

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und  
Wiederherstellungschirurgie  
Direktor: Univ. -Prof. Dr. med. M. J. Raschke

**Die Versorgung kindlicher Femurfrakturen  
mit dem Fixateur externe  
- Ergebnisse aus einem 10 Jahres- Zeitraum -**

**Inaugural - Dissertation**  
**zur Erlangung des doctor medicinae**  
der Medizinischen Fakultät der  
Westfälischen Wilhelms- Universität Münster  
vorgelegt von  
**Jendyk, Ralf M.**  
aus Lüdinghausen

2005

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ. –Prof. Dr. med. Heribert Jürgens

1. Berichterstatter: PD. Dr. med. Marc Schult
2. Berichterstatter: PD. Dr. med. Alexander Joist

Tag der mündlichen Prüfung: 20.12.2005

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. M. J. Raschke  
Referent: PD. Dr. med. Marc Schult  
Koreferent: PD. Dr. med. Alexander Joist

**Zusammenfassung:**

**Die Versorgung kindlicher Femurfrakturen mit dem Fixateur externe –  
Ergebnisse aus einem 10 Jahres- Zeitraum**

vorgelegt von Ralf M. Jendyk

Eine retrospektive Studie zum Stellenwert der kontrovers diskutierten extramedullären Frakturversorgung von kindlichen Femurfrakturen mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät der WWU- Münster.

**Ziel:**

Ziel dieser Arbeit war die Beurteilung der Effizienz der Behandlung kindlicher Femurfrakturen mit dem Fixateur externe und die Beleuchtung von Umständen, die dieses Verfahren indizieren.

**Methode:**

Zur Auswertung kamen die Krankenunterlagen und Röntgenbilder von 31 Patienten. Es handelte sich hierbei um Patienten mit Oberschenkelschaftfrakturen in einem Alter bis einschließlich 16 Jahre, welche in dem Zeitraum von 1989 bis zum Jahr 2000 in der Klinik und Poliklinik für Unfall- Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Westfälischen Wilhelms- Universität Münster mittels Fixateur externe Anlage behandelt wurden. 1 Patientin verstarb im Verlauf der stationären Behandlung (Letalität = 3,23 %), weshalb dieser Fall aus der Wertung genommen wurde. Weiterhin wurde eine Nachuntersuchung durchgeführt, in welcher u. a. Fotos zur Dokumentation der Narbenverhältnisse entstanden, die ebenfalls in die Arbeit integriert wurden.

**Ergebnisse:**

Bei den betrachteten Fällen kam es in keinem Fall zu einem nennenswerten Rotations- oder Achsenfehler. Pin- Trakt- Infektionen kamen zwar vor, ihre Ausprägung jedoch war gering. Störend wurde von den Patienten teilweise die Narbenbildung im Bereich der ehemaligen Pin- Stellen empfunden. Die gefundenen Ergebnisse rechtfertigen den hohen Stellenwert, den diese Form der Frakturversorgung im Kindesalter lange Zeit in dieser Klinik hatte.

**Schlussfolgerung:**

Die Versorgung kindlicher Femurfrakturen mit dem Fixateur externe stellt auch heute noch eine Alternative zur Versorgung solcher Frakturen mit anderen Systemen dar.

Tag der mündlichen Prüfung: 20.12.05

## **Inhaltsverzeichnis:**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Material und Methode</b>	<b>6</b>
2.1	Patienten	11
2.2	Präoperative Daten	13
2.3	Operationstechnik	13
2.4	Postoperativer Verlauf	17
2.5	Bearbeitung	17
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>18</b>
3.1	Präoperative Daten	18
3.2	Postoperative Daten	21
3.3	Nachuntersuchung	22
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>Anhang</b>	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>Danksagung</b>	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>Literatur</b>	<b>45</b>

## 1) Einleitung:

Femurfrakturen im Wachstumsalter beinhalten u. a. die Gefahr der Verletzung der Wachstumsfuge mit der möglichen Konsequenz einer Rotations- oder Achsenfehlstellung oder einer Beinlängendifferenz. Im Gegensatz zur früher favorisierten Extensionsbehandlung solcher Verletzungen, z. B. mit Overhead-Extension und Weberbock, werden ältere Kinder, vor allem jenseits des 2. Lebensjahres, zunehmend operativ behandelt [1, 5, 29, 38]. Der Übergang zur operativen Versorgung dieser Frakturen liegt in der relativ hohen Komplikationsrate bei der konservativen Therapie begründet, zum Beispiel Fehlstellungen, Beinlängendifferenzen, notwendige Nachrepositionen und Refrakturen [18, 29, 34, 36]. Bei der Versorgung solcher Frakturen ist man lange Zeit davon ausgegangen, die Wachstumsfuge müsse bei jeglicher osteosynthetischer Versorgung geschont werden. Daher wich man oft von dem sonst angewendeten Verfahren der intramedullären Nagelung zugunsten einer äußeren Osteosynthese, wie zum Beispiel einem Fixateur externe, ab. Mittlerweile hat sich diese kritische Sichtweise der unbedingten Unversehrtheit der Wachstumsfuge ein wenig gelockert [24].

Das Ziel dieser Arbeit ist die Beurteilung der Effizienz der Frakturversorgung mittels Fixateur externe. Im Blickpunkt stehen dabei Fragen, wie die durchschnittliche Tragzeit des Osteosynthesematerials sowie die Dauer vom Frakturereignis bis zur Rückkehr in den Alltag der Patienten. Darüber hinaus spielen auch Umstände wie der Tragekomfort, das erreichte Ergebnis, sowie eventuell aufgetretene Komplikationen eine Rolle.

Die Einteilung der Frakturen der langen Röhrenknochen folgt einer Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese, nach welcher die Lokalisation und die Morphologie einer Fraktur in einem alphanumerischen Code wiedergegeben wird [12, 31].

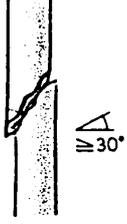
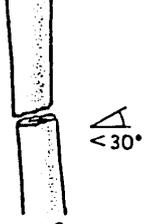
<u>Lokalisation:</u>				<u>Morphologie:</u>		
Knochen:	Segment	Typ	Gruppe	Untergruppe		
1 2 3 4	1 2 3 4	A B C	1 2 3	.1	.2	.3
			A1: Spiralfraktur			
			A2: Schrägfraktur			
			A3: Querfraktur			
			B1: Stückfraktur, Spiralkeil			
			B2: Stückfraktur, Biegungskeil			
			B3: Stückfraktur, fragmentierter Keil			
			C1: komplexe Fraktur, Spiralfraktur			
			C2: komplexe Fraktur, Segmentfraktur			
			C3: komplexe Fraktur, Trümmerfraktur			

Abb. 1 (Frakturtypen) [32]

Die ersten beiden Ziffern geben die Lokalisation der Fraktur wieder, indem die erste Zahl für den betroffenen Knochen (in diesem Fall also 3 für den Oberschenkelknochen) und die zweite Zahl für das Segment des betroffenen Knochens kodiert, in welchem sich die Fraktur befindet.

Folgend wird der Frakturtyp bezeichnet, wobei A für eine einfache Fraktur, B für eine Stückfraktur und C für eine komplexe Fraktur steht.

Danach wird festgelegt, welcher Gruppe die Fraktur zuzuordnen ist. 1 steht beim Typ A für eine Spiralfaktur, 2 für eine Schrägfraktur und 3 für eine Querfraktur.

Beim Typ B steht die 2 für einen Biegungskeil und die 3 für einen fragmentierten Keil (die Ziffer 1 bezeichnet wie bei A- und C- Frakturtypen eine Spiralfaktur).

Beim Frakturtyp C steht die 2 für einen Bruch mit Diskonnektion eines ganzen Segments aus dem übrigen Knochen. Die 3 steht hier für einen unregelmäßigen Trümmerbruch.

Die letzten, durch einen Punkt abgeteilten Ziffern stehen für die weitere Lokalisation im betreffenden Segment. So steht die 1 für den proximalen, 2 für den mittleren und 3 für den distalen Abschnitt des betreffenden Segments.

Femurfrakturen können lebensbedrohlich sein, auch wenn sie solitär, also nicht im Rahmen eines Polytraumas, auftreten. Als auslösende Faktoren sind hier die

Möglichkeit eines großen Blutverlustes, einer Fettembolie, eines ARDS oder eines resultierenden Multiorganversagens zu nennen. Bei Frakturen im Kindesalter ist daran zu denken, dass die Zeit bis zur Frakturdurchbauung signifikant kürzer ist, als bei älteren Patienten. Hinzu kommt häufig eine etwas höhere Toleranz im Umgang mit äußerlich angebrachten, und zweifelsohne einschränkenden, Osteosynthesemaßnahmen [25].

Noch vor einigen Jahren wurden Femurfrakturen fast ausschließlich durch Extension behandelt. In letzter Zeit ist jedoch die operative Behandlung dieser Verletzungen, auch im Schulkind- und Jugendalter, in den Vordergrund getreten. Die Anfangs bevorzugte Methode der offenen Reposition und anschließender Verplattung wurde aufgrund vieler Komplikationen, wie z. B. anfänglich hohe Infektionsraten, eine verspätete oder gänzlich ausbleibende Frakturdurchbauung, der sogenannten „stress-protection“ etc., durch die heute standardmäßig angewandte Elastisch Stabile

Intramedulläre Nagelung (ESIN) abgelöst. Es gibt jedoch eine Reihe von Faktoren, die eine Marknagelung als Mittel der Wahl in den Hintergrund treten lassen und die Anwendung eines extramedullären Kraftträgers, wie den Fixateur externe, in den Vordergrund treten lassen. Dies ist vor allem der Fall bei 32 B.1-, C.1- und C3-Frakturen [24].

Günstig ist eine wenig traumatisierende Methode der Frakturversorgung auch im Hinblick auf Femurfrakturen im Rahmen eines Polytraumas zu sehen, bei der sich ein minimal invasiver Eingriff günstiger auf den Gesamtzustand des Patienten auswirkt als eine traumatisierende Operationsmethode. Außerdem ist die präoperativen Planung und

der technische Aufwand der Versorgung mittels Fixateur externe geringer als bei einer Verriegelungsnagelung.

In diesem Rahmen ist auch die Versorgung kindlicher Femurfrakturen mit einem möglichst schonenden (semi-) operativen Verfahren, welches die Vorteile der operativen Versorgung, wie z. B. frühe Belastbarkeit und Verringerung von Fehlstellungen, mit den Vorteilen der konservativen Behandlung, wie z. B. geringe Belastung der Patienten durch weniger ausgedehnte operative Maßnahmen, kombiniert, zu interpretieren. Auch das Vorliegen einer II. oder III.- gradig offenen Fraktur macht den Einsatz des Fixateurs oft erforderlich.

Ziel dieser Arbeit ist die Beleuchtung von Umständen und Vorteilen, die eine externe Frakturversorgung kindlicher Frakturen mit einem Fixateur externe zu einer gleichwertigen oder sogar vorzuziehenden Alternative zu anderweitigen Frakturversorgungen werden lassen.

## **2) Material und Methode:**

In dieser Arbeit wurden Femurschaftfrakturen und deren Behandlungen mittels Fixateur externe bei Kindern und Jugendlichen bis zum 16. Lebensjahr in der Universitätsklinik Münster retrospektiv betrachtet. Zu diesem Zweck wurden die stationären und ambulanten Patientenakten, die zugehörigen Röntgenbilder sowie die Operationsbücher der Patienten, welche von 1989 bis 2000 in der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Westfälischen Wilhelms- Universität Münster die Versorgung einer Femurfraktur mittels Fixateur externe erhielten und das entsprechende Alter zum Zeitpunkt der Behandlung vorwiesen, gesichtet und ausgewertet. Weiterhin fand eine Nachuntersuchung der Patienten mit der Erhebung eines Fragebogens und der Feststellung der Bewegungsmaße der entsprechenden Extremität nach der Neutral-Null- Methode statt.

Die Einteilung der Schweregrade der einzelnen Frakturen erfolgte nach der Klassifikation der Extremitätenfrakturen der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO). Außerdem wurde eine Einteilung nach dem Hannover'schen Polytraumaschlüssel nach Oestern et al. vorgenommen [28]. Der Polytraumaschlüssel erlaubt die Einbeziehung der Schwere der Begleitverletzungen im Hinblick auf den Verlauf der durchgeführten Behandlung.

**Hannoverscher Polytraumaschlüssel (PTS): [28]**

<b>PTSS (Schädel)</b>	<b>Punkte</b>	
SHT 1°	4	
SHT 2°	8	
SHT 3°	12	
Mittelgesichtsfraktur	2	
<b>schwere Mittelgesichtsfraktur</b>	<b>4</b>	
<b>PTSA (Abdomen)</b>	<b>Punkte</b>	
Milzruptur	9	
Milz- und Leberruptur	13 (18)	
Leberruptur (ausgedehnt)	13 (18)	
Darm, Mesenterium, Niere, Pankreas	9	
<b>PTSE (Extremitäten)</b>	<b>Punkte</b>	
Zentraler Hüftverrenkungsbruch	12	
Oberschenkelfraktur einfach	8	
Oberschenkelstück-, Trümmerfraktur	12	
Unterschenkelfraktur	4	
Knieband, Patella, Unterarm	2	
Ellbogen, Sprunggelenk	2	
Oberarm, Schulter	4	
Gefäßverletzung oberhalb Ellbogen bzw. Kniegelenk	8	
Gefäßverletzung unterhalb Ellbogen bzw. Kniegelenk	4	
Oberschenkel-, Oberarmamputation	12	
Unterarm-, Unterschenkelamputation	8	
Je offene 2° und 3° Fraktur	4	
<b>Grosse Weichteilquetschung</b>	<b>2</b>	
<b>PTST (Thorax)</b>	<b>Punkte</b>	
Sternum-, Rippenfraktur (1-3)	2	
Rippenserienfrakturen	5	
Rippenserienfrakturen bds.	10	
Hämato-, Pneumothorax	2	
Lungenkontusion	7	
Lungenkontusion bds.	9	
Instabiler Thorax zusätzlich	3	
<b>Aortenruptur</b>	<b>7</b>	
<b>PTSB (Becken)</b>	<b>Punkte</b>	
Einfache Beckenfraktur	3	
Komb. Beckenfraktur	9	
Becken u. Urogenitalverletzung	12	
Wirbelbruch	3	
Wirbelbruch/Querschnitt	3	
<b>Beckenquetschung</b>	<b>15</b>	
<b>Alter (Jahre)</b>	<b>Punkte</b>	
0- 9 Jahre	0	
10- 19 Jahre	0	
20- 29 Jahre	0	
30- 39 Jahre	0	
40- 49 Jahre	1	
50- 54 Jahre	2	
55- 59 Jahre	3	
60- 64 Jahre	5	
65- 69 Jahre	8	
70- 74 Jahre	13	
<b>75 Jahre und älter</b>	<b>21</b>	
<b>Schweregrad</b>	<b>Punkte</b>	<b>Letalität</b>
I	-19	bis 10%
II	20-34	bis 25%
III	35-48	bis 50%
IV	49+	bis 75%

Tab. 1

Außer der Frakturart und ihrer Lokalisation ist auch das Ausmaß des Weichteilsschadens von entscheidender Bedeutung für die Therapie und Prognose.

Die Weichteilschäden können nach einer Klassifikation von Oestern und Tscherne eingeteilt werden. Dabei werden zunächst offene von geschlossenen Frakturtypen unterschieden [12, 28].

In beiden Fällen werden vier Grade unterschieden:

1) geschlossene Fraktur:

Grad 0 : keine oder unbedeutende Weichteilverletzung

Grad I : oberflächliche Schürfung oder Kontusion durch Fragmentdruck von innen

Grad II : tiefe kontaminierte Schürfung sowie lokalisierte Haut- oder Muskelkontusion

Grad III : ausgedehnte Hautkontusion, Hautquetschung oder Zerstörung der Muskulatur, subkutanes Decollement; ebenso Verletzung eines Hauptgefäßes bei einer geschlossenen Fraktur

2) offene Fraktur:

Grad I : Durchtrennung der Haut mit fehlender oder nur geringer Kontusion und unbedeutender bakterieller Kontamination

Grad II : Durchtrennung der Haut mit umschriebenen Haut- und Weichteilkontusionen sowie eine mittelschwere Kontamination

Grad III : Hautdurchtrennung mit ausgedehnter Weichteildestruktion sowie häufig mit zusätzlichen Gefäß- und Nervenverletzungen, starke Wundkontamination, jede offene Fraktur mit Ischämie und ausgedehnter Knochenzertrümmerung, jede offene Fraktur mit Verletzung der großen Extremitätenarterien

Grad IV : totale oder subtotale Amputation.

Die Diagnose einer Fraktur ist abhängig von den Frakturzeichen und dem letztendlich entscheidenden Röntgenbild.

Zur entgeltigen Diagnosesicherung und Einschätzung der Frakturschwere und ihrer Lokalisation ist die Röntgenuntersuchung der betroffenen Extremität in zwei zueinander senkrecht stehenden Ebenen (a.p. und seitlich) notwendig. Die Aufnahmen sollten so gewählt werden, dass benachbarte Gelenke mit erfasst werden. In einigen Fällen sind zusätzlich Schräg- und/oder andere Spezialaufnahmen, wie zum Beispiel gehaltene Aufnahmen, die bei intakter Knochenstruktur Hinweise auf eventuelle Bandverletzungen geben können, erforderlich. Bei Gelenkfrakturen und bei Kindern wird ggf. eine Vergleichsaufnahme der Gegenseite durchgeführt, um die Wachstumsfugen nicht mit Frakturlinien zu verwechseln.

Röntgenaufnahmen einer frischen Fraktur zeigen eine scharfe Zeichnung der Frakturenenden, während bei älteren Frakturen in der Regel eine Kallusbildung zu beobachten ist, welche im Knochenszintigramm bereits nach fünf Tagen zu beobachten ist.

Als sichere Frakturzeichen gelten Achsenfehlstellung, pathologische (falsche) Beweglichkeit, Knochenreiben (Crepitatio), sichtbare Knochenfragmente bei offenen Frakturen.

Unsichere Frakturzeichen sind Schmerz, Schwellung, Hämatom und eingeschränkte bzw. fehlende Funktion.

Zusätzlich können Verletzungsmuster durch den Hannover'schen Polytraumaschlüssel beschrieben werden. Dieser richtet sich bei den Femurfrakturen nach dem Bild der Fraktur als Einfach- oder Stückfraktur. Für die Einfachfrakturen (also A- Frakturen nach der AO- Klassifikation) werden 8, für die Stückfrakturen (also B- oder C- Frakturen nach der AO- Klassifikation) werden 12 Punkte vergeben. Treten in diesem Zusammenhang noch Gefäßverletzungen auf, werden diese gesondert durch Punkte in dem Hannover'schen Polytraumaschlüssel berechnet.

Im Rahmen einer Fraktur kann es aufgrund der Gewalteinwirkung und/oder des Muskelzugs an den Knochenfragmenten zu einer Dislokation kommen. Folgende Dislokationsformen werden unterschieden:

- Dislocatio ad axim: Achsenknickung bei Knochenfrakturen, vor allem bei Infraktionen, zum Beispiel Antekurvatur, Retrokurvatur, Varus- oder Valgusfehlstellung
- Dislocatio ad latus: Bruchstückverlagerung zur Seite, wodurch eine senkrecht zur Längsachse stehende Stufe gebildet wird (bajonett- oder gabelförmig versetzt)
- Dislocatio ad longitudinem: Verkürzung (Dislocatio cum contractione) oder Verlängerung (Dislocatio cum distractione) der betroffenen Extremität durch Fragmentverschiebung in der Längsachse

- Dislocatio ad peripheriam: Verdrehung der Knochenfragmente gegeneinander (meist nur des peripheren Fragments); radiologisch nur selten nachweisbar (meist nur klinisch)

Die Datenerhebung erfolgte durch die retrospektive, nicht randomisierte Sichtung und Auswertung der ambulanten und stationären Patientenakten der Patienten mit Femurfrakturen, die in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der WWU- Münster operiert wurden. Einschlusskriterien waren, neben der Frakturlokalisation, das Alter und die angewendete Methode. Von den 243 Patienten, die das Kriterium der Fixateur- Versorgung im betrachteten Zeitraum erfüllten, erfüllten 31 das Kriterium des Alters zum Zeitpunkt des Unfalls. Ein Fall wurde aus der Wertung genommen, da aufgrund der schwerwiegenden Begleitverletzungen der Tod der Patientin 5 Tage nach der Versorgung eintrat.

### **Patienten:**

Beobachtet wurden Patienten (n=30; 31 OS- Frakturen) im Alter bis 16 Jahre, die im Zeitraum von 1989 bis 2000 in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der WWU Münster behandelt wurden. Bei einem Patienten war das Alter zum Zeitpunkt des Unfalls nicht mehr zu bestimmen. Das Durchschnittsalter der übrigen Patienten lag bei 7,69 Jahren zum Zeitpunkt der Verletzung.

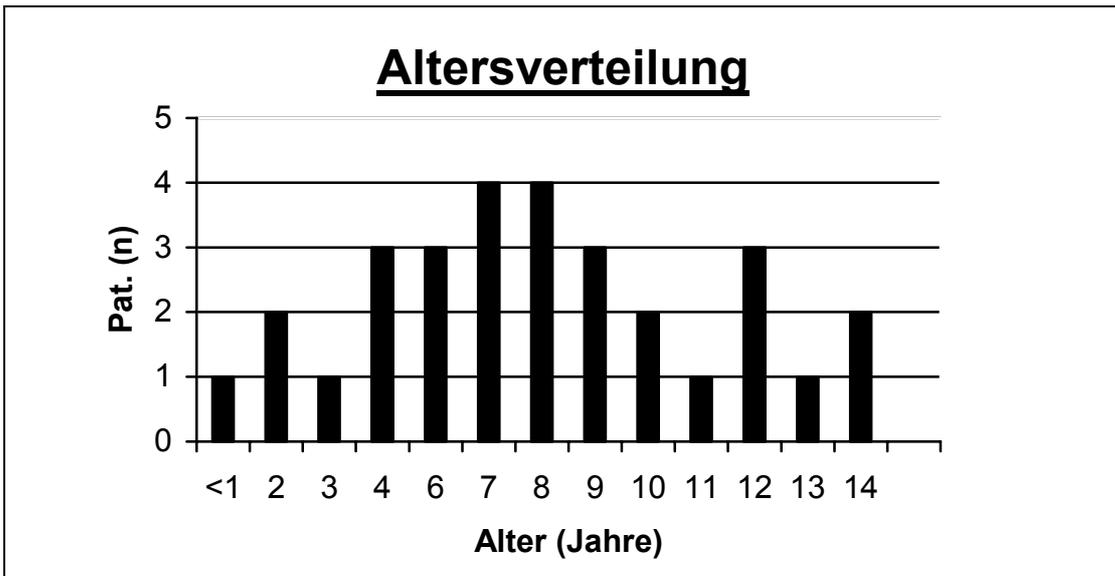


Abb. 2 (Anzahl der Pat. in jeweiligem Alter)

Bei der Geschlechterverteilung zeigten sich absolute Zahlen von 19 männlichen und 11 weiblichen Patienten.

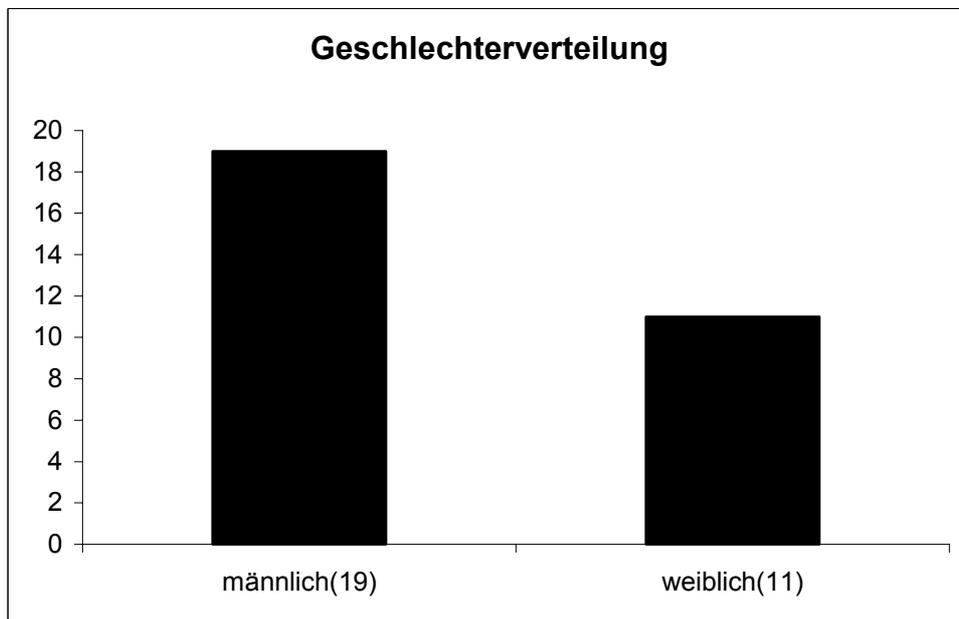


Abb. 3 (Anzahl männlicher und weiblicher Pat.)

### **Präoperative Daten:**

Im Blickpunkt standen hier vor allen Dingen die Schwere der Begleitverletzungen und die genaue Art und Schwere der Fraktur selbst. Zur Klassifizierung dieser beiden Einflußgrößen wurde zum einen der Hannoversche Polytraumaschlüssel (PTS) [28] und zum anderen die Einteilung der Frakturen langer Röhrenknochen der AO- Klassifikation angewendet.

### **Operationstechnik:**

Die Versorgung der Femurfrakturen erfolgte mittels dynamisierbarer, unilateraler Orthofix<sup>®</sup> - Fixateure. Die Pin- Implantation erfolgte unter Bildwandlerkontrolle, wobei der Fixateur externe von lateral appliziert wurde. Die operative Versorgung der Frakturen erfolgte in den meisten Fällen notfallmäßig am selben Tag (n=22) oder am Tag nach dem Unfall.

Üblicherweise wird der erste Pin in das kleinere oder schwierigere Segment fraktur nah eingebracht. Es ist darauf zu achten, dass die Schrauben senkrecht zur Knochenlängsachse appliziert werden. Ferner ist darauf zu achten, dass die Pins parallel zueinander stehen.

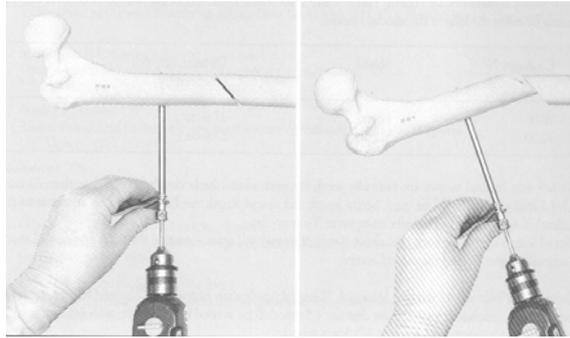


Abb. 4

(Schematische Darstellung zur Applikation des 1. Pins; aus Orthofix Modulsystem- operative technique- diaphyseal fractures)

Dieses ist zu erreichen, indem man den Fixateur- body zur Bestimmung der Lokalisation der weiteren Pins benutzt.

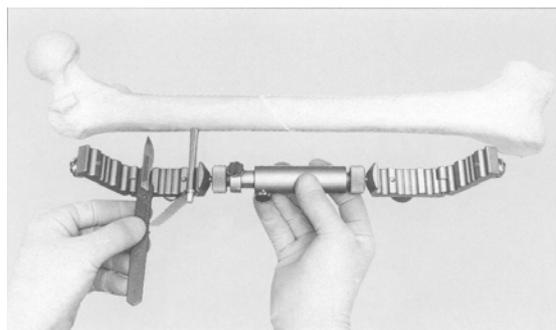


Abb. 5

(Schematisierte Darstellung der Abmessung der folgenden Pin- Eintrittsstellen; vorherige Stichinzision, aus Orthofix Modulsystem- operative technique- diaphyseal fractures [23])

Bevor die Pins in das zweite Fragment appliziert werden, muss zunächst der Fixateurbody auf die richtige Länge eingestellt werden, um zu gewährleisten, dass er nicht komplett offen bzw. geschlossen ist, damit eine abschließende Korrektur durchgeführt werden kann.

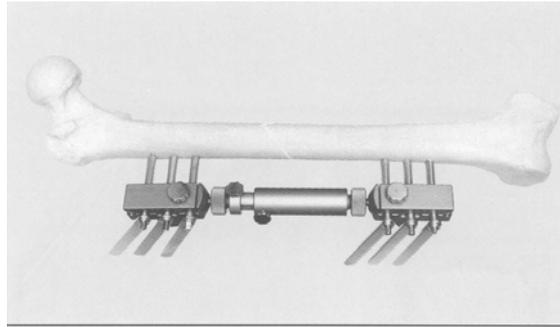


Abb. 6

(aus Orthofix Modulsystem- operative technique- diaphyseal fractures)

Um größtmögliche Stabilität zu gewährleisten, werden 3 Pins pro Fragment (bei A-Frakturen), implantiert.

Im weiteren Verlauf werden die restlichen Schrauben in der bereits beschriebenen Weise in das zweite Segment eingebracht und der Fixateurbody angelegt. Die Stärke der Kompression im Frakturbereich kann variabel durch die Einstellung des Fixateurbodys vorgenommen werden.

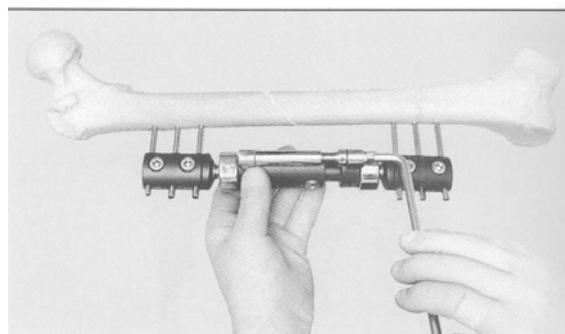


Abb. 7

(aus Orthofix Modulsystem- operative technique- diaphyseal fractures)

Um eine größtmögliche Bewegung zu gewährleisten, wird die Extremität nach Anlage des Fixateurs noch unter Narkose durchbewegt. Zeigt sich hierbei eine Spannung der Haut, der Muskeln oder der Faszien an den Pins, so ist die Inzision an den Eintrittsstellen zu vergrößern [23]. Ebenfalls hat sich gezeigt, dass bei einigen Patienten durch die Transfixation des Tractus iliotibialis eine eingeschränkte Gelenkbeweglichkeit auftreten kann. Dies ist zu umgehen, indem der Tractus bei Anlage des Fixateurs langstreckig gespalten wird [25].

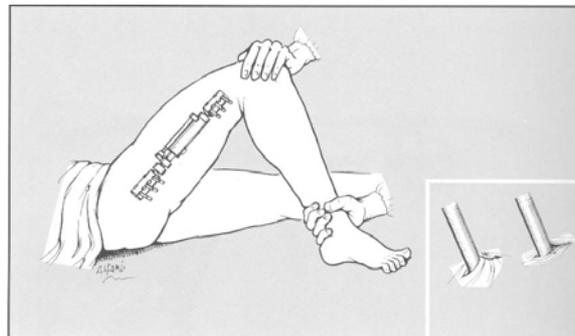


Abb. 8

(aus Orthofix Modulsystem- operative technique- diaphyseal fractures)

### **Postoperativer Verlauf:**

Betrachtet wurde hier zum einen der unmittelbar postoperative Verlauf im Hinblick auf Komplikationen und die Länge des stationären Aufenthalts, und zum anderen die Langzeitergebnisse bezüglich Beinlängendefiziten bzw. Fehlstellungen und Narbenbildung.

### **Bearbeitung:**

Zur Auswertung und Bearbeitung der Daten wurde Microsoft Word (Office 2003), Microsoft Excel (Office 2003) sowie Adobe Photoshop Elements (1.0.1) zur Bearbeitung der Röntgenbilder, Fotos der Nachuntersuchung und Erfassung der Fragebögen und Messblätter verwendet. Zur Einschätzung der Bewegungsausmaße der betreffenden Extremitäten wurde ein Formblatt (s. Anhang) unter Gesichtspunkten der Neutral- Null- Methode verwendet.

### **3) Ergebnisse:**

#### **Präoperative Daten:**

Die Betrachtung der Verletzungsschwere gerichtet nach dem Hannover'schen Polytraumaschlüssel (nach H.J.Oestern et al.) ergab eine durchschnittliche Punktzahl von 12,43 Punkten (von 8 bis 27 Punkte) bei n=22 (23OS- Frakturen) Patienten. Die restlichen Patienten (n=9) konnten aufgrund mangelnder Datenlage nicht klassifiziert werden. Dies entspricht einer Schweregradklassifizierung vom Grad I (bis 19 Punkte). Mit dieser Klassifizierung geht eine Letalität von bis zu 10 % einher. Die Patienten, deren Verletzungen auf einem Verkehrsunfall beruhten, erlitten grundsätzlich Begleitverletzungen, meist auch in Form eines Schädel- Hirntraumas.

Da die Femurfrakturen im Kindes- und Jugendalter nicht wie bei den Erwachsenen, fast obligat im Rahmen eines Polytraumas auftreten, liegt auch der Durchschnitt der erreichten Punktzahl im Grad I der Schweregradklassifikation. So werden beispielsweise für ein leichtes SHT (1°) 4 Punkte berechnet, während ein SHT 3° mit 12 Punkten berechnet wird. Normalerweise wird ebenfalls das Alter im Polytraumaschlüssel berücksichtigt, was jedoch erst ab dem 40. Lebensjahr mit einer Erhöhung des PTS- Scores einhergeht (bis 39 Jahre wird der Wert 0 vergeben).

Aus dem gesamten Kollektiv n=30 (OS- Frakturen=31) traten lediglich 11 Femurfrakturen im Zusammenhang mit anderen Verletzungen (Frakturen anderer Extremitäten bzw. innere Verletzungen) auf. Die anderen 20 lagen als solitäre Frakturen vor.

Die meisten Frakturen des beobachteten Kollektivs sind A3- Frakturen (30%).

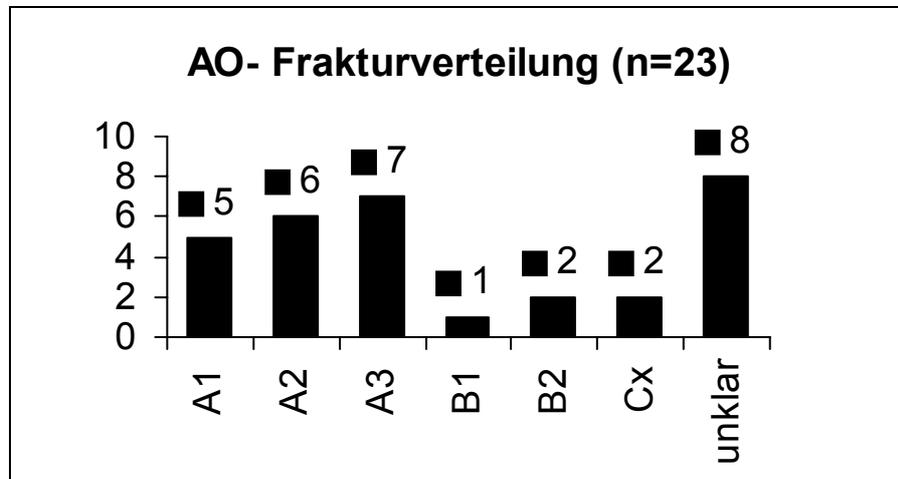


Abb. 9 (Anzahl der einzelnen Frakturtypen)

Die Abbildung zeigt, dass sich die Frakturen in 6 Spiralfrakturen (A1+B1), 8 Schrägfrakturen (A2+B2), 7 Querfrakturen (A3) und 2 komplexe Frakturen (C) aufgliedern. Die übrigen Patienten konnten aufgrund der Datenlage nicht eindeutig klassifiziert werden (n=8).

Zum Beispiel sieht man nachfolgend die Röntgenaufnahmen eines 11 jährigen Patienten 1 Monat nach Anlage eines Fixateur externe bei einer 32B2 Fraktur des linken Oberschenkels. Nach Entfernung des Fixateurs zeigen die beiden Kontrollaufnahmen nach 5 und nach 13 Monaten eine regelrechte Durchbauung der Fraktur.

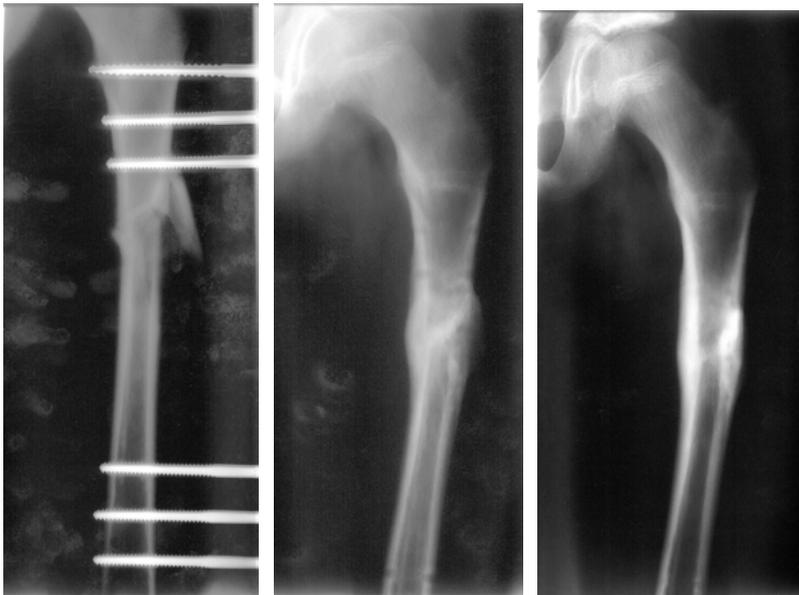


Abb. 10

Abb. 11

Abb. 12

Abb. 10-12: Patient 1 Monat nach Anlage des Fixateurs, nach Entfernung des Fixateurs 4 Monate Später (insgesamt 5 Monate nach Fraktur) und nach Ablauf von insgesamt 13 Monaten.

### Postoperative Daten:

Zu Komplikationen kam es nur sehr vereinzelt. So musste bei lediglich einem Fall eine Spaltung der Fascia lata bei Schmerzen im Bereich der distalen Pin- Anschlagstelle vorgenommen werden. Schwerwiegendere Pin- Traktinfektionen blieben aus. Die definitive Tragezeit des Fixateurs konnte nur bei 6 Patienten bestimmt werden, bei den übrigen n=25 fehlte die Nachdokumentation. Bei den dokumentierten Fällen betrug die mittlere Tragezeit 80,8 Tage (von 44- 143 Tage).

Die mittlere unfallchirurgische Behandlungsdauer stationär betrug 12,25 Tage (1- 47 Tage) bei 12 Patienten aus dem Kollektiv (die übrigen Fälle waren nicht ausreichend dokumentiert)

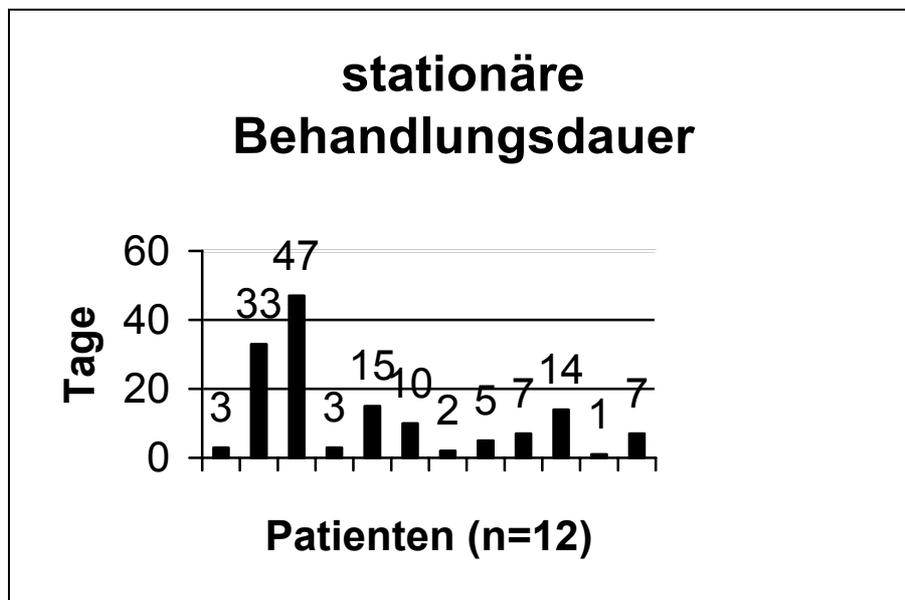


Abb. 14

Abb. 14: stationäre Behandlungsdauer in Tagen

### **Nachuntersuchung:**

Im Oktober 2003 wurde eine Nachuntersuchung durchgeführt. In diesem Zusammenhang wurde ein Fragebogen (siehe Anlage) mit 14 Fragen und zur objektiven Erfassung der Funktion der betroffenen Extremität ein Messblatt für Untere Gliedmaßen (nach der Neutral- Null- Methode; s. Anlage) verwendet. Darüber hinaus wurden Photos der Narben im Bereich der Pin- Eintrittsstellen angefertigt.

An der Nachuntersuchung nahmen 4 Patienten teil. Im Mittel lag der Unfall 9 Jahre zurück (von 3 bis 14 Jahre).

Durchschnittlich entstanden zwei Narben von 5,4 cm Länge (von 3,5 cm bis 8 cm).

Bei der objektiven Betrachtung der Beweglichkeit konnte in keinem der untersuchten Fälle ein gravierendes Bewegungsdefizit bzw. keine nennenswerte Beinverlängerung/-verkürzung (>1.5 cm) beobachtet werden.

## Fallbeispiele

Die hier abgebildeten Fotos sind ebenfalls im Rahmen der Nachuntersuchung entstanden. Sie zeigen die Narbenverhältnisse bei verschiedenen Patienten nach einer Behandlung mittels Fixateur externe.

### Beispiel 1:

Photos eines zum Zeitpunkt der Untersuchung 11-jährigen Patienten. Der Unfall war zu diesem Zeitpunkt 3 Jahre her. Die proximale Narbe weist eine Länge von 5cm und die distale Narbe eine Länge von 5,5cm auf. Bei der Untersuchung zeigten sich folgende Umfangs- und Längenmaße:

U 20 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspaltes : re. 41,5 cm ; li. 41,0 cm

U 10 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspaltes : re. 35,0 cm ; li. 34,0 cm

U Kniescheibenmitte : 32,0 cm beidseits

Länge des Oberschenkels Vord. Ob. D-beinstachel- Außenknöchelsp. : re. 80 cm;

li. 81 cm.



1. Gesamtansicht des Oberschenkels mit proximaler und distaler Narbe



2. Proximale Narbe des Oberschenkels



3. Distale Narbe des Oberschenkels

Beispiel 2:

Ergebnisse bei einer zum Zeitpunkt der Untersuchung 24-jährigen Patientin. Der Unfall war zu diesem Zeitpunkt ca. 12 Jahre her. Die proximale Narbe des linken Oberschenkels wies eine Länge von 8 cm auf, während die distale Narbe eine Länge

von 3,5 cm aufwies. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung hatte die Patientin sich bereits einer Narben- Korrektur- OP an der proximalen Pin- Eintrittsstelle unterzogen. Bei dieser Patientin lag die Verletzung des Femurs im Rahmen eines Polytraumas vor. Die Patientin lag 6 Wochen im Koma. Die normale Belastung der hier im Blickpunkt stehenden Extremität war dementsprechend erst nach etwa 9 Monaten wieder gegeben. Bei der weiteren Untersuchung der Patientin ergab sich eine Beinlängenverkürzung auf der kontralateralen (rechten) Seite, die im Rahmen der multiplen Verletzungen in einer Wachstumsfugenverletzung der rechten Seite begründet war, von ca. 1,5 cm. An weiteren Verletzungen fanden sich ein SHT I-II°, eine Os sacrum- Fraktur, Mittelgesichtsfrakturen und ein HWS- Trauma. Die Versorgung dieser Patientin mittels eines Fixateurs ist also wohl auf die geringe Invasivität und die erhebliche Erleichterung der Führung von Patienten mit stabil versorgten Extremitätenverletzungen in der intensivmedizinischen Betreuung zu sehen. Bei Umfangsmessung ergaben sich keine schwerwiegenden Differenzen zwischen beiden Oberschenkeln.

So ergab sich 20 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspalts rechts ein Umfang von 47 cm und links ein Umfang von 48 cm. 10 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspaltes ergab sich rechts ein Umfang von 37,5 cm und links von 37 cm. Der Umfang auf Höhe der Kniescheibenmitte betrug beidseits 35 cm. Die Beinlänge betrug, wie oben bereits angedeutet, rechts 96,5 cm und links 95 cm (jeweils gemessen von dem vorderen, oberen Darmbeinstachel bis zur Außenknöchelspitze). Der Bewegungsumfang im Hüft- und Kniegelenk zeigte keine Besonderheiten.



4. Gesamtansicht des Oberschenkels mit proximaler und distaler Narbe



5. Proximale Narbe des Oberschenkels



6. Distale Narbe des Oberschenkels

### Beispiel 3:

Bilder eines zur Zeit der Nachuntersuchung 7 Jahre alten Patienten. Der Unfall lag zu diesem Zeitpunkt ca. 5 Jahre zurück. Die Fraktur lag in diesem Fall als solitäre Verletzung vor, was eine sofortige postoperative Belastung der mittels Fixateur externe versorgten Fraktur zuließ. Die proximale Narbe am linken Oberschenkel zeigte eine Länge von 5,5 cm und die distale Narbe von 7,5 cm. Die Umfangsmaße betragen 20 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspalts rechts 35 cm und links 36 cm. 10 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspalts betrug der Umfang rechts 29 cm und links 29,5 cm. Auf Höhe der Kniescheibenmitte betrug der Umfang beidseits 29 cm. Die Beinlänge war mit 74 cm identisch. Bei den erhobenen Maßen für die Beweglichkeit im Hüft- bzw. Kniegelenk ergaben sich normale Werte.



7. Gesamtansicht des Oberschenkels mit proximaler und distaler Narbe



8. Distale Narbe des Oberschenkels



9. Proximale Narbe des Oberschenkels

Narbenverhältnisse einer zum Zeitpunkt der Untersuchung 20- jährigen Patientin im Bereich des linken Oberschenkels. Der Unfall war zu diesem Zeitpunkt ca. 14 Jahre her. Vor allem die Einziehungen der proximalen Narbe, die mit einer Länge von ca. 3,5 cm nicht sonderlich lang, jedoch mit einer Vertiefung von ca. 1,5 cm einherging, wurde als relativ störend empfunden. Die Patientin überlegt, sich in diesem Fall einer Narbenkorrektur- OP zu unterziehen. Die distale Narbe zeigte eine Länge von ca. 4 cm ohne die störende Einziehung. Die Bewegungsmaße zeigten sich im Hüft- und Kniegelenk unauffällig. Es bestanden keine Umfangsdifferenzen zwischen den beiden Oberschenkeln. Die Beinlänge betrug rechts 97 cm und links 96 cm.



10. Proximale Narbe des  
Oberschenkels mit tiefer  
Narbeneinziehung

#### **4) Diskussion:**

Die Femurschaftfraktur im Kindesalter ist eine seltene, jedoch nach den Frakturen im Unterschenkelbereich die häufigste Verletzung der unteren Extremität dieser Altersgruppe [30].

Noch vor einigen Jahren stand die konservative Therapie dieser Erkrankung im Vordergrund, während die operative Therapie nur bei Mehrfachbrüchen derselben Extremität, bei doppelseitigen Frakturen, bei schweren Weichteilschäden oder bei zweit- bis drittgradig offenen Frakturen und Verletzungen im Rahmen eines Polytraumas oder schwerem Schädelhirntrauma indiziert schien [1, 7, 14, 16]. Diese Auffassung hat sich in letzten Jahren gewandelt.

Einige Autoren, wie zum Beispiel H. G. Dietz und I. Joppich [26], unterteilen kindliche Femurfrakturen in 3 Gruppen. Zum einen die Neugeborenen-, Säuglings- und Kleinkindergruppe, weiter die Schulkinder- und als drittes die Jugendlichen-Gruppe. Die Entscheidung, welche Therapie im einzelnen Fall angewendet werden soll, wird maßgeblich von der Zugehörigkeit des Patienten in eine dieser Gruppen beeinflusst. Im Neugeborenen- und Säuglingsalter steht unzweifelhaft die konservative Therapie mit der Anlage eines Becken- Bein- Fußgipses oder im Ausnahmefall die Anlage eines Pflasterextensionsverbandes im Vordergrund. Es kann auch eine Overhead- Extension durchgeführt werden. Die ersten beiden Verfahren sind auch ambulant durchzuführen. Das Ziel ist eine achsengerechte Einstellung, wobei die Neugeborenen in einer 90°/90°-Stellung in Knie und Hüfte eingegipst werden sollte, während bei Kleinkindern eine 50°/50°- Stellung bevorzugt wird. Die operative Therapie sollte im Kleinkindsalter nur in Ausnahmefällen, wie z. B. bei nicht akzeptabler Stellung, erwogen werden. Hierbei

ist zu beachten, dass bei Kindern unter 4 Jahren, bei Vorliegen eines Querbruchs, eine Ausheilung mit einem im Laufe des weiteren Lebens sich nicht selbst ausgleichenden Längenplus der betroffenen Seite einhergehen kann.

„Im Neugeborenen-, Säuglings- und Kleinkindesalter steht somit an erster Stelle die ambulante Versorgung einer geschlossenen Oberschenkelfraktur mittels Becken- Bein-Fußgips. Eine relativ teure Alternative ist die stationär durchgeführte „Overhead“-Extension. In Einzelfällen (Stellung, Compliance) ist die Operation (ESIN, Fixateur externe) zu bedenken“[26].

Bei der Frakturbehandlung des Femurschaftes im Schulkind- und Jugendalter rückt man immer mehr von der früher durchgeführten konservativen Behandlung (meistens Extensionsbehandlung) ab. Dies ist eine Folge der langen Behandlungsdauer verbunden mit einem langen stationären Aufenthalt der Kinder in einer unphysiologischen Stellung (Extensionsbett), sowie der Verminderung der Komplikationen im Sinne von Rotationsfehlern und Beinlängendefiziten bei operativer Therapie.

Bezüglich der Dislocatio ad longitudinem gilt vor allen Dingen im Kindesalter, dass Verletzungen vor dem 10. Lebensjahr eher zu einem überschießenden Längenwachstum führen können, während Verletzungen nach dem 10. Lebensjahr eher zu einer Beinverkürzung führen können [25]. Von einigen Autoren wird bezüglich der Fehlstellungen nach Frakturen postuliert, dass am besten keine Achsabweichungen den Korrekturkräften des weiteren Wachstums überlassen werden sollten. Ferner sollte keine offene oder geschlossene Reposition jenseits des 5. Tages nach dem Unfall stattfinden [30]. Im Allgemeinen gilt die Auffassung, dass das Ausmaß eines überschießenden Längenwachstums durch die Zahl der Repositionsversuche

entscheidend beeinflusst wird [2, 3, 4]. Bezüglich auftretender Rotationsfehler sind einige Autoren der Meinung, dass nur die Fehler, die mit einer Innenrotation des distalen Fragments einhergehen, welche zu einer vermehrten Antetorsion des Schenkelhalses führt, früh therapiebedürftig sind, sofern sie einen Fehler  $> 25^\circ$  aufweisen. In allen anderen Fällen sollte zunächst der definitive Wachstumsabschluss abgewartet werden [6].

Die Anlage eines Becken- Bein- Fußgipses ist in diesem Alter, im Gegensatz zum Kleinkindsalter, erschwert; eine konservative Behandlung ist in diesem Zeitraum kaum noch ambulant zu gewährleisten [24]. Der Nachteil der Extensionsbehandlung liegt hier in der Länge des Behandlungszeitraumes. Nicht nur die längere und damit auch kostenintensivere stationäre Behandlung im Gegensatz zur operativen Therapie [5, 19], sondern auch die verzögerte Wiedereingliederung in den normalen Alltag der Kinder ist hier zu erwähnen. Hinzu kommt die wesentlich höhere Belastung des Kindes durch sehr lange Immobilisation und der sich daraus ergebenden Konsequenzen. Die Reintegration der Kinder in den Schul- und Lebensalltag wird durch eine schneller erreichte Mobilisierung nach operativer Therapie beschleunigt und gefördert [26, 27, 29].

Im Wesentlichen stehen drei verschiedene Operationstechniken zur Verfügung. So kann man entweder eine Plattenosteosynthese, eine elastisch stabile intramedulläre Nagelung oder eine Stabilisierung mittels eines Fixateur externe durchführen. Die Künscher-Nagelung und Verriegelungsnägel bringen aufgrund der anatomischen Gegebenheiten bezüglich der Nagelinsertionsstelle und der den Hüftkopf versorgenden Gefäßen die Gefahr der iatrogenen Hüftkopfnekrose mit sich. Weiterhin ist eine Schonung der

Wachstumsfuge, die früher als absolute Bedingung galt, durch die Anwendung einer äußeren Osteosynthese eher zu gewährleisten.

Die Plattenosteosynthese gewährt einen hohen Tragekomfort und eine gute anatomische Reposition und Fixation [17, 29]. Nachteilig wirkt sich jedoch die Notwendigkeit einer ausgedehnten operativen Weichteilschädigung zur Darstellung der Fraktur und Anbringung der Platte aus. Ebenfalls sind in diesem Zusammenhang die Entstehung relativ großer Narben und die ledigliche Teilbelastung postoperativ zu berücksichtigen. Zusätzlich handelt es sich hierbei um ein relativ statisches Verfahren, was im Gegensatz zu den anderen dynamischen Verfahren die Entstehung von Refrakturen auf dem Boden der „stress- protection“ des Knochens begünstigt. Durch die Verminderung bzw. Aufhebung der Belastung des geschienten Knochenanteils kann es im Sinne einer Dekortikalisierung zur Herabsetzung der Knochenfestigkeit kommen, was im Falle der Entfernung des osteosynthetischen Materials zu einer erhöhten Frakturgefährdung führen kann.

Der Einsatz einer elastisch stabilen Nagelung (ESIN) ist, wie auch die Technik des Fixateur externe, eine dynamische Frakturversorgung in minimal- invasiver Technik [13, 20, 29]. Sie gilt bei Femurfrakturen als Mittel der Wahl. Durch die Dynamisierung der Frakturstelle wird die Knochenheilung beschleunigt, da ein Wachstumsreiz durch die ermöglichten Mikrobewegungen an der Frakturstelle gesetzt wird. Die Entscheidung, welche Technik eingesetzt wird, hängt auch von der Lokalisation und dem Bild der Fraktur selbst ab. Frakturen im Schulkindsalter vom AO- Typ 32/3.2 sind optimal mit einer elastisch stabilen intramedullären Nagelung zu versorgen, wobei

Spätkontrollen gezeigt haben, dass nach durchschnittlich 5,6 Jahren ein mittleres klinisches Beinlängenplus von 0,42 cm, ein radiologisches Beinlängenplus von 0,54 cm zu verzeichnen ist. Bei dem Kompromiss eines verspäteten Belastungsbeginns sind auch Drehbrüche, bzw. Brüche mit Dreh- oder Bieungskeil oder lange Schrägfrakturen mit der elastisch stabilen intramedullären Nagelung zu versorgen. Diese Frakturformen können auch durch eine Kombination aus der ESIN und eines kleinen „Minimal“-Fixateurs, welcher die Länge fixiert, oder durch zusätzliche Verriegelungsschrauben versorgt werden. Auch bei der Versorgung von Frakturen im Bereich des distalen Femurs ist an erster Stelle die Therapie der elastisch stabilen intramedullären Nagelung zu nennen. Hierbei ist zu beachten, dass der Schutz der Epiphysenfuge nicht den Stellenwert zu besitzen scheint, wie ehemals angenommen. Im Konsensusbericht kindlicher Femurfrakturen aus dem Jahr 2000 heißt es dazu: „Die deszendierend Elastisch Stabile Intramedulläre Nagelung führt zur übungstabilen Fixation und muss die Wachstumsfuge nicht unbedingt schonen. Die Nägel werden zur ausreichenden Verankerung bis an oder sogar in die Epiphyse vorgeschlagen und können dort auch bis zur Ausheilung verbleiben.“. Bei offenen Frakturen ist der Einsatz eines extramedullären Kraftträgers zu diskutieren.

Der Fixateur externe hat seine Vorteile bei der Versorgung von 32B.1-, -C.1 und C3-Frakturen nach der AO- Klassifikation. Hier kann sowohl die Achse wie auch die Länge eingestellt werden. „Es resultiert die klare Empfehlung, lediglich die C1- und C2-Frakturen sowie A1- und B- Frakturen, die intramedullär bezüglich der Länge nicht gehalten werden können, primär mit dem Fixateur zu behandeln.“, so der Konsensusbericht [24].

Ein Vorteil bei der Versorgung einer Fraktur mittels Fixateur externe im Gegensatz zur konservativen Behandlung ist die sehr frühe Belastbarkeit der verletzten Extremität [8, 15, 27, 29, 35, 38]. Dieser Vorteil kann vor allen Dingen von Patienten genutzt werden, deren Begleitverletzungen und Allgemeinzustände eine frühe Mobilisation zulassen. Diese frühe Mobilisation erhöht natürlich das Risiko für evtl. auftretende Unfälle (Fallen auf die entsprechende Extremität) mit dem Risiko einer Refraktur. Die Inzidenz einer Refraktur als bedeutendste Komplikation der Versorgung mittels Fixateur externe wird in der Literatur zwischen 0 und 21 % angegeben, abhängig auch von der initial vorliegenden Frakturklassifikation [8, 11, 15, 33, 35, 37, 38].

Demnach treten die meisten Refrakturen bei der Versorgung von Querfrakturen (A3) auf, da diese die längste Frakturheilungszeit aufweisen [21, 22, 29, 35, 38].

Insgesamt fanden Chao et al. , dass sich die benötigte Konsolidierungszeit einer Fraktur durch eine axiale Dynamisierung verkürzen lässt [10].

Auch polytraumatisierte Patienten profitieren von der wenig invasiven Technik der Fixateuranlage, durch welche die körperliche Belastung, hervorgerufen durch multiple, zur gleichen Zeit stattfindende operative Eingriffe, vermindert werden kann. Die operative Versorgung von Femurfrakturen im Rahmen eines Polytraumas erfolgt im allgemeinen Polytrauma- und Trauma- Management in der zweiten Operationsphase (verzögerte Primäreingriffe), in welche auch die definitive chirurgische Versorgung von Verletzungen des Thorax, des Abdomens, des Retroperitoneal- und Beckenraums fällt.

Da in diesem Zustand die Markraumnaegelung einer Femurfraktur das erhöhte Risiko einer Fettembolie mit sich bringt, ist hier zumindest eine Behandlung mittels Fixateur externe zu diskutieren. Insgesamt sind die Verletzungen im Polytraumaschlüssel (PTS)

des beobachteten Kollektivs zwar nicht sehr hoch, wobei man jedoch beachten muss, dass durchaus einzelne Patienten der Klasse II zuzuordnen waren (max. erreichter PTS-Score im Kollektiv [n=22] 27 Punkte; entspricht Klasse II = 25% Letalität; Patientin verstarb).

Im Falle einer offenen Fraktur im Rahmen eines Polytraumas ist eine Stabilisierung mittels eines Fixateurs (dynamisch- axiale Fixation), bevor der Patient der Kontamination auf einer Intensivstation ausgesetzt wird, erstrebenswert.

Das heißt, dass eine primäre, übungsstabile Osteosynthese der Femurfraktur innerhalb von 6 Stunden anzustreben ist.

Nachteilig bei der Frakturversorgung mittels Fixateur externe zeigte sich die, die meisten Patienten störende, Narbenbildung im Bereich der Pin- Eintrittsstellen, auch wenn keine Infektion vorlag. Ebenfalls ist zu erwähnen, dass der Tragekomfort eines intramedullären Kraftträgers oder einer Platte gegenüber dem eines Fixateurs überwiegt [17, 29]. Die, in unserem Kollektiv zwar zu vernachlässigende (3 sehr leichte Fälle mit dezenter Rötung im Bereich einer Pin- Stelle, welche aber allesamt ohne Folgen ausheilten), jedoch insgesamt häufigste Komplikation der Fixateur externe Behandlung ist der Pininfekt [9, 11, 16]. Die effektivste Maßnahme zur Verhinderung dieser Infekte ist die penible Pin- Pflege [22]. Zu diesem Zweck werden die Eltern und Kinder in unserer Klinik genau in die Pflorgetechnik während des stationären Aufenthalts eingewiesen. Darüber hinaus wird den Patienten ein Pflege- Pass an die Hand gegeben, wodurch eine größere Regelmäßigkeit der Reinigung erreicht werden soll.

Ein weiterer Punkt zur Vermeidung von Pininfekten ist die ausreichend große Weichteilinzision. Unter anderem deswegen erfolgt die Durchbewegung der betroffenen Extremität am Ende einer Operation wie oben beschrieben.

Nach Stedtfeld, Tarrutis und Schneider ist die Versorgung von Frakturen mittels Fixateur externe als „semioperatives“ Verfahren zu sehen, welches zwischen den operativen Verfahren und der konservativen Therapie anzusiedeln ist [27].

Weitere Vorteile der dynamisch-axialen Frakturversorgung mit dem Fixateur sind:

- relativ große Entfernung der Inzisionsstellen für die Fixateur- Pins von dem Ort der Weichteilschädigung
- schnelle Montage ohne nennenswerten Blutverlust und ohne größere Belastung des Organismus
- gute Zugänglichkeit des Weichteilschadens bei eventuell nachfolgenden Operationen
- leichte Nachregulierung im Falle einer Pin- Lockerung durch konische Form
- Möglichkeit der schmerzfreien postoperativen Korrektur im Falle einer Fehlstellung
- Dynamisierung der Fraktur führt zur Anregung der Kallusbildung und in der Teilbelastungsphase wird transplantierte Spongiosa eher zu Kompakta, was zu einer Verkürzung der Ausheilungszeit und zu einer höheren Ausheilungsquote führt
- Schnelle Rehabilitation des Patienten noch vor der Entfernung des Fixateurs

- Selbstständige Pflege der Pins durch den Patienten (nach Anleitung und Pflegekalender) führt ebenfalls zur Verkürzung der stationären Behandlungsdauer und Minimierung des Infektionsrisikos
- Einfache Entfernung des osteosynthetischen Materials ohne Narkose [27]

Die Versorgung kindlicher Femurschaftfrakturen mittels Fixateur externe ist demnach auch heute noch ein adäquates Verfahren zur Behandlung dieser Verletzung.

## **5) Zusammenfassung:**

Auch wenn das Verfahren der Fixateur externe Versorgung nicht als Standard bei der Behandlung von Femurfrakturen, im Gegensatz zur Elastisch Stablen Intramedullären Nagelung, gilt, so gibt es bei Kindern einige hier besprochene Umstände, die den Einsatz dieses Verfahrens zur Alternative werden lassen. So konnte sich dieses Verfahren neben den Standardverfahren in der Versorgung derartiger Verletzungen trotz des schlechteren Tragekomforts etablieren.

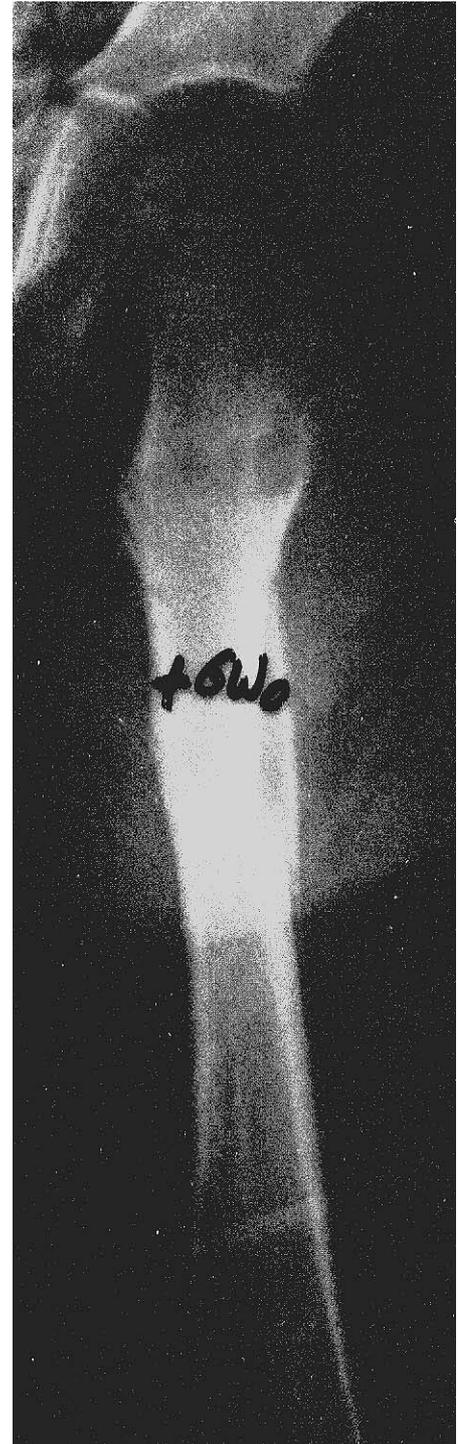
Der Fixateur externe vereinigt die Vorteile der minimal invasiven Chirurgie mit der „biologischen Frakturheilung“ im Sinne des Erhalts des Frakturhämatomes.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Fixateurversorgung zuverlässig und reproduzierbar ist im Hinblick auf Komplikationen, sowie auch im Hinblick auf die Ergebnisse. Es zeigte sich eine große Toleranz der Patienten bezüglich des eingeschränkten Tragekomforts, welches nicht zuletzt durch die relativ unkomplizierte Entfernung des Osteosynthesematerials, im Gegensatz zu anderen Verfahren, zurückzuführen ist. Auch der Vorteil einer frühen Reintegration in den Alltag der Patienten mag dazu beigetragen haben, abgesehen von Frakturspezifischen Umständen, dieses Verfahren zu einer alternativen Frakturversorgung werden zu lassen.

## **6) Anhang:**

### Röntgenbilder:

Als nächstes Beispiel sind intraoperative Durchleuchtungsaufnahmen einer 2-jährigen Patientin und eine anschließende Kontrollaufnahme nach 6 Wochen zu sehen. Die Patientin erlitt am linken Oberschenkel eine geschlossene 32A2 Fraktur, welche mittels eines Fixateur externe versorgt wurde. Die Versorgung erfolgte am Unfalltag. Der Fixateur wurde nach 6 Wochen entfernt und eine Kontrollaufnahme angefertigt. Hierauf zeigt sich eine regelhaft durchbaute Fraktur.



Links: Intraoperative Durchleuchtungsbilder einer 2 Jahre und 1 Monate alten Patientin mit 32A2 Fraktur des linken Oberschenkels; rechts: die gleiche Patientin sechs Wochen später (Abb. 15)

## Fragebogen:

**Name:** \_\_\_\_\_ **Befragung:** \_\_\_\_\_  
**Geb.-Datum:** \_\_\_\_\_

- 1) Wie lange ist der Unfall her?
- 2) Wie lange hat es gedauert, bis eine Bewegung des Beins wieder möglich war?
- 3) Sind störende Narben zurückgeblieben? (ja; nein; unter best. Voraussetzungen)
- 4) Gibt es Situationen, in denen das Bein nicht so belastbar ist wie das gesunde?
- 5) Haben Sie noch manchmal Schmerzen in dem Bein (keine, leichte, starke - gelegentlich, dauernd)?
- 6) Gab es Komplikationen nach der Entlassung aus dem Krankenhaus?
- 7) War die Entfernung des Osteosynthesematerials schmerzhaft?
- 8) Kam es zu einer Beinverkürzung/ -fehlstellung die vielleicht nicht direkt aufgefallen ist?
- 9) Kam es zu wiederholten Frakturen an diesem Bein? ( an dieser Stelle?)
- 10) Wie viele Tage nach der OP konnten Sie das Bein zum ersten Mal wieder voll belasten?
- 11) Nach welcher Zeit konnten Sie wieder in die Schule gehen? (zur Arbeit) ?
- 12) Wie lange waren Sie insgesamt im Krankenhaus (inkl. Behandlungsdauer von evtl. Begleitverletzungen)?
- 13) Wie lange dauerte die anschließende ambulante Behandlung (inkl. evtl. Reha u. AHB)?
- 14) Wie belastend empfanden Sie die Behandlung mit dem Fixateur externe?

## Meßblatt für Untere Gliedmaßen (nach der Neutral-O-Methode)

NAME:

geb.:

Untersuchungstag:

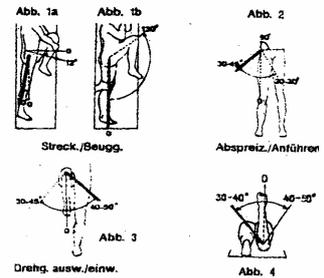
Aktenzeichen:

Standbein: Rechts/Links

**Hüftgelenke:**

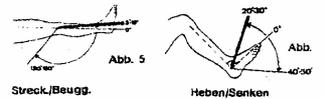
- Streck./Beugg. (Abb. 1a u. 1b)
- Abspreiz./Anführen (Abb. 2)
- Drehg. ausw./einw. (Hüftgel. 90° gebeugt) (Abb. 3)
- Drehg. ausw./einw. (Hüftgel. gestreckt) (Abb. 4)

Rechts	Links



**Kniegelenke:**

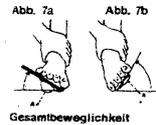
- Streck./Beugg. (Abb. 5)
- Obere Sprunggelenke:
- Heben/Senken d. Fußes (Abb. 6)

**Untere Sprunggelenke:**

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

--	--



**Zehngelenke:**

- (in Bruchteilen der normalen Beweglichkeit)

--	--

**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


**Beinlänge in cm:**

- Vord. ob. D-beinstachel – Außenknöchelsp.

--	--

**Stumpflänge in cm:**

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


## 7) **Danksagung:**

Herrn Univ.- Prof. Dr. E. Brug und Herrn Univ.- Prof. Dr. M. J. Raschke für die die Überlassung des Themas und die Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Arbeit.

Im Besonderen zu danken habe ich Herrn PD. Dr. M. Schult für die stets engagierte und ausdauernde Hilfe bei der Durchführung der Arbeit, sowie für die verständnisvolle Lösung aufgetretener Probleme und Hilfe bei der praktischen Umsetzung.

Weiterhin danke ich den Mitarbeitern der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der WWU- Münster sowie den Patientinnen und Patienten, welche zum Kollektiv dieser Arbeit gehören, für Ihre Unterstützung.

## 8) Literatur:

- 1) Klein W Pennig D Brug E: 1989: Die Anwendung des unilateralen Fixateur externe bei der kindlichen Femurschaftfraktur im Rahmen des Polytraumas, Unfallchirurg 92: 282-286 (3)
- 2) Kuner EH, Mayer HP, Schlickewei W (1990) Technik und Ergebnisse der Plattenosteosynthese am kindlichen Femur, Hefte Unfallheilk 212: 355-360 (2)
- 3) Laer L von 1977 Beinlängendifferenzen und Rotationsfehler nach Oberschenkelschaftfrakturen im Kindesalter, Arch Orthop Unfallchir 89: 121-137
- 4) Pervot J, Ligier JN (1987) Indikationen für eine Osteosynthese der Oberschenkelfraktur, In Hoffmann v. Kapp-herr S: Operationsindikationen bei Frakturen im Kindesalter. Fischer Stuttgart New York S 179-180
- 5) Tittel K, Schauwecker F (1990) Womit ist die Osteosynthese isolierter kindlicher Femurfrakturen zu rechtfertigen? Hefte Unfallheilk 212: 360 (2)
- 6) Laer L von 1991: Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter, Thieme, Stuttgart, New York
- 7) Ziv I Rang M 1983: Treatment of femoral fracture in the child with head injury, J Bone Joint Surg "Br" 65:276
- 8) Aronson J Tursky A. External fixation of femur fractures in children. J Pediatr Orthop 1992; 12:596-600
- 9) Blasier RD, Aronson J, Tursky EA, External fixation of pediatric femur fractures. J Pediatr Orthop 1997; 17:342-346

- 10) Chao EYS, Aro HT, Lewallen DG, Kelly PJ, The effect of rigidity on fracture healing in external fixation. *Clin Orthop Rel Res* 1989; 241:24-35
- 11) Davis TJ, Topping RE, Blanco JS. External fixation of pediatric femoral fractures. *Clin Orthop* 1995; 318:191-198
- 12) Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J. The comprehensive classification of fractures of the long bones. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer, 1990
- 13) Heinrich SD, Drvaric DM, Darr K et al. The operative stabilization of pediatric diaphyseal femur fractures with flexible intramedullary nails: a prospective analysis. *J Pediatr Orthop* 1994; 14: 501-507
- 14) Von Kapp- Herr H, Fischer U, Zuegel N, Engelskirchen R. Spätergebnisse nach Oberschenkelfrakturen im Kindesalter. *Unfallchirurg* 1985; 11: 28-32
- 15) Kapukaya A, Subasi M, Necmioglu S, Arslan H, Kesemenli C, Yildirim K. Treatment of closed femoral diaphyseal fractures with external fixators in children. *Arch Orthop Surg* 1998; 117: 387-389
- 16) Krettek C, Haas N, Walker J, Tscherne H. Treatment of femoral shaft fractures in children by external fixation. *Injury* 1991; 22: 263-266
- 17) Kunert EH. Die Plattenosteosynthese zur Behandlung von Femurschaftfrakturen bei Kindern. *Operat Orthop Traumatol* 1991; 3: 227-237
- 18) Von Laer L. Neues Therapiekonzept für die instabile Schaftfraktur der oberen und unteren Extremitäten im Wachstumsalter – Indikation und Technik. *Z Unfallchir Vers med Berufskr* 1991; 84: 225-227
- 19) Von Laer L, Jakob-Frey H, Girard T, Lampert CH. Die Behandlung der Schaftfrakturen in den unteren Extremitäten aus der Sicht der Effektivität und

- der Effizienz. In: Ramanzadeh R, Breyer HG (Hrsg). Verletzung der unteren Extremität bei Kindern und Jugendlichen. 8. Steglizer Unfalltagung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1990
- 20) Ligier JN, Metaizeau JP, Pervot J, Lascombes P, Elastic stable intramedullary nailing of femoral shaft fractures in children ; J Bone Joint Surg (Br) 1988; 70 (1):74-77
- 21) Mendelow MJ, Anastasios D, Kanellpoulos AD, Mencio GA, Green NE, External fixation of pediatric femur fractures. Orthop trans 1997; 21:185-189
- 22) Platz A, Käch K, Versorgung instabiler kindlicher Schaftfrakturen der unteren Extremität mit dem Fixateur externe, Swiss Surg 1996; 2:284-289
- 23) Orthofix – Modulsystem, operative technique by Dr. L. Renzi-Brivio, Dr. F. Lavini, Diaphyseal Fractures (Humerus, Forearm, Femur and Tibia)
- 24) H.G. Dietz, I. Joppich, I. Marzi, K. Parsch, W. Schlickewei, P. P. Schmittbecher, Der Unfallchirurg, 2001-104: S.788-790, Die Behandlung der Femurfrakturen im Kindesalter, Konsensusbericht 19. Tagung der Sektion Kindertraumatologie der DGU 23.-24. Juni 2000, München, Springer- Verlag 2001
- 25) Die Indikation für die dynamisch- axiale Fixation bei Frakturen im Kindesalter, Ch. Mittmann, W. Klein und E. Brug, Münster, Die dynamisch- axiale externe Fixation, S. Neumann, W. Klein und E. Brug, Hans Marseille Verlag GmbH, München (1993)
- 26) Die Versorgung kindlicher Frakturen, Das Leipziger Konzept, J. Bennek, Die dynamisch- axiale externe Fixation, S. Neumann, W. Klein und E. Brug, Hans Marseille Verlag GmbH, München (1993)

- 27) Die Oberschenkelchaftfraktur des (Schul-) Kindes, Eine ideale Indikation für die dynamisch- axiale Fixation, H.-W. Stedtfeld, H. Taruttis und M. Schneider, Nürnberg, Die dynamisch- axiale externe Fixation, S. Neumann, W. Klein und E. Brug, Hans Marseille Verlag GmbH, München (1993)
- 28) Klassifizierung der Verletzungsschwere, H.-J. Oestern, H. Tscherne, J. Sturm und M. Nerlich, Unfallchirurg (1985) 88; 465-472
- 29) Fixateur externe Versorgung von instabilen kindlichen Femurdiaphysenfrakturen: 10- Jahres- Erfahrung, F.F. Fernandez, T. Schmickal, M. Egenolf, P. Hochstein, A. Wentzensen, Aktuelle Traumatologie 2001; 31: 156-162
- 30) Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter, Lutz von Laer, 4. überarbeitete Auflage, Thieme Verlag 2001
- 31) Atlas of internal fixation, M. E. Müller, Springer 1998
- 32) Einfach- und Stückfrakturen des Femurschaftes, 1994, Dissertation A. Baving
- 33) Snetic ND, Gambardella A, Pmpinello C, Mallano P, Corte SD, The use of external fixators in femur fractures in children, J Pediatr Orthop 1996; 16: 613-620
- 34) Siegmeth A, Wruhs O, Vecsei V, External fixation of lower limb fractures in children, Eur J Pediatr Surg 1998; 8: 35- 41
- 35) Skaggs DL, Leet AI, Money MD, Shaw BA, Hale JM, Tolo VT, Secondary fractures associated with external fixation in pediatric femur fractures, J Pediatr Orthop 1999; 19: 582- 586
- 36) Sugi M, Cole WG, Early cluster treatment for fractures of the femoral shaft in childhood, J Bone Joint Surg (Br) 1987; 69(5): 743- 750

- 37) Tolo VT, External skeletal fixation in children's fractures, J Pediatr Orthop 1983; 3: 435- 442
- 38) Weinberg AM, Hasler CC, Leitner A, Lampert C, van Laer L, External fixation of pediatric femoral shaft fractures, Europ J Traumatol 2000; 1: 25- 32

### **Weitere Nachschlagewerke zu diesem Thema:**

- Asche G: 1986: Die Anwendung des Fixateur externe bei kindlichen Frakturen. Zentralbl Chir 111:391-397
- Breitfuß H.. Muhr G 1988: Läßt sich vermehrtes Längenwachstum nach kindlichen Oberschenkelfrakturen vermeiden? Unfallchirurg 91: 189-194
- Echterhoff M Prinz A: 1989: Die Behandlung kindlicher Femurfrakturen mit dem Fixateur externe nach R Hoffmann In Stuhler Th Fixateur externe- Fixateur interne, Springer, Berlin Heidelberg New York S 204-205
- Krettek C. Haas N, Tscherne H (1989) Versorgung der Femurschaftfraktur im Wachstumsalter mit dem Fixateur externe, aktuelle Traumatologie 19:255-261
- Laer L von 1984 Skelett- Trauma im Wachstumsalter, Hefte Unfallheilk 166: 44-67
- Meissner F (1987) Pharisäertum in der operativen Frakturbehandlung. In: Hofmann von Kp-herr S: Operationsindikationen bei Frakturen im Kindesalter. Fischer, Stuttgart New York S 1-3
- Neugebauer R, Becker U, Stinner A (1990) Die Behandlung der kindlichen Oberschenkelfraktur mit dem lateralen Klammerfixateur, Technik, Nachsorge, Ergebnisse, Hefte Unfallheilk 212: 363 (2)

Saxer U (1979) Femurschaftfrakturen. In: Weber BG, Brunner Ch, Freuler F (Hrsg.) Die Frakturenbehandlung bei Kindern und Jugendlichen. Springer, Berlin Heidelberg New York S 272-297

Schärli AF, Winiker H (1987) Operationsindikationen bei Frakturen des Oberschenkelschaftes, In: Hoffmann- von Kap-herr S: Operationsindikationen bei Frakturen im Kindesalter. Fischer, Stuttgart New York S 172-178

Ulrich C Wörsdorfer O Neugebauer R (1989) Fixateur externe Stabilisation offener Extremitäten- und Beckenfrakturen bei Kindern und Jugendlichen. In: Stuhler Th (Hrsg) Fixateur externe – Fixateur interne. Springer, Berlin Heidelberg New York S 190-193

Wagner H (1989) Externe Fixation bei Frakturen im Kindesalter. In: Stuhler Fixateur externe – Fixateur interne. Springer, Berlin Heidelberg New York S 183-189

Zügel NP, Hoffmann von Kapp-herr S (1987) Operationsindikationen mit der Druckplattenosteosynthese bei Oberschenkelfrakturen. In: Hoffmann-von Kapp-herr S; Operationsindikationen bei Frakturen im Kindesalter, Fischer, Stuttgart New York. S 185-188

Brug E 1985: Die Behandlung der kindlichen Schaftfraktur, Chir Praxis 34: 71

Havemann D Schmidt M Zenker W 1990: Indikation, Zeitpunkt und Verfahrenswahl der Osteosynthese kindlicher Schaftfrakturen, Hefte Unfallheilkunde 212:351

Hoffmann S Fischer U Zügel N Engelskirchen R 1985: Spätergebnisse nach Oberschenkelfrakturen im Kindesalter, Unfallchirurg 11:28

Klein W Pennig D Baranowski D Brug E 1990: Die Behandlung kindlicher Schaftfrakturen mit der dynamischen axialen externen Fixation, Hefte Unfallheilk 212:364

Laer L von 1990: Grenzen der spontanen Korrekturfähigkeit nach kindlichen Schaftfrakturen der unteren Extremität – therapeutische Konsequenzen, Hefte Unfallheilk 212:367

Nutz V Giebel D Heuser R 1986: Schädelhirntrauma und Femurfrakturen beim kindlichen Polytrauma, Unfallchirurg 89:389

Asche G 1987: Behandlungsmöglichkeiten mit dem Fixateur externe, In: Hoffmann von Kapp-herr S: Operationsindikationen bei Frakturen, Fischer, Stuttgart, New York

Brug E Pennig D Gähler R Haeske- Seeberg H 1988: Polytrauma und Femurfraktur, Akt Traumatol 18:125

Bühligen U Herpisch D Bennek J 1991: Physiotherapeutische Behandlung von Kindern mit Orthofix- Versorgung, Krankengymnastik 43:457

Buchardt H Stancovic P Böhme A Lange W 1987: Die Fixateur externe Osteosynthese – eine seltene Form der Frakturbehandlung Adoleszentenalter, In: Hoffmann von Kapp-herr S Operationsindikationen bei Frakturen, Fischer, Stuttgart, New York

De Bastiani G Aldegheri G Renzi- Brivio L 1984: Treatment of fractures with a dynamic axial fixator J Bone Joint Surg „Br“ 66:538

Engert J 1982: Indikation und Anwendung des Fixateur externe im Kindesalter, Z Kinderchir 36:133

Klein W Pennig D Brug E 1990: Dynamic axial fixation for femoral fractures in children , In: Vidal JG. Dossa JG (hrsg): Evolution de la fixation externe et l'orthofix... Du statique au dynamique... Traitement d'exception ? Traitement de routine ? Université de Montpellier

Müller ME Nazarian S Koch P 1989 : AO- Klassifikation der Frakturen, Springer, Berlin, Heidelberg, New York

# Lebenslauf

---

## Persönliche Information

- Name: Ralf Michael Jendyk
- Familienstand: ledig
- Staatsangehörigkeit: deutsch
- Geburtsdatum: 01.12.1977
- Geburtsort: Lüdinghausen
- Eltern: Dr. med. Martin Jendyk und Edith Jendyk (geb. Banken)

## Ausbildung

1984 - 1988	Hermann- Löns- Grundschule Gronau- Epe
1988 - 1997	Werner von Siemens- Gymnasium Gronau
1998 - 2004	Humanmedizinstudium an der WWU Münster

### Prüfungen:

- Abitur 1997 am Werner von Siemens- Gymnasium Gronau
- Physikum 2000 an der Westfälischen- Wilhelms- Universität Münster
- 1. Staatsexamen 2001 an der WWU Münster
- 2. Staatsexamen 2002 an der WWU Münster
- 3. Staatsexamen 2004 an der WWU Münster

## Tätigkeiten neben dem Studium

Neben meinem Studium arbeitete ich von 2000 bis 2001 beim medizinischen Dienst des Flughafens Münster- Osnabrück. Vom Jahre 2001 bis zum Jahr 2003 erteilte ich Unterricht an der Krankenpflegeschule der Westfälischen Klinik für Psychiatrie in Münster. Die Unterrichtsfächer enthielten Lehrinhalte der Inneren Medizin, der HNO- Heilkunde, der Pathologie und der Pharmakologie.

Seit dem 01.08.2004 arbeite ich als Assistenzarzt an der Klinik für HNO- Heilkunde der Westfälischen Wilhelms- Universität in Münster.

## Wehrdienst

1997/1998 leistete ich den 10-monatigen Grundwehrdienst bei der Bundeswehr in Wesel.