

Aus der Klinik für Unfallchirurgie, Handchirurgie und Orthopädie
am Klinikum Memmingen
Chefarzt: Prof. Dr. C. Schinkel

**Funktionelles Ergebnis proximaler Femurfrakturen
bei nichtgeriatrischen Patienten unter spezieller
Berücksichtigung der Beinlängendifferenz**

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

vorgelegt von
Vivianne Schnurrenberger

aus Memmingen

2017

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Christian Schinkel, FACS

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. Ekkehard Euler

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen Prüfung: 09.11.2017

in Dankbarkeit
meiner lieben Familie

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	7
1.1 Hinführung.....	7
1.2 Historischer Hintergrund.....	9
1.2.1 Geschichte der Osteosynthese	9
1.2.2 Entwicklung orthopädischer Schrauben.....	9
1.2.3 Entwicklung des proximalen Femurnagels.....	10
1.2.4 Entwicklung der dynamischen Hüftschraube.....	10
1.3 Zielsetzung und Überblick über die Literatur.....	11
2. Material und Methoden	12
2.1 Patienten.....	12
2.2 Datenerhebung	12
2.3 Datenverarbeitung.....	13
2.4 Proximale Femurfrakturen.....	13
2.4.1 Klassifikation.....	13
2.4.2 Schenkelhalsfrakturen.....	16
2.4.3 Pertrochantäre Femurfrakturen	17
2.4.4 Subtrochantäre Frakturen.....	17
2.4.5 Femurkopffrakturen.....	17
2.5 Operative Versorgung.....	18
2.5.1 Perkutane Osteosynthese mit kanülierten Schrauben.....	18
2.5.2 Dynamische Hüftschraube.....	19
2.5.3 Proximaler Femurnagel.....	20
2.5.4 Hüftprothese.....	21
2.6 Scores.....	22
2.6.1 Harris Hip Score	22
2.6.2 Score nach Merle, d'Aubigné und Postel.....	24
2.7 Vermessung der Beinlängendifferenz.....	25
3. Ergebnisse	26
3.1 Gesamtkollektiv.....	26
3.1.1 Geschlechts- und Altersverteilung.....	26
3.1.2 Nebenerkrankungen.....	27
3.1.3 Frakturursache.....	28
3.1.4 Frakturklassifikation nach AO.....	28
3.1.5 Operative Versorgung.....	29
3.1.6 Postoperativer Verlauf.....	29
3.1.7 Beinlängenveränderung im Röntgen.....	30

3.2	Untersuchtes Patientenkollektiv.....	31
3.2.1	Alters- und Geschlechtsverteilung.....	31
3.2.2	Body Mass Index	31
3.2.3	Klinisch gemessene Beinlängendifferenz.....	32
3.2.4	Nebenerkrankungen.....	33
3.2.5	Frakturursache.....	34
3.2.6	Frakturklassifikation nach AO.....	35
3.2.7	Operative Versorgung.....	35
3.2.8	Postoperativer Verlauf.....	37
3.2.9	Röntgendifferenz.....	38
3.2.10	Folgeeingriffe.....	38
3.2.11	Komplikationen.....	39
3.2.12	Medikation.....	41
3.2.13	Substanzkonsum.....	43
3.2.14	Sport.....	44
3.2.15	Arbeitsfähigkeit.....	45
3.2.16	Aktuelle Beschwerden.....	45
3.2.17	Subjektive Ergebnisqualität.....	46
3.2.18	Scorewerte.....	49
3.2.19	Bewegungsumfang.....	52
3.2.20	Schmerz.....	53
3.3	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.....	54
3.3.1	Demografische Besonderheiten des Patientenkollektivs.....	54
3.3.2	Mögliche sinterungsbeeinflussende Faktoren.....	54
3.3.3	Teilbelastung.....	54
3.3.4	Beinlängendifferenz und röntgenologisch vermessene Differenz.....	54
3.3.5	Osteosyntheseverfahren und Frakturart.....	55
3.3.6	Komplikationen.....	55
3.3.7	Auswertung der Scores.....	56
3.3.8	Bewegungsumfang.....	56
3.3.9	Patientenzufriedenheit.....	56
4.	Diskussion.....	57
4.1	Diskussion von Material und Methoden.....	57
4.2	Diskussion der Ergebnisse.....	58
4.2.1	Demografische Besonderheiten des Patientenkollektivs.....	58
4.2.2	Mögliche sinterungsbeeinflussende Faktoren.....	59
4.2.3	Teilbelastung.....	61
4.2.4	Beinlängendifferenz und röntgenologisch vermessene Differenz.....	62

4.2.5 Osteosyntheseverfahren und Frakturart.....	63
4.2.6 Komplikationen.....	64
4.2.7 Auswertung der Scores.....	66
4.2.8 Bewegungsumfang.....	67
4.2.9 Patientenzufriedenheit.....	67
5. Zusammenfassung.....	69
6. Anhang.....	71
6.1 Abbildungsverzeichnis.....	71
6.2 Abkürzungsverzeichnis.....	71
6.3 Literaturverzeichnis.....	72
6.4 Danksagung.....	78
6.5 Fragebogen und Anschreiben.....	79
6.6 Eidesstattliche Versicherung	86

1. Einleitung

1.1 Hinführung

Proximale – also hüftgelenknahe – Femurfrakturen treten in einer stetig älter werdenden Gesellschaft immer häufiger auf. Als Risikofaktoren gelten vor allem Osteoporose oder aus anderen Gründen verminderte Knochenqualität. Über zwei Drittel der betroffenen Patienten sind daher bereits über 80 Jahre alt und mit circa 73 Prozent vor allem weiblich. Dem größtenteils hohen Alter der Patienten ist geschuldet, dass über 70 Prozent als ASA 3 (Patienten mit schwerer Allgemeinerkrankung) oder ASA 4 (inaktivierende Allgemeinerkrankung mit ständiger Lebensbedrohung) klassifiziert werden. Dies führt zu hohen Mortalitätsraten im peri- und postoperativen Krankheitsverlauf. Ungefähr 15 Prozent der Patienten versterben an direkten Frakturfolgen. Insgesamt verstirbt über ein Drittel der Patienten im Folgejahr der Verletzung (Parker/Anand, 1991). Patienten, die in ihr gewohntes Lebensumfeld zurückkehren können, zeigen signifikante Einschränkungen in der Verrichtung täglicher Aktivitäten (Hochberg et al., 1998). Ein wesentlicher Aspekt in der Therapie dieser Frakturen stellt daher die Minimierung postoperativer Komplikationen durch schnellstmögliche Mobilisierung der Patienten dar. Bei oftmals bereits arthrotisch verändertem Hüftkopf wird zu diesem Zweck häufig eine Duokopfprothese zur Frakturversorgung gewählt. Je nach Frakturverlauf stehen als Femurkopf-erhaltende Verfahren kanülierte Schrauben, die dynamische Hüftschraube oder der proximale Femurnagel zur Wahl. Zu den häufigsten Komplikationen nach operativer Therapie zählen vor allem Infektionen, Implantatlockerung, -ausbruch oder -versagen, verzögerte Frakturheilung und eine zum Teil erhebliche Beinlängenverkürzung (Dresing, 2015). Der Einfluss einer Beinlängendifferenz auf das funktionelle Ergebnis und die subjektive Patientenzufriedenheit wird kontrovers diskutiert und wurde bisher kaum in Studien untersucht.

Mit einer Inzidenzrate von 110-130/100.000 (Boy et al., 2008) – bei über 65-Jährigen sogar 600-900/100.000 – ist die proximale Femurfraktur eine der häufigsten osteoporotischen Frakturarten (Stöckle et al., 2005). Sie entsteht bei älteren Patienten meist durch Bagateltraumata wie einfache Stürze. Bei jüngeren Patienten mit guter Knochenqualität ist jedoch eine wesentlich größere Krafteinwirkung nötig, um eine solche Fraktur zu provozieren. Hier ist oftmals ein Hochrasanztrauma das verursachende Ereignis. Bei dieser erheblich kleineren Patientengruppe stehen bei der operativen Versorgung kopferhaltende Maßnahmen im Vordergrund. Nicht schnellstmögliche Mobilisation, sondern ein funktionell

optimales Ergebnis hat bei jungen, aktiven Patienten Priorität.

Zum einen aus volkswirtschaftlichen Gründen; pro Jahr verursachen proximale Femurfrakturen dem Gesundheitswesen direkte Kosten von circa 2,5 Milliarden Euro (Stöckle et al., 2005). Der Anteil von Patienten unter 65 Jahren ist hierbei zwar gering. Die folgenden indirekten Kosten für den Erwerbsausfall während der Genesung und eine eventuelle Berufsunfähigkeit sind dafür jedoch beträchtlich.

Zum anderen fühlen sich junge, agile Patienten durch Einschränkungen in Mobilität und Selbstständigkeit stärker in ihrer Lebensqualität beeinträchtigt und entwickeln oftmals erheblichen Leidensdruck.

Aufgrund der hohen Fallzahlen und der durch den demografischen Wandel weiter ansteigenden Inzidenz bei altersbedingten Femurfrakturen werden diese häufig in Studien thematisiert. Dennoch existiert keine gängige Therapieempfehlung für einzelne Frakturuntertypen. Vielmehr wird das Osteosyntheseverfahren individuell nach Abwägung von Risikofaktoren und Vorerkrankungen gewählt.

Studien zu Femurfrakturen bei jungen Erwachsenen liegen aufgrund der kleineren Gruppe von Betroffenen so gut wie keine vor. Welchen Einfluss die Wahl des Osteosyntheseverfahrens auf das funktionelle Ergebnis und damit die weitere Lebensqualität hat, wurde bisher kaum untersucht.

1.2 Historischer Hintergrund

1.2.1 Geschichte der Osteosynthese

Der Begriff Osteosynthese wurde vom belgischen Chirurg Albin Lambotte (1866-1955) geprägt. Er entwickelte sowohl einen frühen Fixateur externe als auch zahlreiche weitere Implantate zur Frakturbehandlung und das dazu gehörige Operationsinstrumentarium. Robert Danis, ebenfalls belgischer Chirurg, veröffentlichte zwei Bücher, die sich mit Osteosynthesemöglichkeiten beschäftigen und entwickelte unter anderem eine Kompressionsplatte zur Frakturversorgung. Maurice E. Müller, ein Schweizer Chirurg, der europaweit mit Pionieren der Osteosynthese in Kontakt stand, gründete nach einer Hospitation bei Robert Danis die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, kurz AO. Bis heute werden von dieser international agierenden Forschungsgesellschaft Richtlinien zur Frakturklassifikation und -versorgung verfasst (Texhammar/Colton, 1995).

1.2.2 Entwicklung orthopädischer Schrauben

Die ersten Versuche osteosynthetischer Schraubenverfahren wurden bereits in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts durchgeführt. Die französischen Chirurgen Cucel und Rigaud versorgten 1850 eine Olekranonfraktur mit Hilfe zweier Schrauben und einer Cerclage. Etwa zeitgleich entwickelte der deutsche Chirurg Carl Hausmann eine Stahlplatte mit Nickelschrauben zur Frakturbehandlung. 1912 wurden von William Sherman Empfehlungen zur Schraubenosteosynthese publiziert, die für die nächsten 50 Jahre den Goldstandard darstellen sollten. In den 1940er Jahren entwickelte Robert Danis die ersten Schrauben, deren geometrische Maße auf die speziellen Anforderungen von Knochenmaterial angepasst waren (Roberts et al., 2013). Durch die Entwicklung biomechanischer und spannungsoptischer Messverfahren in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts konnten diese Anpassungen weiter vorangetrieben werden.

1.2.3 Entwicklung des proximalen Femurnagels

Bis zum 20. Jahrhundert existierten zur Behandlung proximaler Femurfrakturen lediglich konservative Möglichkeiten wie Schienung und Ruhigstellung. Durch Marius Smith-Petersens Entwicklung eines Dreilamellen-Nagels in den 1920er Jahren stand erstmals eine operative Therapiemöglichkeit zur Verfügung (Smith-Petersen, 1931). Die deutschen Pioniere auf dem Gebiet der Osteosynthese Gerhard Küntscher und Ernst Pohl etablierten in den 1940ern den sogenannten Y-Nagel. Der Einsatz dieses intramedullären Implantats war aufgrund seiner Neuartigkeit lange umstritten und beschränkte sich auf den deutschsprachigen Raum. Erst in den 1980er Jahren wurde das Prinzip der Marknagelung wieder aufgenommen. 1986 stellten die französischen Chirurgen Grosse, Tanglang und Kempf mit der Firma Howmedica den Gammanagel vor, der 1996 von der Firma Synthes zum PFN weiterentwickelt wurde (Haas/Krettek, 2012).

1.2.4 Entwicklung der dynamischen Hüftschraube

Ein erster Entwurf einer dynamischen Hüftschraube, dem allerdings keine Erprobung folgte, gelang Robert Danis im Jahr 1934. Ernst Pohl entwickelte diesen weiter und eine erfolgreiche Implantation konnte 1953 durch die Chirurgen Schumpelick und Jansen publiziert werden. Die Empfehlungen der AO bevorzugten allerdings statische Implantate, weshalb die Weiterentwicklung der DHS bis in die 1970er ruhte. Nachdem bei statischer Frakturversorgung immer mehr Komplikationen und hohe Implantat-Versagerraten dokumentiert wurden, fand ein Umdenkprozess statt und es wurde an die Weiterentwicklung dynamischer Verfahren angeknüpft (Bartonicek/Rammelt, 2014).

Bis heute unterliegen Empfehlungen für die Wahl geeigneter Implantate stetigem Wandel. Dies spiegelt sich auch in den uneinheitlichen Forschungsergebnissen zahlreicher Studien wider.

1.3 Zielsetzung und Überblick über die Literatur

Die Versorgung und das daraus resultierende funktionelle Ergebnis proximaler Femurfrakturen sind für geriatrische Patienten gut untersucht (Knobe et al., 2009; Klinger et al., 2005; Aros et al., 2008; Jonnes/Najimudeen, 2016; Wagner, 1986). Für jüngere Patienten hingegen liegen kaum Studien vor (Hou/Xu, 2015; Chen et al., 2011).

Im klinischen Alltag zeigt sich jedoch, dass diese Patientengruppe, die vor der Verletzung meist mitten im Leben stand, unter zum Teil erheblichen Beschwerden leidet. Oftmals wird eine geringere körperliche Belastbarkeit beklagt, die nicht nur im Alltag, sondern auch im Berufsleben Einschränkungen für die Patienten bedeutet. Die Betroffenen leiden häufig unter Schmerzen, Bewegungseinschränkungen oder Beinlängenverkürzung. Trotz der vielfach festgestellten und vorbeschriebenen Möglichkeit einer posttraumatischen Beinlängendifferenz bleibt diese in der Literatur häufig nicht mehr als eine Randnotiz. Welchen Einfluss der Beinlängenunterschied selbst auf das funktionelle Ergebnis und die Patientenzufriedenheit ausübt, wurde bisher trotz der hohen Frequenz kaum untersucht (Knobe et al., 2009; Plaass et al., 2011; Whitehouse et al., 2013; El Bitar et al., 2015).

Sogar für die gut untersuchte Gruppe geriatrischer Patienten ist die aktuelle Studienlage widersprüchlich, welches Osteosyntheseverfahren im Hinblick auf Komplikationen und Funktion die beste Wahl darstellt (Nyholm et al., 2016). Für die kleinere Population junger Patienten mit proximalen Femurfrakturen liegen trotz der klinischen Relevanz kaum Studien vor.

Diese Arbeit gibt im Folgenden einen Überblick über die Gruppe nichtgeriatrischer Patienten, die sich zwischen 2007 und 2013 eine proximale Femurfraktur zugezogen haben und am Klinikum Memmingen behandelt wurden. Es werden Krankengeschichte, Frakturversorgung und aktuelle Beschwerden aufgearbeitet und auf Zusammenhang mit Patientenzufriedenheit und Beinlängendifferenz untersucht, um Ansatzpunkte zur Optimierung der Frakturversorgung zu identifizieren.

2. Material und Methoden

2.1 Patienten

Die Suche im Patientenarchiv des Klinikums Memmingen ergab, dass insgesamt 90 Patienten zwischen den Jahren 2007 und 2013 aufgrund einer proximalen Femurfraktur behandelt wurden. Bei der Recherche wurden nur Patienten berücksichtigt, die zum Zeitpunkt des Unfalls zwischen 16 und 65 Jahre alt waren und eine operative Versorgung erhielten. Das Hauptaugenmerk der Studie richtete sich auf Patienten, die mit kopferhaltenden Osteosyntheseverfahren versorgt wurden. Zehn Patienten erhielten unmittelbar oder kurz nach ihrer Verletzung eine totale Hüft-Endoprothese. Drei Patienten waren kurz nach dem Frakturereignis an malignen Erkrankungen verstorben. Bei drei weiteren Patienten wurde nach Kontaktaufnahme bekannt, dass sie mittlerweile verstorben waren.

2.2 Datenerhebung

Zunächst wurde die Genehmigung der Studie von der Ethikkommission der Ludwig-Maximilians-Universität München eingeholt (Aktenzeichen 311-14).

Danach wurden von allen 90 Patienten die klinisch wichtigen Daten erhoben: der Unfall- und Operationstag, die Operationsdauer, das Osteosynthesematerial, die Zeit bis zur Entlassung, Komplikationen während des Krankenhausaufenthaltes und der Frakturkonsolidierung sowie Dauermedikation und etwaige Begleiterkrankungen und -verletzungen.

Danach erfolgte eine retrospektive Auswertung der angefertigten Röntgenbilder. Anhand der konventionellen Röntgenbilder in zwei Ebenen bei Aufnahme der Patienten wurden die Frakturen nach AO-Klassifikation eingeteilt. Falls im Archiv vorhanden, wurden weitere Röntgenbilder des Krankheitsverlaufs vermessen. Dabei wurden Aufnahmen unmittelbar nach Einbringen der Osteosynthese, während der Frakturkonsolidierung und nach Konsolidierung berücksichtigt. Die Messung erfolgte vom Femurkopf bis zur untersten Kante des Osteosynthesematerials, um das Ausmaß der Fraktursinterung zu bestimmen. Falls bereits eine Metallentfernung voran gegangen war, wurde bis zu einer prominenten Stelle des Trochanter minor gemessen.

Die Patienten wurden dann in einem Anschreiben über die Studie informiert und um Teilnahme daran gebeten. 39 Patienten erklärten sich hierzu bereit. Diese Patienten wurden daraufhin einbestellt und mit ihnen ein Fragebogen ausgefüllt. In diesem wurde noch ein-

mal eine Anamnese erhoben und nach aktuellen Beschwerden gefragt. Im Fragebogen enthalten waren außerdem Scores zur Abschätzung der funktionellen Einschränkung und erhaltenen Lebensqualität der Patienten (Score nach Merle, d`Aubigné und Postel; Harris Hip Score). Um die Scores zu komplettieren, erfolgte anschließend eine körperliche Untersuchung mit Vermessung der klinischen Beinlängendifferenz. Dazu wurden die Patienten darum gebeten, sich mit dem Fuß des betroffenen Beins auf so viele fünf Millimeter starke Brettchen zu stellen, bis das Becken der Patienten horizontal und die Rima Ani senkrecht stand. Diese Brettchen-Höhe wurde notiert.

2.3 Datenverarbeitung

Die erhobenen Daten wurden anschließend mit Hilfe der Statistiksoftware SPSS (Version 23) ausgewertet. Hierzu wurde zum Teil die statistische Beratung am *Institut für Medizinische Informationsverarbeitung, Biometrie und Epidemiologie (IBE)* in Anspruch genommen. Als abhängige Variable wurde die klinisch gemessene Beinlängendifferenz gewählt. Zur Analyse wurden folgende Testverfahren verwendet:

- Korrelation nach Spearman für zwei metrische Variablen
- Kruskal-Wallis-Test für metrische und kategoriale Variablen mit mehr als zwei Ausprägungen
- Mann-Whitney-U-Test für metrische und kategoriale Variablen mit zwei Ausprägungen
- Qui-Quadrat Test für zwei kategoriale Variablen

2.4 Proximale Femurfrakturen

2.4.1 Klassifikation

Alle Frakturen wurden anhand des bei Aufnahme angefertigten konventionellen Röntgenbilds nach der AO-Klassifikation eingeteilt (Müller, 1990). Bei dieser Klassifikation wird jeweils der Knochen und dessen betroffenes Segment mit einer Nummer dargestellt. Das Femur wird mit 3, seine proximale Region mit 1 und die Diaphyse mit 2 beschrieben. Das proximale Femur erhält somit die Nummer 31 und ist der Teil des Femurs, der oberhalb einer transversalen Linie durch die untere Kante des Trochanter minors liegt. Nach der Nummerierung folgt ein Buchstabe, der den Frakturtyp angibt; die Trochanterregion wird

mit A, der Schenkelhals mit B und der Femurkopf mit C bezeichnet. Es folgt eine weitere Unterteilung in Gruppen, die mit einer weiteren Zahl angegeben werden. Je größer diese Zahl, desto schwerer ist die Verletzung.

Proximales Femur: 31	A: Trochanterregion	1: pertrochantär, einfach
		2: pertrochantär, mehrfragmentär
		3: intertrochantär
	B: Schenkelhals	1: impaktierte / nicht impaktierte Brüche mit Valgisierung
		2: transzervikal
		3: subkapital, disloziert
	C: Femurkopf	1: Spaltbruch, Pipkin I/II
		2: mit Einstauchung
		3: mit Schenkelhalsfraktur

Tabelle 1: AO-Klassifikation proximaler Femurfrakturen (Müller-Mai/Ekkernkamp, 2010)

Proximale subtrochantäre Frakturen stellen in der AO-Klassifikation eine Ausnahme dar. Sie werden bereits nicht mehr als proximale Femurfrakturen gewertet, sondern als Schaftfrakturen, die mit 32 verschlüsselt werden (Müller-Mai/Ekkernkamp, 2010).

Frakturen des Femurschafts: A32	A: einfache Fraktur	1: Spiralfraktur mit zwei Fragmenten
		2: Schrägfraktur, Winkel < 30°
		3: Querfraktur
	B: mit Bruchkeil	1: Spiralkeilfraktur
		2: Biegungskeilfraktur
		3: komplexe Keilfraktur
	C: komplexe Fraktur	1: komplexer Spiralbruch
		2: Etagenbruch
		3: irregulärer Bruch

Tabelle 2: Frakturen der Diaphyse des Femurs (Müller, 1990)

Auf eine weitere Klassifikation der Schenkelhalsfrakturen nach Garden wurde verzichtet. Denn diese fließt bereits in die AO-Klassifikation mit ein.

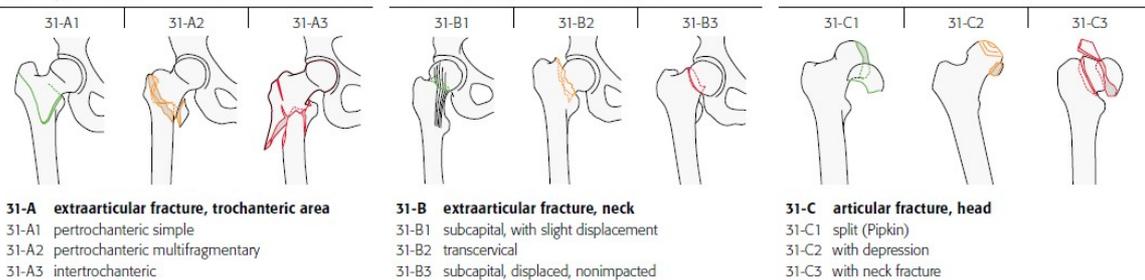
Garden I	Stabiler Abduktionsbruch in eingestauchter Valgusfehlstellung
Garden II	Nicht dislozierte Fraktur
Garden III	Teilweise Dislokation nach kranial, Varusfehlstellung
Garden IV	Vollständige Dislokation nach dorsal

Tabelle 3: Klassifikation von Schenkelhalsfrakturen nach Garden

Da die Prognose bezüglich Hüftkopfnekrosen zwischen Garden I/II und Garden III/IV erheblich variiert, werden Garden I und II als 31B1 und Garden III und IV als 31B3 klassifiziert. 31B2 stellt also eine Gruppe dar, deren Komplikationsprognose zwischen Garden II und III liegt (Müller, 1990; Müller-Mai/Ekkernkamp, 2010).

3 Femur

31 proximal (defined by a line passing transversely through the lower end of the lesser trochanter)



32 diaphyseal

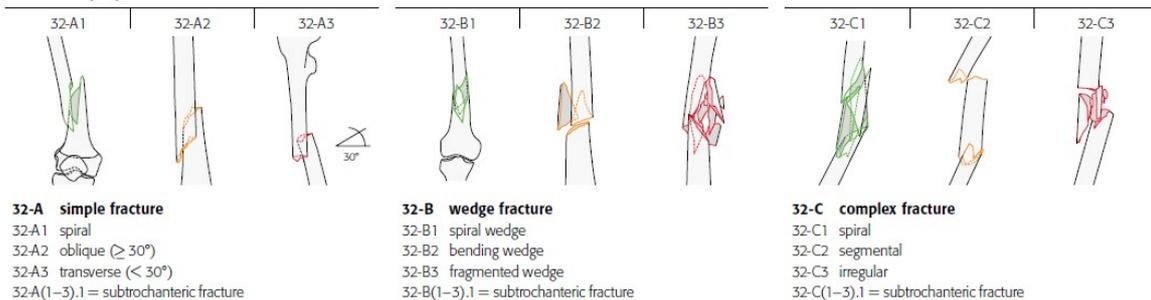


Abbildung 1: AO-Klassifikation des proximalen Femurs

2.4.2 Schenkelhalsfrakturen

Nach der AO-Klassifikation werden Schenkelhalsfrakturen als 31B bezeichnet. Man unterscheidet hierbei zwischen intrakapsulär gelegenen, medialen Frakturen und extrakapsulären, lateralen Frakturen. Mediale Frakturen stellen die wesentlich häufigere Entität dar und können als Adduktionsfrakturen mit einer Varusstellung oder als Abduktionsfrakturen mit einer Valgusfehlstellung einhergehen. Stehen die Fragmente in Valgusstellung, sind die Bruchfragmente ineinander verkeilt und der Patient leidet unter weniger klinischen Symptomen als bei einer Adduktionsfraktur (Müller, 2011). Nur fünf bis sieben Prozent der Schenkelhalsfrakturen erleiden Patienten unter 65 Jahren, wobei meist ein Hochenergetrauma ursächlich ist, beispielsweise ein Verkehrsunfall oder ein Sturz aus großer Höhe. Bei jungen Sportlern ist jedoch auch ein Ermüdungsbruch durch mechanische Überlastung möglich. Klinisch macht sich die Verletzung durch eine Verkürzung des betroffenen Beins, eine Außenrotationsfehlstellung und einen Rotations- sowie Stauchungsschmerz bemerkbar. Für die Diagnosestellung geben Anamnese des Patienten und klinische Untersuchung einen ersten Hinweis. Gesichert wird sie durch eine konventionelle radiologische Beckenübersichtsaufnahme sowie eine axiale Aufnahme (Grifka, 2011). Die Therapie sieht bei Dislokation eine möglichst geschlossene Reposition vor. Danach wird bei Patienten mit einer Lebenserwartung von über 15 Jahren eine sofortige kopferhaltende operative Versorgung empfohlen. Bei älteren Patienten ist ein Hüftkoppersatz in Form einer Kopf- oder Totalendoprothese das Verfahren der Wahl. Zur Prophylaxe einer Femurkopfnekrose werden selbst stabile Abduktionsfrakturen operativ versorgt, da es gerade bei intrakapsulären Brüchen durch einen Tamponadeneffekt zu einer verminderten Durchblutung kommen kann (Müller-Mai/Ekkernkamp, 2010; Grifka, 2011). Als Osteosyntheseverfahren kommen bei medialer Fraktur vorzugsweise kanülierte Spongiosaschrauben oder eine DHS in Frage. Für laterale Frakturen ist die DHS die favorisierte Therapie. Anschließend wird für sechs bis acht Wochen eine Teilbelastung mit Hilfe von Physiotherapie empfohlen.

2.4.3 Pertrochantäre Femurfrakturen

Pertrochantäre Femurfrakturen werden in der AO-Klassifikation mit 31A kodiert. Diese Frakturen werden bei jungen Patienten durch Hochenergetraumata hervorgerufen, bei denen Rotationskräfte am Trochantermassiv wirken (Müller-Mai/Ekkernkamp, 2010). Der Frakturspalt verläuft entweder zwischen den Trochantern oder parallel zur Linea intertrochanterica. Klinik und Diagnostik entsprechen der Schenkelhalsfraktur. Die Therapie sieht nach einer geschlossenen Reposition eine schnellstmögliche operative Versorgung mit einer DHS oder einem γ -Nagel vor. Hiernach ist das Bein voll belastbar (Grifka, 2011).

2.4.4 Subtrochantäre Frakturen

Subtrochantäre Frakturen werden laut AO-Klassifikation zu Schaftbrüchen gezählt und daher mit 32 bezeichnet. Obwohl der Unfallmechanismus der subtrochantären Fraktur dem der pertrochantären Fraktur gleicht, weist sie eine andere, typische Fehlstellung auf. Durch den Muskelzug der Ansätze der Glutealmuskulatur und des M. Iliopsoas gerät das proximale Fragment in Abduktion, Außenrotation und Flexion, der Femurschaft in Adduktion (Müller-Mai/Ekkernkamp, 2010). Eine geschlossene Reposition ist aufgrund dieser extremen Fehlstellung häufig nicht möglich. Die Reposition muss dann offen erfolgen. Das Osteosyntheseverfahren der Wahl ist ein intramedullärer Kraftträger (Grifka, 2011).

2.4.5 Femurkopffrakturen

Femurkopffrakturen (31C) werden meist durch eine vorangegangene Hüftluxation verursacht. Oft handelt es sich um eine sogenannte Dashboard Injury. Hierbei prallt bei einem Autounfall das Knie am Armaturenbrett an und die Kraft wird über den Femurknochen zum Hüftgelenk weitergeleitet. Dadurch kann es zu einer dorsalen Luxatio iliaca des Femurkopfes kommen und das betroffene Bein steht in Adduktion und Innenrotation. Eine zügige Reposition ist anzustreben, da nicht nur die Durchblutung des Femurkopfes gefährdet ist, sondern auch die Funktion des N. Ischiadicus, der unmittelbar hinter dem Gelenk verläuft (Müller-Mai/Ekkernkamp, 2010). Meist legt sich das abgebrochene Knochenfragment nach erfolgter Reposition an und die Verletzung kann konservativ weiter behandelt werden. Ist dies nicht der Fall, muss ein erneuter, diesmal offener Repositionsversuch erfolgen. Wenn sich das Knochenfragment immer noch nicht anlegt, werden Zugschrauben eingebracht. Eine Kontroll-CT ist nach erfolgter Reposition obligat (Grifka, 2011).

2.5 Operative Versorgung

Frakturart	Osteosynthesematerial			
	PFN	DHS	Schrauben	TEP
Schenkelhals		X	X	X
Pertrochantär	X	X		X
Subtrochantär	X			X

Tabelle 4: Übersicht: Osteosynthesematerial und Frakturart

2.5.1 Perkutane Osteosynthese mit kanülierten Schrauben

Kanülierte Schrauben kommen vorzugsweise bei medialen Schenkelhalsfrakturen zum Einsatz. Die Stabilität wird durch eine Drei-Punkt-Abstützung am Adam-Bogen und am lateralen Femur gewährleistet. Sind diese Knochenstrukturen zu stark geschädigt kann als kopferhaltendes Verfahren auch eine Dynamische Hüftschraube in Erwägung gezogen werden. Der Patient wird auf dem Extensionstisch mit 20° - 30° Abduktion des Beins oder in Seitenlage gelagert. Es erfolgt die Reposition der Fraktur unter Bildwandlerkontrolle. Unmittelbar vor Operationsbeginn wird eine Single-Shot-Antibiotikaprophylaxe infundiert. Nach einer circa fünf Zentimeter kleinen Inzision wird der



Abbildung 2: Kanülierte Schrauben

Knochen freigelegt. Zunächst werden Führungsdrähte bis zur subchondralen Knochen-schicht des Hüftkopfs eingebracht. Sie werden anschließend mit einem kanülierten Bohrer überbohrt und verbleiben noch zur Führung beim Eindrehen der kanülierten Schrauben. Die Schraubenlänge sollte so gewählt werden, dass die subchondrale Knochen-schicht nicht durchbrochen wird und die Schrauben lateral nicht mehr als fünf Millimeter aus der Kortikalis ragen (Kohn, 2010). Zur Erhöhung der Rotationsstabilität können die Schrauben mit einer lateralen Platte stabilisiert werden. Der Patient kann das Bein am ersten post-operativen Tag bereits voll belasten. Bei jungen Patienten wird jedoch für zehn bis zwölf Wochen eine Teilbelastung empfohlen (Bühren et al., 2012).

2.5.2 Dynamische Hüftschraube

Dynamische Hüftschrauben kommen vor allem bei extrakapsulären Schenkelhalsfrakturen und bei stabilen pertrochantären Frakturen zum Einsatz. Das Osteosynthesematerial besteht aus einer Kompressionsschraube und einer Femurplatte, in die die Schraube gleiten kann. Dadurch wird die Fraktur komprimiert und ein Durchbrechen der Schraube aus dem Kopf verhindert. Der Patient wird auf dem Extensionstisch gelagert, wobei Hüfte und Knie der Gegenseite auf 90° flektiert sind. Nach erfolgter Reposition und Antibiotikaphylaxe wird über eine Länge von zehn bis 15 Zentimeter am lateralen Femur inzidiert. Nach Freilegung des Knochens wird der Führungsdraht eingebracht. Dieser sollte die subchondrale Kortikalis des Hüftkopfs erreichen und zentral oder leicht dorsal im Kopf platziert sein. Zusätzlich können Antirotationsdrähte eingebracht werden, um beim Überbohren des Führungsdrahts eine Rotation des Kopfs zu vermeiden. Bei jungen Patienten mit guter Knochenqualität sollte das Gewinde vor Einbringen der Kompressionsschraube vorgeschritten werden. Die Schraubenlänge wird fünf Millimeter kürzer als die Länge des Führungsdrahts gewählt, um eine ausreichende Kompression des Frakturspalts zu gewährleisten. Es wird anschließend die Femurplatte eingebracht. Bei unkomplizierten Frakturen ist eine Zwei-Loch-Platte möglich. Ist jedoch der Trochanter major in Mitleidenschaft gezogen, sollte eine längere Trochanterstabilisierungsplatte gewählt werden. Die Platte wird nun mit Schrauben am Femurschaft fixiert. Bei Trümmerfrakturen kann eine Sperrvorrichtung eingebracht werden, die eine zu starke Fraktursinterung vermeiden soll. Zusätzlich kann eine Antirotationsschraube eingebracht werden, die eine Drehung des Kopfsegments verhindert (Firma Synthes: DHS Operationstechnik, 2016). Bereits am ersten postoperativen Tag kann das Bein voll belastet werden. Wenn möglich, sollte jedoch eine Teilbelastung für sechs Wochen erfolgen (Kohn, 2010).



Abbildung 3: DHS mit Antirotationsschraube

2.5.3 Proximaler Femurnagel

Der proximale Femurnagel ist das Verfahren der Wahl bei subtrochantären Femurfrakturen. Er kann auch bei Kombinationsfrakturen und instabilen per- oder intertrochantären Frakturen eingesetzt werden. Er besteht aus einem intramedullären Kraftträger und einer Schenkelhalsschraube, der sogenannten Klinge. Sie kann im Nagel gleiten und führt dadurch zu einer Kompression des Frakturspalts. Die Lagerung auf dem Extensionstisch erfolgt wie bei der DHS. Nach Antibiotikaprophylaxe und Reposition wird eine etwa fünf Zentimeter lange Inzision über dem Trochanter major vorgenommen. Nach dem Freipräparieren des Knochens wird ein Führungsdraht durch den Trochanter major in den Markraum des Femurschafts eingebracht. Der Markraum wird aufgebohrt und je nach Frakturausdehnung ein Femurnagel geeigneter Länge implantiert. Anschließend wird ein Führungsdraht in den Schenkelhals eingebracht. Es erfolgt die Aufbohrung und das Einschlagen und Verriegeln der Klinge. Bei sehr instabilen Frakturen können auch hier zusätzliche Antirotationsdrähte oder eine zweite Schraube verwendet werden. Der Nagel kann nun statisch oder dynamisch distal verriegelt werden (Firma Synthes: PFNA Operationstechnik, 2016). Dem Patienten wird zu einer Teilbelastung von circa acht Wochen geraten.



Abbildung 4: PFN mit Cerclage

2.5.4 Hüftprothese

Die häufigste Indikation für eine Hüftprothese stellt eine bestehende Coxarthrose dar. Prothesen sind aber auch eine Möglichkeit der posttraumatischen Osteosynthese. Sie kommen vor allem bei älteren Patienten in Betracht, die bereits Verschleiß am Hüftgelenk oder schlechte Knochenqualität aufweisen. Sie können aber auch nach Komplikationen, wie einer Femurkopfnekrose oder Pseudarthrose eingebracht werden. Eine Implantation ist bei allen Frakturarten möglich. Je nach Frakturausmaß werden zusätzliche



Abbildung 5:
Zementierte
Duokopfprothese



Abbildung 6:
Unzementierte
Totalendoprothese

Cerclagen oder Langschaftprothesen notwendig. Nach Antibiotikaprophylaxe und Lagerung des Patienten erfolgt ein lateraler, sogenannter transglutealer Zugang. Die ventralen Anteile des M. Gluteus medius und minimus werden hierbei durchtrennt. Anschließend wird die ventrale Hüftgelenkscapsel dargestellt und reseziert. Der Femurkopf kann nun mittels einer oszillierenden Säge entfernt werden. Die anschließenden Schritte sind von Begleiterkrankungen des Patienten abhängig. Liegt bereits eine Coxarthrose vor, fällt die Wahl auf eine totale Hüftendoprothese. Hierbei wird das Pfannenlager stufenweise bis auf gesunde Knochenstrukturen aufgefräst. Es wird ein Schraubring in die Hüftgelenkpfanne eingebracht, in den vorsichtig ein Keramik-Inlay eingeschlagen wird. In Adduktion und Außenrotation wird nun mit Reibahlen und Passformraspeln der Femurmarkraum vorbereitet. Es können verschiedene Probeschäfte und Probeköpfe eingesetzt werden, sodass nach Reposition die optimalen Implantate ausgewählt werden können. Hierbei wird vor allem auf Luxationstendenz und Beinlängendifferenz geachtet. Es erfolgt das Einschlagen des definitiven Schafts und Aufsetzen des Kopfs, Reposition und schichtweiser Wundverschluss.

Bei noch nicht arthrotisch verändertem Hüftgelenk kann eine Duokopfprothese eingebracht werden. Im Gegensatz zur totalen Hüftendoprothese wird die Hüftgelenkspfanne belassen und lediglich ihre Größe bestimmt. Der Schaft wird in gleicher Weise vorbereitet und anschließend ein Duokopf-Implantat eingesetzt. Bei diesem artikuliert der Kopf des Prothesenschafts mit einer Polyethylengleitschale, die ins Acetabulum eingeschlagen wird. Bei beiden Verfahren ist eine frühe Vollbelastung möglich.

2.6 Scores

Die in der Studie verwendeten Scores zielen darauf ab, den aktuellen Gesundheitszustand des einzelnen Patienten zu erfragen. Mit ihnen wird überprüft, ob und wie stark der Patient bei alltäglichen Tätigkeiten eingeschränkt ist und wie stark er unter Schmerzen leidet. Zudem wird festgestellt, wie ausgeprägt sich die funktionelle Einschränkung des Hüftgelenks darstellt.

2.6.1 Harris Hip Score

Der Harris Hip Score (Harris, 1969) ist einer der weitverbreitetsten Scores zur Beurteilung der Hüftfunktion. Er findet vor allem bei der Hüftendoprothetik Anwendung. Er beurteilt die vier Kategorien Schmerz, Fehlstellung, Funktion und Bewegungsausmaß und kann nur mit einer medizinischen Fachkraft vervollständigt werden (Nilsdotter/Bremander, 2011). Die ursprünglich komplexe Erhebung des Bewegungsumfangs wurde bereits 1990 durch Haddad et al. vereinfacht. Dadurch wurde auch die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse erhöht (Haddad et al, 1990). Insgesamt sind in den vier Kategorien 100 Punkte zu erreichen. 100-90 Punkte ergeben ein perfektes Ergebnis, 89-80 Punkte ein gutes, 79-70 Punkte ein durchschnittliches und weniger als 70 Punkte ein schlechtes Ergebnis.

Schmerz (max. 44 Punkte)

Kein Schmerz	44
Gelegentlicher Schmerz, keine Aktivitätseinschränkung	40
Leichter Schmerz, keine Beeinträchtigung im Alltag, gelegentlich Aspirineinnahme	30
Mäßiger Schmerz, leichte Beeinträchtigung im Alltag, gelegentlich Einnahme von stärkeren Schmerzmitteln als Aspirin	20
Starker Schmerz, erhebliche Aktivitätseinschränkung	10
Ruheschmerz, starke Behinderung	0

Funktion (max. 47 Punkte)

Treppensteigen	
Normal	4
Mit Hilfe eines Geländers	2
Mit Hilfe einer anderen Methode	1
Nicht möglich	0
Hinken	
Kein Hinken	11
Leicht	8
Mäßig	5
Stark	0
Gehen nicht möglich	0
Anziehen von Schuhen und Strümpfen	
Ohne Schwierigkeiten	4
Mit Hilfsmitteln	2
Unmöglich	0
Gehstrecke	
Unbegrenzt	11
½ bis 1 Stunde	8
10 Minuten bis ½ Stunde	5
2 bis 10 Minuten	2
Unter 2 Minuten / nur im Haus	0
Unmöglich	0
Sitzen	
Normaler Stuhl, 1 Stunde	5
Erhöhter Stuhl, ½ Stunde	3
Keine ½ Stunde möglich	0
Benutzung öffentlicher Transportmittel	
Möglich	1
Unmöglich	0
Gehhilfe	
Keine	11
1 Gehstock für lange Gänge	7
1 Gehstock dauernd	5
1 Unterarmgehstütze	4
2 Gehstöcke	2
2 Unterarmgehstützen	0

Körperliche Untersuchung (max. 9 Punkte)

Deformation (hier können mehrere Möglichkeiten ausgewählt werden)	
Keine fixierte Abduktion über 10°	1
Keine fixierte Innenrotation über 10° in Extension	1
Keine Beinlängendifferenz über 3 cm	1
Keine Beugekontraktur über 30°	1
Bewegungsumfang (Beugung + Abduktion + Adduktion + Außenrotation + Innenrotation im operierten Hüftgelenk)	
300° - 210°	5
209° - 160°	4
159° - 100°	3
99° - 60°	2
59° - 30°	1
29° - 0°	0

2.6.2 Score nach Merle, d'Aubigné und Postel

Der Score nach Merle, d'Aubigné und Postel ist ebenfalls ein gängiges Messverfahren – vor allem in der Hüftendoprothetik (d'Aubigné/Postel, 1954). Er umfasst die drei Kategorien Schmerz, Gehfähigkeit und Bewegungsausmaß. In jeder Gruppe sind insgesamt sechs Punkte zu erreichen. Die Punkte können anschließend zu einem absoluten oder relativen Ergebnis ausgewertet werden. Beim absoluten Ergebnis werden nur die Punkte der Kategorien Schmerz und Gehfähigkeit addiert, um einen Anhaltspunkt für das funktionelle Ergebnis nach dem Eingriff zu erhalten. Für die Berechnung des relativen Ergebnisses werden prä- und postoperative Punkte aller drei Gruppen benötigt (d'Aubigné/Postel, 2009). Da in dieser Studie die Patienten nachuntersucht wurden und keine präoperativen Punkte bekannt waren, konnte also kein relatives Ergebnis berechnet werden.

Schmerz

Intensiv und dauerhaft	0
Stark, besonders nachts	1
Stark beim Laufen, führt zu Aktivitätseinschränkung	2
Tolerierbar bei wenig Aktivität	3
Leicht beim Gehen, lässt bei Ausruhen nach	4
Unregelmäßig und leicht, keine Aktivitätseinschränkung	5
Kein Schmerz	6

Gehfähigkeit

Gehen nicht möglich	0
Nur mit Gehstützen	1
Nur mit einem Gehstock	2
Mit einem Stock, weniger als eine Stunde, ohne Stock mit Schwierigkeiten	3
Lange Zeit mit Stock, kurze Zeit ohne Stock und mit Hinken	4
Ohne Stock mit leichtem Hinken	5
Normal	6

Beweglichkeit

Ankylose mit schlechter Position der Hüfte	0
Keine Beweglichkeit: Schmerz oder leichte Deformierung	1
Flexion < 40°	2
Flexion 40° - 60°	3
Flexion 60° - 80°, Patient kann seinen Fuß erreichen	4
Flexion 80° - 90°, > 15° Abduktion	5
Flexion > 90°, > 30° Abduktion	6

2.7 Vermessung der Beinlängendifferenz

Zur Bestimmung eines etwaigen Unterschieds der Beinlänge stehen generell mehrere Verfahren zur Verfügung. Aufwändige apparative Diagnostik, zum Beispiel computertomografische Messungen oder 3-D-Wirbelsäulenvermessung, konnte in dieser Studie allerdings aus logistischen und finanziellen Gründen nicht angewendet werden. Stattdessen standen kostengünstige und leicht durchzuführende Verfahren zur Wahl. Zum einen die direkte Methode, bei der mit einem Maßband der Abstand zwischen Spina iliaca anterior superior und dem Malleolus medialis beider Beine gemessen wird (Sabharwal/Kumar, 2008). Zum anderen die indirekte Methode, bei der sich der Patient mit dem verkürzten Bein auf Brettchen unterschiedlicher Höhe stellt, bis der Beckenkamm horizontal und die Rima ani senkrecht steht. Da in mehreren Studien gezeigt wurde, dass das indirekte Verfahren der direkten Messung in Sensitivität, Spezifität und Reproduzierbarkeit überlegen ist (Badii et al., 2014; Sabharwal/Kumar, 2008), wurde dieses Verfahren gewählt.

3. Ergebnisse

3.1 Gesamtkollektiv

Insgesamt wurden 90 Patienten gefunden, die im Alter zwischen 16 und 65 Jahren und im Zeitraum von 2007 bis 2013 aufgrund einer proximalen Femurfraktur im Klinikum Memmingen behandelt wurden. Im nachfolgenden Teil werden alle klinisch relevanten und erfassbaren Daten zu allen 90 Patienten aufgearbeitet.

3.1.1 Geschlechts- und Altersverteilung

Das Alter der Patienten lag zwischen 16 und 61 Jahren, der Mittelwert bei 48 Jahren. Es konnte ein Häufigkeitsgipfel um die 55 Jahre festgestellt werden (Median = 53 Jahre).

43 Prozent der Patienten waren weiblich, 57 Prozent männlich. Die Patientinnen waren zum Zeitpunkt des Unfalls im Durchschnitt 51 Jahre alt, die männlichen Patienten 46 Jahre.

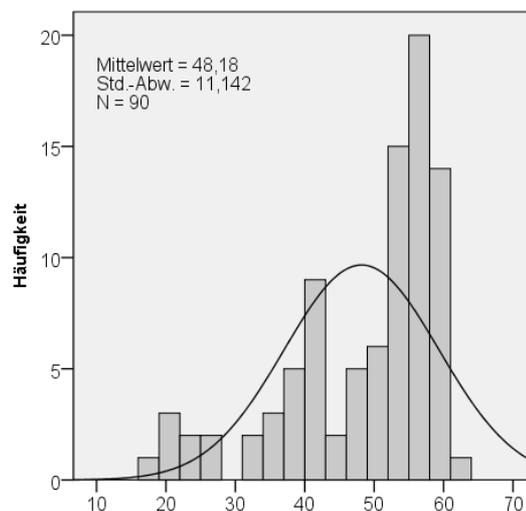


Abbildung 7: Alter zum Zeitpunkt des Unfalls

3.1.2 Nebenerkrankungen

Zu 83 Prozent der Patienten konnten Daten zur Krankengeschichte gefunden werden, die Rückschlüsse auf weitere Erkrankungen zuließen. Demnach litten 63 Prozent von ihnen an weiteren Erkrankungen. Insgesamt Sechs Patienten sind inzwischen verstorben, allerdings keiner in zeitlichem Zusammenhang mit der hier untersuchten Verletzung.

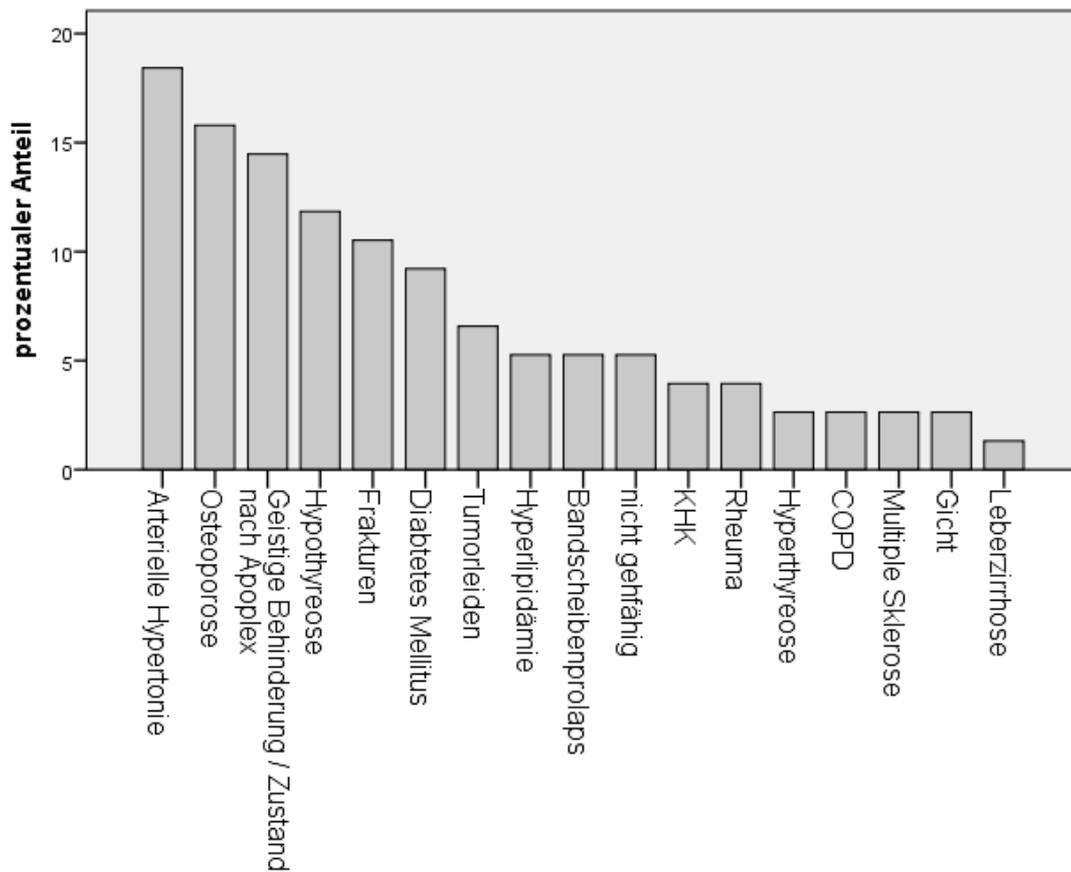


Abbildung 8: Nebenerkrankungen

3.1.3 Frakturursache

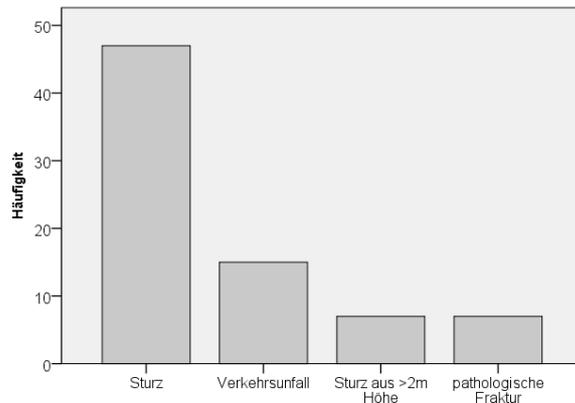


Abbildung 9: Frakturursache

47 Patienten (52 Prozent) zogen sich ihre Verletzung durch ein Niedrigenergie-trauma wie einen einfachen Sturz zu. Nur 22 Patienten (24 Prozent) verletzten sich aufgrund eines Hochenergie-traumas. 15 von ihnen (17 Prozent) erlitten die Fraktur durch einen Verkehrsunfall mit dem Auto, Fahrrad oder Motorrad und sieben (8 Prozent) stürzten aus über zwei Metern Höhe. Weitere sieben Patienten erlitten

eine pathologische Fraktur durch ein inadäquates Trauma. Fünf von ihnen aufgrund eines metastasierten Tumorleidens und zwei Patienten durch Ermüdung.

3.1.4 Frakturklassifikation nach AO

	Häufigkeit	Prozent
Gültig		
perthrochantär	31	34,4
intertrochantär	2	2,2
subtrochantär	6	6,7
Schenkelhals	41	45,6
Kopf	1	1,1
gemischt	2	2,2
gesamt	83	92,2
Fehlend	7	7,8
Gesamt	90	100,0

Tabelle 5: Frakturklassifikation nach AO

Am häufigsten waren Frakturen des proximalen Femurs (insgesamt 75 Patienten). Nur sechs Frakturen waren proximale subtrochantäre Frakturen. Zwei Patienten zogen sich eine gemischte Fraktur zu (31A-3 und 32A-3: pertrochantär, in den Femurschaft ziehend; 31B-2 und 32B2: in den Schaftbereich ziehende Schenkelhalsfraktur). Von sieben Patienten konnten keine geeigneten Röntgenbilder zur Frakturklassifikation gefunden werden. Bei 47 Patienten betraf die Fraktur das linke, bei 39 Patienten das rechte Bein.

Bei vier Patienten konnten auch hierfür keine Daten erhoben werden.

3.1.5 Operative Versorgung

	Häufigkeit	Prozent
Gültig PFN	35	39
kanülierte Schrauben	23	26
DHS	14	15
primär TEP	10	11
PFN mit Cerclagen	6	7
Gesamt	88	98
Fehlend	2	2
Gesamt	90	100

Tabelle 6: Osteosynthesematerial

Das am häufigsten verwendete Osteosynthesematerial stellte mit insgesamt 41 Anwendungen der PFN dar, wobei sechs Patienten zusätzlich Cerclagen erhielten. Mit kanülierten Schrauben wurden 23 Patienten versorgt. 14 Patienten erhielten eine DHS, einer von ihnen eine Targonplatte. Zehn Patienten wurden primär mit einer Endoprothese versorgt. Die operative Versorgung erfolgte in über 90 Prozent der Fälle innerhalb des ersten Tags nach der Verletzung. Die Operationsdauer betrug zwischen 22 und 188 Minuten, im Durchschnitt 70 Minuten.

3.1.6 Postoperativer Verlauf

Die Länge des Krankenhaus-Aufenthalts der Patienten variierte zwischen vier und 33 Tagen, im Mittel betrug sie 13 Tage. Nach der Operation wurden den Patienten abhängig vom eingebrachten Osteosynthesematerial unterschiedliche Empfehlungen zur Belastung des Beines gegeben. Hauptsächlich wurden Vollbelastung, Teilbelastung für sechs Wochen oder Teilbelastung für zwölf Wochen verordnet.

3.1.7 Beinlängenveränderung im Röntgen

Es wurde ein Röntgenbild der frühen Frakturkonsolidierung, also innerhalb von sechs Wochen nach der Operation und das aktuellste Bild des Patienten mit der postoperativen Aufnahme verglichen. Während der ersten Wochen wurde eine Veränderung zwischen 1 und -6 Millimeter, im Mittel -1,4 Millimeter gemessen. Der Median betrug -1 Millimeter. Insgesamt sinterten die Frakturen zwischen +3 und -10 Millimeter, durchschnittlich -3 Millimeter. Hier betrug der Median -3 Millimeter.

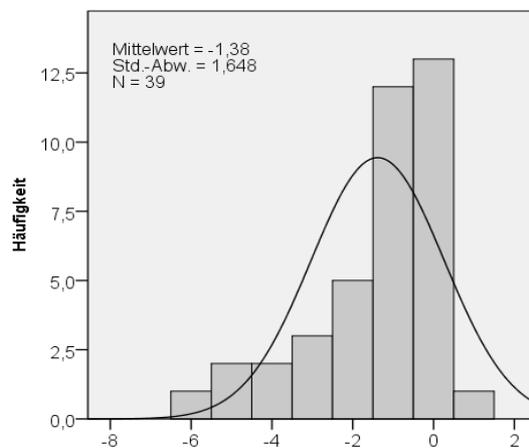


Abbildung 10: Röntgendifferenz postoperativ - 6 Wochen [mm]

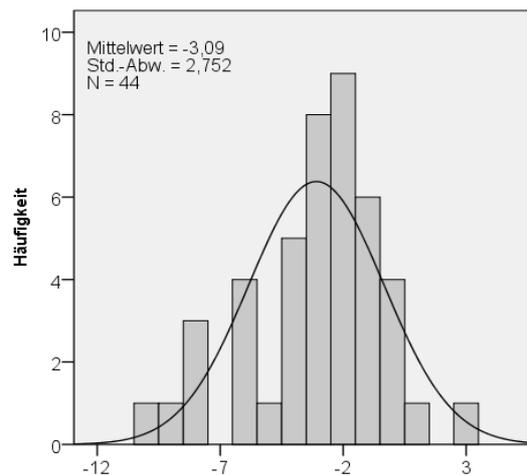


Abbildung 11: Röntgendifferenz gesamt [mm]

3.2 Untersuchtes Patientenkollektiv

Es erklärten sich 39 Patienten zur Nachuntersuchung bereit. Die Informationen aus Aktenrecherche und Untersuchung der 39 Patienten werden im Folgenden dargestellt und anschließend auf Abhängigkeit mit der klinisch gemessenen Beinlängendifferenz untersucht.

3.2.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

Die 39 untersuchten Patienten waren zum Zeitpunkt des Unfalls zwischen 20 und 60 Jahre alt, im Durchschnitt 49 Jahre. Auch hier zeigte sich eine zweipflege Altersverteilung um das 40. und das 55. Lebensjahr. Ein Zusammenhang mit der gemessenen Beinlängendifferenz konnte anhand des Spearman-Koeffizienten nicht erkannt werden ($p = 0,36$). Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren die Patienten zwischen 24 und 67 Jahre alt, der Median betrug 52 Jahre. 33 Prozent von ihnen waren weiblich, 67 Prozent männlich. Zwischen männlichen und weiblichen Patienten ließ sich ein Unterschied bei der Beinlängendifferenz vermuten ($p = 0,053$). Es zeigte sich, dass bei den männlichen Patienten ($MW_{\text{Brettchenhöhe}} = 1,3 \text{ cm}$) die Differenz größer als bei den weiblichen ($MW_{\text{Brettchenhöhe}} = 0,4 \text{ cm}$) ausfiel.

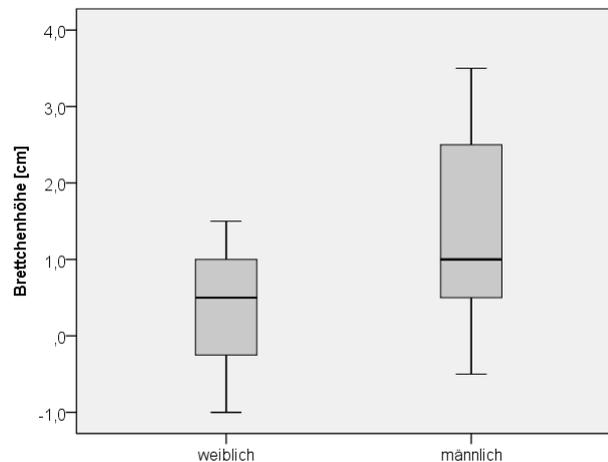


Abbildung 12: Boxplot von Geschlecht und Brettchenhöhe

3.2.2 Body Mass Index

Der BMI der Patienten befand sich zwischen $18,3 \text{ kg/m}^2$ und $36,5 \text{ kg/m}^2$ mit einem Mittelwert von $25,0 \text{ kg/m}^2$. Ein Zusammenhang mit der Fraktursinterung konnte anhand des Spearman-Koeffizienten nicht festgestellt werden ($p = 0,45$).

3.2.3 Klinisch gemessene Beinlängendifferenz

Durch die Fraktur verkürzte sich die betroffene Extremität um durchschnittlich einen Zentimeter. Der Median betrug ebenfalls einen Zentimeter. Bei einer Patientin mit Zustand nach beidseitiger Umstellungsosteotomie verlängerte sich das Bein um einen Zentimeter. Die maximale Differenz betrug dreieinhalb Zentimeter. Bei drei Patienten fiel eine diskrete Beinlängendifferenz bereits vor dem Unfall auf.

Bei zwölf Patienten wurde der Beinlängenunterschied durch orthopädische Einlagen ausgeglichen. Vier von ihnen empfanden dadurch eine sehr starke bis starke Verbesserung. Lediglich ein Patient konnte durch die Einlagen keinen Unterschied feststellen.

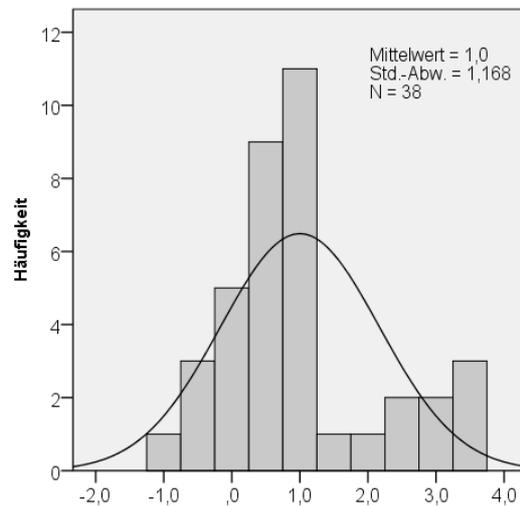


Abbildung 13: Beinlängendifferenz gegenüber dem unverletzten Bein [cm]

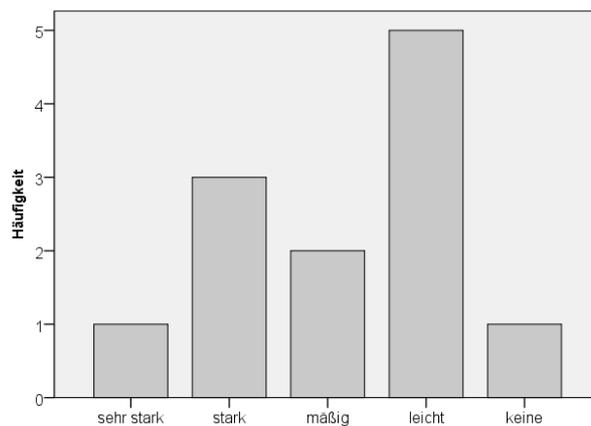


Abbildung 14: Verbesserung der Beschwerden durch Einlagen

3.2.4 Nebenerkrankungen

Nur 41 Prozent der Patienten litten unter keinen Nebenerkrankungen. Für die 59 Prozent der Patienten mit Nebenerkrankungen konnte kein Zusammenhang mit der Beinlängendifferenz festgestellt werden ($p = 0,81$). Auch die Mann-Whitney-U-Tests, die für jede Erkrankung einzeln durchgeführt wurden, kamen zu diesem Ergebnis. Der geringste p-Wert lag bei $p_{\text{Gicht}} = 0,16$. Die meisten Werte lagen jedoch weit darüber. In den für die einzelnen Krankheiten angefertigten Boxplots waren außer bei Diabetespatienten ebenfalls keine deutlichen Tendenzen zu erkennen. Bei Patienten mit Diabetes ($n = 4$) konnte eine Tendenz zu größeren Beinlängenunterschieden festgestellt werden.

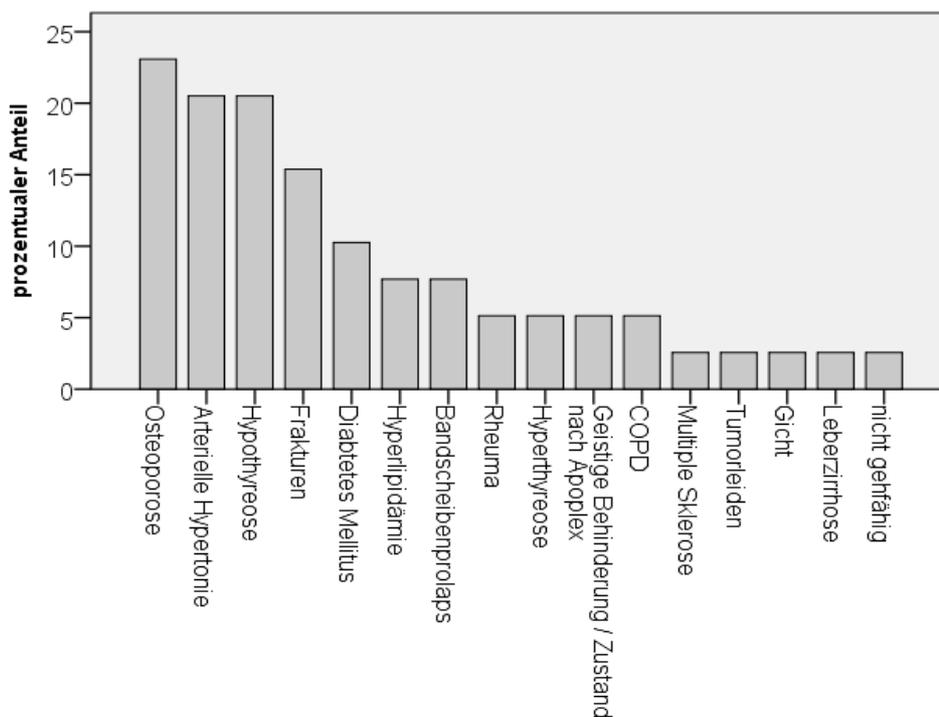


Abbildung 15: Nebenerkrankungen

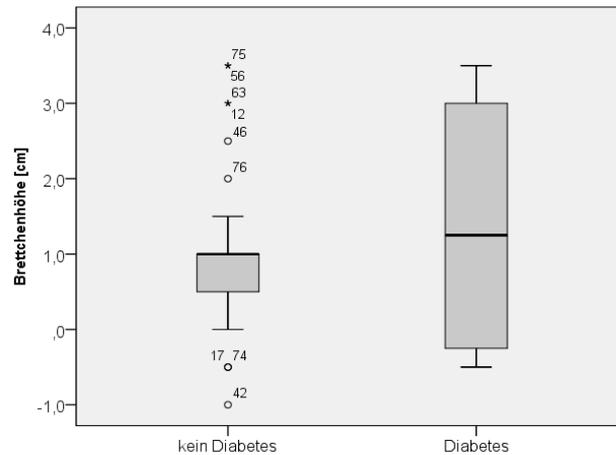


Abbildung 16: Zusammenhang zwischen Diabetes und Bretchenhöhe

3.2.5 Frakturursache

Auch im untersuchten Kollektiv handelte es sich mit 51 Prozent bei einem einfachen Sturz um die häufigste Frakturursache. 31 Prozent der Patienten erlitten die Fraktur bei einem Verkehrsunfall und 13 Prozent bei einem Sturz aus über zwei Metern Höhe. Bei 5 Prozent handelte es sich um einen pathologischen Ermüdungsbruch. Von einem Zusammenhang mit der Beinlängendifferenz war bei $p = 0,81$ im Kruskal-Wallis-Test nicht auszugehen.

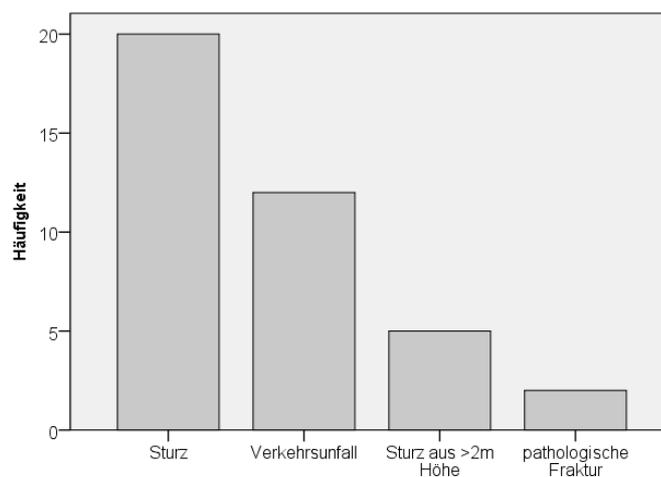


Abbildung 17: Frakturursache

3.2.6 Frakturklassifikation nach AO

Die Frakturen betrafen bei den untersuchten Patienten bei 24 das rechte und bei 15 das linke Bein. 20 Frakturen waren Schenkelhalsfrakturen, nach AO-Klassifikation 31 B1-3. Zehn waren pertrochantäre Frakturen (31 A 1-3 nach AO), vier proximale subtrochantäre Frakturen (32 nach AO) und zwei kombiniert.

Ein Zusammenhang der Frakturart und der nachfolgenden Sinterung galt als wahrscheinlich ($p_{\text{Kruskal-Wallis}} = 0,025$). Dabei gingen die kombinierten Frakturen mit der ausgeprägtesten Beinlängendifferenz einher (Median = 2,5 cm). Der Median subtrochantärer und pertrochantärer Frakturen betrug 1,0 Zentimeter. Schenkelhalsfrakturen wiesen mit 0,5 Zentimeter den geringsten Median auf. Wenn man die zwei kombinierten Frakturen ausschloß, um die Beeinflussung durch diese Ausreißer zu verringern, kam man ebenso zu diesem Ergebnis.

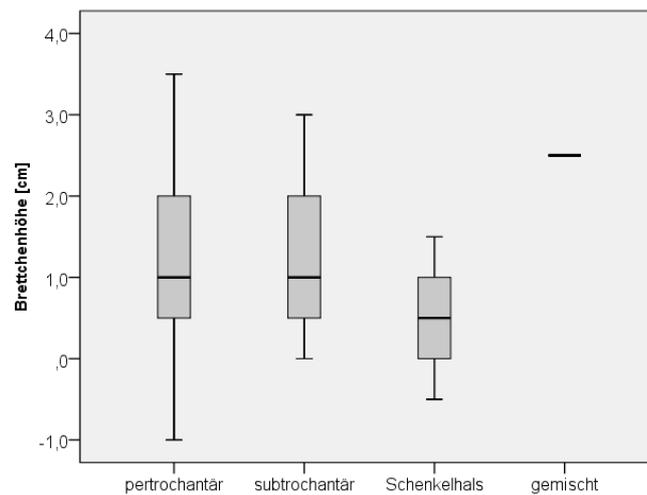


Abbildung 18: Boxplot mit AO-Klassifikation und Brettchenhöhe

3.2.7 Operative Versorgung

Als Osteosynthesematerial wurde 16 mal ein PFN verwendet. In weiteren 16 Fällen wurden kanülierte Schrauben und in sechs eine DHS eingebracht. Im Kruskal-Wallis-Test war ein Zusammenhang mit dem gemessenen Beinlängenunterschied sehr wahrscheinlich ($p = 0,023$). Der größte Unterschied zeigte sich bei Patienten, die mit einem PFN versorgt wurden (MW = 1,4 cm). Die Versorgung mit einer DHS ergab im

Mittel einen Unterschied von 1,1 Zentimeter. Die Patienten mit kanülierten Schrauben hatten einen Mittelwert von 0,4 Zentimeter. Patienten, die im Verlauf eine TEP erhielten, hatten einen Mittelwert von 0,8 Zentimeter.

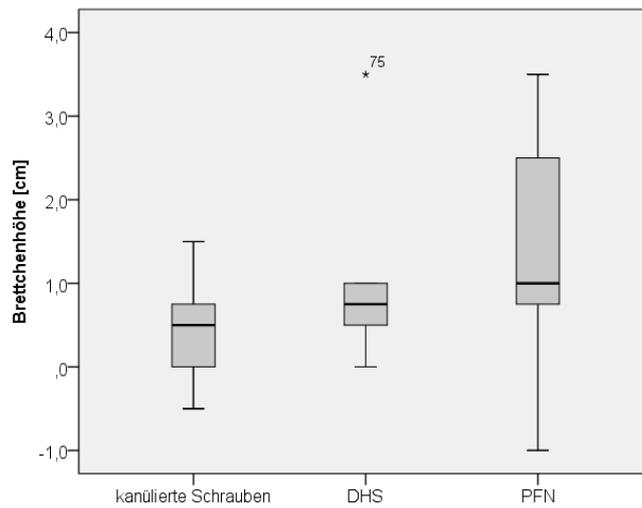


Abbildung 19: Boxplot mit Osteosynthesematerial und Brettchenhöhe

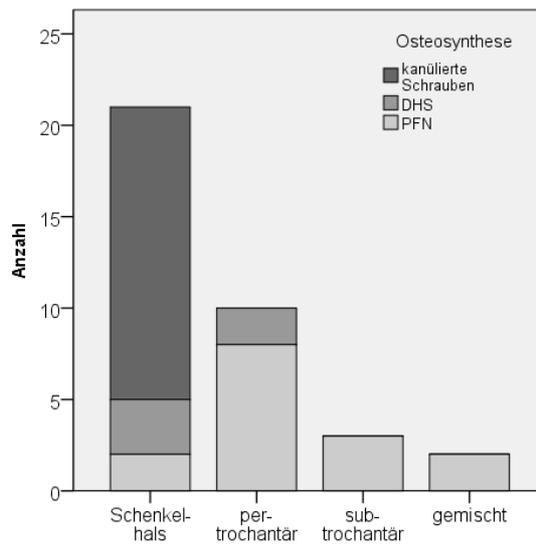


Abbildung 20: Zusammenhang zwischen Osteosynthese und Frakturart

Schenkelhalsfrakturen wurden mit allen drei Osteosyntheseverfahren (aber größtenteils mit Schrauben) versorgt. Pertrochantäre Frakturen hauptsächlich mit einem PFN, seltener einer DHS. Subtrochantäre und kombinierte Frakturen nur mittels PFN.

Am Tag der Verletzung wurden 72 Prozent der Patienten operiert, 23 Prozent am ersten Tag danach. Eine Patientin, die einen Ermüdungsbruch erlitten hatte, konnte den Tag des Frakturgeschehens nicht genau datieren.

Patienten, die erst nach einem Tag operiert wurden, hatten im Mittel eine Verkürzung von 1,9 Zentimeter. Die Operationsdauer betrug minimal 34 Minuten, maximal 188 Minuten und im Mittel 82 Minuten. Ein Zusammenhang mit der Beinlängendifferenz bestand nicht ($p_{\text{Spearman}} = 0,99$).

3.2.8 Postoperativer Verlauf

Elf Patienten wurde eine Teilbelastung von sechs Wochen empfohlen. Sieben durften sofort belasten und sechs sollten zwölf Wochen teilbelasten. Zwischen der Länge der Teilbelastung und der Ausprägung der Fraktursinterung bestand vermutlich ein Zusammenhang ($p_{\text{Spearman}} = 0,086$, $r_s = -0,309$). Die Sinterung war umso kleiner, je länger die verordnete Teilbelastung war.

Durchschnittlich verbrachten die Patienten zwölf Tage im Krankenhaus. Bei der Hälfte der Patienten erfolgte mittlerweile eine Metallentfernung.

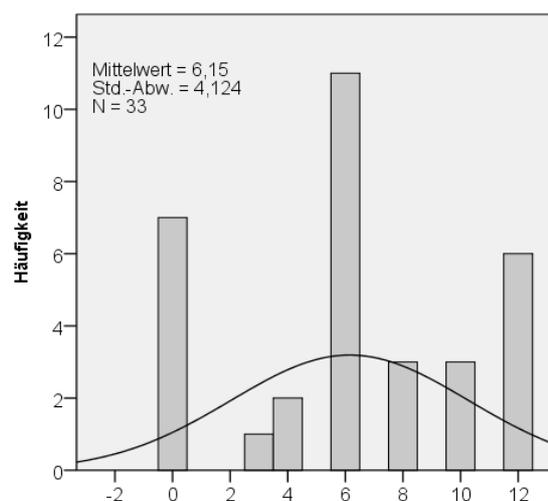


Abbildung 21: Teilbelastung [Wochen]

3.2.9 Röntgendifferenz

In den ersten sechs Wochen sinterten die Frakturen der untersuchten Patienten auf den Röntgenbildern durchschnittlich 1,3 Millimeter. Insgesamt sinterten die Frakturen im Mittel um 3,2 Millimeter. Ein Zusammenhang mit der klinisch gemessenen Beinlängenverkürzung konnte mit dem Spearman-Koeffizienten jedoch nicht festgestellt werden ($p_{6 \text{ Wochen}} = 0,57$; $p_{\text{gesamt}} = 0,54$) und auch Streudiagramme ließen keinen Zusammenhang erkennen.

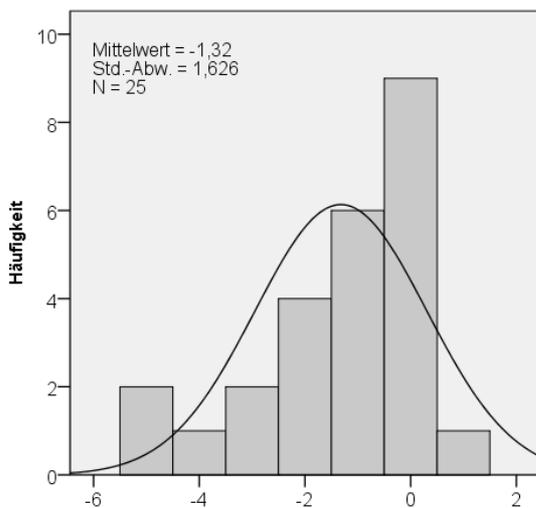


Abbildung 22: Röntgendifferenz des untersuchten Kollektivs: postoperativ - 6 Wochen [mm]

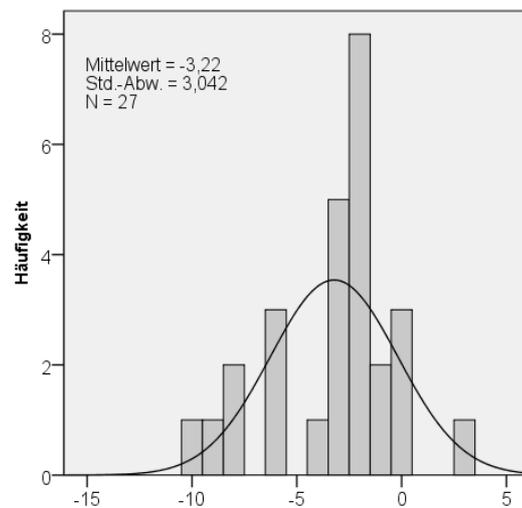


Abbildung 23: Röntgendifferenz des untersuchten Kollektivs: gesamt [mm]

3.2.10 Folgeeingriffe

Bei einem Großteil der Patienten (82 Prozent) waren keine Folgeeingriffe notwendig. Sieben Patienten mussten sich erneut Operationen unterziehen. Bei sechs Patienten wurde ein Nagelwechsel durchgeführt, einer dieser Patienten benötigte außerdem nach dem Primäreingriff eine Hämatomausräumung. Ein Patient erhielt eine Pseudarthrosenanfrischung. Sechs Patienten benötigten im weiteren Verlauf eine TEP. Mit der entstandenen Beinlängendifferenz bestand im Kruskal-Wallis-Test ein wahrscheinlicher Zusammenhang ($p = 0,019$). Bei Patienten, die einen Nagelwechsel benötigten, betrug der Median 2,5 Zentimeter. Bei Patienten ohne Folgeeingriffe oder mit einer TEP nur 0,5 Zentimeter. Drei Patienten erhielten eine TEP auf der Gegenseite.

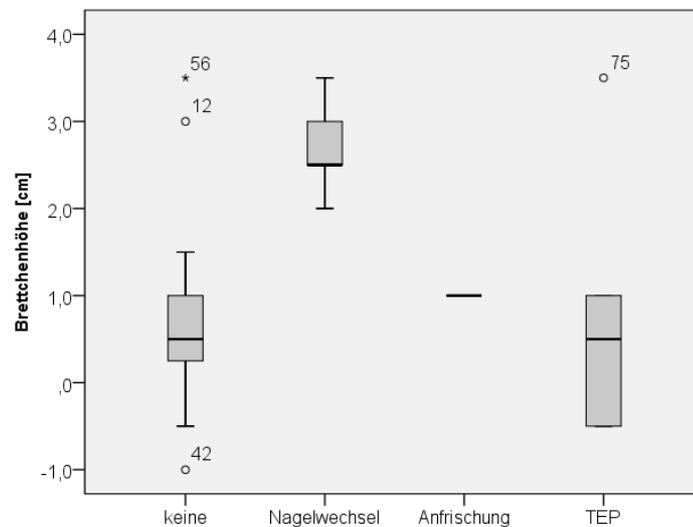


Abbildung 24: Boxplot von Folgeeingriffen und Brettchenhöhe

3.2.11 Komplikationen

Im Verlauf erlitten 36 Prozent der Patienten Komplikationen: Sechs Patienten entwickelten eine Pseudarthrose (Frakturheilung länger als sechs Monate), zwei von ihnen mit Nagelbruch. Vier Patienten erlitten eine Femurkopfnekrose. Jeweils ein Patient hatte einen Muskelfaserriss, eine Femurschaftfraktur unterhalb des Nagels oder eine Infektion des Osteosynthesematerials. Ein Zusammenhang mit der Beinlängendifferenz galt als wahrscheinlich ($p_{\text{Kruskal-Wallis}} = 0,017$). Die geringste Beinlängenveränderung zeigte sich bei der Femurkopfnekrose. Bei Patienten ohne Komplikationen kam es ebenfalls kaum zu einer Veränderung. Bei Patienten mit Nagelbruch und Nagelwechsel, periprothetischer Schafffraktur, Pseudarthrose, Nagelbruch und Infektion des Osteosynthesematerials kam es in dieser Reihenfolge zu zunehmender Verkürzung bis zu 3,5 Zentimeter.

Komplikationen	Brettchenhöhe [cm]		
	Mittelwert	Median	N
Infektion des Osteosynthesematerials	3,500	3,500	1
Nagelbruch	3,000	3,000	1
Pseudarthrose	2,250	2,250	4
Femurschaftfraktur	2,000	2,000	1
Pseudarthrose und Nagelbruch	1,750	1,750	2
Muskelfaserriss	1,000	1,000	1
keine Komplikationen	,660	,500	25
Femurkopfnekrose	-,167	-,500	4
Insgesamt	1,000	1,000	38

Tabelle 7: Fraktursinterung bei Komplikationen

Zwischen Komplikationen und der Wahl des Osteosyntheseverfahrens bestand ein signifikanter Zusammenhang ($p_{\text{Pearson}} = 0,015$). Kanülierte Schrauben zeigten die geringste Komplikationsrate (25 Prozent) gefolgt von der DHS (35 Prozent). Der PFN stellte mit 56 Prozent das komplikationsreichste Verfahren dar. Ließ man allgemeine Komplikationen, wie Infektionen außen vor und berücksichtigte nur osteosyntheseabhängige Komplikationen, so stellte die DHS die risikoärmste Versorgung dar (17 Prozent). Kanülierte Schrauben lagen im Mittelfeld (25 Prozent) gefolgt vom PFN (50 Prozent). Betrachtete man die Komplikationen aufgeschlüsselt nach Osteosynthesematerial, fiel auf, dass Kopfnekrosen ausschließlich bei kanülierten Schrauben und Pseudarthrosen sowie periprothetische Frakturen nur bei proximalen Femurnägeln auftraten. Die dynamische Hüftschraube zeigte die geringsten osteosyntheseabhängigen Komplikationen.

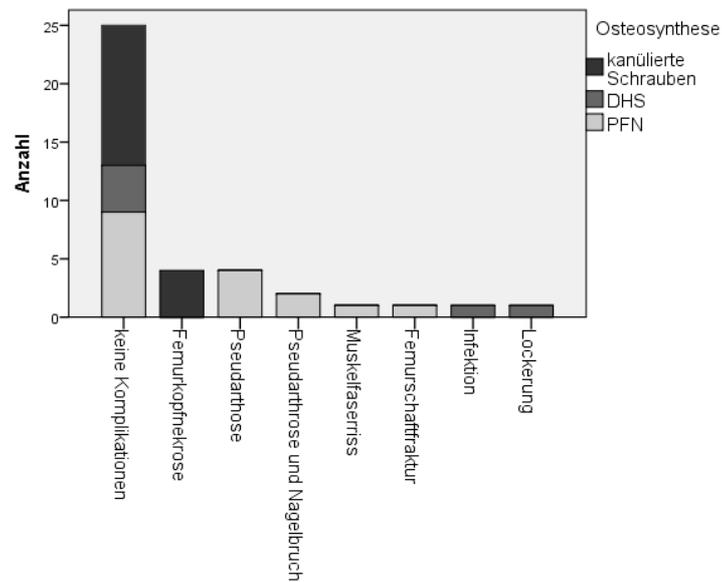


Abbildung 25: Komplikationen abhängig vom Osteosynthesematerial

Bei der Nachuntersuchung gaben 23 Prozent eine Frakturheilung an, die länger als sechs Wochen dauerte. Hier war ein Zusammenhang mit der Beinlängendifferenz im Mann-Whitney-U-Test ($p = 0,003$) äußerst wahrscheinlich. Patienten mit zeitgerechter Konsolidierung hatten durchschnittlich einen Unterschied von 0,7 Zentimeter, Patienten mit verzögerter Heilung 2,1 Zentimeter.

3.2.12 Medikation

54 Prozent aller Patienten gaben eine Dauermedikation an. Ein Zusammenhang mit dem Beinlängenunterschied bestand im Kruskal-Wallis-Test vermutlich nicht ($p = 0,93$). Die Mann-Whitney-U-Tests für die einzelnen Medikamente zeigten die gleichen Ergebnisse.

Medikament	Häufigkeit	Prozent
Thyroxin	9	23,1
NSAR	7	17,9
Antihypertensiva	6	15,4
Osteoporosemedikation	6	15,4
Stärkere Analgetika	4	10,3
Orale Antidiabetika	4	10,3
Cortison	4	10,3
Lipidsenker	3	7,7
Urikostatika	2	5,1
Immunsuppressiva	2	5,1

Tabelle 8: Dauermedikation

Eine statistisch nicht signifikante Tendenz zu größerer Beinlängendifferenz ließ sich bei Patienten mit NSAR-Einnahme und oralen Antidiabetika erkennen. Patienten mit Statin-Einnahme zeigten eine deutliche Tendenz zu geringerer Beinlängendifferenz.

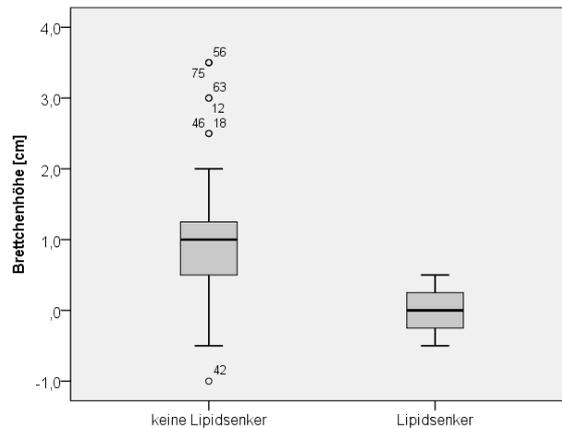


Abbildung 26: Boxplot für Statine und Brettchenhöhe

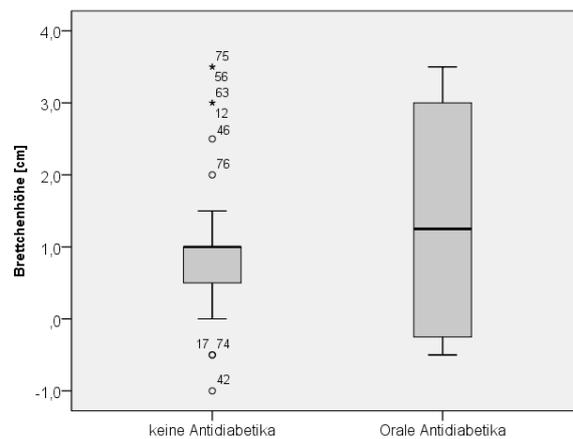


Abbildung 27: Boxplot für Antidiabetika und Brettchenhöhe

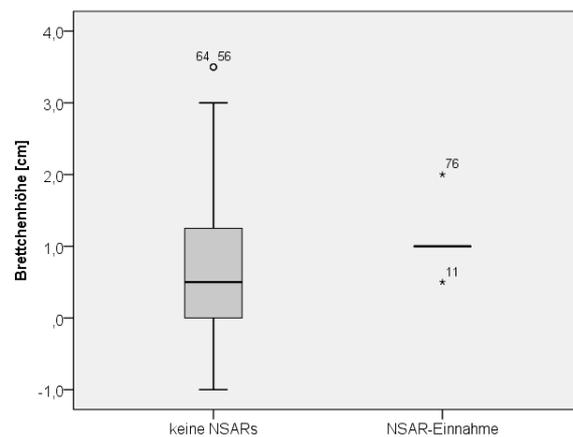


Abbildung 28: Boxplot für NSARs und Brettchenhöhe

3.2.13 Substanzkonsum

Elf Patienten gaben an, während der Frakturkonsolidierung geraucht zu haben, vier tranken regelmäßig Alkohol. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang mit der Beinlängendifferenz zeigte sich bei beiden Gruppen zwar nicht ($p_{\text{Nikotin}} = 0,21$; $p_{\text{Alkohol}} = 0,11$), die Boxplots zeigten jedoch eindeutige Tendenzen.

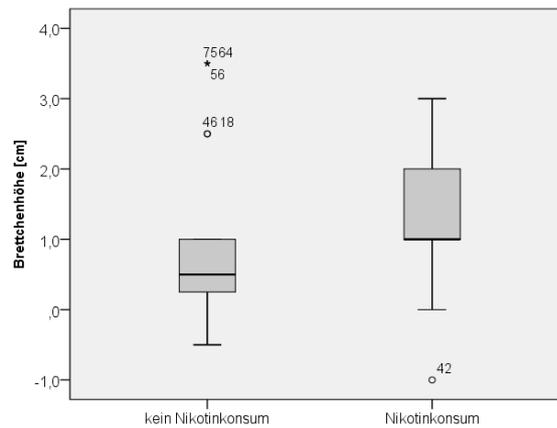


Abbildung 29: Nikotinkonsum während der Frakturkonsolidierung und Brettchenhöhe

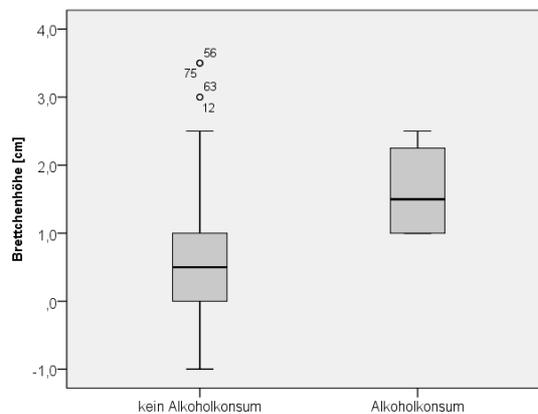


Abbildung 30: Alkoholkonsum während der Frakturkonsolidierung und Brettchenhöhe

3.2.14 Sport

41 Prozent der Patienten konnten vor und nach dem Unfall Sport ausüben. 36 Prozent trieben weder vor noch nach der Verletzung Sport. Fünf Prozent begannen nach dem Unfall mit einer sportlichen Aktivität und sieben Prozent konnten nach der Fraktur ihre Sportart nicht mehr ausüben. Zwischen Sport und Beinlängendifferenz schien im Kruskal-Wallis-Test kein Zusammenhang zu bestehen ($p = 0,23$). Betrachtete man die Variablen *Sport-davor* und *Sport-danach* einzeln in Mann-Whitney-U-Tests, konnte allerdings ein möglicher Unterschied festgestellt werden ($p_{\text{davor}} = 0,064$, $p_{\text{danach}} = 0,13$). Bei Patienten, die vor dem Unfall keinen Sport trieben, verkürzte sich das Bein durchschnittlich um 1,5 (Median = 1,0 cm), bei Sportlern um 0,7 Zentimeter (Median = 0,5 cm).

3.2.15 Arbeitsfähigkeit

Von den 35 vor dem Unfall berufstätigen Patienten konnten 80 Prozent ihre Arbeit wieder aufnehmen, 20 Prozent waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nicht erwerbsfähig. Die Wiedereingliederung der Patienten erfolgte im Durchschnitt nach fünf Wochen. Es konnte mit großer Wahrscheinlichkeit ein Zusammenhang mit der Verkürzung des Beines festgestellt werden ($p_{\text{Spearman}} = 0,025$; $r_s = 0,416$). Dabei war die Zeit bis zur Wiedereingliederung um so länger, je größer die Verkürzung des Beins war.

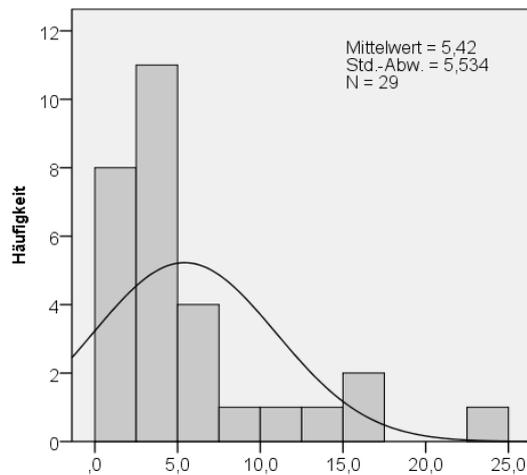


Abbildung 31: Zeit bis zur Wiedereingliederung [Monate]

3.2.16 Aktuelle Beschwerden

Der überwiegende Teil der Patienten (67 %) gab bei der Nachuntersuchung an, unter Beschwerden zu leiden. Nur zwei dieser 26 Patienten litten bereits vor dem Unfall an Beschwerden. Bei einem wurde eine Arthrose festgestellt, der andere bemerkte ein Ziehen und Stechen im Bereich der Hüfte.

Beschwerden	Häufigkeit	Prozent
Schmerz bei Belastung	12	30,8
Bewegungseinschränkung	8	20,5
Wetterfühligkeit	6	15,4
Ziehen / Stechen	6	15,4
Ruheschmerz	5	12,8
Kraftverlust	4	10,3
Rückenschmerzen	3	7,7
Ständig starke Schmerzen	2	5,1
Zucken	1	2,6
Beschwerden vor dem Unfall	2	5,3

Tabelle 9: Beschwerden

Zwischen den aktuellen Beschwerden und der Beinlängendifferenz bestand kein Zusammenhang ($p_{\text{Kruskal-Wallis}} = 0,95$). Dies zeigte sich auch bei den p-Werten der Mann-Whitney-U-Tests für die einzelnen Beschwerden.

3.2.17 Subjektive Ergebnisqualität

Knapp 60 Prozent der Patienten waren mit ihrem Ergebnis zufrieden und bewerteten es als sehr gut oder gut. 30 Prozent befanden das Ergebnis als befriedigend oder ausreichend. Nur zehn Prozent empfanden ihren Zustand als ungenügend oder schlecht. Es bestand im Kruskal-Wallis-Test vermutlich kein Zusammenhang mit dem Beinlängenunterschied ($p = 0,48$). Teilte man die Gruppen gröber in eine zufriedene Gruppe (1-3) und eine nicht zufriedene Gruppe (4-6) ein, fiel ein diskreter Zusammenhang auf.

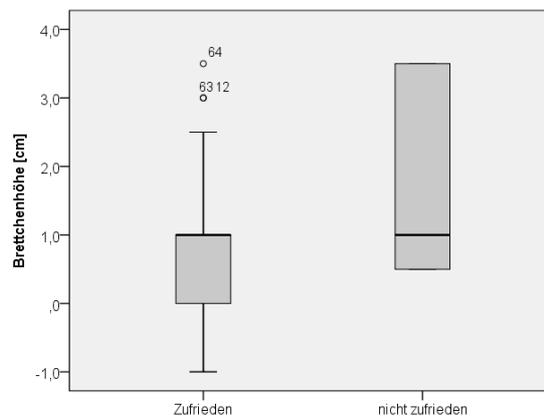


Abbildung 32: Brettchenhöhe und gröbere Einteilung der Zufriedenheit

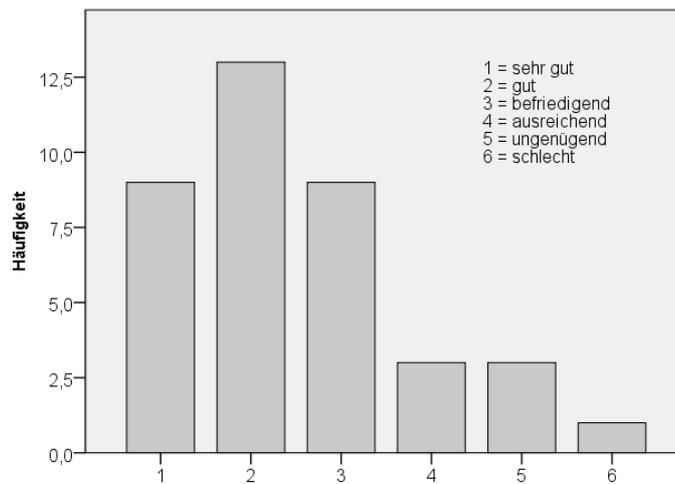


Abbildung 33: Zufriedenheit mit dem Endergebnis

Es zeigte sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Wahl des Osteosynthesematerials und der Patientenzufriedenheit, wenn man alle Verfahren berücksichtigte. Verglich man jedoch nur kopferhaltende Operationsverfahren, ließ sich ein signifikanter Zusammenhang erkennen ($p_{\text{Pearson}} = 0,011$). Um die Auswertung zu vereinfachen, wurde die Berechnung erneut mit einer größeren Einteilung der Zufriedenheit ausgeführt und auch hier zeigte sich ein Zusammenhang ($p_{\text{Pearson}} = 0,092$). Patienten, die einen PFN erhielten, waren am zufriedensten, gefolgt von Patienten mit Schrauben und einer DHS. Am unzufriedensten waren Patienten, die zusätzlich zum PFN Cerclagen erhielten.

			Zufriedenheit	
			Zufrieden	nicht zufrieden
Osteosynthese	Schrauben	Anzahl	13	3
			81,3%	18,8%
	DHS	Anzahl	3	1
			75,0%	25,0%
	PFN	Anzahl	11	0
			100,0%	0,0%
	PFN mit Cerclagen	Anzahl	3	3
			50,0%	50,0%

Tabelle 10: Zufriedenheit in Abhängigkeit vom Osteosyntheseverfahren

Außerdem zeigten Patienten, die kopferhaltend versorgt wurden mit 84 Prozent zufriedener Patienten eine nicht signifikante Tendenz zufriedener zu sein, als Patienten mit einer Hüftprothese (67 Prozent).

Knapp die Hälfte der Patienten empfand keine oder nur eine leichte Einschränkung ihrer Lebensqualität. 26 Prozent fühlten sich mäßig eingeschränkt und 20 Prozent stark oder sehr stark. Mit der Beinlängendifferenz bestand vermutlich kein Zusammenhang ($p_{\text{Kruskal-Wallis}} = 0,58$). Teilte man diese Gruppe gröber ein (wenig Einschränkung: 1-3, starke Einschränkung: 4-5), wurde jedoch auch hier ein diskreter Zusammenhang sichtbar. Der Median für die Gruppe mit wenig Einschränkung betrug 0,5 Zentimeter, der für die stark eingeschränkte Gruppe 1,0 Zentimeter.

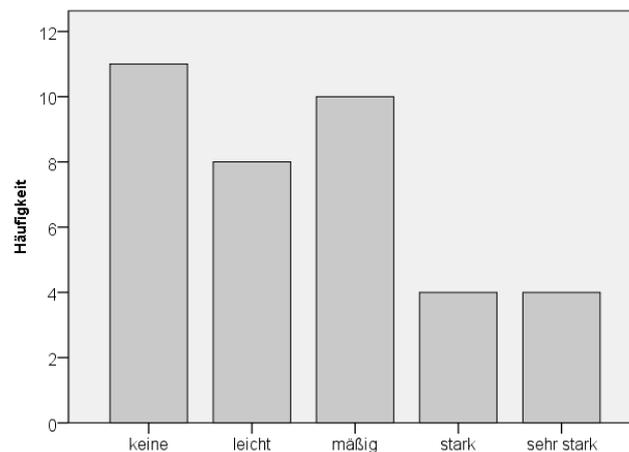


Abbildung 34: Empfundene Einschränkung der Lebensqualität

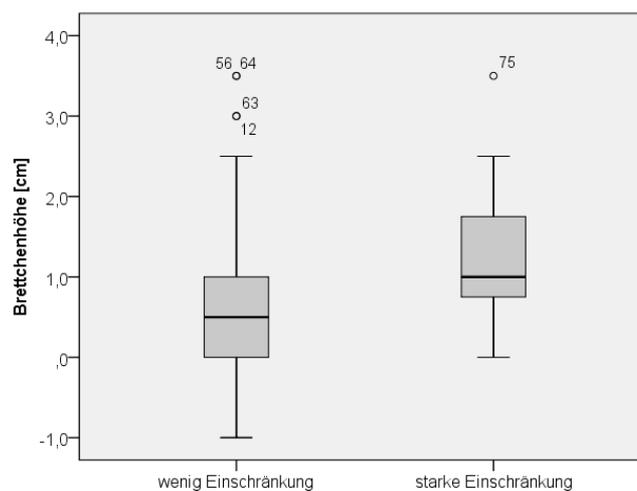


Abbildung 35: Brettchenhöhe und Einschränkung

3.2.18 Scorewerte

Im Harris Hip Score erreichten die Patienten Werte zwischen 39 und 100 Punkten, durchschnittlich 84 Punkte. Bei einer weiteren Unterteilung in Gruppen zeigten 51 Prozent ein exzellentes Ergebnis, 20 Prozent ein schlechtes. Hier bestand mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Zusammenhang ($p_{\text{Spearman}} = 0,047$). Der Korrelationskoeffizient betrug $-0,328$. Je kleiner also die Beinlängendifferenz war, umso besser fiel der Scorewert aus.

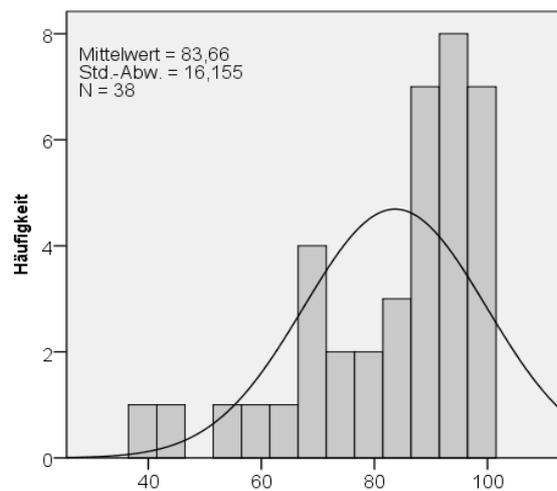


Abbildung 36: Harris Hip Score

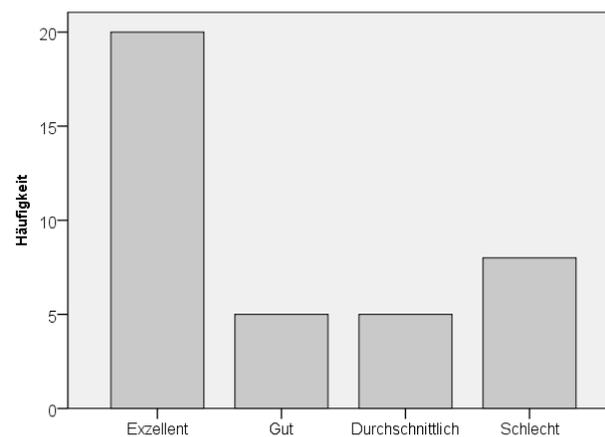


Abbildung 37: Harris Hip Score – Einteilung in Gruppen

Der Score nach Merle, d'Aubigné und Postel ergab Punktestände zwischen sieben und 18, im Mittel 16 Punkte. 87 Prozent der Patienten erreichten ein gut oder sehr gut.

Hier fielen die Scorewerte höher aus als beim Harris Hip Score. Ein Zusammenhang mit der Beinlängendifferenz war ebenfalls sehr wahrscheinlich ($p_{\text{Spearman}} = 0,079$). Der Korrelationskoeffizient betrug $-0,293$, sodass auch hier eine negative Korrelation festzustellen war. Wenn man die Scorewerte verglich, konnte man mit $p_{\text{Spearman}} = 0,000$ eindeutig einen Zusammenhang erkennen. Bei einem Korrelationskoeffizienten von $0,893$ ergaben also hohe Scorewerte im einen auch hohe Scorewerte im anderen Score.

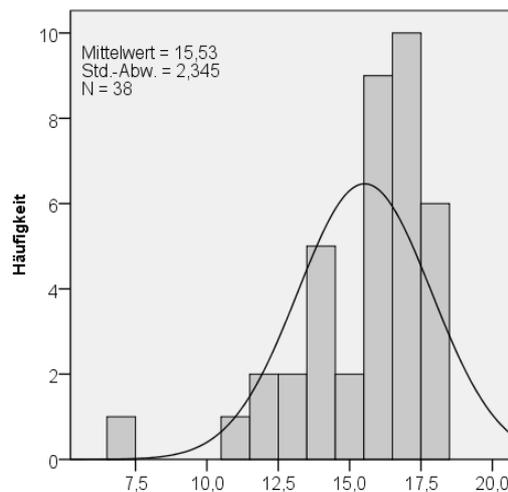


Abbildung 38: Score nach Merle, d'Aubigné und Postel

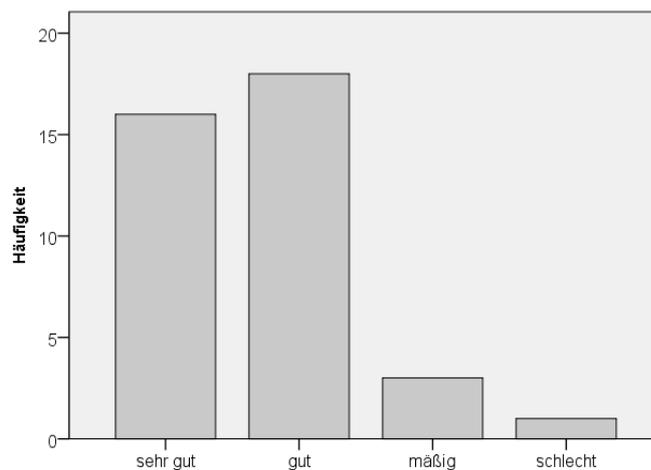


Abbildung 39: Score nach Merle, d'Aubigné und Postel – Gruppen

Außerdem hingen beide Scores eng mit der Patientenzufriedenheit zusammen ($p_{\text{Merle}} = 0,001$; $p_{\text{Harris}} = 0,002$). Je höher der Scorewert ausfiel, desto zufriedener war der Patient.

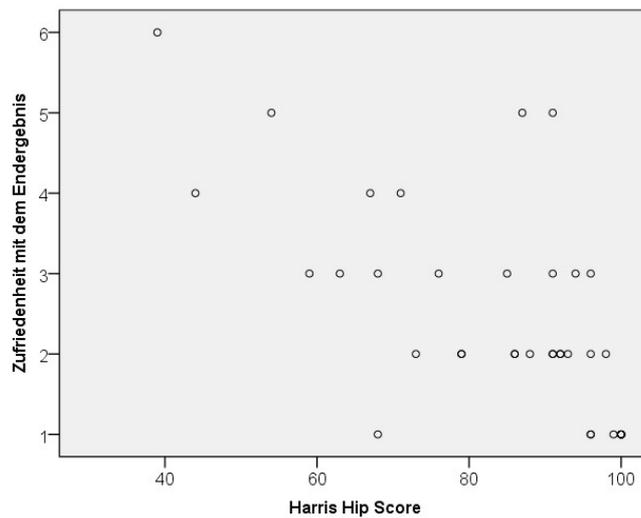


Abbildung 40: Punktdiagramm Zufriedenheit und Score nach Harris

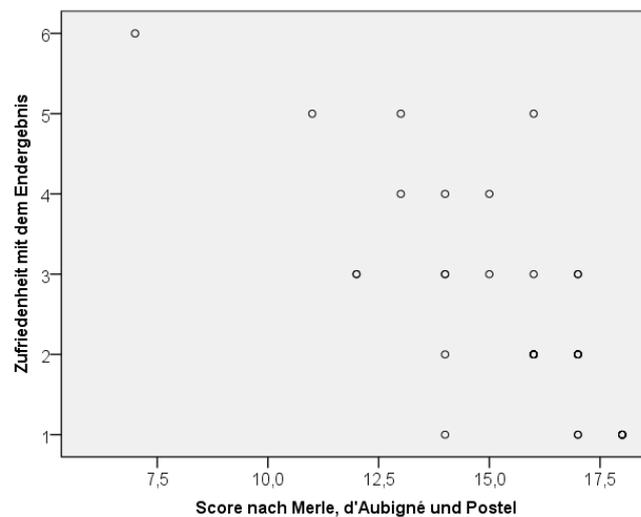


Abbildung 41: Punktdiagramm Zufriedenheit und Score nach Merle

3.2.19 Bewegungsumfang

Der Bewegungsumfang des Hüftgelenks der Patienten war zum Teil stark eingeschränkt. Die größte Einschränkung zeigte sich bei Flexion und Rotation. Ein Zusammenhang der Bewegungen in der Frontal- und Sagittalebene mit der Beinlängendifferenz zeigte sich als unwahrscheinlich. Ein Zusammenhang mit den Rotationsbewegungen schien jedoch möglich ($p_{IR} = 0,058$, $p_{AR} = 0,092$). In beiden Fällen zeigte sich eine negative Korrelation. Je größer also der Beinlängenunterschied, umso geringer fiel die Rotation aus ($r_{IR} = -0,31$, $r_{AR} = -0,28$).

Bewegung	Minimum	Maximum	Mittelwert	SD	Sollwert
Flexion	40°	130°	104°	16°	130°
Abduktion	15°	45°	36°	8°	45°
Adduktion	5°	45°	26°	9°	30°
Innenrotation	0°	30°	20°	10°	40°
Außenrotation	5°	50°	27°	12°	50°

Tabelle 11: Bewegungsumfang

Ein Zusammenhang zwischen Patientenzufriedenheit und Bewegungsumfang schien zunächst nicht zu bestehen, wenn man den gesamten Bewegungsumfang untersuchte ($p_{gesamt} = 0,22$). Betrachtete man jedoch die Bewegungsumfänge für einzelne Bewegungen, wurde im Kruskal-Wallis-Test deutlich, dass Patienten mit eingeschränkter Flexion und Innenrotation weniger zufrieden waren ($p_{IR} = 0,054$, $p_{Flex} = 0,046$).

3.2.20 Schmerz

Die Patienten wurden im Rahmen des Harris Hip Scores zu ihren Schmerzen befragt. Diese Einteilung wurde hier übernommen. Ein Zusammenhang mit der Beinlängendifferenz konnte nicht festgestellt werden ($p_{\text{Kruskal-Wallis}} = 0,73$). Es konnte allerdings eine Übereinstimmung mit der Patientenzufriedenheit gezeigt werden ($p = 0,001$). Je stärker die angegebenen Schmerzen, umso schlechter wurde das Endergebnis bewertet ($r_{\text{Pearson}} = 0,53$) und umso mehr fühlten sich die Patienten in ihrer Lebensqualität eingeschränkt ($p = 0,000$; $r_{\text{Pearson}} = 0,72$).

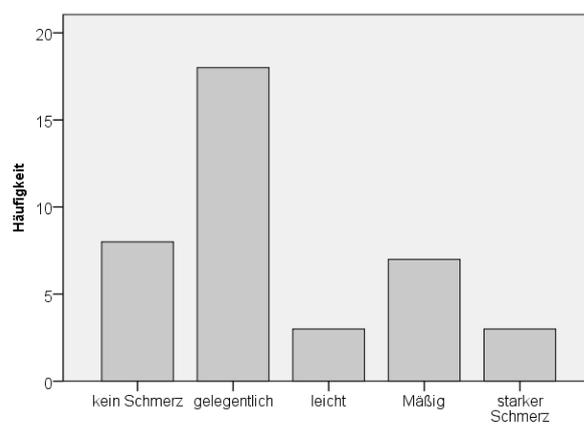


Abbildung 42: Schmerz

3.3 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

3.3.1 Demografische Besonderheiten des Patientenkollektivs

Es fiel auf, dass bei dieser vergleichsweise jungen Patientengruppe fast zwei Drittel an Begleiterkrankungen litten. Hierbei konnte jedoch lediglich bei Patienten mit Diabetes mellitus eine Tendenz zu größeren Beinlängenunterschieden gezeigt werden, wenngleich diese statistisch nicht signifikant war. Bei Osteoporose hingegen war kein Unterschied feststellbar. Bei männlichen Patienten fiel außerdem die Beinlängendifferenz wesentlich größer aus, als bei weiblichen.

3.3.2 Mögliche Sinterungsbeeinflussende Faktoren

Es zeigten sich weitere, statistisch nicht signifikante Einflussfaktoren, bei denen in Box-plots eindeutige Tendenzen zu erkennen waren. Patienten mit NSAR-Einnahme, oralen Antidiabetika und Alkohol- oder Nikotinkonsum wiesen eine Tendenz zu größerer Beinlängendifferenz auf. Patienten mit Statin-Einnahme zeigten eine Tendenz zu geringerer Beinlängenverkürzung.

3.3.3 Teilbelastung

Die Sinterung war umso geringer, je länger die verordnete Teilbelastung war ($\rho_{\text{Spearman}} = 0,086$, $r_s = -0,309$).

3.3.4 Beinlängendifferenz und röntgenologisch vermessene Differenz

Ein Zusammenhang mit der klinisch gemessenen Beinlängenverkürzung und der auf den Röntgenbildern ermittelten Differenz konnte nicht festgestellt werden ($\rho_{6 \text{ Wochen}} = 0,57$; $\rho_{\text{gesamt}} = 0,54$).

3.3.5 Osteosyntheseverfahren und Frakturart

Zwischen Osteosyntheseverfahren und Beinlängendifferenz bestand ein Zusammenhang ($p = 0,023$). Die größte Differenz war bei Patienten mit PFN festzustellen (MW = 1,4 cm), gefolgt von Patienten mit einer DHS (MW = 1,1 cm), einer TEP (MW = 0,8 cm) und kanülierten Schrauben (MW = 0,5 cm).

Auch Frakturart und Differenz hingen miteinander zusammen ($p = 0,025$). Kombinierte Frakturen zeigten den größten Beinlängenunterschied. Sub- und pertrochantäre Frakturen lagen im Mittelfeld und Schenkelhalsfrakturen wiesen kaum eine Verkürzung auf.

3.3.6 Komplikationen

Zwischen Komplikationen und der Beinlängendifferenz war ein Zusammenhang wahrscheinlich ($p = 0,017$). Patienten mit Kopfnekrose und ohne Komplikationen hatten die geringste Differenz, gefolgt von Patienten mit Nagelbruch und Nagelwechsel, periprothetischer Schaftfraktur, Pseudarthrose, Nagelbruch und Infektion des Osteosynthesematerials.

Zwischen Komplikationen und Osteosynthesematerial bestand ebenfalls ein signifikanter Zusammenhang ($p = 0,015$). Die DHS stellte das risikoärmste Verfahren dar, gefolgt von kanülierten Schrauben. Der PFN zeigte die meisten Komplikationen.

Femurkopfnekrosen traten ausschließlich bei kanülierten Schrauben auf und Pseudarthrosen und periprothetische Frakturen ausschließlich bei proximalen Femurnägeln. Die dynamische Hüftschraube zeigte die geringsten osteosyntheseabhängigen Komplikationen.

Zwischen Folgeoperationen und resultierender Beinlängendifferenz bestand ebenfalls ein Zusammenhang ($p = 0,019$). Patienten ohne Folgeoperationen oder mit Hüft-TEP zeigten die geringste Differenz. Patienten mit Nagelbruch und Nagelwechsel, periprothetischer Schaftfraktur oder Pseudarthrose zeigten eine zunehmende Sinterung.

Bei einer Frakturheilung, die länger als sechs Wochen dauerte, resultierte ebenfalls eine stärkere Beinverkürzung ($p = 0,003$).

3.3.7 Auswertung der Scores

Die beiden verwendeten Scores korrelierten stark miteinander ($p = 0,000$). Zwischen Beinlängenunterschied und dem Abschneiden in den Scores bestand ebenfalls eine starke Korrelation ($p_{\text{Harris}} = 0,047$; $p_{\text{Merle}} = 0,079$). Es konnte außerdem ein Zusammenhang zwischen Zufriedenheit und den Scores gezeigt werden ($p_{\text{Harris}} = 0,002$; $p_{\text{Merle}} = 0,001$).

3.3.8 Bewegungsumfang

Bei größerem Beinlängenunterschied zeigte sich eine zunehmende Einschränkung in Innen- und Außenrotation ($p_{\text{IR}} = 0,058$; $p_{\text{AR}} = 0,092$). Patienten mit eingeschränkter Flexion und Innenrotation waren weniger zufrieden mit dem Endergebnis ($p_{\text{IR}} = 0,054$; $p_{\text{Flex}} = 0,046$).

3.3.9 Patientenzufriedenheit

Zwischen Zufriedenheit und Beinlängenunterschied bestand ein diskreter Zusammenhang. Ebenso zwischen subjektiv empfundener Einschränkung und der Beinlängendifferenz. Außerdem schienen Patienten mit Hüft-Prothesen weniger zufrieden zu sein, als Patienten mit kopferhaltenden Verfahren. Schmerzen und Patientenzufriedenheit, beziehungsweise empfundene Einschränkung korrelierten sehr stark miteinander ($p_{\text{Zufriedenheit}} = 0,001$; $p_{\text{Einschränkung}} = 0,000$).

Außerdem zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Patientenzufriedenheit und dem Osteosyntheseverfahren. Am unzufriedensten waren Patienten, die zusätzlich zum PFN Cerclagen erhielten. Dennoch waren Patienten mit PFN insgesamt die zufriedenste Gruppe. Patienten, die mit Schrauben versorgt wurden, lagen im Mittelfeld und Patienten mit einer DHS waren am wenigsten zufrieden.

4. Diskussion

4.1 Diskussion von Material und Methoden

Ziel dieser Studie war es, das Versorgungsergebnis proximaler Femurfrakturen bei jungen und potenziell gesunden Patienten zu untersuchen. Obwohl das Höchstalter der Patienten bei 65 Jahren festgelegt wurde, zeigten diese teilweise bereits multiple oder schwerwiegende Erkrankungen. Dadurch ist das Kollektiv der vorliegenden Studie eher mit einer geriatrischen Patientengruppe zu vergleichen.

Des Weiteren konnten aufgrund der Altersbeschränkung – trotz des relativ großen Rekrutierungszeitraums – nur wenig Patienten mit proximalen Femurfrakturen gefunden werden. Die daraus resultierende eher geringe Fallzahl und der kleine Anteil dynamischer Hüftschrauben limitieren daher die Aussagekraft dieser Statistik.

Die Messung der Beinlängendifferenz erfolgte mittels konventioneller Röntgenbilder und Brettchen-Methode. Eine radiologisch wesentlich genauere Messung stellt die Computertomografie dar. Aus Verfügbarkeitsgründen und vor allem unter dem Gesichtspunkt des Strahlenschutzes war diese Vermessung jedoch nicht möglich. Die Aussagekraft der klinischen Vermessung der Beinlängendifferenz wird durch etwaige Fehlhaltungen eingeschränkt. Das Verfahren der Brettchenmethode stellt jedoch unter den manuellen Messmethoden das exakteste dar.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil dieser Studie ist, dass alle radiologischen und klinischen Ergebnisse durch lediglich einen Untersucher erhoben wurden und dadurch eine Verfälschung der Messmethoden durch mehrere Untersucher minimiert werden konnte. Durch den direkten Patientenkontakt bei der Nachuntersuchung konnten außerdem erheblich genauere Informationen erfragt werden, als durch reine Patientenakten-Recherche.

Zudem wurden alle Patienten am gleichen Traumazentrum behandelt und dadurch Unterschiede bei Operationsverfahren oder Nachbehandlung verringert.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

4.2.1 Demografische Besonderheiten des Patientenkollektivs

In dieser Arbeit wurden zwar ausschließlich junge Patienten untersucht, betrachtet man jedoch das Patientenkollektiv genauer, so fällt auf, dass die meisten der untersuchten Personen bereits multipel und zum Teil schwer vorerkrankt waren. Durch Erkrankungen wie geistige Behinderung, Diabetes mellitus oder Osteoporose waren die Patienten sowohl kognitiv, als auch körperlich stark beeinträchtigt und damit ähnlich zu beurteilen, wie eine geriatrische Patientengruppe. Dies wird insbesondere klar, wenn man die Frakturursachen untersucht. Hauptsächlich führten nämlich einfache Stürze zu den Verletzungen und nicht Hochrasanztraumata, wie es bei jungen gesunden Patienten eigentlich zu erwarten wäre. Die Beobachtung, dass Patienten mit Diabetes mellitus eine stärkere Tendenz zu Beinlängenverkürzung aufwiesen, lässt sich durch die schlechtere Knochenqualität dieser Patienten erklären. In vielen Studien wurde bereits der Zusammenhang zwischen Diabetes und verminderter Knochenqualität gezeigt. Es resultiert sowohl ein erhöhtes Risiko für Frakturen, als auch schlechtere Konsolidierungsverhältnisse (Jackuliak/Payer, 2014). Als zugrunde liegender Mechanismus wird eine durch Diabetes induzierte erhöhte TNF α -Konzentration vermutet, die mesenchymale Stammzellen schädigt (Ko et al., 2015).

Bei Patienten mit Osteoporose zeigte sich erstaunlicherweise keine gesteigerte Tendenz zu Beinlängenverkürzung. In vielen Studien konnte jedoch der Einfluss von Osteoporose auf die Frakturkonsolidierung nachgewiesen werden. Namkung-Matthai et al. beschrieben eine Reduktion der Knochendichte im osteoporotischen Kallusbereich und eine verzögerte Heilung mit nur schwacher Entwicklung reifer Knochenmatrix. Außerdem ist der osteoporotische Kallus in biomechanischen Gesichtspunkten – wie etwa Stabilität – dem gesunden heilenden Knochen unterlegen (Namkung-Matthai et al., 2001). Auch aktuelle Studien konnten diese Ergebnisse reproduzieren und zeigten, dass Osteoporose zu verzögerter Frakturheilung und schlechteren biomechanischen Eigenschaften führt (Chen et al., 2016). Dieser Zusammenhang wurde in der hier durchgeführten Studie jedoch nicht festgestellt. Ein Grund dafür könnte sein, dass sich Patienten mit bekannter Osteoporose bereits in medikamentöser Behandlung befanden und dadurch die Effekte der Erkrankung auf die Knochenheilung abgeschwächt wurden. Zudem waren das junge Patientenkollektiv – im Gegensatz zu einer geriatrischen Patientengruppe – besser in der Lage die verordnete Teilbelastung durchzuführen und konnte dadurch den heilenden Knochen entlasten.

Es war außerdem auffällig, dass männliche Patienten eine wesentlich größere Beinlängendifferenz aufwiesen als weibliche Patienten. Dieser Zusammenhang wurde bereits 2005 von Endo et al. beschrieben, die feststellten, dass männliches Geschlecht bei Femurfrakturen ein Risikofaktor für postoperative Komplikationen und Mortalität darstellt (Endo et al., 2005). Eine Begründung hierfür könnte sein, dass sich Männer im Vergleich zu Frauen gleichen Alters meist in schlechterem Gesundheitszustand befinden (Waure et al., 2015). So zeigten Männer auch in der Studie von Endo et al. eine höhere ASA-Klassifikation als gleichaltrige Frauen.

4.2.2 Mögliche Sinterungsbeeinflussende Faktoren

Viele Substanzen sind in der Lage, die Knochenheilung positiv oder negativ zu beeinflussen. Auch in dieser Studie waren Tendenzen zu erhöhter Fraktursinterung bei Patienten unter Einnahme bestimmter Substanzen zu erkennen.

Patienten, die an Diabetes mellitus erkrankt waren, zeigten eine solche Tendenz. Dies lässt sich jedoch nicht durch die Krankheit allein erklären. Aktuelle Studien kamen zu dem Ergebnis, dass Biguanide und andere Medikamentenklassen zur Blutzuckereinstellung zwar eine normoglykämie Stoffwechsellage erzielen können und dadurch Schäden mindern, die Medikamente selbst haben jedoch antiosteogenetische Wirkung und beeinflussen den Knochenaufbau negativ (Simpson et al., 2015).

Auch bei nicht-steroidalen-Antirheumatika werden seit Längerem negative Effekte auf die Knochenheilung vermutet. Im Tiermodell wurde dieser Zusammenhang bereits für mehrere Wirkstoffe wie zum Beispiel Diclofenac nachgewiesen (Beck et al., 2003). Durch die Hemmung der Synthese von Prostaglandin, welches bei der Regulierung von Osteoblasten und -klasten eine wichtige Rolle spielt, wird somit in den Knochenstoffwechsel eingegriffen. Der vermutete hemmende Effekt auf den Knochenaufbau wird sich bei der Prophylaxe heterotoper Ossifikationen zunutze gemacht (Kan et al., 2015). Dennoch waren in vivo Studien zum Zusammenhang zwischen NSARs und verzögerter Knochenheilung an menschlichen Probanden wenig eindeutig. Die Ergebnisse werden kontrovers diskutiert. Derzeit wird empfohlen, den Einsatz von NSARs bei Knochenbrüchen unter anderem wegen gastrointestinaler Nebenwirkungen gründlich abzuwägen – allerdings wird nicht explizit davon abgeraten (Kurmish et al., 2012; Lam, 2014). In der vorliegenden Studie zeigten Patienten mit langjähriger NSAR-Einnahme erhöhte Beinlängendifferenzen. Das könnte an dem vermuteten antiosteogenetischen Effekt der Medikamente liegen. Es ist aber auch

denkbar, dass kein kausaler Zusammenhang besteht und Patienten mit schlechteren Ergebnissen in der Knochenheilung vermehrt unter Schmerzen leiden. Nachdem NSARs allerdings eine favorisierte Wirkstoffgruppe bei der Behandlung von Schmerzen nach Frakturen sind, sollte dem Verdacht einer negativen Beeinflussung auf den Heilungsprozess in weiteren Studien nachgegangen werden.

Die Tendenz zu schlechteren Heilungsergebnissen beim Konsum von Genussmitteln, die sich in dieser Studie zeigte, stimmt mit Erkenntnissen anderer Studien überein. Es ist bekannt, dass Nikotinkonsum bei Frakturen sowohl die mittlere Heilungszeit, als auch das Risiko für Pseudarthrosen erhöht. Außerdem werden weitere Komplikationen begünstigt, wie etwa Wundinfekte oder verlängerte Weichteilheilung (Scolaro et al., 2014).

Chronischer Alkoholkonsum und Alkoholabhängigkeit führen oftmals zu einem Mangelernährungszustand. Anabole Prozesse sind hierbei aufgrund des Minderangebots von Substraten limitiert. Jedoch führt auch akuter Alkoholkonsum während der Bruchheilung zu Störungen der Osteosynthese. In aktuellen Studien wurde bei akuter Alkoholexposition eine signifikant verminderte Kallusbildung nachgewiesen. Verantwortlich hierfür sind zum einen die oxidative Wirkung des Alkohols, die direkt mesenchymale Stammzellen schädigt und deren Differenzierung hemmt. Zum anderen greift Alkohol auch in molekulare Mechanismen ein. Die Steuerung der Differenzierung erfolgt über den sogenannten Wnt-Signalweg. Alkohol hemmt Transkriptionsfaktoren dieser Signalkette und fördert zusätzlich durch oxidativen Stress die Bildung antagonistisch wirkender Transkriptionsfaktoren (Roper et al., 2016; Lauing et al., 2012).

Einige Wirkstoffe, deren Wirksamkeit bereits in anderen Studien nachgewiesen wurde, beeinflussten die Knochenheilung und damit die nachfolgende Beinlängendifferenz positiv. Patienten unter Simvastatin-Einnahme zeigten eine solche Tendenz. Moshiri et al. beschrieben eine durch Simvastatin erhöhte Osteoblastenaktivität und verminderte Apoptoserate. Die Osteoklastenbildung wird außerdem zusätzlich gehemmt (Moshiri et al., 2016). Außerdem könnte das Ausbleiben der erwarteten Fraktursinterung bei Patienten mit Osteoporose nicht nur daran liegen, dass die Minderung der Knochendichte durch Medikamente verhindert wird. Eventuell haben die Medikamente selbst eine positive Wirkung auf die Knochenheilung. Viele aktuelle Studien befassen sich mit der Wirkung antiosteoporotischer Medikation auf Frakturheilung. Diese kommen teilweise zu unterschiedlichen Ergebnissen: Für Bisphosphonate wird durch die Hemmung von Osteoklasten in einigen Studien zwar ein geringes Risiko für verzögerte Knochenheilung beschrieben, die biomechanischen Eigenschaften des geheilten Knochens scheinen allerdings nicht gemindert zu sein.

Andere Studien zeigten wiederum keine Heilungsverzögerung, sondern bessere Fixierung von Implantaten im osteosynthetisch versorgten Knochen durch die Anwendung von Bisphosphonaten. Für Strontium-Ranelat wird in osteoporotischem Knochen eine verstärkte Kallusbildung, -reifung und -mineralisation vermutet. Calcitonin und Parathormon fördern in einigen Studien ebenfalls die Knochenheilung (Barvencik, 2015; Hegde et al., 2016; Silverman et al., 2016). Um die genaue Wirkungsweise und die möglichen Vorzüge dieser Medikamente auf die Frakturheilung auch im gesunden Knochen darstellen zu können, besteht weiterer Forschungsbedarf mit großem Potential.

4.2.3 Teilbelastung

Eine Korrelation zwischen Beinlängendifferenz und der verordneten Teilbelastung zeigte sich als sehr wahrscheinlich. Dabei waren die Ergebnisse umso besser, je länger die Teilbelastung verordnet wurde. Es fanden sich zu diesem Zusammenhang allerdings kaum passende Studien.

Bei älteren Patienten ist aufgrund der sich durch Immobilität ergebenden Komplikationen eine möglichst schnelle Vollbelastung notwendig. Für unzementierte Hüft-Prothesen wurde zudem gezeigt, dass durch eine frühe Vollbelastung keine Nachteile für den Patienten entstehen (Hol et al., 2010). Für kopferhaltende Osteosyntheseverfahren ließen sich keine derartigen Studien finden. Es konnte allerdings im Tiermodell festgestellt werden, dass eine Vollbelastung von Frakturen sogar förderlich für deren Heilung und Stabilität sein kann (Sarmiento et al., 1977; Rueff-Barroso et al., 2008), wobei es sich in diesen Studien nicht um osteosynthetisch therapierte Frakturen handelte.

Immer wieder werden jedoch Zweifel an Wirksamkeit und Umsetzbarkeit von Teilbelastung laut. Vasarhelyi et al. beschrieben in ihrer Studie, dass Patienten nicht in der Lage sind, die verordnete Teilbelastung adäquat umzusetzen (Vasarhelyi et al., 2006). Durch Biofeedback-Methoden könnten bessere Resultate erzielt werden.

Um klarzustellen, ob konsequente Teilbelastung bei jüngeren Patienten tatsächlich förderlich für die Frakturheilung ist, sind weitere Studien nötig (Kubiak et al., 2013), vor allem wenn man sich die Relevanz dieser Fragestellung vor Augen führt.

4.2.4 Beinlängendifferenz und röntgenologisch vermessene Differenz

In dieser Studie konnte – anders als erwartet – zwischen der an Röntgenbildern vermessenen Fraktursinterung und der klinisch erhobenen Beinlängendifferenz keinerlei Zusammenhang festgestellt werden. Die röntgenologisch vermessene Sinterung bildet aus verschiedenen Gründen womöglich nicht die klinische Realität ab. Das könnte zum einen an geometrischer Unschärfe liegen. Diese entsteht dadurch, dass der Röntgenfokus nicht punktförmig sondern flächenförmig ist und somit außerhalb des Zentralstrahls Verzerrungen entstehen und das geröntgte Objekt in peripheren Bereichen nicht mehr maßstabsgetreu abgebildet wird. Ein weiterer Grund könnte ein unterschiedlicher Abstand des Patienten zum Röntgenfilm beziehungsweise -fokus sein (Reiser/Bartenstein, 2012). Befindet sich ein Objekt etwas näher am Fokus und dadurch in größerer Distanz zum Röntgenfilm, erscheint es auf der Aufnahme größer. Obwohl die Aufnahmen geometrisch kalibriert und mit Körperkontakt zum Film entstehen, ist es äußerst unwahrscheinlich, dass ein Patient bei unterschiedlichen Röntgenuntersuchungen immer exakt dieselbe Position einnehmen kann. Eine wesentlich genauere bildgebende Untersuchungsmethode stellt die Computertomografie dar. Vergleicht man die computertomografisch vermessene Beinlängendifferenz nach Femurfrakturen in anderen Studien, fallen diese ähnlich aus, wie die klinisch gemessenen Werte in der vorliegenden Untersuchung (Herscovici/Scaduto, 2014). Die resultierende Beinlängenverkürzung liegt hierbei jeweils im Zentimeter-Bereich. Eine Sinterung im Millimeter-Bereich, die anhand der Röntgenbilder festgestellt wurde, ist dagegen wesentlich geringer als zu erwarten wäre. Dieser Zusammenhang wurde bereits in mehreren Studien festgestellt. Computertomografische Messungen bilden wesentlich genauer als Röntgenbilder ab und die Größe gemessener Objekte wird auf Röntgenbildern oftmals unterschätzt (Tisdale et al., 2007; Kjellberg et al., 2012; Chadayammuri et al., 2015). Obwohl für die Auswertung von Röntgenbildern eine hohe Interobserver-Zuverlässigkeit und Intraobserver-Reproduzierbarkeit gezeigt werden konnte, fallen die Messungen dennoch häufig anders aus als in der CT. Wenn also die Messung absoluter Werte nötig ist, sollten kostspieligere aber auch zuverlässigere CT-Untersuchungen Röntgenbildern vorgezogen werden. Harris et al. kamen jedoch zu dem Schluss, dass zur Quantifizierung eines Beinlängenunterschieds eine klinische Untersuchung zuverlässiger und relevanter ist, als CT-morphologische Vermessungen (Harris et al., 2005).

4.2.5 Osteosyntheseverfahren und Frakturart

In der vorliegenden Studie wurde sowohl ein Zusammenhang zwischen Beinlängendifferenz und Frakturart, als auch zwischen Beinlängendifferenz und Osteosyntheseverfahren festgestellt. Dies lässt sich vor allem dadurch erklären, dass es für die unterschiedlichen Frakturtypen oftmals bestimmte operative Versorgungstechniken gibt, die für die folgende Beinlängendifferenz verantwortlich sind.

Schenkelhalsfrakturen wurden größtenteils durch kanülierte Schrauben versorgt, weshalb beide Variablen mit sehr ähnlicher Sinterung einhergingen. Pertrochantäre Frakturen wurden mit einer DHS oder einem PFN behandelt und neigten daher wie diese Osteosyntheseverfahren vermehrt zu Verkürzung. Ebenso verhielt es sich bei subtrochantären Frakturen, die ausschließlich mittels PFN therapiert wurden und daher mehr Sinterung zeigten. Kombinierte Frakturen wiesen die größte Beinlängendifferenz auf und wurden ebenfalls mittels PFN versorgt. Hierbei ist es jedoch wahrscheinlich, dass die Frakturart die Beinverkürzung maßgeblich bedingt. Durch multiple Frakturzonen entsteht ein größerer Knochendefekt, der nur schwer durch ein Osteosyntheseverfahren wieder auszugleichen ist. Patienten, die im Verlauf eine Hüftprothese erhielten, zeigten nur eine geringe Differenz, da eventuell bestehende Beinlängenunterschiede durch die Wahl der Prothese ausgeglichen werden können.

Studien, die den Zusammenhang zwischen Beinlängendifferenz und Osteosyntheseart untersuchen, gibt es kaum. Für intertrochantäre Trümmerbrüche mit dem Hauptfrakturspalt entlang der intertrochantären Linie und multiplen weiteren Frakturlinien (Typ II nach Boyd und Griffin) wurde eine vergleichende Studie durchgeführt (Jonnes et al., 2016). Diese berücksichtigte nicht nur Komplikationen, sondern auch das Ausmaß der Fraktursinterung, bei der die DHS verglichen mit intramedullären Kraftträgern wesentlich schlechter abschnitt. Bei pertrochantären Frakturen zeigte die DHS verglichen mit dem PFN ebenfalls eine statistisch nicht signifikant ausgeprägtere Fraktursinterung (Knobe et al., 2009).

Diese Ergebnisse stimmen nicht mit denen der vorliegenden Studie überein. Hier zeigte die Versorgung mittels PFN die größte Beinlängendifferenz. Ein Grund hierfür könnte die nur geringe Fallzahl der mit einer DHS versorgten Patienten sein. Ein möglicher weiterer Grund ist die längere Dauer der Teilbelastung, die Patienten mit einer DHS empfohlen wird.

Siavashi et al. verglichen postoperative Resultate von dynamischen Hüftschrauben und kanülierten Schrauben bei Schenkelhalsfrakturen (Siavashi et al., 2015). Es zeigte sich

ein nicht signifikanter Unterschied in der nachfolgenden Beinlängendifferenz zugunsten der DHS. Dieses Resultat konnte mit der vorliegenden Studie ebenfalls nicht bestätigt werden. Hier zeigte die DHS eine signifikant größere Sinterung als kanülierte Schrauben. Bei allen Studien wurden allerdings nur kleine Patientengruppen untersucht. Um die tatsächliche Auswirkung des Osteosyntheseverfahrens bei unterschiedlichen Frakturformen auf die Beinlänge zu untersuchen, sind mehr Studien mit wesentlich größeren Patientenkollektiven notwendig.

4.2.6 Komplikationen

Zwischen Komplikationen und Beinlängendifferenz konnte ein Zusammenhang festgestellt werden, was logisch erscheint. Patienten ohne Komplikationen oder mit Kopfnekrose hatten die geringste Differenz. Bei einer Kopfnekrose muss der Femurkopf entfernt und durch eine TEP ersetzt werden. Bei diesem Operationsverfahren kann der Operateur Einfluss auf die Beinlänge nehmen und eine etwaige Differenz ausgleichen.

Patienten mit Nagelbruch und Nagelwechsel, periprothetischer Schafffraktur, Pseudarthrose sowie Nagelbruch und Infektion des Osteosynthesematerials zeigten eine wesentlich größere Beinlängendifferenz. Bei diesen Komplikationen kommt es durch erneutes Eröffnen der bestehenden Frakturzone oder Bildung eines weiteren Bruchspalts zu einem größeren Knochendefekt und dadurch zu vermehrter Sinterung. Patienten, bei denen die Fraktur verzögert heilte, zeigten ebenfalls einen größeren Beinlängenunterschied. Dieser Zusammenhang spiegelte sich auch bei Folgeoperationen wider. Auch hier wiesen Patienten, die keine Folgeoperationen benötigten oder denen eine Prothese implantiert wurde, die geringste Differenz auf. Patienten, bei denen das Osteosynthesematerial gewechselt werden oder gar eine Pseudarthrose angefrischt werden musste, zeigten deutlich mehr Fraktursinterung.

Die Komplikationsraten der einzelnen Osteosyntheseverfahren unterschieden sich signifikant. Ließ man allgemeine Komplikationen, wie etwa Muskelfaserrisse oder Infektionen außer Acht und berücksichtigte nur osteosyntheseabhängige Komplikationen, schnitt die DHS am besten ab. Hier zeigte sich nur eine Implantatlockerung. Kanülierte Schrauben lagen im Mittelfeld und zeigten als einziges Verfahren Femurkopfnekrosen. Der PFN schnitt am schlechtesten ab. Hier traten Pseudarthrosen, periprothetische Schafffrakturen und Nagelbrüche auf.

Vergleichende Studien, die diese drei Osteosyntheseverfahren untersuchen, sind selten.

Viele Studien befassen sich aber mit jeweils zwei dieser Verfahren. Die Ergebnisse sind zum Teil jedoch sehr widersprüchlich.

Imren et al. führten eine vergleichende Studie zu allen drei Osteosyntheseverfahren bei basocervikalen Femurfrakturen durch. Das Hauptaugenmerk lag hierbei auf Belastungsobergrenzen, wobei sich der PFN als das stabilste Implantat den beiden anderen überlegen zeigte (Imren et al., 2015). Dieses Ergebnis steht im Kontrast zu den hier aufgetretenen Komplikationen, bei denen es beim PFN am häufigsten zu Implantatversagen kam.

Für stabile pertrochantäre (Wagner et al., 1996; Parker/Handoll, 1996) und alle intertrochantären Frakturen wird aufgrund niedrigerer Komplikationsraten und weniger Revisionseingriffe (Aros et al., 2008) in einigen Studien zur DHS anstelle des PFNs geraten. Andere Forschungsarbeiten wiederum empfehlen sowohl bei instabilen pertrochantären Frakturen (Klinger et al., 2005), als auch bei allen anderen pertrochantären Frakturtypen (Shen et al., 2013) einen PFN anstatt einer DHS. Für subtrochantäre Frakturen wird ebenfalls zum PFN geraten (Wang et al., 2014). Hier stellt aufgrund des Frakturverlaufs ein intramedullärer Kraftträger die mechanisch sinnvollste Lösung dar.

In den meisten Studien, die DHS und PFN vergleichen, wird darauf hingewiesen, dass eine unzureichende Datenlage vorherrscht. Es wird bemängelt, dass trotz des häufigen Gebrauchs dieser Implantate kaum Studien vorliegen, die sich ausreichend mit den klinischen Konsequenzen und Komplikationen befassen und daher Operateuren keine wissenschaftlich fundierte Entscheidungshilfe geboten werden kann (Nyholm et al., 2016). Die Studienlage, die kanülierte Schrauben mit der DHS vergleicht, zeigt einheitlichere Ergebnisse. Die DHS zeigt signifikant weniger Komplikationen, schnellere Heilung und ein besseres funktionelles Outcome. Sie wird vor allem für junge Patienten mit Schenkelhalsfrakturen in Kombination mit einer Antirotationsschraube empfohlen (Chen et al., 2011; Hou/Xu, 2015; Siavashi et al., 2015).

Ungeachtet der unterschiedlichen Komplikationsraten während der Frakturkonsolidierung konnte allerdings in einigen Studien gezeigt werden, dass die Patientengruppen nach einem Jahr im Harris Hip Score ähnliche Ergebnisse erzielen konnten (Jonnes et al., 2016; Chen et al., 2011). Dies relativiert den Einfluss unterschiedlicher Osteosyntheseverfahren auf das Langzeitergebnis.

Aufgrund der niedrigen Fallzahlen und vor allem der wenigen Patienten, die eine DHS erhielten, kann auch die vorliegende Studie keine abschließende Empfehlung geben. Die

hohe Komplikationsrate bei Patienten mit PFN sollte allerdings einen Anstoß geben, weniger zurückhaltend mit der Implantation einer DHS zu sein, wenn es der Frakturverlauf zulässt. Ebenso verhält es sich bei Schenkelhalsfrakturen. Die aktuelle Forschungslage und die Ergebnisse der hier durchgeführten Studie deuten an, dass eine DHS besonders bei jungen Patienten zu besseren Ergebnissen führt, als die gängige Versorgung durch kanülierte Schrauben. Um eine wissenschaftlich fundierte Grundlage für die optimale Frakturversorgung zu schaffen, sind dringend weitere Studien mit größeren Patientenkollektiven nötig.

4.2.7 Auswertung der Scores

Der Harris Hip Score und der Score nach Merle, d'Aubigné und Postel korrelierten stark miteinander. Dieser Zusammenhang konnte bereits in mehreren Studien festgestellt werden (Øvre et al., 2005; Döring et al., 2016) und spricht dafür, dass die Scores zuverlässig den gleichen Sachverhalt darstellen. Es werden allerdings gerade bei jungen, agilen Patienten Nachteile klar. Beide Scores fragen nur einfache Tätigkeiten ab, sodass Patienten mit sehr guten Ergebnissen nicht ausreichend und differenziert genug evaluiert werden können (Wamper et al., 2010).

Es ließ sich außerdem eine Korrelation zwischen Scorewerten und Patientenzufriedenheit erkennen. Für Patienten nach Hüftarthroskopie wurde dies bereits durch Aprato et al. beschrieben (Aprato et al., 2012). Für Patienten mit proximalen Femurfrakturen liegen bisher keine derartigen Studien vor. Die vorliegende Untersuchung zeigt jedoch, dass dieser Zusammenhang auch bei Femurfrakturen gültig ist.

Auch der Beinlängenunterschied hat einen Einfluss auf das Abschneiden in den Scores. Patienten mit größerer Differenz erzielten in beiden Scores signifikant schlechtere Ergebnisse. Daraus lässt sich ableiten, dass ein posttraumatischer Beinlängenunterschied durchaus mit Einbußen in Funktion und alltagsrelevanten Fähigkeiten einhergeht. Dies wurde in der Literatur bisher kaum untersucht. Betrachtet man also die starke Korrelation zwischen den Scores und Patientenzufriedenheit, so lässt sich zusammenfassend feststellen, dass beide Scores ein geeignetes Hilfsmittel zur Darstellung des postoperativen Funktionsstatus nach proximalen Femurfrakturen sind. Der Einfluss des Beinlängenunterschieds auf das postoperative Ergebnis und eventuell resultierende Einschränkungen sollte in weiterführenden Studien noch genauer untersucht werden.

4.2.8 Bewegungsumfang

Bei größerem Beinlängenunterschied zeigte sich bei den untersuchten Patienten eine zunehmende Einschränkung in Innen- und Außenrotation. In der Literatur lassen sich hierzu jedoch keinerlei passende Studien finden. Die Arbeiten, die die Auswirkung von Beinlängendifferenz auf Funktion und Gangbild untersuchen, legen zum einen entweder ihren Fokus auf angeborene Beinverkürzungen oder auf Unterschiede nach Hüftprothesen. Außerdem werden bei den Untersuchungen meist nur Scorewerte, Schmerzen oder Unterschiede im Gangbild in Betracht gezogen. Die tatsächliche Einschränkung auf definierte Teilbewegungen wie Rotation oder Flexion wird dagegen nicht untersucht und lässt sich daher nicht mit den gewonnenen Erkenntnissen vergleichen. Studien, die sich mit posttraumatischer Beinlängendifferenz bei proximalen Femurfrakturen und daraus resultierender Bewegungseinschränkung beschäftigen, sind nicht zu finden.

Die Relevanz der Bewegungseinschränkung zeigte sich jedoch bei der Patientenzufriedenheit, da Patienten mit eingeschränkter Flexion und Innenrotation tendenziell weniger zufrieden mit dem Endergebnis waren.

Weitere Untersuchungen zum Einfluss der Beinlängendifferenz auf die Beweglichkeit des Hüftgelenks sind nötig, um die Ergebnisse dieser Studie bewerten zu können.

4.2.9 Patientenzufriedenheit

Der Einfluss der Beinlängendifferenz auf die Patientenzufriedenheit wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Es finden sich einige Studien, die vor allem die Bedeutung einer Beinverlängerung (Mahmood et al., 2015) – seltener einer Verkürzung – nach Implantation einer Hüftprothese untersuchen. Studien, die sich auf posttraumatische Beinlängenunterschiede konzentrieren, gibt es jedoch kaum. Daher bezieht sich die im Folgenden diskutierte Literatur nur auf Studien zur Beinlängendifferenz nach Hüftendoprothetik.

Zwischen Zufriedenheit und Beinlängenunterschied bestand in der hier durchgeführten Studie ein diskreter Zusammenhang. Ebenso zwischen subjektiv empfundener Einschränkung der Lebensqualität und der Beinlängendifferenz. El Bitar et. al machten den postoperativen Beinlängenunterschied als einen Hauptgrund für Patientenunzufriedenheit nach endoprothetischen Maßnahmen verantwortlich (El Bitar et al., 2015). Weitere Studien beschrieben bei zunehmender Beinlängenverkürzung ebenfalls eine Abnahme der Patientenzufriedenheit und eine Verschlechterung in Gangbild und Schmerzsymptomatik (Röder et al., 2012; Pakpianpairoj, 2012; Zhang et al., 2015). Andere Studien wiederum stellen

zwar mit Zunahme der Beinlängendifferenz eine Zunahme von Schmerz und Auffälligkeiten im Gangbild fest, jedoch nur marginale Effekte auf die Zufriedenheit und das Abschneiden im Harris Hip Score (Plaass et al., 2011). Whitehouse et al. verglichen mehrere Arbeiten zum Effekt der Beinlängendifferenz auf die Patientenzufriedenheit und konnten keinen eindeutigen Beweis für eine Beeinflussung finden (Whitehouse et al., 2013). Die Ergebnisse der hier durchgeführten Studie deuten jedoch eine Beeinflussung der Lebensqualität und Patientenzufriedenheit durch posttraumatische Beinlängendifferenz an. Diesem Verdacht sollte in größer angelegten Studien weiter nachgegangen werden.

Schmerz war der Faktor, der die Lebensqualität und Zufriedenheit am meisten beeinflusste und die statistisch stärkste Korrelation zeigte.

Es fiel außerdem ein Unterschied bezüglich der Patientenzufriedenheit bei unterschiedlichen Osteosyntheseverfahren auf: Patienten mit Hüft-Prothesen schienen weniger zufrieden zu sein, als Patienten mit kopferhaltenden Verfahren. Ein Grund hierfür könnte sein, dass die Patienten Prothesen meist aufgrund von Komplikationen wie Femurkopfnekrosen erhielten und daher einen protrahierten Heilungsverlauf zu beklagen hatten. In der Gruppe der kopferhaltend Operierten waren die mit PFN und Cerclagen versorgten Patienten am unzufriedensten. Cerclagen deuten auf eine ausgedehntere Fraktur und damit einen komplizierteren Heilungsprozess hin. Dennoch waren Patienten mit PFN insgesamt die zufriedenste Gruppe. Patienten, die mit Schrauben versorgt wurden, lagen im Mittelfeld und Patienten mit einer DHS waren am wenigsten zufrieden. Diese Ergebnisse überraschen, da der PFN die höchste Komplikationsrate der Osteosyntheseverfahren aufwies, die DHS die niedrigste. Dies scheint die Patientenzufriedenheit jedoch kaum zu beeinflussen.

Eine mögliche Erklärung könnte die geringe Fallzahl von DHS-Patienten und die daraus entstehende Verzerrung der Ergebnisse sein. Andere Studien zeigten allerdings auch im Langzeitergebnis gar keinen Unterschied bezüglich der Zufriedenheit zwischen den verschiedenen Osteosyntheseverfahren (Nuber et al., 2003; Watson et al., 2013).

5. Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, das funktionelle Ergebnis nach proximalen Femurfrakturen und den Einfluss einer posttraumatischen Beinlängendifferenz auf Funktion und Patientenzufriedenheit bei nichtgeriatrischen Patienten darzustellen.

Obwohl ausschließlich Patienten unter 65 Jahren berücksichtigt wurden, zeigte sich jedoch, dass diese größtenteils bereits multipel und teilweise schwer vorerkrankt waren. Häufig verursachten – wie bei geriatrischen Patientengruppen auch – Niedrigenergetraumata und nicht wie angenommen Hochrasanztraumata die Fraktur. Damit ist das untersuchte Patientenkollektiv unter diesen Gesichtspunkten ähnlich zu bewerten, wie ein geriatrisches Kollektiv.

Bei der Erhebung der Daten fiel auf, dass die auf Röntgenbildern vermessene Fraktursinterung lediglich eine Tendenz darstellte. Die klinisch erhobene Beinlängendifferenz fiel dagegen wesentlich größer aus. Bei der Beurteilung postoperativer Röntgenbilder sollte also bedacht werden, dass diese nicht die klinische Realität darstellen und das Ausmaß einer postoperativen Beinlängendifferenz oftmals unterschätzt wird.

Es wurden in dieser Studie einige Wirkstoffe identifiziert, die Einfluss auf die Frakturkonsolidierung und die daraus resultierende Beinlängendifferenz nahmen. So bestätigten sich die negativen Auswirkungen von Nikotin und Alkohol auf den Heilungsprozess, worauf jeder Patient hingewiesen werden sollte. Außerdem wurde eine stärkere Sinterung bei protrahierter NSAR-Einnahme festgestellt. Obwohl diese Medikamentklasse bei Frakturschmerz überwiegend eingesetzt wird, herrscht in der Forschung bisher allerdings Uneinigkeit über den negativen Einfluss auf die Frakturkonsolidierung. Diesem Verdacht sollte aufgrund der häufigen Einnahme daher weiter nachgegangen werden. Patienten hingegen, die Statine und Osteoporosemedikamente einnahmen, zeigten eine geringere Tendenz zu Beinlängenverkürzung. Diese Nebenwirkung wurde bereits an kleinen Patientkollektiven vorbeschrieben; groß angelegte Studien liegen allerdings bisher nicht vor, wären aufgrund der klinischen Relevanz aber nötig.

Des Weiteren wiesen Patienten eine umso geringere Fraktursinterung auf, je länger die verordnete Teilbelastung eingehalten wurde. Eine konsequente Entlastung scheint also positive Auswirkungen auf die längengerechte Frakturheilung zu haben.

Die Bedeutung der Wahl des Osteosyntheseverfahrens und deren Einfluss auf die Patientenzufriedenheit scheint jedoch überschätzt zu werden. Obwohl der PFN die höchste Komplikationsrate und die stärkste Sinterung zeigte, waren die damit versorgten Patienten

am zufriedensten. Zwar konnten auch andere Studien nachweisen, dass sich die Patientenzufriedenheit bei verschiedenen Osteosyntheseverfahren im Heilungsverlauf anglich. Aufgrund der geringen DHS-Fallzahlen der vorliegenden Untersuchung ist das Ergebnis nur eingeschränkt aussagefähig.

Im Gegensatz dazu wurde die Bedeutung der postoperativen Beinlängendifferenz für das funktionelle Ergebnis bisher wohl unterschätzt. Denn Patienten mit größerer Beinlängendifferenz schnitten schlechter in den verwendeten Scores ab. Es resultierten Einbußen in alltäglichen Bewegungsabläufen wie Treppensteigen, dem Bewegungsumfang und der Fähigkeit Sport zu treiben. Außerdem zeigte sich bei zunehmender Beinlängenverkürzung eine negative Beeinflussung der Lebensqualität und Patientenzufriedenheit.

Zudem wurden massive Auswirkungen einer proximalen Femurfraktur auf das weitere Leben junger Patienten nachgewiesen. 20 Prozent der Betroffenen waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung erwerbsunfähig. Des Weiteren verlängerte eine erhöhte Beinlängendifferenz signifikant die Zeit bis zur Wiedereingliederung ins Berufsleben. Zwei Drittel der Patienten gaben bei der Nachuntersuchung Beschwerden an und 20 Prozent fühlten sich nach der Verletzung in ihrer Lebensqualität stark eingeschränkt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Beinlängendifferenz im postoperativen Ergebnis eine große Rolle spielt. Denn je größer die Beinlängendifferenz war, umso unzufriedener waren die Patienten. Somit hat eine größere Fraktursinterung nicht nur negative ökonomische Auswirkungen, sondern beeinflusst auch die Lebensqualität junger Patienten negativ. Zur Optimierung des Behandlungsergebnisses sollte die Beinlängendifferenz bei einer Frakturversorgung so gering wie möglich gehalten werden.

6. Anhang

6.1 Abbildungsverzeichnis

- **Abbildung 1: AO-Klassifikation des proximalen Femurs**
AOTrauma, Flyer AO/OTA Fracture Classification.
<https://aotrauma.aofoundation.org/Structure/education/self-directed-learning/reference-materials/classifications/Pages/ao-ota-classification.aspx>
- **Abbildungen 2 – 6: Röntgenbilder**
Röntgenaufnahmen mit freundlicher Genehmigung des Memminger Klinikums
- **Abbildungen 7 – 42: SPSS-Grafiken**
Vivianne Schnurrenberger

6.2 Abkürzungsverzeichnis

- AO - Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
- ASA - American Society of Anesthesiologists
- CT - Computertomografie
- DC-Prothese - Duokopf-Prothese
- DHS - Dynamische Hüftschraube
- NSARs - nicht-steroidale-Antirheumatika
- PFN - Proximaler Femurnagel
- TEP - Totalendoprothese

6.3 Literaturverzeichnis

1. Aprato A, Jayasekera N, Villar RN. Does the Modified Harris Hip Score Reflect Patient Satisfaction After Hip Arthroscopy? *The American Journal of Sports Medicine* 2012; 40(11):2557–60.
2. Aros B, Tosteson ANA, Gottlieb DJ, Koval KJ. Is a Sliding Hip Screw or IM Nail the Preferred Implant for Intertrochanteric Fracture Fixation? *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466(11):2827–32.
3. Badii M, Wade AN, Collins DR, Nicolaou S, Kobza BJ, Kopec JA. Comparison of Lifts Versus Tape Measure in Determining Leg Length Discrepancy. *The Journal of Rheumatology* 2014; 41(8):1689–94.
4. Bartoníček J, Rammelt S. The history of internal fixation of proximal femur fractures Ernst Pohl—the genius behind. *International Orthopaedics (SICOT)* 2014; 38(11):2421–6.
5. Barvencik F. Medikamente und Knochenstoffwechsel. *Unfallchirurg* 2015; 118(12):1017–24.
6. Beck A, Krischak G, Sorg T, Augat P, Farker K, Merkel U et al. Influence of diclofenac (group of nonsteroidal anti-inflammatory drugs) on fracture healing. *Archives of orthopaedic and trauma surgery* 2003; 123(7):327–32.
7. Boy O, Hahn S, Kociemba E. Hüftgelenknahe Femurfraktur: BQS-Fachgruppe Orthopädie und Unfallchirurgie; 2008.
URL: http://www.bqs-qualitaetsreport.de/2008/ergebnisse/leistungsbereiche/hueft_femur/hueft-femur.pdf/view.
8. Bühren V, Keel M, Marzi I. Checkliste Traumatologie: 76 Tabellen. 7., komplett überarb. und erw. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012. (Checklisten der aktuellen Medizin).
9. Chadayammuri V, Garabekyan T, Jesse M, Pascual-Garrido C, Strickland C, Milligan K et al. Measurement of lateral acetabular coverage: a comparison between CT and plain radiography. *J Hip Preserv Surg* 2015:hmv063.
10. Chen L, Yang L, Yao M, Cui X, Xue C, Wang Y et al. Biomechanical Characteristics of Osteoporotic Fracture Healing in Ovariectomized Rats: A Systematic Review. *PLoS ONE* 2016; 11(4):e0153120.
11. Chen Z, Wang G, Lin J, Yang T, Fang Y, Liu L et al. [Efficacy comparison between dynamic hip screw combined with anti-rotation screw and cannulated screw in treating femoral neck fractures]. *Zhongguo xiu fu chong jian wai ke za zhi = Zhongguo xiufu chongjian waikexue zazhi = Chinese journal of reparative and reconstructive surgery* 2011; 25(1):26–9.
12. d'Aubigné RM, Postel M. The Classic: Functional Results of Hip Arthroplasty with Acrylic Prosthesis. *Clin Orthop Relat Res* 2009; 467(1):7–27.
13. d'Aubigné RM, Postel M. Functional results of hip arthroplasty with acrylic prosthesis. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1954; 36-A(3):451–75.
14. Döring R, Jentzsch T, Scheyerer MJ, Pfäffli W, Werner CML. The value of modular hemiarthroplasty for unstable femoral neck fractures in elderly patients with coxarthrosis. *BMC Musculoskelet Disord* 2016; 17(1):171.

15. Dresing K. Leitlinien Unfallchirurgie: Pertrochantäre Oberschenkelfraktur: Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie; 2015.
URL: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-002l_S2e_Pertrochantäre_Oberschenkelfraktur_2015-07.pdf.
16. El Bitar, Youssef F, Stone JC, Jackson TJ, Lindner D, Stake CE, Domb BG. Leg-Length Discrepancy After Total Hip Arthroplasty: Comparison of Robot-Assisted Posterior, Fluoroscopy-Guided Anterior, and Conventional Posterior Approaches. *American journal of orthopedics (Belle Mead, N.J.)* 2015; 44(6):265–9.
17. Endo Y, Aharonoff GB, Zuckerman JD, Egol KA, Koval KJ. Gender differences in patients with hip fracture: a greater risk of morbidity and mortality in men. *Journal of orthopaedic trauma* 2005; 19(1):29–35.
18. Firma Synthes. DHS/DCS System. Einschließlich LCP DHS und DHS Klinge; 2016. Operationstechnik. URL: http://synthes.vo.llnwd.net/o16/LLNWMB8/INT%20Mobile/Synthes%20International/Product%20Support%20Material/legacy_Synthes_PDF/DSEM-TRM-1114-0221-4a_LR.pdf.
19. Firma Synthes. PFNA. Proximaler Femurnagel Antirotation. Operationstechnik; 2016. URL: <http://synthes.vo.llnwd.net/o16/Mobile/Synthes%20International/KYO/Trauma/PDFs/016.000.398.pdf>.
20. Grifka J. Orthopädie und Unfallchirurgie: Für Praxis, Klinik und Facharztprüfung ; mit 155 Tabellen. Berlin [u.a.]: Springer; 2011.
21. Haas NP, Krettek C. Tscherne Unfallchirurgie: Hüfte und Oberschenkel. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2012. (SpringerLink : Bücher).
22. Haddad RJ, Skalley TC, Cook SD, Brinker MR, Cheramie J, Meyer R et al. Clinical and roentgenographic evaluation of noncemented porous-coated anatomic medullary locking (AML) and porous-coated anatomic (PCA) total hip arthroplasties. *Clinical orthopaedics and related research* 1990; (258):176–82.
23. Harris I, Hatfield A, Walton J. Assessing leg length discrepancy after femoral fracture: clinical examination or computed tomography? *ANZ journal of surgery* 2005; 75(5):319–21.
24. Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1969; 51(4):737–55.
25. Hegde V, Jo JE, Andreopoulou P, Lane JM. Effect of osteoporosis medications on fracture healing. *Osteoporos Int* 2016; 27(3):861–71.
26. Herscovici D, Scaduto JM. Assessing Leg Length After Fixation of Comminuted Femur Fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2014; 472(9):2745–50.
27. Hochberg MC, Williamson J, Skinner EA, Guralnik J, Kasper JD, Fried LP. The prevalence and impact of self-reported hip fracture in elderly community-dwelling women: the Women's Health and Aging Study. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA* 1998; 8(4):385–9.
28. Hol AM, van Grinsven S, Lucas C, van Susante, J L C, van Loon, C J M. Partial versus unrestricted weight bearing after an uncemented femoral stem in total hip

- arthroplasty: recommendation of a concise rehabilitation protocol from a systematic review of the literature. *Archives of orthopaedic and trauma surgery* 2010; 130(4):547–55.
29. Hou W, Xu M. [Comparison among three cannulated screws and dynamic hip screw combined with antirotation screw for comminuted fractures of femoral neck]. *Zhongguo gu shang = China journal of orthopaedics and traumatology* 2015; 28(9):796–801.
 30. Imren Y, Gurkan V, Bilsel K, Desteli EE, Tuna M, Gurcan C et al. Biomechanical comparison of dynamic hip screw, proximal femoral nail, cannulated screw, and monoaxial external fixation in the treatment of basicervical femoral neck fractures. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca* 2015; 82(2):140–4.
 31. Jackuliak P, Payer J. Osteoporosis, Fractures, and Diabetes. *International Journal of Endocrinology* 2014; 2014(3):1–10.
 32. Jonnes C, Sm S, Najimudeen S. Type II Intertrochanteric Fractures: Proximal Femoral Nailing (PFN) Versus Dynamic Hip Screw (DHS). *The archives of bone and joint surgery* 2016; 4(1):23–8.
 33. Kan S, Yang B, Ning G, Chen L, Li Y, Gao S et al. Nonsteroidal Anti-inflammatory Drugs as Prophylaxis for Heterotopic Ossification after Total Hip Arthroplasty. *Medicine* 2015; 94(18):e828.
 34. Kjellberg M, Al-Amiry B, Englund E, Sjöden GO, Sayed-Noor AS. Measurement of leg length discrepancy after total hip arthroplasty. The reliability of a plain radiographic method compared to CT-scanogram. *Skeletal Radiol* 2012; 41(2):187–91.
 35. Klinger HM, Baums MH, Eckert M, Neugebauer R. Eine vergleichende Untersuchung der Versorgung instabiler per- und intertrochantärer Femurfrakturen mittels DHS-Osteosynthese unter Verwendung der Trochanterabstützplatte und dem Proximalen Femurnagel (PFN). *Zentralblatt für Chirurgie* 2005; 130(4):301–6.
 36. Knobe M, Münker R, Sellei R, Schmidt-Rohlfing B, Erli H, Strobl C et al. Die instabile pertrochantäre Femurfraktur. Komplikationen, Fraktursinterung und Funktion nach extra- und intramedullärer Versorgung (PCCP™, DHS und PFN). *Z Orthop Unfall* 2009; 147(03):306–13.
 37. Ko KI, Coimbra LS, Tian C, Alblowi J, Kayal RA, Einhorn TA et al. Diabetes reduces mesenchymal stem cells in fracture healing through a TNF α -mediated mechanism. *Diabetologia* 2015; 58(3):633–42.
 38. Kohn D. *Operationsatlas für die orthopädisch-unfallchirurgische Weiterbildung*. 2., überarb. und erw. Aufl.
 39. Kubiak EN, Beebe MJ, North K, Hitchcock R, Potter MQ. Early Weight Bearing After Lower Extremity Fractures in Adults. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2013; 21(12):727–38.
 40. Kurmis AP, Kurmis TP, O'Brien JX, Dalén T. The Effect of Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drug Administration on Acute Phase Fracture-Healing: A Review. *J Bone Joint Surg Am* 2012; 94(9).
 41. Lam C. Fracture healing and NSAIDs. *Canadian family physician Médecin de famille canadien* 2014; 60(11):985.
 42. Lauing KL, Roper PM, Nauer RK, Callaci JJ. Acute Alcohol Exposure Impairs

- Fracture Healing and Deregulates β -Catenin Signaling in the Fracture Callus. *Alcohol Clin Exp Res* 2012; 36(12):2095–103.
43. Mahmood SS, Mukka SS, Crnalic S, Sayed-Noor AS. The Influence of Leg Length Discrepancy after Total Hip Arthroplasty on Function and Quality of Life: A Prospective Cohort Study. *The Journal of Arthroplasty* 2015; 30(9):1638–42.
 44. Moshiri A, Sharifi AM, Oryan A. Role of Simvastatin on fracture healing and osteoporosis: a systematic review on in vivo investigations. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 2016.
 45. Müller ME. The comprehensive classification of fractures of long bones. Berlin, New York: Springer-Verlag; ©1990.
 46. Müller M. Chirurgie für Studium und Praxis: Unter Berücksichtigung des Gegenstandskataloges und der mündlichen Examina in den Ärztlichen Prüfungen 2012/13. 11. Aufl. Breisach: Medizinische Verlags- und Informationsdienste; 2011.
 47. Müller-Mai CM, Ekkernkamp A. Frakturen: Klassifikation und Behandlungsoptionen. Berlin: Springer; 2010.
 48. Namkung-Matthai H, Appleyard R, Jansen J, Hao Lin J, Maastricht S, Swain M et al. Osteoporosis influences the early period of fracture healing in a rat osteoporotic model. *Bone* 2001; 28(1):80–6.
 49. Nilsson A, Bremander A. Measures of hip function and symptoms: Harris Hip Score (HHS), Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS), Oxford Hip Score (OHS), Lequesne Index of Severity for Osteoarthritis of the Hip (LISOH), and American Academy of Orthopedic Surgeons (A. Arthritis Care Res 2011; 63(S11):S200.
 50. Nuber S, Schönweiss T, Rüter A. Stabilisierung von instabilen trochantären Mehrfragmentfrakturen. Vergleich zwischen PFN und DHS mit Trochanterabstützplatte. *Der Unfallchirurg* 2003; 106(1):39–47.
 51. Nyholm AM, Palm H, Malchau H, Troelsen A, Gromov K. Lacking evidence for performance of implants used for proximal femoral fractures – A systematic review. *Injury* 2016; 47(3):586–94.
 52. Øvre S, Sandvik L, Madsen JE, Røise O. Comparison of distribution, agreement and correlation between the original and modified Merle d'Aubigné-Postel Score and the Harris Hip Score after acetabular fracture treatment: moderate agreement, high ceiling effect and excellent correlation in 450 patients. *Acta orthopaedica* 2005; 76(6):796–802.
 53. Pakpianpairoj C. Perception of leg length discrepancy after total hip replacement and its impact on quality of life. *Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet thangphaet* 2012; 95 Suppl 10:S105-8.
 54. Parker MJ, Anand JK. What is the true mortality of hip fractures? *Public health* 1991; 105(6):443–6.
 55. Parker MJ, Handoll HHG. Gamma and other cephalocondylic intramedullary nails versus extramedullary implants for extracapsular hip fractures in adults. In: *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 1996 .
 56. Plaass C, Clauss M, Ochsner PE, Ilchmann T. Influence of leg length discrepancy on clinical results after total hip arthroplasty--a prospective clinical trial. *Hip*

- international : the journal of clinical and experimental research on hip pathology and therapy 2011; 21(4):441–9.
57. Reiser M, Bartenstein P. Radiologie: 110 Tabellen. 3., vollst. überarb. und erw. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011. (Das duale Lehrbuch).
 58. Roberts TT, Prummer CM, Papaliodis DN, Uhl RL, Wagner TA. History of the Orthopedic Screw. *Orthopedics* 2013; 36(1):12–4.
 59. Röder C, Vogel R, Burri L, Dietrich D, Staub LP. Total hip arthroplasty: leg length inequality impairs functional outcomes and patient satisfaction. *BMC Musculoskelet Disord* 2012; 13(1):95.
 60. Roper PM, Abbasnia P, Vuchkovska A, Natoli R, Callaci JJ. Alcohol-related deficient fracture healing is associated with activation of FoxO transcription factors in mice. *J. Orthop. Res.* 2016:n/a.
 61. Rueff-Barroso CR, Milagres D, do Valle J, Casimiro-Lopes G, Nogueira-Neto JF, Zanier, José Fernando Cardona et al. Bone healing in rats submitted to weight-bearing and non-weight-bearing exercises. *Medical science monitor : international medical journal of experimental and clinical research* 2008; 14(11):BR231-6.
 62. Sabharwal S, Kumar A. Methods for Assessing Leg Length Discrepancy. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466(12):2910–22.
 63. Sarmiento A, Schaeffer JF, Beckerman L, Latta LL, Enis JE. Fracture healing in rat femora as affected by functional weight-bearing. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1977; 59(3):369–75.
 64. Scolaro JA, Schenker ML, Yannascoli S, Baldwin K, Mehta S, Ahn J. Cigarette Smoking Increases Complications Following Fracture: A Systematic Review. *The Journal of Bone & Joint Surgery* 2014; 96(8):674–81.
 65. Shen L, Zhang Y, Shen Y, Cui Z. Antirotation proximal femoral nail versus dynamic hip screw for intertrochanteric fractures: a meta-analysis of randomized controlled studies. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR* 2013; 99(4):377–83.
 66. Siavashi B, Aalirezai A, Moosavi M, Golbakhsh MR, Savadkoobi D, Zehtab MJ. A comparative study between multiple cannulated screws and dynamic hip screw for fixation of femoral neck fracture in adults. *International Orthopaedics (SICOT)* 2015; 39(10):2069–71.
 67. Silverman SL, Kupperman ES, Bukata SV. Fracture healing: a consensus report from the International Osteoporosis Foundation Fracture Working Group. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA* 2016.
 68. Simpson C, Jayaramaraju D, Agraharam D, Gudipati S, Shanmuganathan R, Giannoudis PV. The effects of diabetes medications on post-operative long bone fracture healing. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2015; 25(8):1239–43.
 69. Smith-Petersen Mn. Intracapsular fractures of the neck of the femur. *Arch Surg* 1931; 23(5):715.
 70. Stöckle U, Lucke M, Haas NP. Zertifizierte medizinische Fortbildung: Der Oberschenkelhalsbruch. *deutsches Ärzteblatt* 2005; 102(49):A 3425-3434.

71. Texhammar R, Colton C. AO-Instrumente und -Implantate. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1995.
72. Tisdale BE, Siemens DR, Lysack J, Nolan RL, Wilson, James W L. Correlation of CT scan versus plain radiography for measuring urinary stone dimensions. *The Canadian journal of urology* 2007; 14(2):3489–92.
73. Vasarhelyi A, Baumert T, Fritsch C, Hopfenmüller W, Gradl G, Mittlmeier T. Partial weight bearing after surgery for fractures of the lower extremity--is it achievable? *Gait & posture* 2006; 23(1):99–105.
74. Wagner R, Weckbach A, Sellmair U, Blattert T. Die extraartikuläre proximale Femurfraktur des alten Menschen--DHS oder intramedulläre Hüftschraube zur Frakturversorgung? *Langenbecks Archiv für Chirurgie. Supplement. Kongressband. Deutsche Gesellschaft für Chirurgie. Kongress 1996*; 113:963–6.
75. Wamper KE, Sierevelt IN, Poolman RW, Bhandari M, Haverkamp D. The Harris hip score: Do ceiling effects limit its usefulness in orthopedics? *Acta Orthop* 2010; 81(6):703–7.
76. Wang J, Ma X, Ma J, Xing D, Yang Y, Zhu S et al. Biomechanical analysis of four types of internal fixation in subtrochanteric fracture models. *Orthopaedic surgery* 2014; 6(2):128–36.
77. Watson A, Zhang Y, Beattie S, Page RS. Prospective randomized controlled trial comparing dynamic hip screw and screw fixation for undisplaced subcapital hip fractures. *ANZ J Surg* 2013; 83(9):679–83.
78. Waure C de, Bruno S, Furia G, Di Sciullo L, Carovillano S, Specchia M et al. Health inequalities: an analysis of hospitalizations with respect to migrant status, gender and geographical area. *BMC Int Health Hum Rights* 2015; 15(1):2.
79. Whitehouse MR, Stefanovich-Lawbuary NS, Brunton LR, Blom AW. The impact of leg length discrepancy on patient satisfaction and functional outcome following total hip arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty* 2013; 28(8):1408–14.
80. Zhang Y, He W, Cheng T, Zhang X. Total Hip Arthroplasty: Leg Length Discrepancy Affects Functional Outcomes and Patient's Gait. *Cell Biochem Biophys* 2015; 72(1):215–9.

6.4 Danksagung

Mein außerordentlicher Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Christian Schinkel. Zum einen für die Überlassung dieses überaus interessanten Themas, zum anderen für seine zuverlässige und kompetente Betreuung. Die zahlreichen konstruktiven Gespräche, die Unterstützung während jeder Phase dieser Arbeit und sein professioneller Rat waren mir stets eine große Hilfe und Motivation. Die Freiheit, die er mir während des gesamten Forschungsprojekts gewährte, trug ebenfalls maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit und des Studiums bei. Des Weiteren danke ich ihm für die vielen Gelegenheiten mein Wissen praktisch anzuwenden und dadurch meinen Berufswunsch zu festigen.

Außerdem möchte ich mich bei Frau Dr. Eva Hoster vom Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie für die statistische Beratung bedanken. Mit viel Geduld brachte sie mir die Grundlagen der statischen Auswertung näher und unterstützte mich im Umgang mit der Statistiksoftware.

Mein weiterer Dank gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern am Klinikum Memmingen, die mir bei der Aktenrecherche im Archiv oder bei der Beschaffung von Röntgenbildern hilfsbereit zur Seite standen.

Ich möchte mich außerdem herzlich bei meiner Familie für ihren Zuspruch und ihr Verständnis bedanken. Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern, die mir nicht nur ein sorgenfreies Studium ermöglichten, sondern mich bedingungslos in allen Lebenslagen gefördert, unterstützt und ermutigt haben. Meinem Mann danke ich für seine Geduld, seinen liebevollen Beistand und die fortwährende Unterstützung während all der Jahre.

6.5 Fragebogen und Anschreiben

Fragebogen

Name: _____ Patient-Nr.: _____

Geburtsdatum: _____ Datum: _____

1. Anamnese

Fraktur: _____

Unfalldatum: _____

Osteosynthese: _____

Frakturursache: _____

Länge d. KH-Aufenthalts: _____

Teilbelastung: nein ja _____

Nach-Operationen: nein ja _____

Bruchheilung > 6 Wochen: nein ja _____

Komplikationen: _____

Begleiterkrankungen: _____

Medikamente: _____

Cortison: nein ja _____

Diabetes mellitus: nein ja _____

Rauchen: nein ja _____

Alkohol: nein ja _____

sportlich aktiv vor Unfall: nein ja

sportlich aktiv nach Unfall: nein ja

Arbeitsfähig: nein ja _____

Arbeitswiederaufnahme: _____

Aktuelle Beschwerden: _____

Beschwerden vor Unfall: _____

Zufriedenheit mit Ergebnis: 1 (sehr gut) 2 (gut) 3 (befriedigend)

4 (ausreichend) 5 (ungenügend) 6 (schlecht)

Einschränkung der Lebensqualität:

1 (keine) 2 (leichte) 3 (mäßige)

4 (starke) 5 (sehr starke)

2. Körperliche Untersuchung

Größe: _____

Gewicht: _____

Skoliose/Fehlhaltung: nein ja _____

Brettchen-Höhe: _____

Beinlängendifferenz

vor OP bekannt: nein ja _____

Korrigiert (z.B. Einlagen): nein ja _____

Verbesserung: 1(sehr starke) 2(starke) 3(mäßige)
4(leichte) 5(keine)

Röntgen: 1: _____
2: _____
3: _____

2.1 Harris Hip Score: Physische Untersuchung (9 Punkte)

Keine Deformation	
Keine fixierte Abduktion über 10°	1
Keine fixierte Innenrotation über 10° in Extension	1
Keine Beinlängendifferenz über 3 cm	1
Keine Beugekontraktur über 30°	1
Bewegungsumfang	
Beugung _____	
Abduktion _____	
Adduktion _____	
Außenrotation _____	
Innenrotation _____	

300° - 210°	5
209° - 160°	4
159° - 100°	3
99° - 60°	2
59° - 30°	1
29° - 0°	0

Auswertung

Exzellentes Ergebnis (oder Funktionsstatus): 90-100

Gutes Ergebnis (oder Funktionsstatus): 80-89

Durchschnittliches Ergebnis (oder Funktionsstatus): 70-79

Schlechtes Ergebnis (oder Funktionsstatus): <70

2.2 Score nach Merle, d' Aubigné und Postel: Beweglichkeit

Ankylose mit schlechter Position der Hüfte	0
Keine Beweglichkeit: Schmerz oder leichte Deformierung	1
Flexion < 40°	2
Flexion 40° - 60°	3
Flexion 60° - 80°, Patient kann seinen Fuß erreichen	4
Flexion 80° - 90°, > 15° Abduktion	5
Flexion > 90°, > 30° Abduktion	6

Auswertung

Schlecht 0 – 8

Mäßig 9 – 12

Gut 13 – 16

Sehr gut 17 – 18

3. Scores (vom Patienten auszufüllen)

3.1. Harris Hip Score

Schmerz (44 Punkte)

Kein Schmerz	44
Gelegentlich, keine Aktivitätseinschränkung	40
Leichter Schmerz, keine Beeinträchtigung im Alltag, gelegentlich Aspirineinnahme	30
Mäßig, leichte Beeinträchtigung im Alltag, gelegentlich Einnahme von stärkeren Schmerzmitteln als Aspirin	20
Starker Schmerz, erhebliche Aktivitätseinschränkung	10
Ruheschmerz, starke Behinderung	0

Funktion (47 Punkte)

Treppensteigen	
Normal, frei möglich	4
Mit Hilfe eines Geländers	2
Mit Hilfe einer anderen Methode	1
Nicht möglich	0
Hinken	
Kein	11
Leicht	8
Mäßig	5
Schwer	0
Gehen nicht möglich	0
Anziehen von Schuhen und Strümpfen	
Ohne Schwierigkeiten	4
Mit Hilfsmitteln, erschwert	2
Unmöglich	0
Gehstrecke	
Unbegrenzt	11
30 Minuten	8
10 bis 15 Minuten	5
2 – 10 Minuten, nur im Haus	2

Unter 2 Minuten	0
Unmöglich	0
Sitzen	
normaler Stuhl, 1 Stunde	5
erhöhter Stuhl, 1/2 Stunde	3
keine 1/2 Stunde möglich	0
Benutzung öffentlicher Transportmittel	
möglich	1
unmöglich	0
Gehhilfe	
Keine	11
1 Gehstock für lange Strecken	7
1 Gehstock dauernd	5
1 Unterarmgehstütze	4
2 Gehstöcke	2
2 Unterarmgehstützen / gehunfähig	0

3.2. Score nach Merle, d 'Aubigné und Postel

Schmerz

Intensiv und dauerhaft	0
Stark, besonders nachts	1
Stark beim Laufen, führt zu Aktivitätseinschränkung	2
Tolerierbar bei wenig Aktivität	3
Leicht beim Gehen, lässt bei Ausruhen nach	4
Unregelmäßig und leicht, keine Aktivitätseinschränkung	5
Kein Schmerz	6

Gehfähigkeit

Gehen nicht möglich	0
Nur mit Gehstützen	1
Nur mit einem Gehstock	2
Mit einem Stock, weniger als eine Stunde, ohne Stock mit Schwierigkeiten	3
Lange Zeit mit Stock, Kurze Zeit ohne Stock und mit Hinken	4
Ohne Stock mit leichtem Hinken	5
Normal	6

Anschreiben

 **imm** Klinikum Memmingen

Klinik für Unfallchirurgie,
Handchirurgie und Orthopädie
Regionales Traumazentrum
Kinder- und Jugendtraumatologie
Zertifiziertes Endoprothesenzentrum

Klinikum Memmingen | Postfach 1054 | 87655 Memmingen

Herr
Max Mustermann
Musterstraße
87700 Memmingen



 **endoCert**

Chefarzt Prof. Dr. med. C. Schinkel, FACS

Telefon Vermittlung 0 83 31 – 70-0
Durchwahl 0 83 31 – 70-2356/2383
Telefax 0 83 31 – 70-2353
Email unfallchirurgie@klinikum-memmingen.de

Betreff: Nachuntersuchung nach Oberschenkelbruch

Datum
3. Juli 2016

Sehr geehrter Herr Mustermann,

am Klinikum Memmingen wird derzeit eine Nachuntersuchung von Oberschenkelbrüchen durchgeführt. Diese wird von Prof. Dr. med. Christian Schinkel, Chefarzt für Unfallchirurgie, Handchirurgie und Orthopädie, geleitet.

Zielgruppe sind Patienten, die sich zwischen 2007 und 2013 einen hüftgelenksnahen Oberschenkelbruch zugezogen hatten, der operiert werden musste. Eine Sichtung von Patientendaten und Röntgenbildern ergab, dass Sie ein passender Teilnehmer für diese Studie sind. Von besonderem Interesse ist, ob nach der Bruchheilung bei Ihnen möglicherweise eine Veränderung der Beinlänge oder eine Bewegungseinschränkung eingetreten ist. Dies gilt es in der Studie zu untersuchen. Ziel ist es, den Patienten in der Zukunft noch bessere Behandlungsmethoden anbieten zu können.

Hüftgelenksnahe Brüche sind eine häufige Verletzung. Eine Operation soll dem Patienten schnelle Schmerzlinderung und frühe Bewegungsfreiheit ermöglichen. Leider hat sich im klinischen Alltag gezeigt, dass Brüche immer wieder mit einer Verkürzung des Beines und/oder einer Funktionseinschränkung des Gelenks abheilen. Diese Probleme wurden bisher allerdings kaum wissenschaftlich erforscht. Die Studie versucht daher genauere Daten diesbezüglich zu erheben und mögliche Ursachen zu untersuchen.

Die Nachuntersuchung im Klinikum Memmingen beinhaltet eine Messung der Beinlänge und des Bewegungsausmaßes des betroffenen Hüftgelenks. Zudem wird Ihnen ein Fragebogen zu eventuell vorhandenen Beschwerden ausgehändigt. Der Zeitaufwand der Nachuntersuchung beträgt insgesamt rund 20 Minuten. Falls noch keine abschließenden Röntgenbilder vorliegen, könnten diese ebenfalls am Klinikum aufgenommen werden. Ihre Daten werden dabei selbstverständlich vertraulich und anonym behandelt.

6.6 Eidesstattliche Versicherung

Ich, Vivianne Schnurrenberger erkläre hiermit an Eides statt,

dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

„Funktionelles Ergebnis proximaler Femurfrakturen bei nichtgeriatrischen Patienten unter spezieller Berücksichtigung der Beinlängendifferenz“

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

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

Memmingen, den 14.11.2017
Ort, Datum

Unterschrift Doktorandin/Doktorand