Francis A, El-Hawary R (2011): A systematic review of rigid, locked, intramedullary nail insertion sites and avascular necrosis of the femoral head in the skeletally immature. J Pediatr Orthop 31, 377 - 380

Maier M, Marzi I (2008): Die elastisch-stabile Marknagelung der Femurfraktur beim Kind. *Oper Orthop Traumatol* 20, 364 - 372

Maier M, Maier-Heidkamp P, Lehnert M, Wirbel R, Marzi I (2003): Ausheilungsergebnisse konservativ und operativ versorgter kindlicher Femurfrakturen. *Unfallchirurg* 106, 48 - 54

Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J: *The comprehensive classification of fractures of long bones*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1990

Mutimer J, Hammett RD, Eldridge JD (2007): Assessing leg length discrepancy following elastic stable intramedullary nailing for paediatric femoral diaphyseal fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 127, 325 – 330

Orler R, Hersche O, Helfet DL, Mayo KA, Ward T, Ganz R (1998): Die avaskuläre Hüftkopfnekrose als schwerwiegende Komplikation nach Femurnagelung bei Kindern und Jugendlichen. *Unfallchirurg* 101, 495 - 499

Platzer W: *Taschenatlas Anatomie, Band 1: Bewegungsapparat*. 9. Auflage; Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2005

Ramseier LE, Janicki JA, Weir S, Narayanan UG (2010): Femoral fractures in adolescents: a comparison of four methods of fixation. *J. Bone Joint Surg Am* 92, 1122 - 1129

Rether JR (2005): Intramedulläre Stabilisierung von Schafffrakturen im Wachstumsalter. *Trauma Berufskrankh* 7, 112 - 117

Rettig H, Pörschke W (1987): Schafffrakturen im Wachstumsalter - Operationsindikation oder konservative Therapie. *Unfallchirurgie* 13, 326 - 330

Rewers A, Hedegaard H, Lezotte D, Meng K, Battan K, Emery K, Hamman RF (2005): Childhood Femur Fractures, Associated Injuries, and Sociodemographic Risk Factors: A Population-Based Study. *Pediatrics* 115, 543 - 552

Salem KH, Keppler P (2010): Limb geometry after elastic stable nailing for pediatric femoral fractures. *J. Bone Joint Surg Am* 92, 1409 - 1417

Schärli AF (1993): Operative Behandlung von Schaftfrakturen im Kindesalter. *Ther Umsch* 50, 472 – 481

Schiebler TH: Anatomie. 9. Auflage; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 2005

Schlickewei W, Huber-Lang M, Friedl HP (1999): Gibt es neue Behandlungserkenntnisse bei Frakturen der unteren Extremität im Kindesalter? *Trauma Berufskrankh* 1 Suppl 1, 80 - 87

Schlickewei W, Seif El Nasr M, Weinberg AM: Diaphysärer Oberschenkel; in: *Tscherne Unfallchirurgie - Unfallchirurgie im Kindesalter, Band 2: Untere Extremität, Körperhöhlen, Besonderheiten des kindlichen Skelettes*; hrsg. v. Weinberg AM, Tscherne H unter Mitarbeit namhafter Autoren; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 2006, 635 - 672

Schmittbecher PP, Menzel C: Frakturen im Kindesalter, Band 2; in: *Praxisbuch Unfallchirurgie*; hrsg. v. Weigel B, Nerlich M unter Mitarbeit namhafter Autoren; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 2005, 868 - 930

Shirzad H, Gøthgen CB, Pedersen NW, Harving S (2004): Femoral shaft fractures in children - Elastic stable intramedullary nailing in 31 cases. *Acta Orthop Scand* 75, 249 - 251

Siebert HR, Pannike A (1984): Kriterien zur Behandlung von Oberschenkelchaftfrakturen im Kindesalter: Sind posttraumatische Drehfehler behandlungsbedürftig? Unfallchirurgie 10, 45 – 50

Sink EL, Faro F, Polousky J, Flynn K, Gralla J (2010): Decreased complications of pediatric femur fractures with a change in management. J Pediatr Orthop 30, 633 – 637

Slongo T (2005): Editorial to: Fracture treatment in childhood. Injury 36 Suppl 1, 1

Slongo T, Audigé L: AO-Klassifikation für Frakturen im Kindesalter. in: Kindertraumatologie; hrsg. v. Marzi I unter Mitarbeit namhafter Autoren; Steinkopff Verlag, Darmstadt 2006, 30 - 33

Slongo T, Audigé L, Schlickewei W, Clavert JM, Hunter J, International Association for Pediatric Traumatology (2006): Development and validation of the AO pediatric comprehensive classification of long bone fractures by the Pediatric Expert Group of the AO Foundation in collaboration with AO Clinical Investigation and Documentation and the International Association for Pediatric Traumatology. J Pediatr Orthop 26, 43 – 49

Slongo T, Audigé L, AO Pediatric Classification Group (2007): AO Pediatric Comprehensive Classification of Long-Bone-Fractures (PCCF). Copyright © 2010 by AO Foundation, Schweiz

Strohm PC, Schmal H, Kuminack K, Reising K, Südkamp NP (2006): Intertrochantäre Femurfrakturen im Kindesalter. Unfallchirurg 109, 425 - 430

Täger G, Hussmann B, Lendemans S, Nast-Kolb D (2009): Epiphysäre und epiphysennahe Frakturen bei Kindern. Unfallchirurg 112, 185 – 201

Wagner S, Rüter A (1999): Per- und subtrochantäre Femurfrakturen. Unfallchirurg 102, 206 – 222

Wanner GA, Trentz O: Verletzungen des Halte- und Bewegungsapparats; in: Berchtold Chirurgie; hrsg. v. Bruch HP, Trentz O unter Mitarbeit namhafter Autoren; Urban & Fischer Verlag, München 2008, 330-453

Weinberg AM, Reilmann H, Lampert C, v. Laer L (1994): Erfahrungen mit dem Fixateur externe bei der Behandlung von Schaftfrakturen im Kindesalter. Unfallchirurg 97, 107 - 713

Winthrop AL, Brasel KJ, Stahovic L, Paulson J, Schneeberger B, Kuhn EM (2005): Quality of life and functional outcome after pediatric trauma. J Trauma 58, 473 - 474

www.anatomy.tv, abgerufen im Dezember 2011

www2.aofoundation.org, abgerufen im Dezember 2011

www.awmf.org, abgerufen im Dezember 2011

www.gbe-bund.de, abgerufen im Januar 2012

Zeuner M: Medizin-Controlling und Kennzahlensysteme am Beispiel des DRG-Systems; in: Systemisches Management im Gesundheitswesen – Innovative Konzepte und Praxisbeispiele; hrsg. v. Kunhardt H unter Mitarbeit namhafter Autoren; Gabler Verlag, Wiesbaden 2011, 53-68

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Klaus Dresing für die Überlassung des Dissertationsthemas, die Unterstützung bei der Durchführung der Studie und die intensive Betreuung bei der Abfassung der Arbeit.

Zusätzlich danke ich den Mitarbeitern der Abteilung Medizinische Statistik der Universität Göttingen. Hier gilt mein Dank besonders Herrn Dr. Klaus Jung sowie Simon Schneider, die mich bei der statistischen Auswertung meiner Ergebnisse sehr unterstützt haben.

Außerdem danke ich den Mitarbeitern des Zentralarchivs der Universitätsklinik Göttingen, die mir durch Herausgabe der Patientenakten die Erhebung der Daten ermöglicht haben.