

AUS DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

*Prof. Dr. med., Dr. h.c. Edgar Mayr*

*Aus dem Klinikum Augsburg*

*Klinik für Unfall-, Hand-, und Wiederherstellungs chirurgie*

**220 PERIPROTHETISCHE FRAKTUREN BEI HÜFTENDOPROTHESE  
EINE RETROSPEKTIVE STUDIE**

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
*der Medizin*

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
*Philipp Karl Eberhard Goll*

2014

Für Melanie, Emilie und Mathis und meine Familie

AUS DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

*Prof. Dr. med., Dr. h.c. Edgar Mayr*

*Aus dem Klinikum Augsburg*

*Klinik für Unfall-, Hand-, und Wiederherstellungs chirurgie*

**220 PERIPROTHETISCHE FRAKTUREN BEI HÜFTENDOPROTHESE  
EINE RETROSPEKTIVE STUDIE**

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
*der Medizin*

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
*Philipp Karl Eberhard Goll*

2014

1. Dekan: Prof. Dr. Dr. Torsten E. Reichert

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. Edgar Mayr

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Helmut Messmann

Tag der mündlichen Prüfung: 15.04.2015

**ERKLÄRUNG ZUM PROMOTIONSVERFAHREN**  
nach § 3 Abs. 3 und 4 der Promotionsordnung  
der Fakultät für Medizin der Universität Regensburg

Name: Goll  
Vorname: Philipp Karl Eberhard  
geb. am: 16.05.1976  
in: Braunschweig

Ich erkläre,  
dass ich den Doktorgrad der Medizin  
nicht schon an einer Hochschule der  
Bundesrepublik Deutschland erworben habe,  
dass ich nicht an anderer Stelle zu einem Promotionsverfahren zum Erwerb des  
medizinischen Doktorgrades zugelassen bin,  
dass ich die medizinische Doktorprüfung nicht schon an einer Hochschule der  
Bundesrepublik Deutschland endgültig nicht bestanden habe.

Außerdem erkläre ich,  
dass mir keine Tatsachen bekannt sind, die mich zur Führung eines  
akademischen Grades im Sinne des Gesetzes über die Führung akademischer Grade  
unwürdig erscheinen lassen,  
dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung  
anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe.  
Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind  
unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Insbesondere habe ich nicht die entgeltliche  
Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere  
Personen) in Anspruch genommen. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar  
geldwerte Leistungen für Arbeit erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der  
vorgelegten Dissertation stehen. Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im  
Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

.....  
( Ort, Datum ) ( Unterschrift )  
Die einmalige Rücknahme des Promotionsgesuches ist bis zur Bestellung der  
Gutachter zulässig.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>III</b>
<b>Firmenverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Thema .....	1
1.2 Zielsetzung .....	1
1.3 Ätiologie und Epidemiologie .....	1
1.4 Diagnostik.....	2
1.5 Einteilung und Klassifikation .....	3
1.6 Behandlungsmethoden .....	5
1.6.1 Konservative Therapie.....	5
1.6.2 Operative Therapie .....	5
1.6.2.1 Osteosyntheseverfahren und Implantate .....	6
1.6.2.1.1 Cerclagen, Cables und Zuggurtung.....	6
1.6.2.1.2 Fixateur extern .....	7
1.6.2.1.3 Plattenosteosynthese .....	7
1.6.2.1.4 Winkelstabile Plattenosteosynthese .....	8
1.6.2.1.5 Retrograder Nagel.....	9
1.6.2.1.6 Prothesenwechsel.....	10
1.6.2.1.7 Partieller oder Totaler Femurersatz .....	11
<b>2. Material und Methoden .....</b>	<b>12</b>
2.1 Patientenkollektiv .....	12
2.2 Datenerfassung und Auswertung.....	13
<b>3. Ergebnisse .....</b>	<b>14</b>
3.1 Geschlechterverteilung .....	14
3.2 Altersverteilung .....	14
3.3 Allgemeinzustand .....	15
3.4 Frakturtypen nach Vancouver .....	16
3.5 Standzeit der Prothese zum Fraktureintritt .....	17
3.6 Gelockerte Prothesen und Frakturtrauma .....	21
3.7 Versorgung der Fraktur .....	25
3.8 Operationsdauer und Operationsanzahl.....	29
3.9 Intra- und postoperative Erythrozytenkonzentrat-Gabe .....	30
3.10 Komplikationen .....	32
3.10.1 Allgemeine Komplikationen .....	34
3.10.2 Verfahrensspezifische Komplikationen .....	36
3.10.3 Infektionen .....	42

3.10.4	Operationsspezifische Komplikationen .....	45
<b>4. Diskussion</b>	.....	<b>49</b>
4.1	Patientenkollektiv .....	49
4.1	Allgemeinzustand .....	50
4.2	Frakturtypen .....	51
4.3	Standzeit der Prothese, Lockerung, Traumamechanismus	52
4.4	Operationsdauer und Erythrozytenkonzentrate .....	54
4.5	Komplikationen .....	54
4.5.1	Allgemeine Komplikationen und Mortalität.....	55
4.5.2	Verfahrensspezifische Komplikationen.....	55
4.5.3	Infektionen.....	56
4.5.4	Operationsspezifische Komplikationen .....	57
<b>5. Zusammenfassung</b>	.....	<b>59</b>
<b>6. Schlussfolgerung</b>	.....	<b>62</b>
<b>7. Literaturverzeichnis</b>	.....	<b>64</b>
<b>8. Anhang</b>	.....	<b>70</b>
<b>Danksagung</b>	.....	<b>73</b>

## Abkürzungsverzeichnis

LISS      Less Invasive Stabilisation System Fa. Synthes

LAP      Locking Attachment Plate Fa. Synthes

EK      Erythrozytenkonzentrat

ws      Winkelstabil

LCDCP    Low Contact Dynamic Compression Plate Fa. Synthes

NCB      Non Contact Bridging Fa. Zimmer

s.o.      siehe oben

s.u.      siehe unten

Et al.    und andere

Etc.      et cetera

n      Anzahl

z.B.      Zum Beispiel

u.a.      und andere

u.ä.      und ähnliche

TVT      Tiefe Beinvenenthrombose

LCP      Locking Compression Plate, Fa. Synthes

BRD      Bundesrepublik Deutschland

MOST™ Modular Options for Severe Bone Loss and Trauma Fa. Zimmer

Fa.      Firma

Evtl.      Eventuell

GmbH      Gesellschaft mit beschränkter Haftung

Inc.      Incorporation

HTEP      Hüft-Total-Endoprothese

## **Firmenverzeichnis**

Synthes® Tuttlingen GmbH, unter Hasslen 5, 78532 Tuttlingen, Deutschland

Zimmer™ Inc., 1800 West Center Street, Warsaw, IN 46581-0708, U

Speetec Implantate GmbH, Rosenstraße 25a, 38685 Langelsheim, Deutschland

# **1. Einleitung**

## **1.1 Thema**

Der Alloplastische Gelenkersatz am Hüftgelenk ist eine der erfolgreichsten Therapien der orthopädischen Chirurgie bei Arthrose des Hüftgelenkes oder auch Schenkelhalsfrakturen. Bei zunehmender Lebenserwartung der Bevölkerung und den zunehmenden Ansprüchen an die Beweglichkeit und Mobilität nimmt die Implantation von Hüftprothesen in den letzten Jahren stetig zu. Auf Grund der immer längeren Standzeiten und der immer älter werdenden Bevölkerungsgruppe mit einliegender Prothese, steigt im Verhältnis auch die Prävalenz von Folgeerscheinungen.

Die periprothetische Fraktur kann eine seltene, aber besonders schwerwiegende Folge nach Hüftendoprothesenimplantation sein. Häufig tritt sie bei älteren Patienten mit einer Vielzahl von Begleiterkrankungen auf. Die meist lang implantierte Prothese führt zudem zu Veränderungen der Knochensubstanz<sup>[24,41]</sup>, was die Verankerung einer Osteosynthese oder den Wiedereinbau einer Prothese erschwert. Somit muss sich der Operateur sowohl einer technisch anspruchsvollen Operation als auch der Behandlung eines multipel vorerkrankten Patienten stellen.

## **1.2 Zielsetzung**

Ziel dieser retrospektiven Arbeit ist es, anhand der zur Verfügung stehenden Fälle eine Stellungnahme über Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Operationsverfahren, der Schwere der Grunderkrankungen und den Risiken zu treffen. Zudem werden die unterschiedlichen Versorgungsverfahren bei periprothetischer Fraktur mit ihren Vor- und Nachteilen herausgearbeitet. Abschließend werden die Ergebnisse mit dem aktuellen Stand der Wissenschaft verglichen, um daraus zukünftige Behandlungsstrategien entwickeln zu können.

## **1.3 Ätiologie und Epidemiologie**

Weltweit nimmt die Anzahl der Operationen mit alloplastischem Gelenkersatz zu. Alleine in der Bundesrepublik Deutschland<sup>[6]</sup> lag die Zahl der Erstimplantationen 2006 bei 146853 und im Jahr 2008 bei 157350. Hieraus resultiert bei zunehmendem Alter der Bevölkerung und somit auch längeren Standzeiten der Prothese ein erhöhter Wechselbedarf der mobilen Komponenten oder der Prothesen auf Grund von Verschleiß oder Lockerung<sup>[7]</sup>. So nahm die

Zahl der Wechsel von 2006 (19653) auf 2008 (22703) alleine in der Bundesrepublik Deutschland um 13% zu. Bei längerer Standzeit der Prothesen und bei erhöhten Wechselzahlen steigt auch zwangsläufig das Risiko einer periprothetischen Fraktur. So wird in der Literatur die Inzidenz für eine periprothetische Fraktur mit 0,15-1,64% nach Hüftprothesenimplantation angegeben. Vor allem nach Wechseloperationen ist diese erhöht [39,37,27,3,58].

Man kann die periprothetische Fraktur grundlegend in intraoperative und postoperative Frakturen unterteilen. Die intraoperativen Frakturen treten bei Erstimplantation einer Hüftprothese relativ selten auf, mit einer Inzidenz von 0,1-1% bei zementierter Prothese [31] und mit 3-17% bei zementfreier Implantation [21]. Bei Wechseloperationen ist das Risiko mit 6% erhöht. [10]. Die postoperative Fraktur kommt mit einer Inzidenz von 1-4% vor [31]. Die Ursachen für die Entstehung einer periprothetischen Fraktur sind sehr vielseitig. Als wichtigste Ursache für die postoperative Fraktur wird die Prothesenlockerung beschrieben [26]. Hierbei kommt es auf Grund einer zunehmenden Knochenresorption, und hierdurch bedingter Ausweitung des Markraumes, zu biomechanischen Biegekräften, die vor allem zu Ermüdungsfrakturen an der Prothesenspitze und im Prothesenschaftbereich führen. Weitere Risikofaktoren sind Osteoporose, Osteolysen, rheumatoide Arthritis, ossäre Metastasierungen, maligne Grundleiden und das Trauma [27,13,22,36,38]. Bei festem Prothesensitz treten die Frakturen allerdings hauptsächlich unterhalb der Prothesenspitze auf.

## 1.4 Diagnostik

Für die Versorgung ist eine ausführliche Anamnese unerlässlich. Vor allem kommt es darauf an, durch gezielte Anamneseerhebung Hinweise für eine Lockerung der Prothese herauszuarbeiten. Hinweise hierfür können Belastungs- und Bewegungsschmerzen, ein Instabilitätsgefühl oder Funktionseinschränkungen sein. Die Tragzeit der Prothese, Revisionsoperationen, Komplikationen nach der Implantation, Luxationen und periprothetische Infekte sind ebenso als Hinweise für eine Lockerung bei radiologisch nicht eindeutig geklärter Situation zu werten. Eine Unfallanalyse zur Beurteilung eines adäquaten und inadäquaten Traumas sowie vorbestehende Achsabweichung und Beinlängendifferenzen müssen mit einbezogen werden. In der Untersuchung ist eine Beurteilung des Weichteilschadens, der peripheren Durchblutung hinsichtlich akuter oder chronischer Störungen und die Erhebung des peripheren neurologischen Status unerlässlich.

Die konventionellen Röntgenaufnahmen mit Beckenübersicht und axialer Aufnahme der betroffenen Hüfte sowie des Oberschenkels inklusive des Kniegelenkes in 2 Ebenen stellen die Basisdiagnostik dar. Ein Vergleich mit Voraufnahmen zur Beurteilung einer eventuellen Lockerung oder Verschleißerscheinungen am Pfanneninlay sind sinnvoll. Ergänzend kann die Dünnschicht Computertomografie zur genaueren Beurteilung der Fraktur oder einer Prothesenlockerung beitragen. Die aktuelle Labordiagnostik, ein EKG und je nach Grunderkrankungen, ein Röntgen des Thorax sind bei den meist betagten Patienten zur Beurteilung des Allgemeinzustandes mit Abschätzung des Narkose- und OP-Risikos notwendig. Erythrozytenkonzentrate sollten präoperativ zur Verfügung gestellt werden.

## 1.5 Einteilung und Klassifikation

Die periprothetische Fraktur wurde erstmals von Whittaker et al. 1974 beschrieben [60]. Hierbei beschrieb Whittaker die anatomische Lage der Fraktur zur liegenden Hüftprothese.

**Tabelle 1:** Einteilung der Frakturen nach Whittaker

---

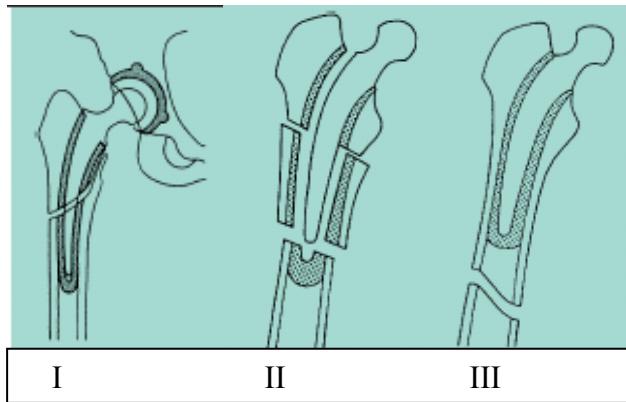
### Whittaker Frakturlokalisierung

---

Typ 1	Frakturen im Bereich der Trochanterregion
Typ 2	Frakturen im Bereich des Prothesenschaftes bis kurz vor die Prothesenspitze
Typ 3	Frakturen im Bereich der Prothesenspitze und unterhalb der Prothese.

---

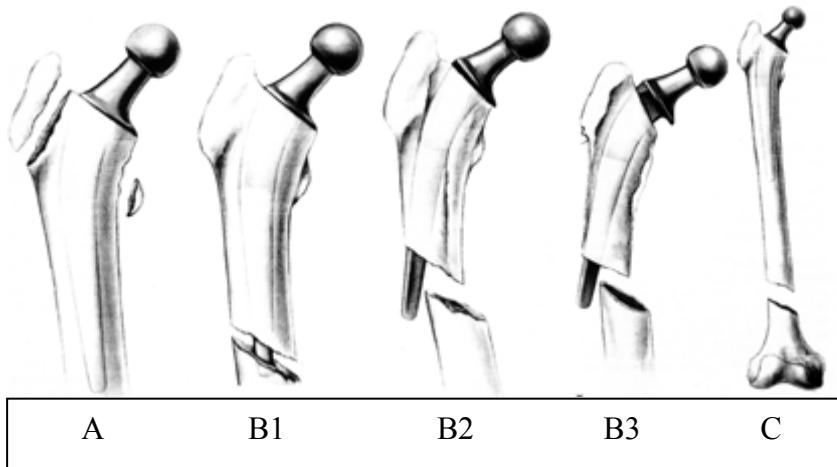
Hieraus entwickelte Johansson et al. [29] eine Klassifikation, die auch die Fraktur unterhalb der Prothesenspitze mit einbezog. Zudem bezog er auch erstmalig die Stabilität des Prothesenschaftes mit ein (Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Frakteureinteilung nach Johansson

Aus diesen beiden Klassifikationen entwickelten Mont und Maar <sup>[44]</sup> 1994 fünf Frakturtypen anhand der Lokalisation der Fraktur. Typ 1 liegt in der Trochanterregion, Typ 2 auf Höhe des Prothesenschaftes, Typ 3 an der Prothesenspitze, Typ 4 unterhalb der Prothese und Typ 5 ist eine Mehrfragmentfraktur mit Dislokation der Fragmente.

Für diese Arbeit benutzen wir die heute am weitesten verbreitete Vancouver Klassifikation nach Duncan et al. <sup>[15]</sup> von 1995. Diese Klassifikation beschreibt nicht nur die Frakturlokalisierung, sondern auch die Knochenqualität und Stabilität der Prothese.



**Abbildung 2:** Vancouver Klassifikation nach Duncan et al. 1995

Abbildung 2 gezeigt, werden die einzelnen Frakturlokalisierungen noch unterteilt. Die A Klasse wird in AG für Frakturen am Trochanter major und AL für Frakturen am Trochanter minor unterteilt. Die B Frakturen, die von distal der Trochanterregion bis zur Prothesenspitze

reichen, werden als B1 für eine festsitzende Prothese, als B2 für eine gelockerte und als B3 für eine gelockerte Prothese mit schlechter Knochenqualität bezeichnet. Die C Frakturen sind allesamt unterhalb der Prothesenspitze lokalisiert.

## **1.6 Behandlungsmethoden**

Gerade die periprothetische Fraktur stellt zum einen auf Grund der Art der Fraktur mit schon einliegender Prothese, zum anderen auch auf Grund des meist älteren Patienten mit einer Vielzahl an Begleiterkrankungen eine Herausforderung an den Chirurgen dar. Prinzipiell gelten die gleichen Richtlinien der Frakturversorgung wie bei konventionellen Frakturen. Auf Grund der Komorbidität und der teilweise mangelnden vorbestehenden Gehfähigkeit der Patienten ist, soweit als möglich, immer eine primär belastungsfähige Versorgung das Ziel. Zudem sollte der Eingriff möglichst gewebeschonend durchgeführt werden, um Komplikationen zu vermeiden. Prinzipiell stehen sowohl operative als auch, in seltenen Fällen, ein konservatives Verfahren zur Verfügung.

### **1.6.1 Konservative Therapie**

Auch bei periprothetischen Frakturen ist eine konservative Therapie in Ausnahmefällen möglich. Eine konservative Behandlung sollte nur bei stabil fixierter Prothese und bei guter Mitarbeit von Seiten des Patienten durchgeführt werden. Wie es Mont und Maar und auch Beals et al. [2,44] beschreiben, kommt es meistens zu schlechten und für den Patienten nicht zufriedenstellenden Ergebnissen. Die konservative Therapie hat somit außer bei A Frakturen im klinischen Alltag keinen klinischen Stellenwert.

### **1.6.2 Operative Therapie**

Die operative Therapie muss bei einer periprothetischen Fraktur vom Operateur gut durchdacht und geplant werden. Verschiedene entscheidende Faktoren müssen bei der Planung berücksichtigt werden. So muss die Lokalisation und Stabilität der Fraktur, die Stabilität der Prothese, die Qualität des vorhandenen Knochengewebes, der Allgemeinzustand des Patienten sowie seine Vorerkrankungen und nicht zuletzt die voraussichtliche Fähigkeit zur Patientenmitarbeit in die Auswahl der Therapie einfließen. Meistens handelt es sich um einen dringlichen, aber planbaren Eingriff. Es kann aber auch zu einem Notfalleingriff kommen, wenn z.B. eine offene Fraktur, ein schwerer geschlossener Weichteilschaden oder ein Kompartmentsyndrom vorliegen.

In den letzten Jahren wurden von der Industrie spezielle Systeme entwickelt, die eine weichteilschonende Operation und vor allem eine sichere Fixierung der Osteosynthese, gerade im Bereich des Prothesenschaftes gewährleisten. Somit steht dem Operateur eine Vielzahl an Implantaten und Osteosyntheseverfahren zur Verfügung. Der sichere Umgang in Differentialindikation und OP-Technik mit den jeweiligen Verfahren ist Voraussetzung für den maximal möglichen Erfolg der Operation.

### **1.6.2.1 Osteosyntheseverfahren und Implantate**

#### **1.6.2.1.1 Cerclagen, Cables und Zuggurtung**

Für nicht dislozierte Frakturen im Schaftbereich mit festsitzender Prothese und für intraoperative Fissuren (Vancouver B1 Frakturen) sowie Frakturen des Trochantermassives (AG und AL) ohne Schaftlockerung, ist eine Versorgung mit einem Cerclagen, Cable- oder Zuggurtungssystemen möglich. Diese Systeme können auch additiv bei Plattenosteosynthesen zur Reduktion der Zugbelastung auf die Schrauben, insbesondere im Schaftbereich der Prothese, genutzt werden



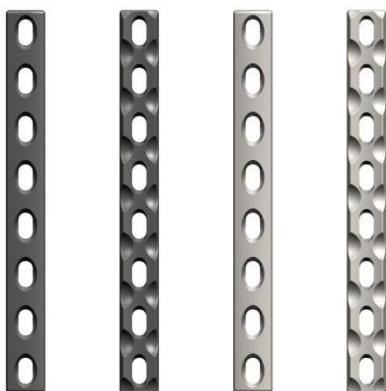
**Abbildung 3:** Cablesystem der Firma Zimmer™

#### 1.6.2.1.2 Fixateur extern

Der Fixateur externe spielt in der Versorgung von Periprothetischen Frakturen nur eine untergeordnete Rolle. Er kann zur primären Stabilisierung bei ausgeprägtem Weichteilschaden, vor allem bei subprothetischen Frakturen (Vancouver C), zur Anwendung kommen. Es muss allerdings beachtet werden, dass gerade im Schaftbereich der Prothese eine Positionierung der Fixateurpins sehr schwierig sein kann<sup>[45]</sup>.

#### 1.6.2.1.3 Plattenosteosynthese

Es gibt eine Vielzahl konventioneller Plattenosteosyntheseverfahren, die vor allem bei Frakturen mit stabil sitzender Prothese (Vancouver A, B1 und C) Anwendung finden können. Das Ziel einer konventionellen Plattenosteosynthese liegt vor allem darin, die Fraktur zu reponieren und in Reposition zu halten sowie auf die Fraktur wirkende Scher- und Zugkräfte zu eliminieren. Im optimalen Fall gelingt es, axiale Kompression auf den Frakturspalt zu bringen und so maximale Stabilität und eine primäre Knochenbruchheilung zu erreichen. Um dies zu gewährleisten ist eine stabile Fixierung der Platte mit bicortikalen Schrauben notwendig. Die konventionellen Plattensysteme haben allerdings auch einige Nachteile. So ist eine bicorticale Platzierung der Schrauben, gerade im Bereich des Prothesenschaftes, oft nicht möglich. Zusätzlich führt das offene Vorgehen zu einem nicht unerheblichen Weichteiltrauma und einer Denudierung der Fragmente. Durch das Fixieren der Platte am Knochen kommt es zudem zu einer Störung der Periostdurchblutung.



**Abbildung 4:** Low Contact Dynamic Compression Plate (LC-DCP) Fa. Synthes®

#### 1.6.2.1.4 Winkelstabile Plattenosteosynthese

In den letzten Jahren wurden die konventionellen Plattensysteme weiterentwickelt. Derzeit sind verschiedene winkelstabile Plattenosteosynthesen auf dem Markt. Die winkelstabile Platte funktioniert nach dem „Fixateure interne“ Prinzip. Die Schrauben werden hier in der Platte stabil (monoaxial oder polyaxial) fixiert. Ein Aufpressen der Platte auf den Knochen ist hierdurch nicht mehr notwendig, und es kommt zu wesentlich geringeren Störungen der Periostdurchblutung. Ein weiterer Vorteil ist, dass einige Systeme minimalinvasiv zu verwenden sind und ein geringeres Weichteiltrauma zur Folge haben. Auf Grund der problematischen Fixierung der Platte im Bereich des Prothesenlagers kamen, auch in diesem Bereich einige Weiterentwicklungen auf den Markt. So steht für die LISS Platte eine Locking Attachment Plate® (Synthes®) für die Schraubenplatzierung neben dem Prothesenschaft und eine NCB Periprosthetic Femur Plate® (Zimmer®) mit multipler polyaxialer Schraubenplatzierung zur Verfügung. Zudem gibt es für beide Systeme auch die Möglichkeit einer additiven Cable System Anwendung mit speziellen Einsätzen, die, korrekt angewendet, die Stabilität im Vergleich zu der reinen Schraubenosteosynthese deutlich erhöhen [14,55]. Mit diesen Systemen wurde ein Verfahren zur geschlossenen, weichteilschonenden Versorgung mit prinzipieller Teil-/ Belastungsfähigkeit geschaffen.



**Abbildung 5:** NCB Periprosthetic Femur Plate® Fa. Zimmer™



**Abbildung 6:** LISS® Platte Fa. Synthes®



**Abbildung 7:** LAP® der Fa. Synthes®

#### **1.6.2.1.5      Retrograder Nagel**

Bei Vancouver C Frakturen mit sehr weit distal gelegener Fraktur kann der retrograde Nagel angewendet werden. Der Vorteil liegt in der weichteilschonenden Versorgung, allerdings ist eine Arthrotomie des Kniegelenkes notwendig. Dieses Verfahren sollte jedoch nur bei Frakturen weit unterhalb der Prothese genutzt werden, da es bei zu weit nach proximal

eingebrachtem Nagel auf Grund der Veränderungen des Elastizitäts-Moduls, zu einer Fraktur in dem Bereich zwischen Prothese und Nagel kommen kann<sup>[48]</sup>.



**Abbildung 8:** DFN (Distaler Femur Nagel) Fa. Synthes®

#### 1.6.2.1.6 Prothesenwechsel

Ein Prothesenwechsel ist bei gelockerter Prothese (Vancouver B2, B3) die derzeit präferierte Behandlung. Je nach Frakturform, kann sie aber auch bei allen anderen Frakturklassen sinnvoll sein. Je nach Versorgung, kann es bei der Entfernung der einliegenden Prothese, sowohl zementiert als auch unzementiert, zu weiteren knöchernen Defekten kommen. Die Implantation von Standard- und Revisionschäften in Form von Langschaft- oder einer Modularen Prothesen ist möglich. Auf eine Zementierung sollte wegen des Risikos eines Zementaustrittes zwischen den Fragmenten und damit einhergehender Störung der Frakturheilung verzichtet werden. Als Sonderform gibt es auch einen Modularen Prothesennagel, der das Prinzip der Marknagelung mit dem Prothesenwechsel kombiniert<sup>[16]</sup>



**Abbildung 9:** Modulare Revitanprothese® re. und Nagel li der Fa. Zimmer™

#### 1.6.2.1.7 Partieller oder Totaler Femurersatz

Der Femurersatz ist ein sogenanntes Megaimplantat, das sowohl das Hüftgelenk als auch das Kniegelenk ersetzen kann. Hier kann ein proximaler, ein distaler oder auch ein kompletter Femurersatz durchgeführt werden. Er wurde für die Rekonstruktion ausgedehnter ossärer Defekte in der Tumorchirurgie entwickelt, wird aber auch zunehmend in der Revisionsarthroplastik eingesetzt. Auf Grund der hohen Komplikationsrate, sollte die Indikation allerdings extrem eng und nur als Reserveverfahren für das limb-salvage genutzt werden<sup>[32,1]</sup>



**Abbildung 10:** Partieller/Totaler Femurersatz MOST™ Fa. Zimmer™

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Patientenkollektiv

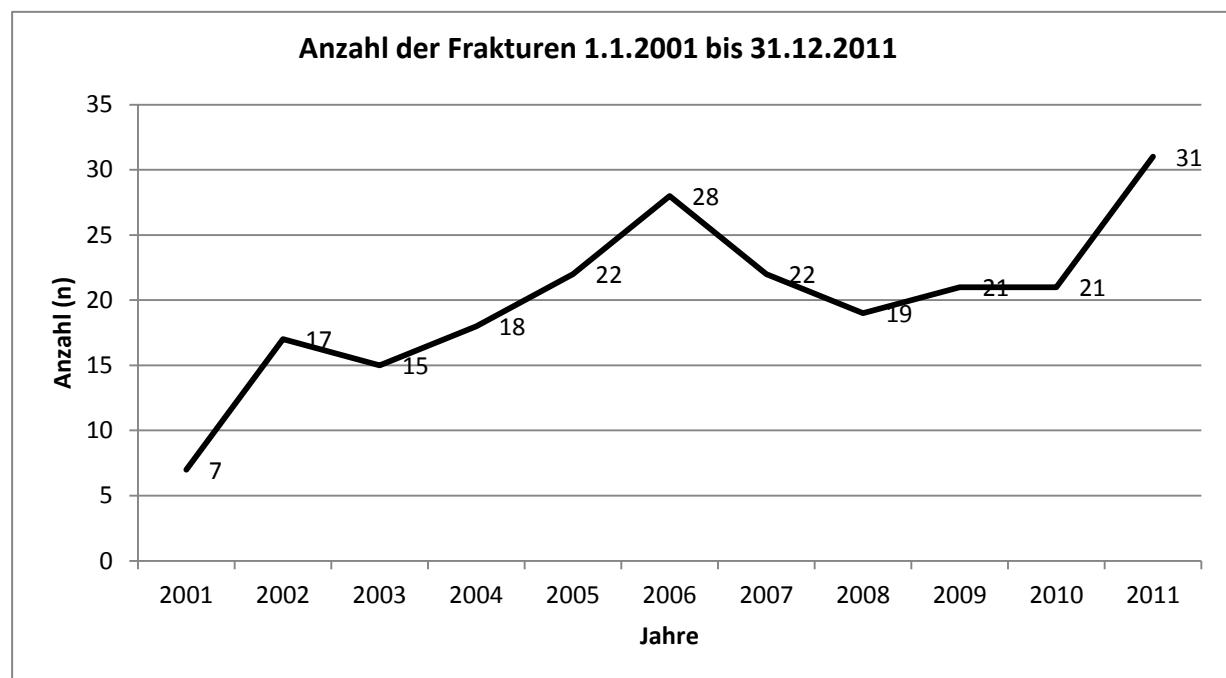
Im Zentralklinikum Augsburg wurden in den Jahren 2001 bis 2011 (1. Januar 2001 bis 31. Dezember 2011) 220 Patienten mit periprothetischer Fraktur bei liegender Hüfttotalendoprothese stationär behandelt.

Von diesen 220 Patienten erlitten im o.g. Zeitraum 2 Patienten jeweils 2 Frakturen und ein Patient 3 Frakturen.

Bei 9 Patienten bestand zur Hüfttotalendoprothese zusätzlich eine ipsilaterale Doppelschlittenprothese bzw. eine Kniestotalendoprothese.

Alle 220 Frakturen wurden operativ versorgt und in die Studie einbezogen.

Abbildung 11 stellt das Auftreten der Frakturen im zeitlichen Verlauf dar. Es lässt sich eine steigende Fallzahl pro Jahr erkennen.



**Abbildung 11:** Anzahl der Frakturen 1.1.2001 bis 31.12.2011

## 2.2 Datenerfassung und Auswertung

Es wurden zunächst alle Patienten mit periprothetischer Fraktur bei einliegender Hüftprothese anhand einer klinikinternen Datenbank ermittelt. Die weitere Erhebung der Daten für diese Arbeit erfolgte durch ein ausführliches Studium der Patientenakten, inklusive der Narkoseprotokolle, der Laborwerte sowie der Röntgenbilder. Die Röntgenbilder wurden im Hinblick auf Lockerungszeichen (Nachsintern, Lysesum, Osteolysen, Ossifikationen, Implantatpositionierung, Stressshielding) und Frakturklassifikation eingehend betrachtet. Eine Kontaktaufnahme oder Nachuntersuchung der Patienten erfolgte nicht. Die Daten wurden mit Hilfe des Microsoft Office Programmes Excel ausgewertet. Eine statistische Aufarbeitung mittels SPSS ergab keine Signifikanzen. Im Weiteren erfolgte eine deskriptive Aufarbeitung.

Auflistung der für diese Studie erhobenen Parameter:

- Persönliche Patientendaten
- Stationäre Aufenthaltsdauer
- ASA (ASA-Physical Status der American Society of Anesthesiologists )
- Frakturklassifikation nach Vancouver
- Standzeit der Prothese
- Operationsdatum
- Operationsdauer
- Operationsanzahl bei Revisionseingriffen
- Operationsverfahren
- Komplikationen
- Verbrauch von Erythrozytenkonzentraten intra- und postoperativ
- Form des für die Fraktur ursächlichen Traumas
- Implantationstechnik der primären Prothese

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Geschlechterverteilung

Im untersuchten Patientenkollektiv fanden sich deutlich mehr Frauen (n=160, 62%) als Männer (n= 60, 38%).

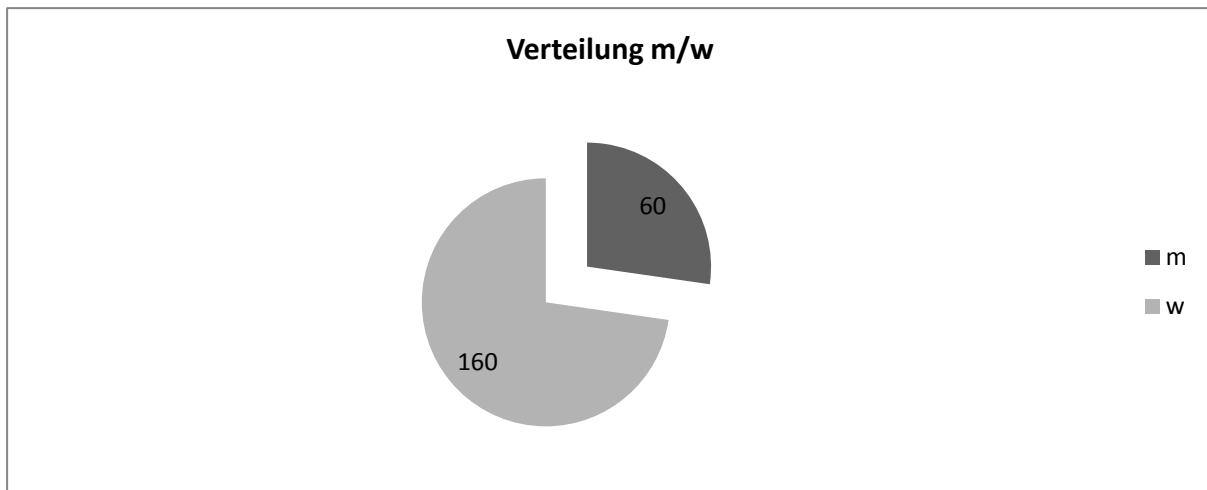


Abbildung 12: Geschlechterverteilung

#### 3.2 Altersverteilung

Das Alter zum Frakturzeitpunkt lag zwischen 41 und 99 Jahren. Das Durchschnittsalter war 78,3 Jahre mit einer Standardabweichung von +/- 9,84 Jahren. Der größte Teil der Patienten (75%) war zwischen 70 und 90 Jahre alt. (Abbildung 13)

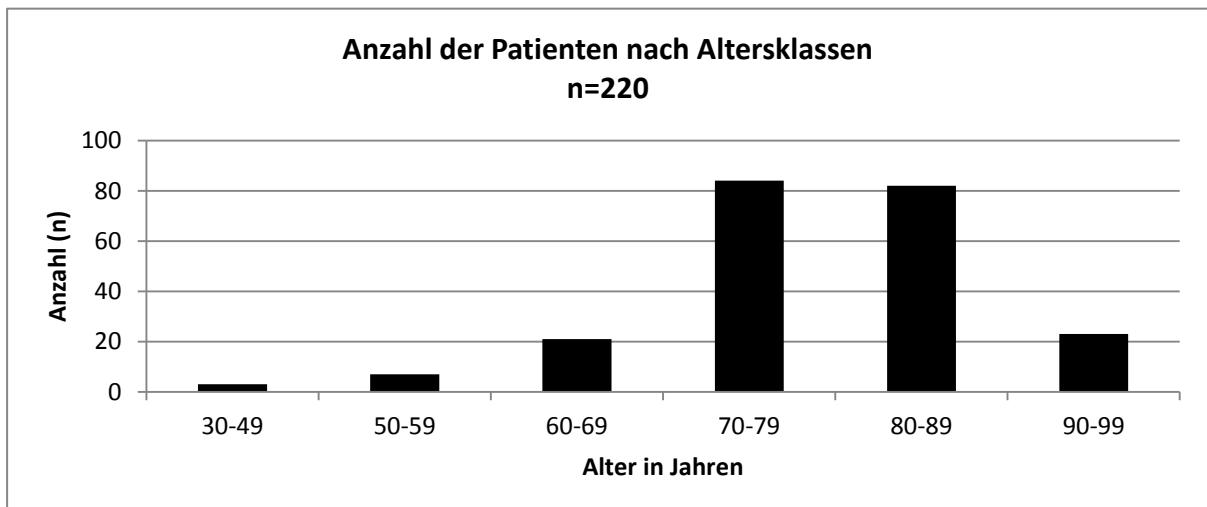


Abbildung 13: Patientenanzahl nach Alter in Jahren

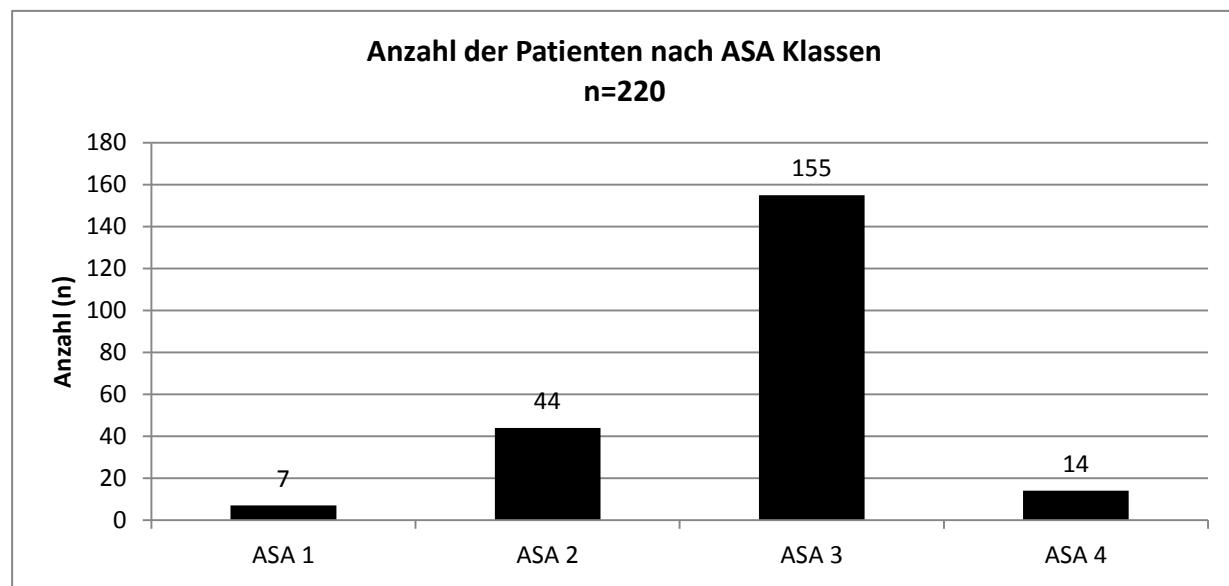
### 3.3 Allgemeinzustand

Als Maßstab für den körperlichen Zustand der Patienten wurde die ASA Klassifikation verwendet (Tabelle 2). Die Anzahl der Grunderkrankungen gibt keine Aussage über die gesamte Schwere der Erkrankungen.

**Tabelle 2:** ASA Einteilung

ASA	
1	Normaler, gesunder Patient
2	Patient mit leichter Allgemeinerkrankung
3	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung
4	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung, die eine ständige Lebensbedrohung ist
5	Moribunder Patient, der ohne Operation vermutlich nicht überleben wird
6	Hirntoter Patient, dessen Organe zur Organspende entnommen werden

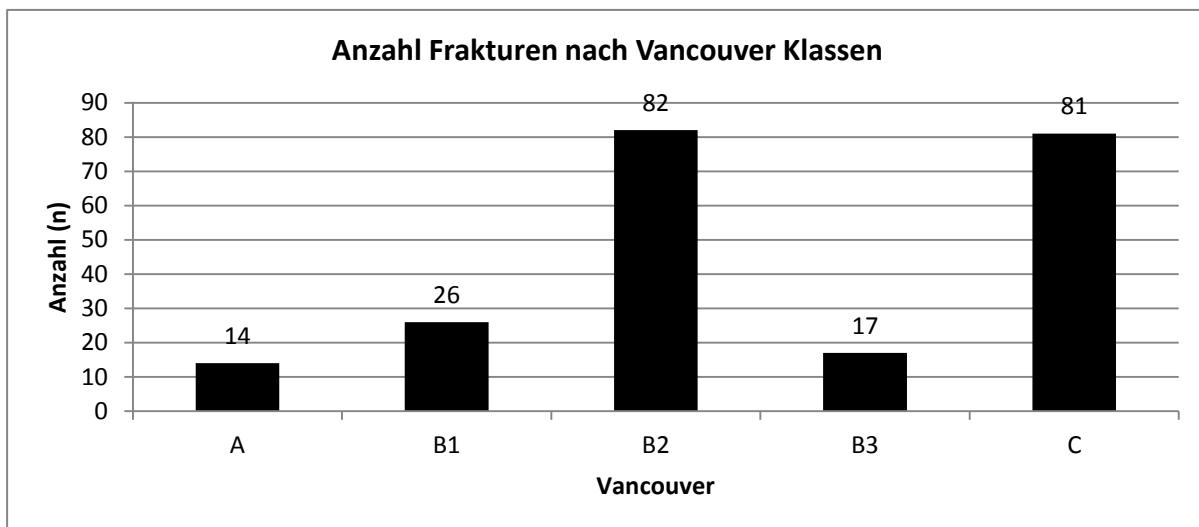
Die Patienten in dieser Studie befanden sich zu einem Großteil (70%) in der Klasse 3 der ASA Klassifikation (Abbildung 14).



**Abbildung 14:** Patientenanzahl nach ASA

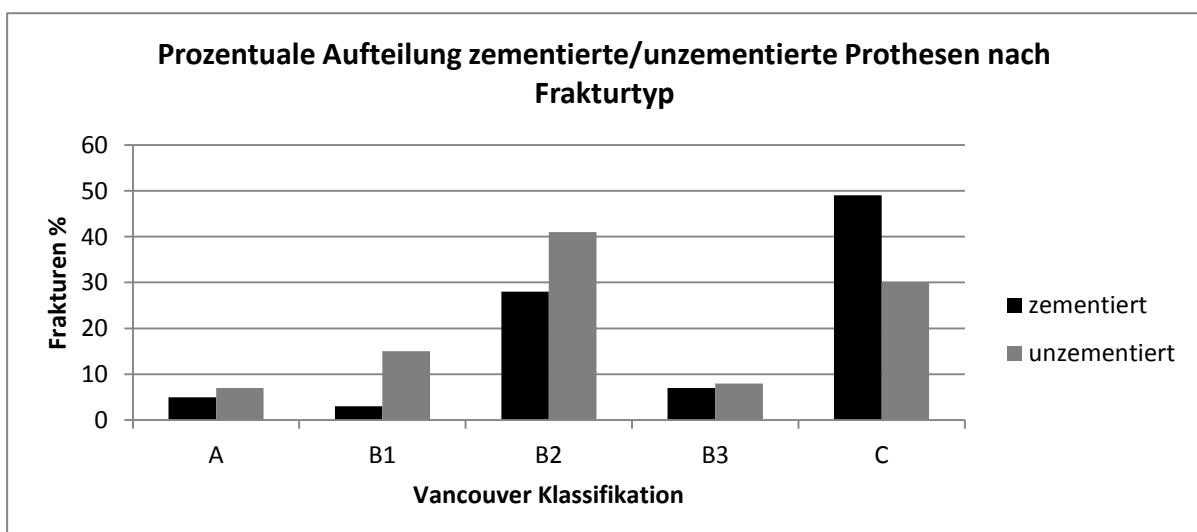
### 3.4 Frakturtypen nach Vancouver

Die am häufigsten auftretende Frakturform nach Vancouver war die B2 Fraktur (n=82), gefolgt von der C Fraktur (n=81). Dahinter die B1 Frakturen (n=26) die B3 Frakturen (n=17) und die A Frakturen (n=14). Die Frakturen im Prothesenschaft sind mit 57% (n=120) am häufigsten vertreten. Für die genaue Verteilung siehe Abbildung 15.



**Abbildung 15:** Aufteilung der Frakturtypen nach Vancouver Klassifikation

In diesem Zusammenhang wurde überprüft, ob eine Abhängigkeit des Frakturtyps mit der primären Implantationstechnik, unzementiert im Vergleich zu zementiert, vorlag. (Abbildung 16).

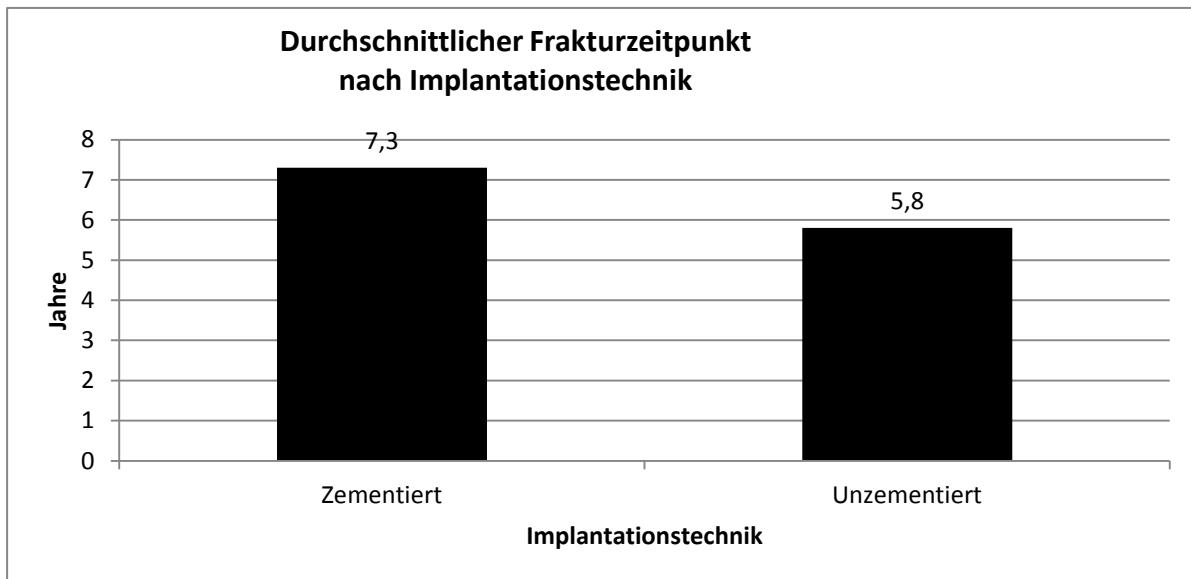


**Abbildung 16:** Prozentuale Verteilung zementierte/unzementierte Prothesen

Auffällig war, dass die unzementierten Prothesen in der Klasse A (7%), B1(15%) und B2 (41%) dominierten, während die C Fraktur 49% aller Frakturen bei zementierter Prothese ausmachten.

### 3.5 Standzeit der Prothese zum Fraktureintritt

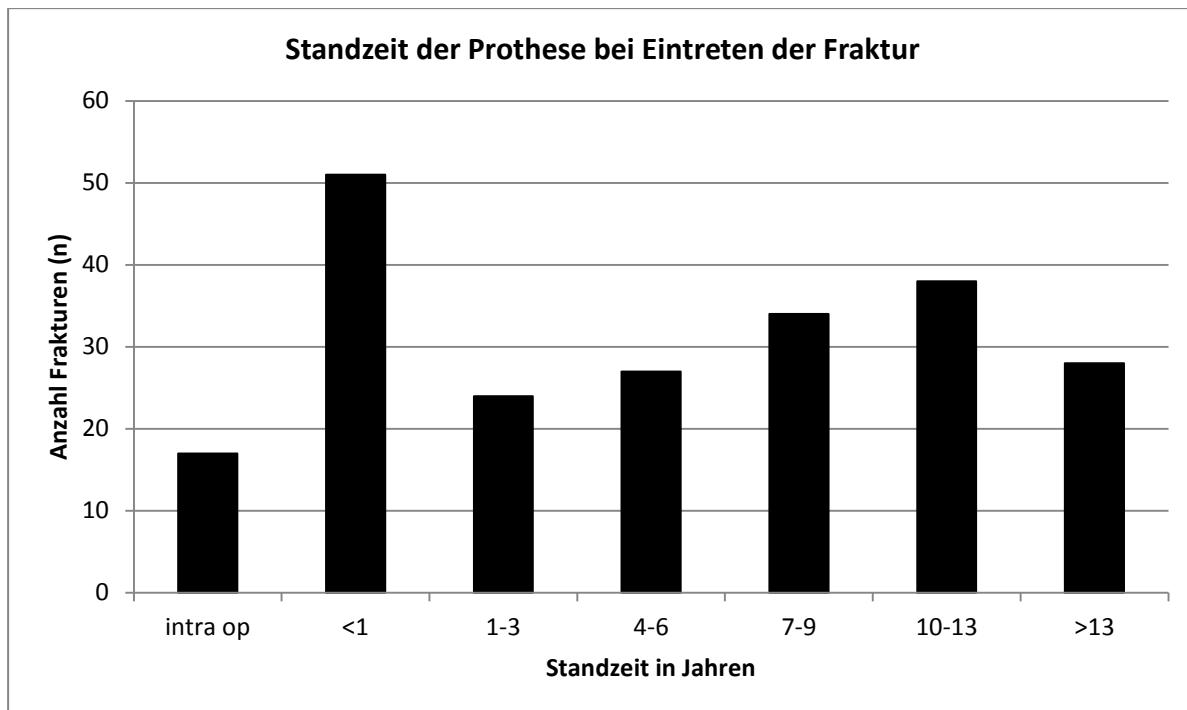
Die Frakturen traten in einem Zeitintervall von der Prothesenimplantation bis zur Fraktur von 0 bis 26 Jahren auf. Im Mittel lag die Prothesenstandzeit bei 6,2 Jahren mit einer Standardabweichung von +/- 5,6 Jahren. Es zeigte sich eine deutlich längere Standzeit bei den zementierten im Vergleich zu den unzementierten Prothesen, wie aus Abbildung 17 ersichtlich.



**Abbildung 17:** Durchschnittliche Standzeit nach Implantationstechnik

Zur besseren Darstellung der Standzeit in Abhängigkeit zur Zeit, wurden sieben Zeitintervalle festgelegt (intraoperativ, weniger als 1 Jahr, 1-3, 4-6, 7-9 und 10-13 Jahre sowie mehr als 13 Jahre).

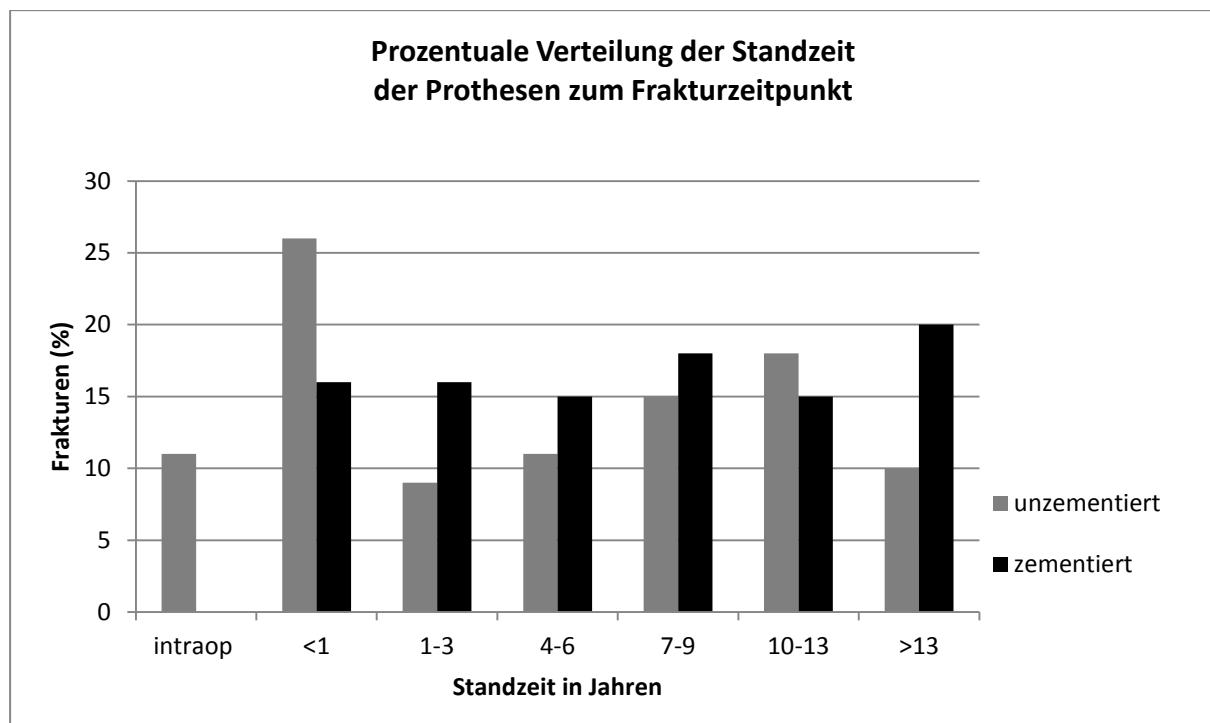
In Abbildung 18 sieht man, dass ein hoher Anteil an Frakturen innerhalb des ersten Jahres (23% aller Frakturen) sowie vom sechsten bis Ende des zwölften Jahres (33% aller Frakturen) eintrat.



**Abbildung 18:** Standzeit der Prothese bei Eintreten der Fraktur in Jahren

Betrachtet man die Standzeit der Prothese weiter nach der Implantationstechnik, zeigt sich ein Überwiegen der intraoperativen Frakturen bei der unzementierten ( $n=17$ ) im Vergleich zu der zementierten ( $n=0$ ) Technik. Die meisten Frakturen traten im ersten Jahr und unter Einsatz der unzementierten Technik auf.

Bei Betrachtung der Verteilung der unzementierten ( $n=160$ ) zu den zementierten ( $n=60$ ) Prothesen nach Standzeit, fällt ein gehäuftes Auftreten von Frakturen bei unzementierter Prothese, sowohl innerhalb des ersten Jahres und intraoperativ (37%) als auch zwischen dem zehnten und dreizehnten Jahr auf (18%). Die zementierten Frakturen überwiegen allerdings in allen anderen Jahren. (Siehe Abbildung 19)

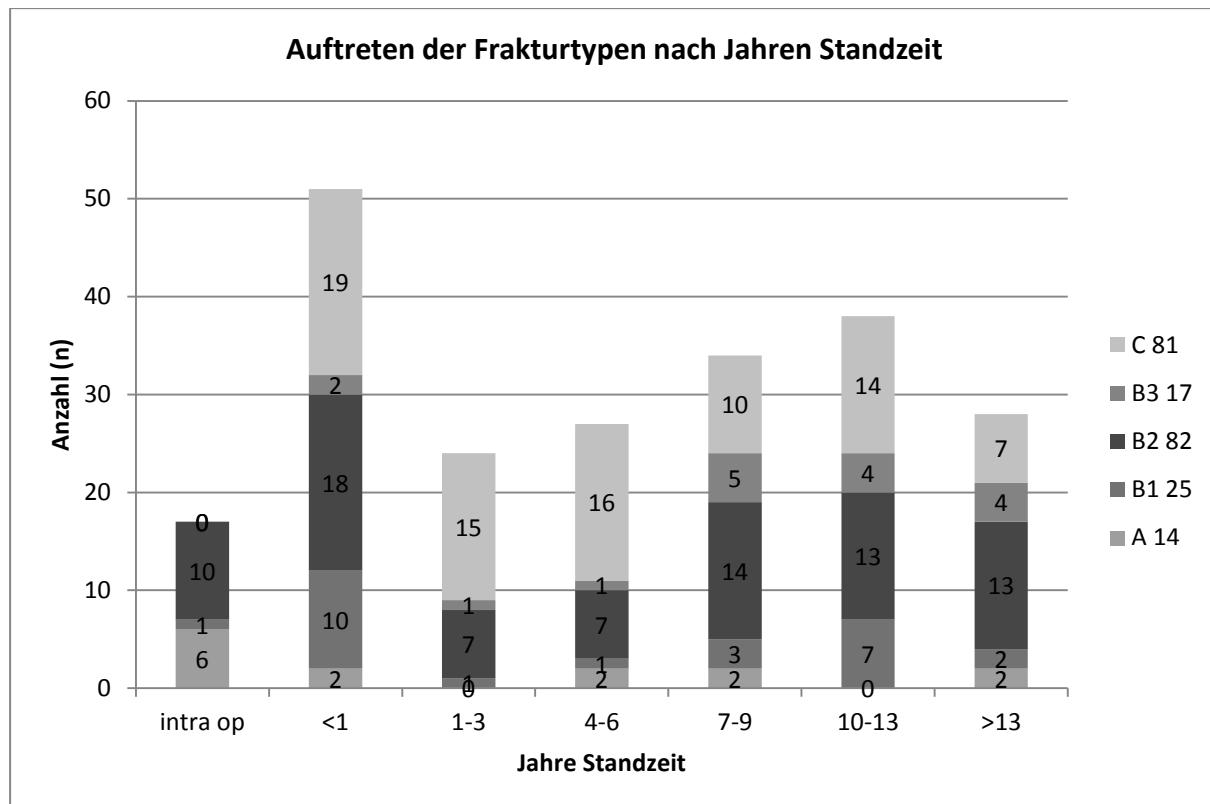


**Abbildung 19:** Prozentuale Verteilung der Standzeit der Prothese zum Frakturzeitpunkt

Vom ersten bis zum sechsten Jahr nach Implantation ist das Risiko einer Fraktur bei unzementierter Prothese gering (insg. 20%).

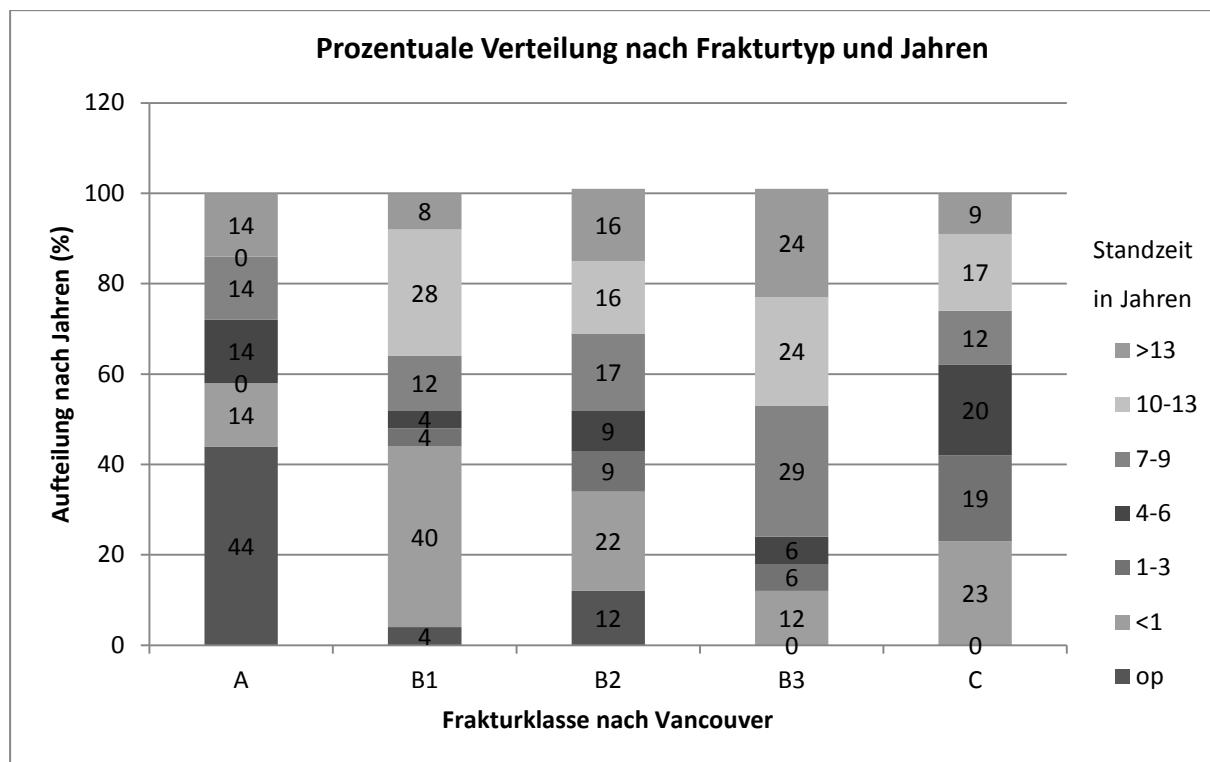
Bei den zementierten Prothesen zeigte sich über die Jahre eine nahezu gleichbleibende Frakturrate, die erst bei langer Standzeit ( $\geq 13$  Jahre) wieder ansteigt.

Die Betrachtung der Frakturarten in Abhängigkeit zu den Standzeiten zeigte, dass vor allem intraoperativ fast ausschließlich A und B2 Frakturen auftraten. Zudem kam es im zu einer Zunahme der B3 Frakturen mit zunehmender Standzeit der Prothesen. (Siehe Abbildung 20).



**Abbildung 20:** Frakturtypen nach Standzeit

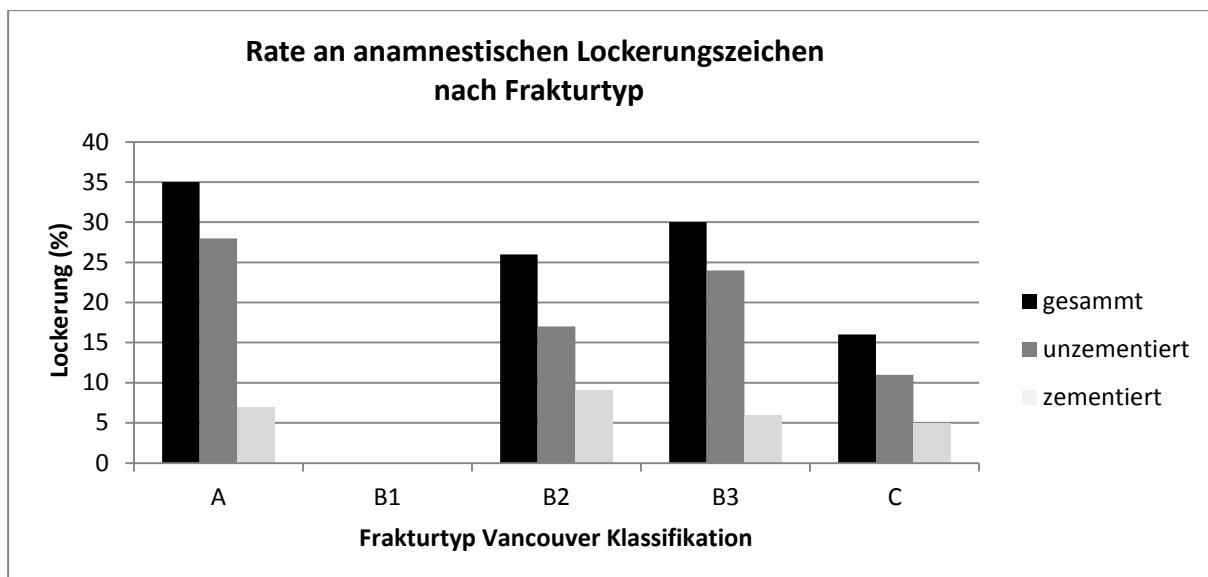
Intraoperativ trat eine hohe Anzahl von Frakturen der Klasse A auf, während in den darauffolgenden Jahren der Prothesentragzeit die Rate der A Frakturen gering ist. B1 Frakturen traten gehäuft innerhalb des ersten Jahres nach Implantation und eher danach wieder im zehnten bis dreizehnten Jahr. B2 Frakturen traten gehäuft innerhalb des ersten Jahres auf und haben ein Risiko ab dem siebten Jahr Standzeit. Die B3 Frakturen nahmen bei langer Tragzeit von sieben Jahren zu. C Frakturen treten vermehrt zwischen dem ersten bis zum sechsten Jahr auf (siehe Abbildung 21).



**Abbildung 21:** Prozentuale Verteilung der jeweiligen Frakturarten nach Standzeit in Jahren

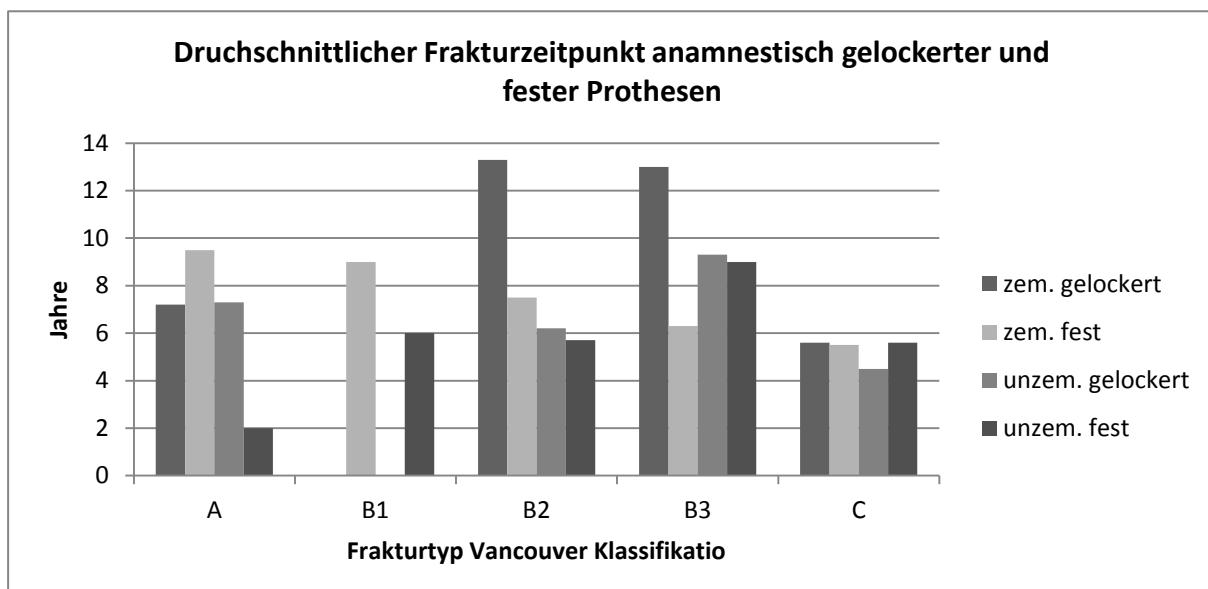
### 3.6 Gelockerte Prothesen und Frakturtrauma

Eine Lockerung ist häufig klinisch mit Oberschenkelschmerzen bei Belastung und Rotationsschmerzen verbunden. Aus diesem Grund wurde bei der Anamneseerhebung besonders auf die klinischen Zeichen einer Lockerung Wert gelegt. Bei 46 Patienten (21%) konnte der dringende Verdacht auf eine anamnestische Lockerung vor der periprothetischen Fraktur gestellt werden (im weiteren Text nur als Lockerung beschrieben). Bezuglich des Einflusses der Prothesenlockerung auf die Frakturart, zeigte sich eine hohe Lockerungsrate bei den Frakturen Typ A und Typ B2 und B3 (Siehe Abbildung 22). Die B1 Frakturen sind, wie zu erwarten, nicht vertreten. Wobei bei diesen in einem Fall eine gelockerte Pfanne gewechselt wurde.



**Abbildung 22:** Rate an anamnestischen Lockerungsgzeichen nach Frakturklassifikation

Die A Frakturen traten bei gelockerten zementierten Prothesen im Schnitt nach 7,2 Jahren, bei den festsitzenden zementierten Prothesen nach 9,5 Jahren auf (Siehe Abbildung 23). Bei den unzementierten Prothesen kam es bei gelockerter Prothese nach 7,3 Jahren, bei festsitzender Prothese nach zwei Jahren zur Fraktur.



**Abbildung 23:** Durchschnittlicher Frakturzeitpunkt zementierter und unzementierter anamnestisch gelockerter und anamnestisch fester Prothesen.

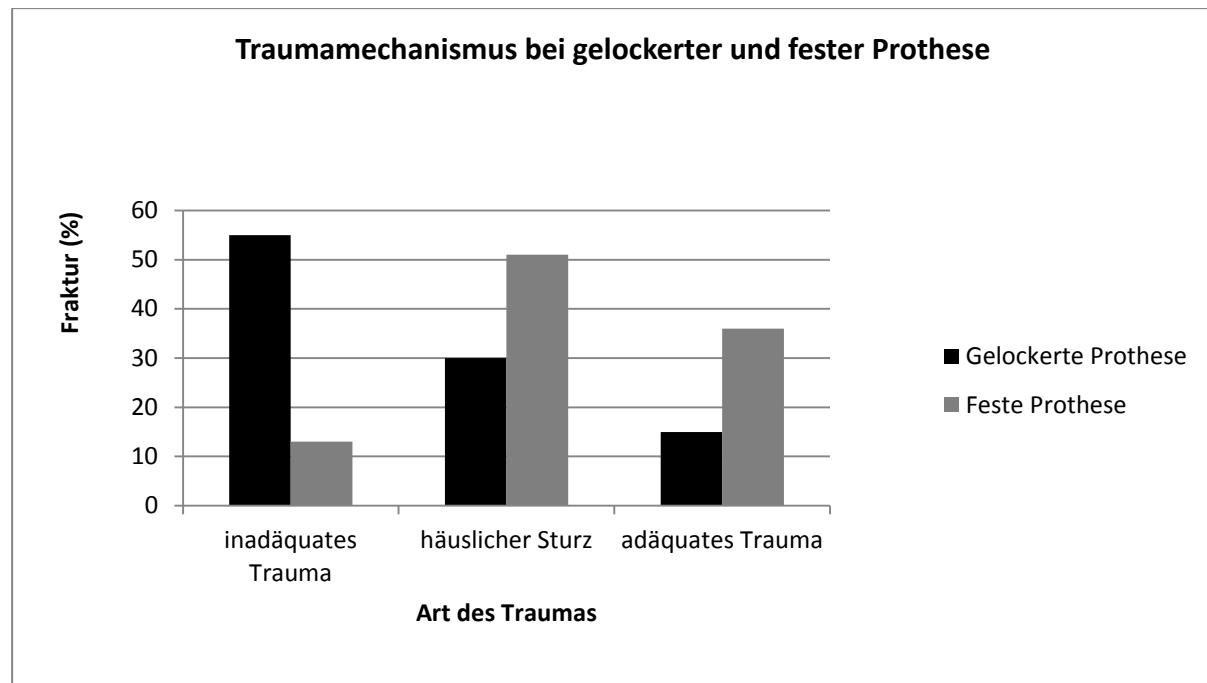
Die B1 Frakturen traten bei den zementierten Prothesen nach neun Jahren auf. Bei den unzementierten Prothesen trat die Fraktur durchschnittlich nach sechs Jahren auf.

Für die sicher posttraumatisch gelockerten B2 Frakturen kam es bei zementierten Prothesen nach 13,3 Jahren zu Frakturen bei fest sitzender Prothese. Bei vorbestehenden klinischen Lockerungszeichen hingegen nach 7,5 Jahren. Bei unzementierten Prothesen kam es bei Lockerung nach 6,2 Jahren und bei den fest sitzenden Prothesen nach 5,7 Jahren zu einer Fraktur.

Bei B3 Frakturen kam es beim Einsatz der zementierten Technik nach 13 Jahren zu einer Fraktur bei fester Prothese, bei klinischer Lockerung nach 6,3 Jahren. Bei der unzementierten Technik nach 9,3 Jahren mit Lockerung und nach neun Jahren bei festem Sitz.

Bei den C Frakturen kam es bei zementierter Prothese nach 5,6 Jahren mit und nach 5,5 Jahren ohne klinische Lockerungszeichen zu einer Fraktur. Bei den unzementierten nach 4,5 Jahren bei klinischer Lockerung und nach 5,6 Jahren bei festem Sitz.

Zur weiteren Analyse wurde noch der Traumamechanismus betrachtet. Es wurde unterteilt in inadäquates Trauma (kein nachweisbarer Sturz) und adäquates Trauma. Beim adäquaten Trauma wurden der häusliche Sturz und ein „adäquates“ Trauma mit höherer Energieeinwirkung als der Sturz in der Ebene unterschieden. Bei den 46 Patienten mit gelockerter Prothese trat die Fraktur bei 25 Patienten (55%) und einem inadäquaten Trauma, bei 14 Patienten (30%) nach einem häuslichen Sturz und nur bei sieben Patienten (15%) nach einem adäquaten Trauma auf. Bei den 174 Patienten ohne Lockerungszeichen kam es bei 23 Fällen (13%) ohne adäquates Trauma, in 88 Fällen (51%) bei einem häuslichen Sturz und bei 63 Fällen (36%) durch ein adäquates Trauma zu einer Fraktur (siehe Abbildung 24).



**Abbildung 24:** Traumamechanismus bei gelockerter und fester Prothese

### 3.7 Versorgung der Fraktur

Bei den 220 Frakturen wurden die unterschiedlichen Operationsverfahren je nach Frakturart angewendet. Zumeist wurde eine grobe Aufteilung der Versorgungsprinzipien in Plattenysteme, Prothesenwechsel und singuläre Cerclagen vorgenommen (Abbildung 25). Da es zum Teil auf Grund von systemspezifischen Komplikationen zu einem Wechsel des Verfahrens kam, ist die Gesamtzahl der verwendeten Verfahren (n=232) höher als die Anzahl der Frakturen. Zusätzlich wurden teilweise Verfahren kombiniert (z.B. Plattenosteosynthese und Prothesenwechsel in zehn Fällen). Die hier aufgeführten Cerclagen sind als singuläres System aufgeführt. Additiv wurden insgesamt 93 der Frakturen zusätzlich zum primären Verfahren mit Cerclagen augmentiert.

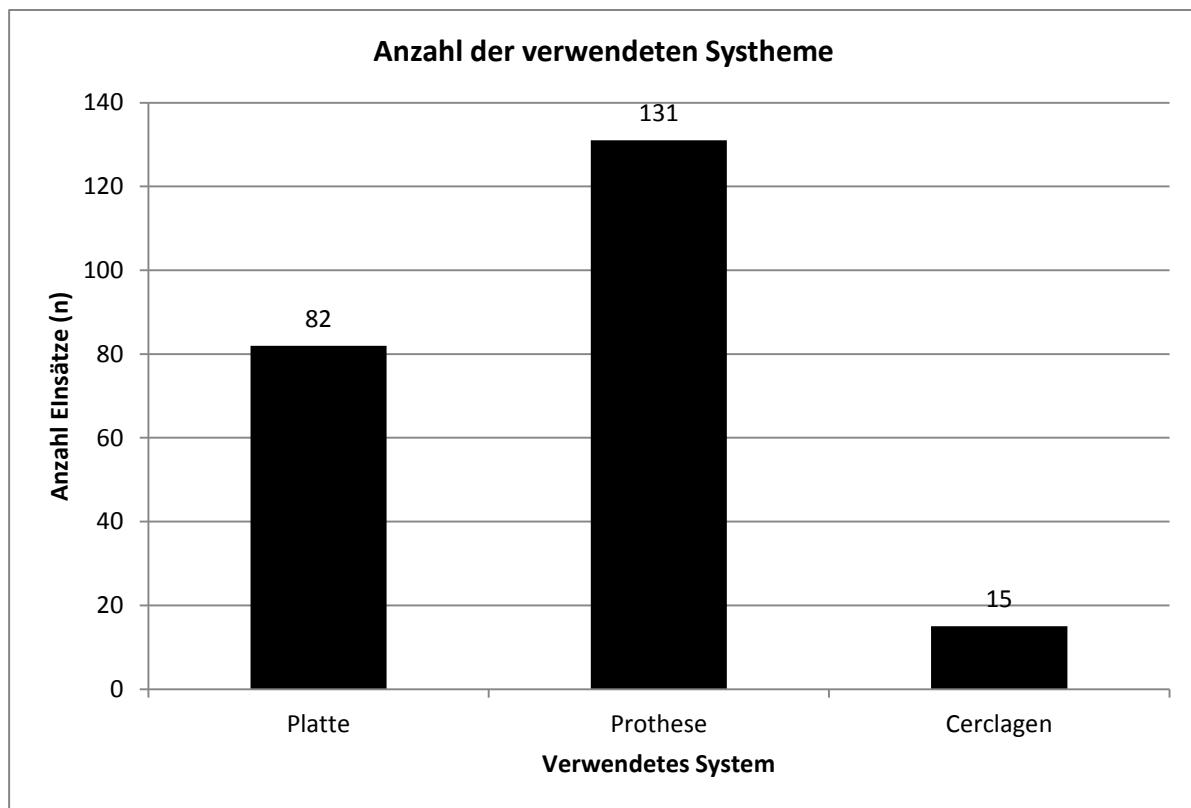
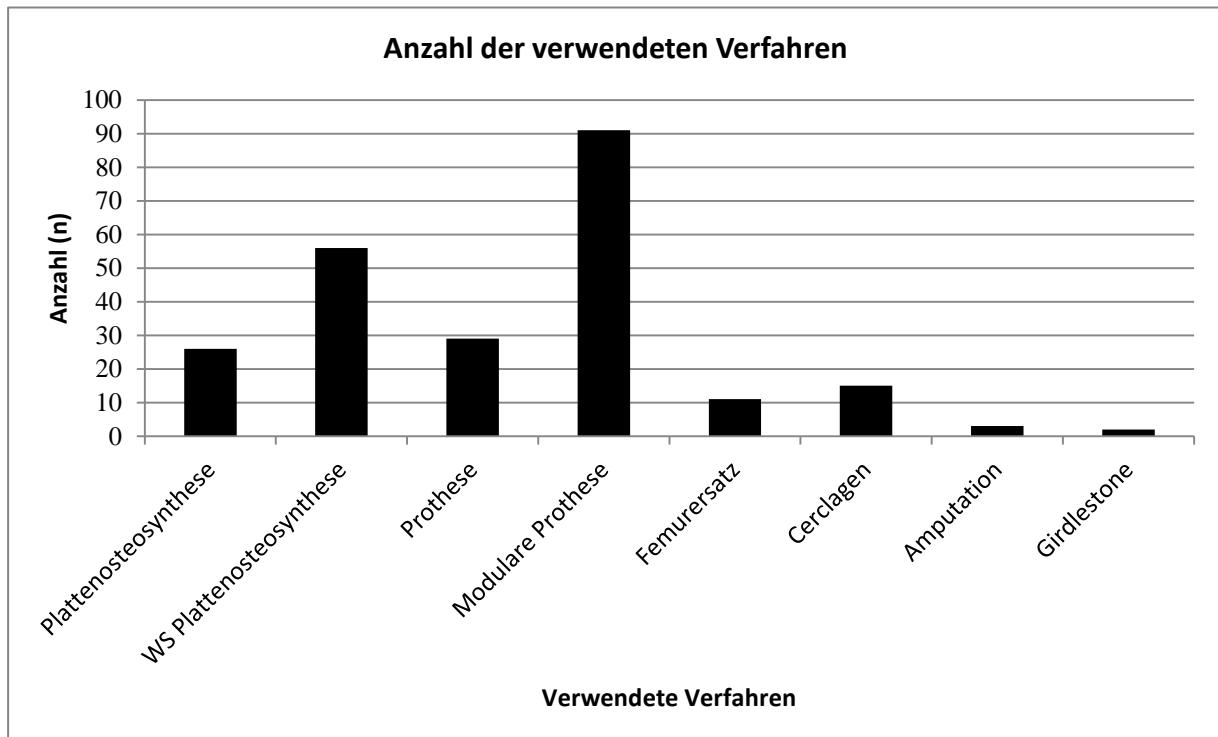


Abbildung 25: Anzahl der verwendeten Systeme je Typ

Die 3 Hauptgruppen der Versorgung können weiter in Untergruppen eingeteilt werden (siehe Abbildung 26):

- Plattenosteosynthesen
  - Konventionelle Plattenosteosynthese
  - Winkelstabile Plattenosteosynthese
    - LISS Platte (n=42)
    - LAP zusätzlich zu LISS (n=11)
    - NCB Periprosthetic Platte (n=14)
- Prothesen
  - Nicht modulare Prothesen
  - Modulare Prothesen
  - Modularer Femurersatz
- Sonstiges
  - Amputationen
  - Girdlestone
- Zusätzliche Cerclagen (n=93)



**Abbildung 26:** Verschiedene angewendete Verfahren

Insgesamt wurden n=131 Prothesenwechsel durchgeführt, hiervon n=29 mit nicht modularem Schaft (Wagner Schaft, Müller Gerad Schaft und Spotorno Schaft), n=91 Modulare Prothesen (Revitan) und n=11 teilweise oder vollständige Femurersätze (MOST™). Bei den Plattenosteosynthesen wurden n=26 nicht winkelstabile Systeme (LC-DCP u.a) und n=56 winkelstabile Plattenosteosynthesen verwendet. Darunter n=42 mal das LISS System in n=11 Fällen zusammen mit der LAP und n=14 mal die NCB periprosthetic Platte. Auf Grund von Komplikationen, die später aufgeführt werden, und auf Patientenwunsch (n=1) wurden n=3 Oberschenkelamputationen und n=2 Resektionsarthoplastien (Girdlestone Situationen) durchgeführt. Eine additive Versorgung mit Cerclagen wurde bei n=59 Prothesenwechseln und bei n=36 Plattenosteosynthesen angewendet. Insgesamt wurden bei der Revision nur n=4 Prothesen zementiert (zwei Revitan, ein Wagner- und ein Müller Gerad Schaft). Bei n=30 Patienten wurde ein Pfannenwechsel durchgeführt. Hiervon n=6 zementierte Flachprofilpfannen, eine Burchschale, eine Hakendachschale, eine Tantal Constrained Pfanne und n=21 Allofit Pfannen.

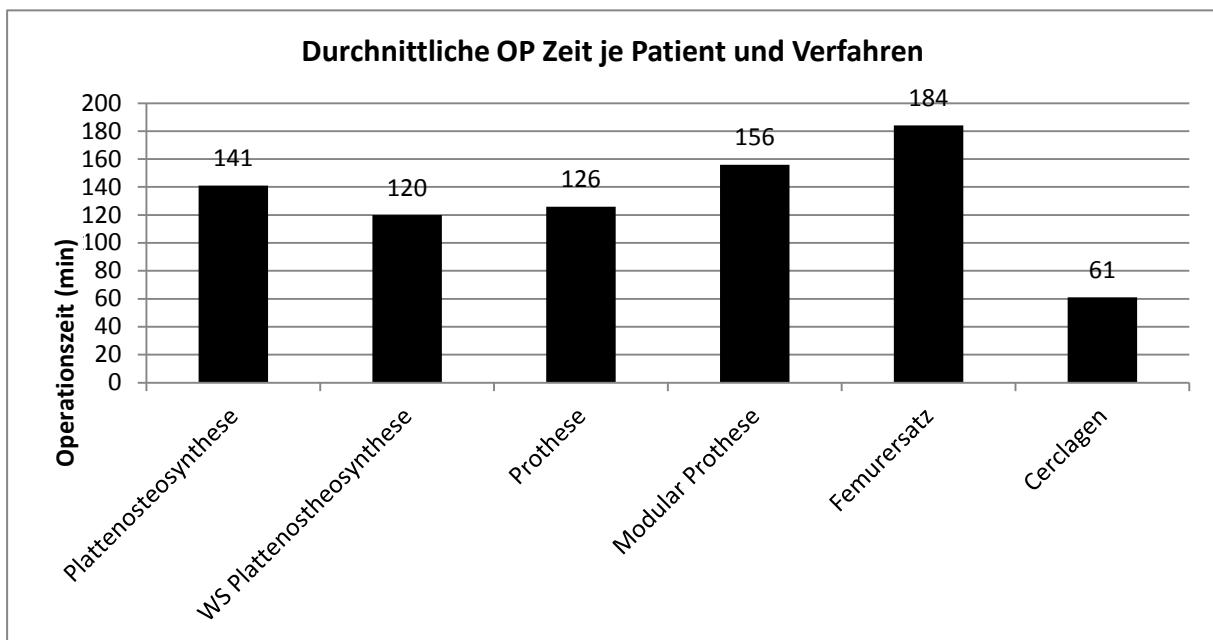
Es wurde untersucht, welche Verfahren bei welcher Frakturart verwendet wurden (Siehe Tabelle 3).

**Tabelle 3:** Versorgung nach Frakturtyp der Vancouver Klassifikation

<b>Therapie Frakturen Vancouver A</b>	<b>Anzahl (n)</b>
Cerclagen	6
Modulare Prothesen, davon eine mit Cerclagen	4
Prothesen, davon eine mit Cerclagen	4
Girdlestone Situation bei Infekt	1
Summe	15
<b>Therapie Frakturen Vancouver B1</b>	
Cerclagen	6
Plattenosteosynthese	6
NCB periprosthetic Plate, davon zwei mit Cerclagen	4
LISS Platte, davon eine mit LAP	2
Modulare Prothesen, davon mit sechs Cerclagen	8
Summe	26
<b>Therapie Frakturen Vancouver B2</b>	
Cerclagen	3
LDCP mit Prothesenwechsel und Ceclagen	1
Prothesen, davon sechs mit Cerclagen	18
Modular Prothesen, davon 31 mit Cerclagen	58
Femurersatz	2
Girdlestone Situation bei Infekt	1
Summe	82
<b>Therapie der Frakturen Vancouver B3</b>	
Trochanterfixationsplatte bei Femurersatz und Cerclagen	1
NCB Periprosthetic Plate mit Prothesenwechsel und Cerclagen	1
Prothese	2
Modular Prothesen, davon acht mit Cerclagen	12
Femurersatz, davon zwei mit Cerclagen	3
Summe	17
<b>Therapie Frakturen Vancouver C</b>	
Plattenosteosynthesen (LDCP, DCS), davon vier mit Cerclagen	18
NCB Periprosthetic Plate, davon sieben mit Cerclagen	9
LISS, davon 16 mit Cerclagen, sieben mit LAP und drei mit LAP und Cerclagen	40
Prothese	5
Modulare Prothese	10
Femurersatz	6
Amputationen (zwei infektbedingt, eine auf Patientenwunsch)	3
Summe	81

### 3.8 Operationsdauer und Operationsanzahl

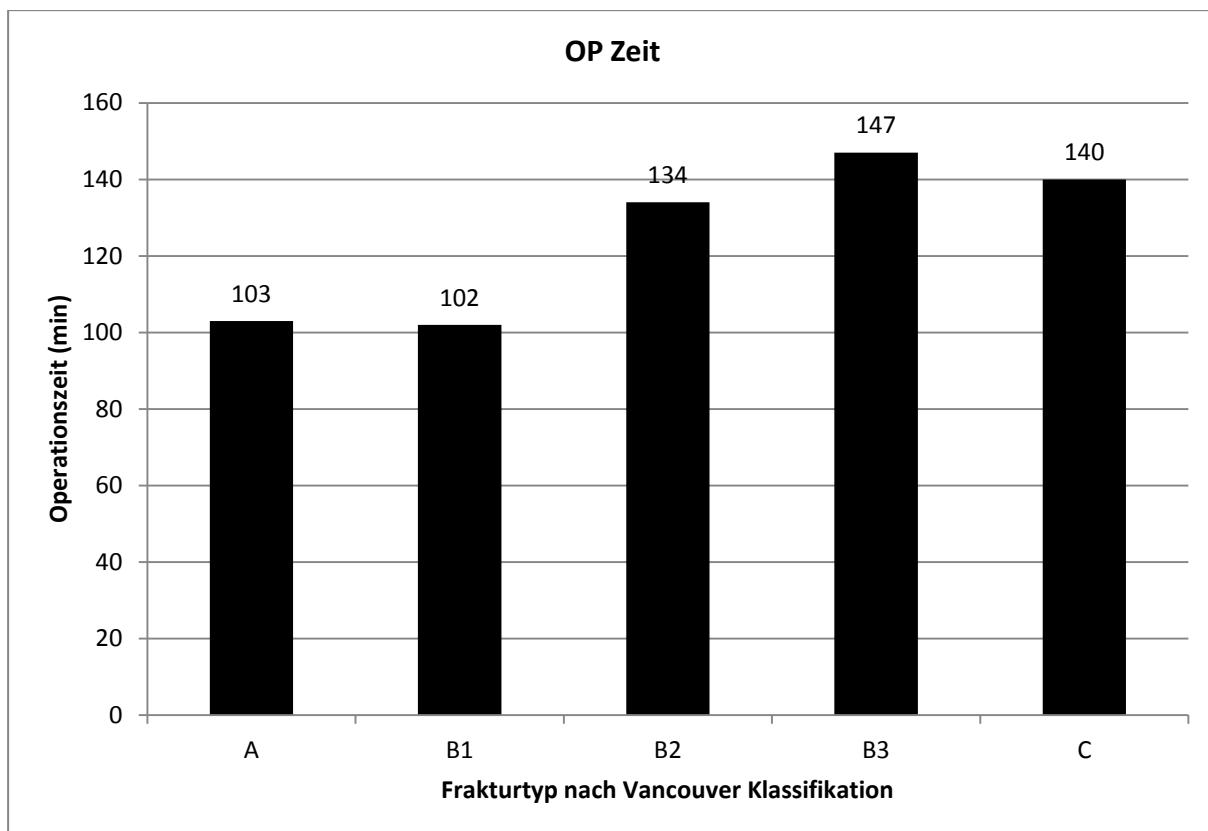
Die durchschnittliche Operationszeit aller Patienten, ohne ggf. durchgeführte Revisionseingriffe, betrug 135 Minuten (31- 325 Minuten). Bei 53 der 220 Patienten war ein Revisionseingriff auf Grund von Infektionen, Nachblutungen, irreponiblen Luxationen bzw. verspätet festgestellter intraoperativer periprothetischer Fraktur oder anderer Komplikationen notwendig. Hierbei wurden 28 Patienten einmal, zwölf Patienten zweimal, neun Patienten drei- bis viermal und drei Patienten acht- bis 15-mal revidiert.



**Abbildung 27:** Durchschnittliche OP Zeit je Patient und Verfahren.

Betrachtet man die durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit der einzelnen Verfahren, zeigt sich, dass die singuläre Cerclage der kürzeste Eingriff gewesen ist, gefolgt von den winkelstabilen Plattenosteosynthesen und den konventionellen Plattenosteosynthesen. Die Standard Prothese benötigte eine kürzere Operationszeit als die Modulare Prothese und der Femursatz. Für die durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit der Verfahren Siehe Abbildung 27.

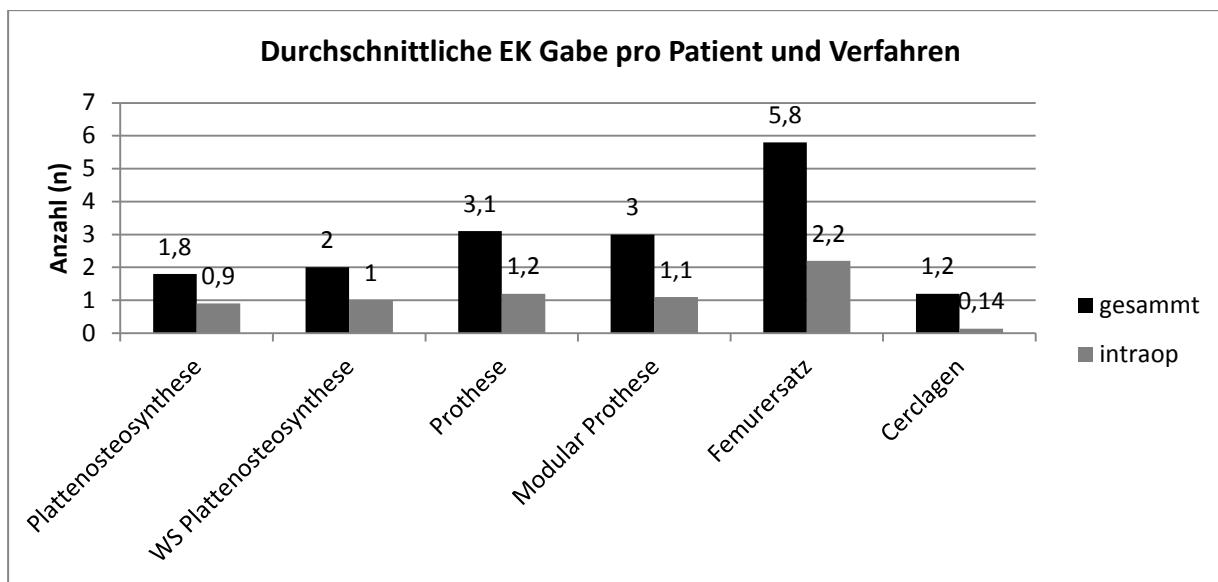
Auch bei der Betrachtung der OP Zeiten nach Frakturart zeigt sich, dass die Zeit der Operation von der Komplexität der zu versorgenden Fraktur abhängt. Dies zeigt Abbildung 28.



**Abbildung 28:** Operationszeit in Abhängigkeit der Frakturart in Minuten

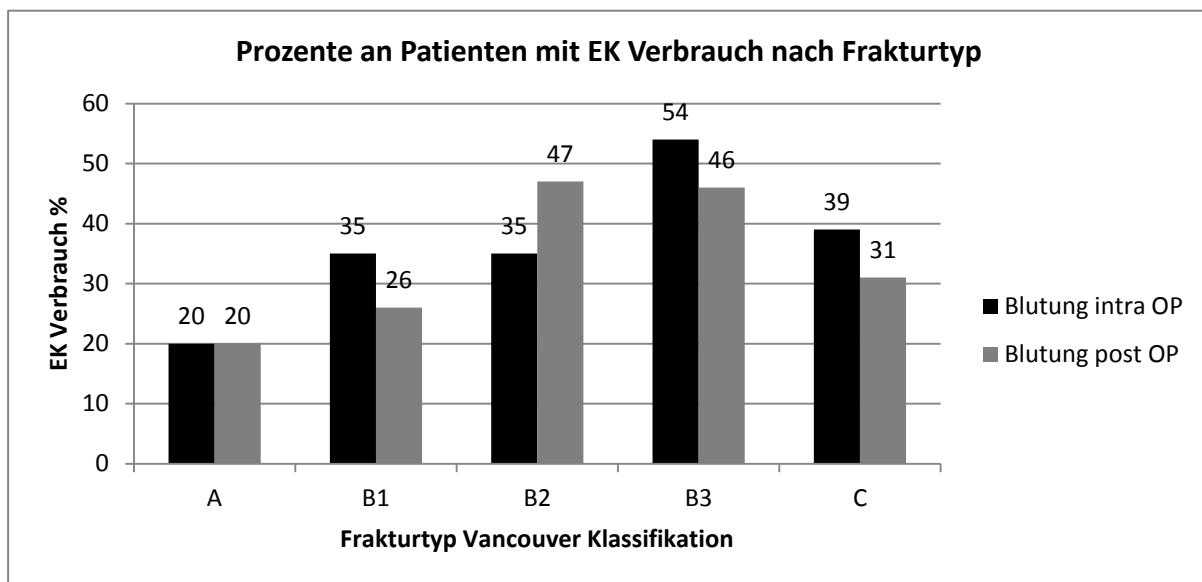
### 3.9 Intra- und postoperative Erythrozytenkonzentrat-Gabe

Im Weiteren wurde die Anzahl der transfundierten Erythrozytenkonzentrate (EK) analysiert. Da die primäre Versorgung im Vordergrund stand, und auf Grund der eingetretenen Komplikationen eine verfahrensspezifische Aussage ansonsten nicht möglich gewesen wäre, wurden alle Patienten mit mehr als einem operativen Eingriff von der Analyse ausgeschlossen. Die Daten von 169 Patienten wurden ausgewertet. Von diesen 169 Patienten erhielten 98 Patienten insgesamt 432 Erythrozytenkonzentrate, davon 173 intraoperativ. Um bei extremen Fallzahlunterschieden einen besseren Überblick zu gewinnen, wurde die durchschnittliche EK Gabe nach Verfahren und pro Patient ermittelt (Siehe Abbildung 29).



**Abbildung 29:** Durchschnittliche EK Gabe je Patient und Verfahren

Der EK Verbrauch war stark verfahrensabhängig. Gerade die Verfahren, die keine Eröffnung des Markraumes oder ein geringes Weichteiltrauma setzen, kamen mit deutlich geringeren Gaben, vor allem postoperativ aus, als die maximalinvasiven Verfahren. Auch spielte die Komplexität der Fraktur eine Rolle (Abbildung 30).



**Abbildung 30:** Prozente an Patienten, die eine Bluttransfusion benötigten, nach Frakturklassifikation Vancouver

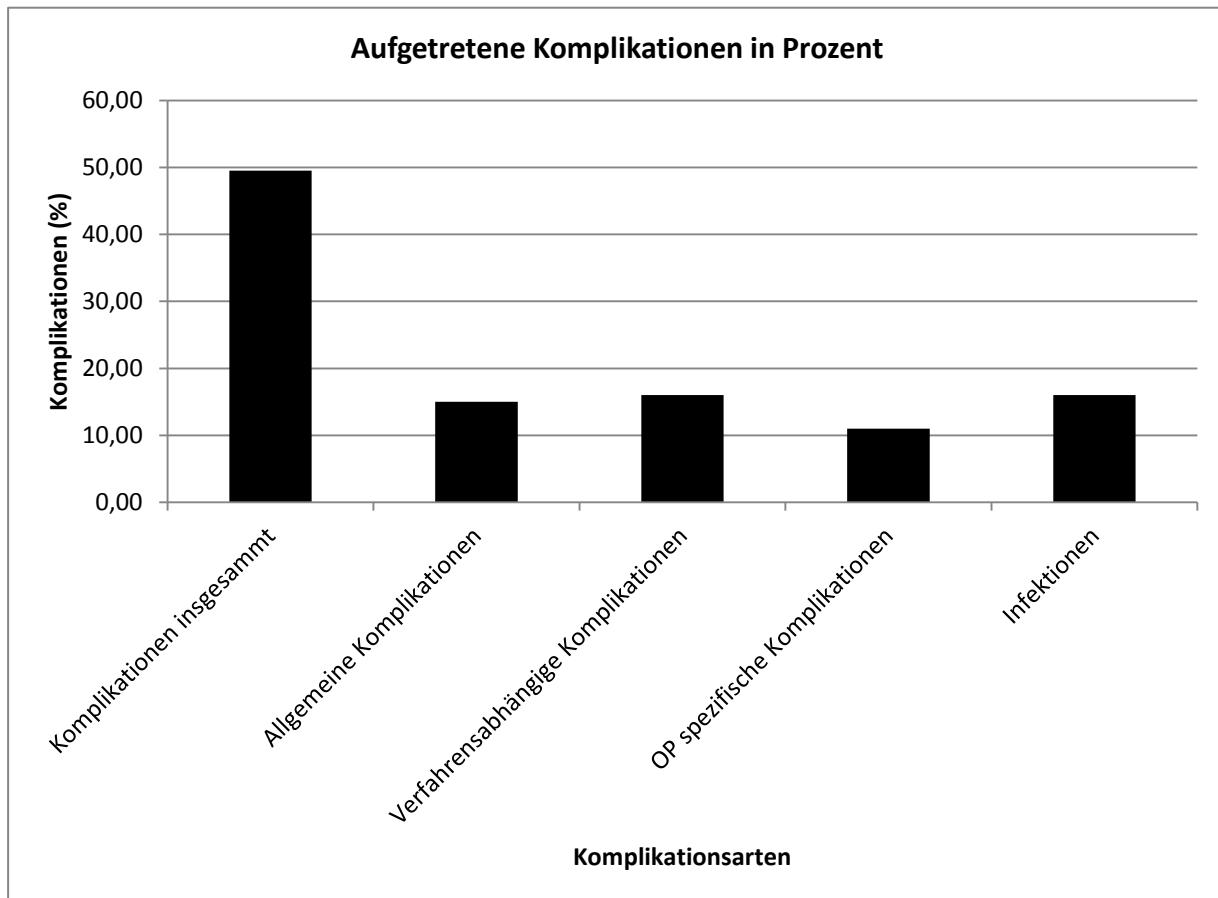
Gerade bei den komplex zu versorgenden B3 Frakturen, aber auch bei den meistens mit einem Prothesenwechsel einhergehenden B2 Frakturen, benötigten nahezu 50% aller Patienten Erythrozytenkonzentrate.

### **3.10 Komplikationen**

Bei 109 der 220 Patienten (49,5%) kam es zu Komplikationen. Diese Komplikationen können wie folgt aufgeteilt werden.

- Allgemeine Komplikationen
  - Harnwegsinfekte
  - Pneumonie
  - Herzinfarkt u.ä.
- OP-abhängige Komplikationen
  - Blutungen mit operativer Folge
  - Therapiebedürftige Serome und Hämatome
- Wundinfektionen
- Verfahrensabhängige Komplikationen
  - Luxationen
  - Plattenausrisse
- Überdurchschnittliche Blutverluste
  - Über den für eine EK Gabe liegenden Durchschnittswerten (Siehe Abbildung 29). Hierbei 37% intraoperativ und 36% postoperativ

Die Abbildung 31 gibt eine Übersicht über die Komplikationsraten.



**Abbildung 31:** Komplikationsraten

Auf Grund von mehreren Komplikationen pro Patient übersteigt die prozentuale Gesamtzahl der Komplikationen die 49,5%.

### 3.10.1 Allgemeine Komplikationen

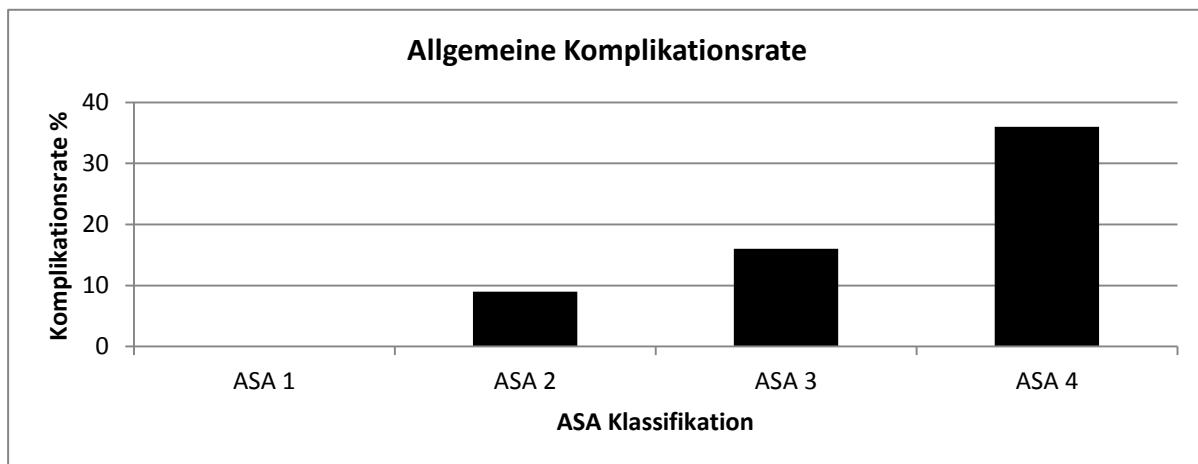
Allgemeine Komplikationen traten in 15% aller Fälle (n=34) postoperativ auf. Hierbei kam es bei einigen Patienten zu Kombinationen von Komplikationen (Tabelle 4)

Insgesamt verstarben 6 Patienten noch während des Aufenthalts im Klinikum postoperativ. Bei vier Patienten konnte die Todesursache festgestellt werden (Tabelle 4), bei allen sechs Patienten gab es eine Patientenverfügung, und die Patienten selbst bzw. deren Angehörige sprachen sich gegen eine Intensivmedizinische Betreuung bzw. für ein Einstellen der Therapie aus. Die Mortalität während des stationären Aufenthaltes betrug 2,7%.

**Tabelle 4:** Übersicht zu den allgemeinen Komplikationen

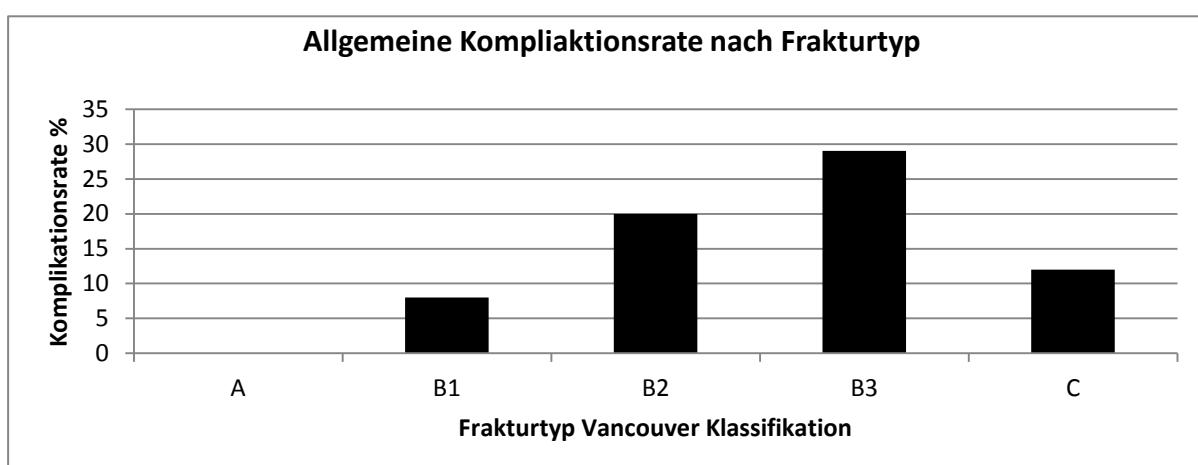
Allgemeine Komplikation	Anzahl (n)
Harnwegsinfekt	10
Allergische Reaktion auf Medikamente	2
Gerinnungsstörung	1
Tiefe Beinvenenthrombose	2
Lungenembolie	1
Clostridium Infekt	2
Pneumonie	3
Myokardinfarkt	3
Harnverhalt	1
Paralytischer Ileus	1
Intensivpflichtige Hypokaliämie	1
Massives Lymphödem	1
Verstorben bei Myokardinfarkt	1
Verstorben bei akut auf Chronisches Nierenversagen	1
Verstorben bei paralytischem Ileus mit Sepsis	1
Verstorben bei Globalem Pumpversagen und Pneumonie	1
Verstorben unklar	2
Summe	34

Setzt man die allgemeinen Komplikationen mit der ASA Klassifikation in Korrelation, zeigt sich ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Schwere der Grunderkrankungen und dem Auftreten von allgemeinen Komplikationen. So zeigten sich bei den gesunden Patienten keine und bei den im Alltag nicht eingeschränkten Patienten nur eine geringe Komplikationsrate. Die höchste Komplikationsrate trat bei den schwer erkrankten Patienten mit einer Klassifikation von ASA 4 auf. (Abbildung 32)



**Abbildung 32:** Allgemeine Komplikationsrate je ASA Klasse

Die Frakturart zeigte sich zudem als weiterer prädispositionierender Faktor und damit auch die Versorgungsart als entscheidend. Je komplexer die Fraktur war, desto eher kam es zu allgemeinen Komplikationen. Dies lässt sich auf die verlängerte Schnitt-Naht-Zeit bei den komplexeren Eingriffen (Siehe Abbildung 27, Abbildung 28, Abbildung 33) zurückführen.



**Abbildung 33:** Allgemeine Komplikationsrate nach Frakturtyp

### **3.10.2 Verfahrensspezifische Komplikationen**

Bei 16% (n=35) der 220 Fälle kam es zu Verfahrensabhängigen Komplikationen.

#### Cerclagen:

Nach Konsolidierung der Fraktur kam es zu einem Cerclagenbruch mit Traktusreizung. Nach Entfernung war der Patient beschwerdefrei.

#### Konventionelle Plattenosteosynthese:

Verwendet wurden, bis auf eine Trochanter Fixationsplatte, ausschließlich LCDCP. Es kam bei acht Patienten zu Komplikationen.

Es traten vier Plattenaustrisse auf. Zwei Patienten wurden mit einer LCDCP reosteosynthetisiert. Eine Patientin wünschte eine primäre Oberschenkelamputation bei vorbestehender Immobilität. Bei einem Patienten wurde ein Schaftwechsel mit einer Revisionsprothese (Wagner-Schaft) und eine erneute Osteosynthese mit einer LCDCP durchgeführt.

Bei einem Patienten trat ein Plattenbruch der LCDCP auf. Hier wurde ein Prothesenwechsel mit einer nicht modularen Revisionsprothese (Spotorno) durchgeführt.

Bei einem weiteren Patienten kam es im Verlauf zu einer Schraubenlockerung und Dislokation bei non union. Es wurde eine Reosteosynthese mit LCDCP durchgeführt.

Es kam zu einer Pseudarthrose nach einer Trochanterfixationsplatte und nach einer LCDCP. Im ersten Fall wurde eine Reosteosynthese mit einer LCDCP sowie Cerclagen und Revisionsprothese sowie Spongiosaanlagerung durchgeführt. Im zweiten Fall wurden eine Reosteosynthese mit einer LCDCP sowie einer Spongiosaplastik durchgeführt.

#### Winkelstabile Plattenosteosynthese:

Bei sechs Patienten traten Verfahrensspezifischen Komplikationen auf. Bei einer LISS Platte, die mit LAP augmentiert war, kam es zu einem Schraubenbruch und einem Ausriss der Platte. Auf Grund der ausgeprägten knöchernen Defektsituation, wurde ein proximaler Femurersatz

durchgeführt. Im Verlauf kam es zu einem ausgeprägten Infekt, so dass am Ende eine Oberschenkelamputation, bei Fraktur unterhalb der Prothesenspitze vorgenommen wurde.

Bei zwei Patienten, die mit einer LCP versorgt wurden, kam es zu einem Plattenausriss. Bei beiden Patienten wurde eine Reosteosynthese mit der NCB Periprosthetic-plate und Cerclagen durchgeführt.

Zu einem Ausriss einer LISS Platte kam es in zwei Fällen. Ein Patient wurde mit einer LCP und Cerclagen, der zweite mit einer LISS und Cerclagen reosteosynthetisiert.

Des Weiteren kam es im Verlauf postoperativ zu einer Schraubendislokation. Es wurde eine LISS Platte mit Cerclagen verwendet.

Bei allen Verfahren, bei denen es zu Ausrisse der Platte kam, wurden primär keine additiven Cerclagen zur zusätzlichen Fixation der Platte verwendet. Zusätzlich wurden im Bereich des revidierten Prothesenstils in der Regel monocorticale Schrauben verwendet.

### Prothesenwechsel

Hier kam es in 5 Fällen (17%) zu Komplikationen: Zwei Schaftsinterungen mit einem Prothesenwechsel auf Wagner-Schaft mit Cerclagen und einem Schaftwechsel auf einen Spotorno-Schaft. Bei einem Patienten kam es bei Sinterung zu einer Trochanter Major Fraktur mit Wechsel auf einen Wagner-Schaft, additiv wurde eine LCDCP mit Cerclagen angewendet. Bei einem Wagner-Schaft kam es zu einem Prothesenbruch. Es wurde ein Schaftwechsel mittels einer Revitanprothese durchgeführt

### Modulare Prothesenwechsel

Es wurden ausschließlich Revitanschäfte verwendet. In 14 Fällen (15%) kam es zu verfahrensspezifischen Komplikationen. In fünf Fällen kam es zu Prothesenluxationen. Bei einem Patienten wurde ein Wechsel auf ein Constrained Inlay, in Kombination mit einem Schaftwechsel, durchgeführt. Bei zwei Patienten wurde ein Schaftwechsel in Kombination mit Cerclagen durchgeführt. Bei einem Patienten wurde ein Revitannagel mit distaler Verriegelung implantiert, und bei einem weiteren Patienten wurde eine geschlossene Reposition durchgeführt.

Bei vier Patienten kam es zu einer Schaftsinterung. Bei einem Patienten wurde, bei ipsilateral einliegender Knie Total Endoprothese (KTEP) und durch die Sinterung erneut aufgetretener Fraktur, ein kompletter Femurersatz durchgeführt. Zwei Patienten bekamen einen Schaftwechsel mit einem Revitanschaft und bei einem weiteren ein Schaftwechsel mit Revitan und additiven Cerclagen. Zwei weitere Patienten hatten bei Sinterung der Prothese eine Luxation. Auch hier wurde ein Revitanwechsel vorgenommen. Bei zwei Patienten kam es innerhalb des ersten Jahres zu einer Frühlockerung der Prothese, so dass bei hierdurch erneuter Fraktur bei einem Patienten ein Revitanwechsel in Kombination mit einer LISS Platte und LAP, im zweiten Fall mit einem Revitanwechsel und zusätzlich mit einer LISS Platte und Cerclagen durchgeführt wurde.

#### Kompletter, partieller Femurersatz

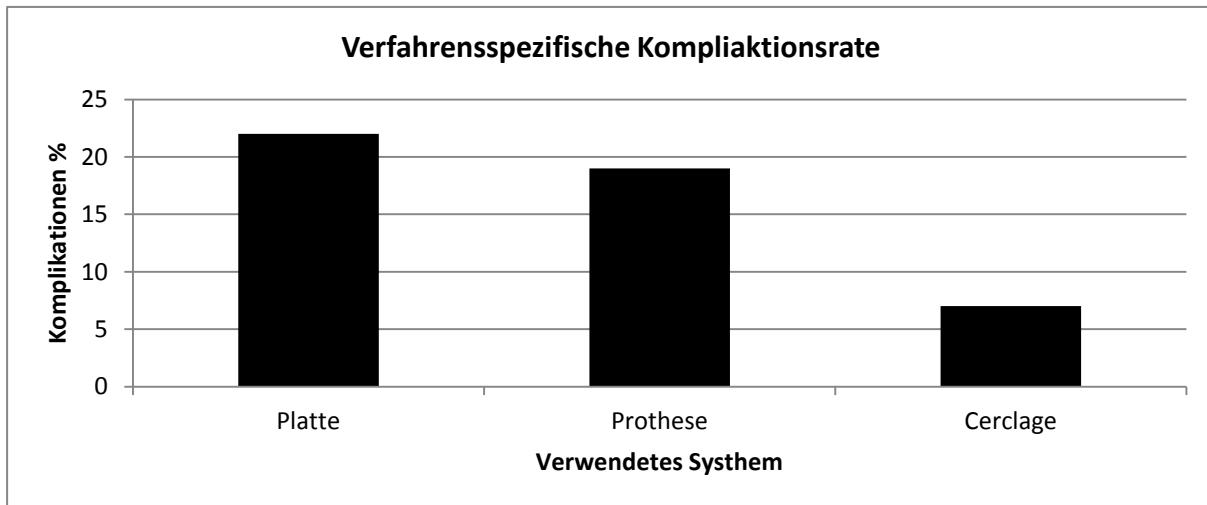
Es kam zu vier verfahrensabhängigen Komplikationen (36%): Bei zwei Patienten mit proximalem Femurersatz kam es zu einer Lockerung. Es wurde der teilweise Femurersatz komplettiert. Bei einem Patienten kam es zu einer Luxation. Hier wurde ein Pfannenwechsel auf Hakendachschale mit Constrained Inlay durchgeführt. Bei einem Patienten gab die Trochanterfixation nach einem halben Jahr nach, so dass hier eine erneute Refixation mit Cerclagen erfolgte.

Die unten gezeigte Tabelle 5 gibt eine Zusammenfassung der Ereignisse und Therapie wieder.

**Tabelle 5:** Verfahrensspezifische Komplikationen

<b>Verfahren</b>	<b>Komplikation</b>	<b>Anzahl (n)</b>	<b>Therapie</b>
<b>Cerclagen</b>	Cerclagenbruch	1	Entfernung
<b>Plattenosteosynthesen</b>	Plattenausriss LCDCP	5	Revision mit LCDCP
		1	Amputation
		1	Prothesenwechsel, LCDCP
	Schraubendislokation bei LCDCP	1	Revision mit LCDCP
	Plattenbruch LCDCP	1	Prothesenwechsel
	Pseudarthrose bei Trochanterfixationsplatte	1	Plattenosteosynthese LCDCP, Cerclagen, Prothesenwechsel
	Pseudarthrose nach LCDCP	1	LCDCP und Pseudarthrose
<b>WS Platten</b>	Ausriss LISS mit LAP bei Schraubenbruch	1	Femurersatz bei Lockerung Amputation
	Auswärts LCP Ausriss	1	NCB periprosthetic mit Cerclagen
	LISS Ausriss	2	LCP mit Cerclagen LISS mit Cerclagen
	Schraubendislokation bei LISS	1	Erneute LISS Platte und Cerclagen
	LCP Ausriss	1	NCB periprosthetic mit Cerclagen
<b>Prothesen</b>	Schaftsinterung	2	Prothesenwechsel auf Wagnerschaft mit Cerclagen
		1	Schaftwechsel auf Spotorno Schaft
	Trochanter majus Fraktur bei Sinterung	1	Wagner Schaftwechsel, LCDCP mit Cerclagen
	Prothesenschaftbruch bei Wagnerschaft	1	Schaftwechsel auf Revitanschaft
	intraoperatives Fehlen der passenden Prothese	1	Erneute Operation
<b>Modular Prothesen</b>	Prothesenluxation	4	Offene Reposition, Schaftwechsel und Constrained Pfanneninlay
		1	Wechsel auf Revitanprothesennagel mit distaler Verriegelung
		1	geschlossene Reposition
		2	Wechsel auf Revitan und Cerclagen
	Schaftsinterung	3	Femurtotalersatz bei ipsilateraler KTEP
		2	Schaftwechsel mit Revitanschaft
		1	Schaftwechsel Revitan mit Cerclagen
	Schaftsinterung und Luxation	2	Schaftwechsel Revitan
	Luxation bei in Fehlrotation eingebrachter Prothese	1	Schaftwechsel Revitan, Cerclagen, NCB periprosthetic Plate
	Frühlockerung der Prothese	2	Schaftwechsel Revitan, LISS und LAP
		1	Schaftwechsel Revitan, LISS und Cerclagen
<b>Femurersatz</b>	Lockerung der Prothese	2	Kompletter Femurersatz bei 2 Patienten
	Luxation des proximalen Femurersatzes	1	Wechsel auf Constrained Pfanne
	Abriss Trochanterrefixation	1	Revision erneute Cerclagen

Komplikationen traten zu 23% bei der Gesamtzahl der Plattenosteosynthesen, zu 19% der Prothesen und zu 7% bei den Cerclagen auf (Siehe Abbildung 34)

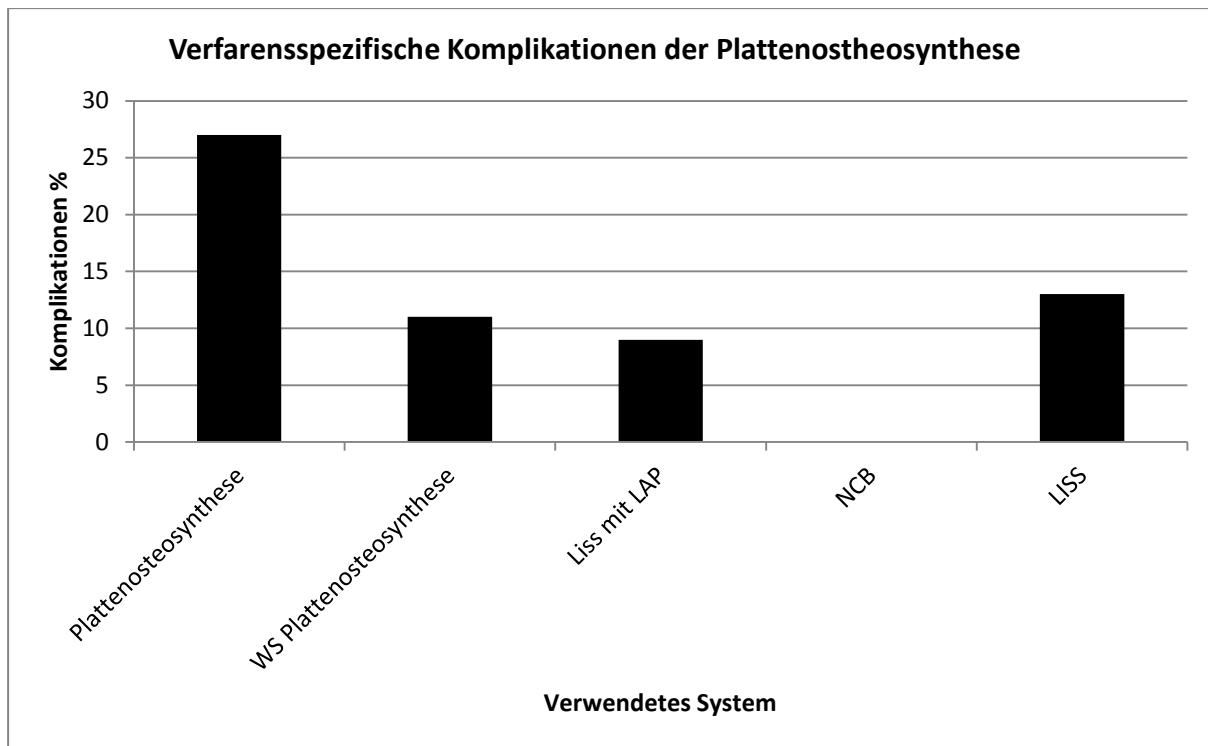


**Abbildung 34:** Verfahrensspezifische Komplikationsrate

Die Komplikationsrate bei den Plattenosteosynthesen (n=18 von n=82) lag höher als bei den Prothesenwechseln (n=25 von n=131). Die der singulären Cerclagen (n=1 von n=15) ist am niedrigsten. Da es sich bei allen drei Systemen um unterschiedliche Verfahren handelt, wurden im nächsten Schritt die Untersysteme miteinander verglichen.

#### Plattenosteosynthesen:

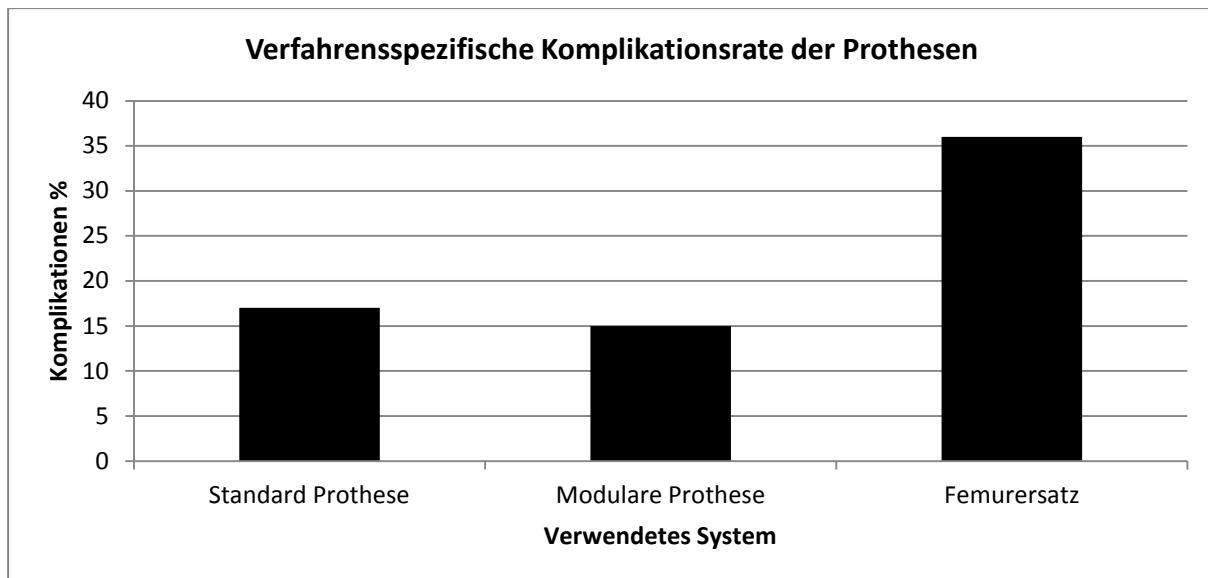
Es zeigte sich, dass die konventionelle Plattenosteosynthese (27%) im Vergleich zur winkelstabilen Plattenosteosynthese (11%), was die verfahrensspezifischen Komplikationen angeht, eine höhere Komplikationsrate aufwies (Siehe Abbildung 35). Bei den winkelstabilen Systemen war die NCB Periprosthetic Plate der LISS Platte überlegen. Es erfolgte eine weitere Aufteilung in LISS Platte und LISS in Kombination mit der LAP Platte. Hier scheint die Kombination mit der LAP (9% zu 13 %) überlegen.



**Abbildung 35:** Verfahrensspezifische Komplikationsrate der Plattenosteosynthese

Prothesen:

Die Komplikationsrate bei den verfahrensspezifischen Komplikationen lag bei dem Femurersatz mit 36% deutlich höher als bei normalen Prothesenwechseln. Hierbei schneidet die modulare Revisionsprothese (15%) etwas besser ab als die nicht modularen Prothesen (17%) (Siehe Abbildung 36)



**Abbildung 36:** Verfahrensspezifische Komplikationsrate des Prothesenwechsels nach Prothesenart

### 3.10.3 Infektionen

Die Infektionen waren mit 16% eine der häufigsten Komplikationen. Von den 35 Patienten, bei denen eine Infektion auftrat, wurden bis auf sechs alle Patienten mehrfach revidiert. Bei fünf dieser sechs Patienten bestand der Infekt schon vor der periprothetischen Fraktur bei chronischer Fistel. Diese wurde auf Patientenwunsch belassen, da eine komplexe operative Sanierung abgelehnt wurde. Bei einem Patienten heilte der Infekt unter Langzeit-Antibiose aus

Neun Patienten wurden einmal revidiert. Hierbei handelte es sich um stets oberflächliche Infekte, die unter der operativen Therapie und Antibiose ausheilten.

In zehn Fällen wurden je zwei Revisionen durchgeführt. Es wurden hierbei zum Teil Implantat-Wechsel durchgeführt und bei Infektfreiheit eine erneute Reosteosynthese bzw. eine Reimplantation durchgeführt. Zwei Patienten wünschten keine weitere operative Therapie und wurden mit angelegter Fistel entlassen. Bis auf die zuletzt genannten beiden Patienten, konnten die acht Patienten unter operativer und antibiotischer Therapie vollständig infektfrei entlassen werden.

In drei Fällen wurden je drei Revisionen durchgeführt. Zwei Patienten konnten durch die Therapie saniert werden. Bei einem Patienten wurde auf eine weiterführende Sanierung verzichtet und der Patient mit angelegter Fistel entlassen.

In fünf Fällen kam es zu je vier Revisionseingriffen. Hierbei konnten nur zwei Patienten saniert werden.

Bei einer Patientin mit C Fraktur und LISS Platte kam es zu einem Plattenausriß, worauf hin ein Femurersatz implantiert wurde. Dieser infizierte sich nach drei Monaten und die Patientin wünschte nach acht Revisionseingriffen und einer Aufenthaltsdauer von insgesamt 106 Tagen die Amputation.

Bei einer Patientin mit einer A Fraktur, die bei einer Luxation entstand und mit Cerclagen fixiert wurde, kam es zu einem infizierten Serom. Trotz einer testgerechten Antibiose und dem mehrfachen Versuch einer Prothesenwiedereinbaus, wurde nach zwölf Revisionen und einer Aufenthaltsdauer von 204 Tagen ein Vastus lateralis Lappen in die entstandene Defektsituation geschwenkt und die Girdlestone Situation belassen.

Bei einem Patienten kam es nach einer mit Revitanschaftwechsel versorgten B2 Fraktur zu rezidivierenden Luxationen und ausgeprägten Infektionen. Nach 15 Revisionseingriffen und einem Aufenthalt von insgesamt 209 Tagen wurde die infektsanierte Girdlestonesituation bei guter Mobilisation des Patienten belassen.

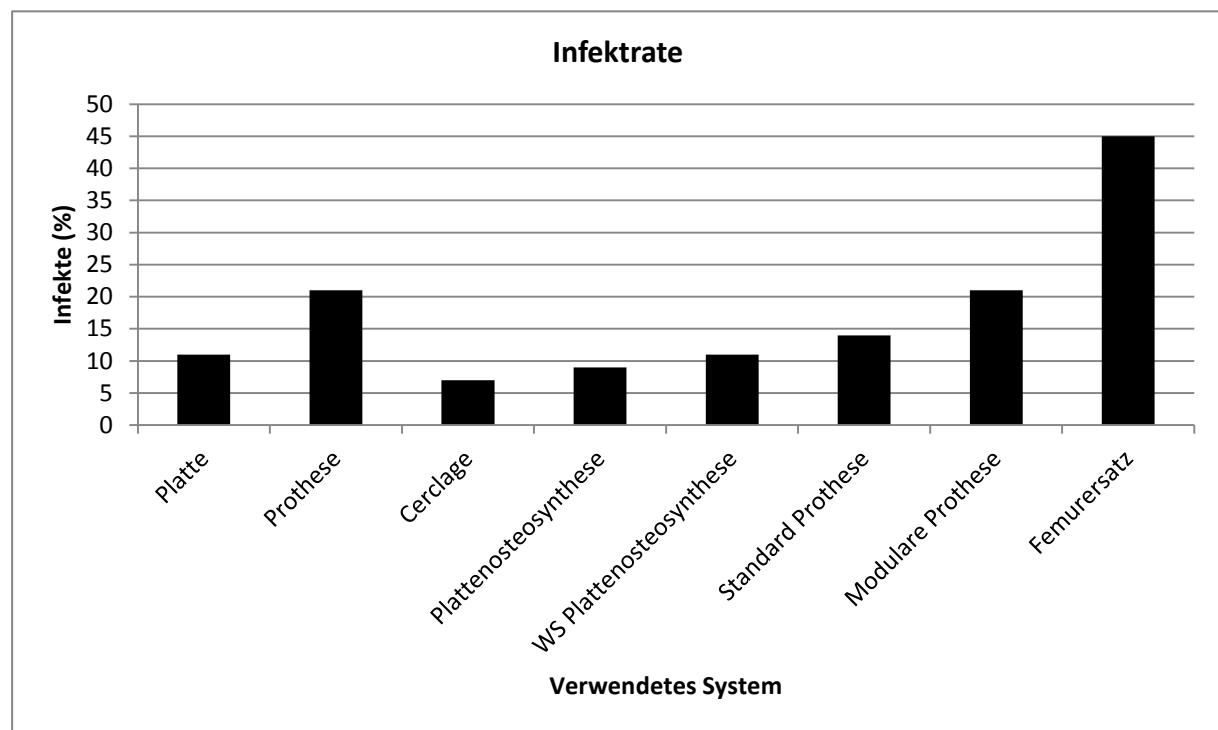
Eine Zusammenstellung zeigt die Tabelle 6

**Tabelle 6:** Infekte und deren Therapie nach Vancouver Klassifikation.

Anzahl Revisionen	Verfahren	Infektart	Behandlung	Ergebnis
<b>n=0</b>				
B1	LCDCP und Cerclagen	Vorbestehende Fistel	Antibiose	infekt weiter
B2	Revitan und Cerclagen	Wundinfekt	Antibiose lokale Therapie	saniert
	Revitan und Cerclagen	Vorbestehende Fistel	Antibiose	infekt weiter
C	Femurersatz	Vorbestehende Fistel	Antibiose	infekt weiter
	LCDCP	Vorbestehende Fistel	Antibiose	infekt weiter
<b>n=1</b>				
A	Spotorno	oberflächlicher Wundinfekt	Revision, Antibiose	saniert
	Cerclagen	oberflächlicher Wundinfekt	Revision, Antibiose	saniert
B2	Revitan	Spätinfekt	Revision, Antibiose	saniert
		Vier oberflächliche Wundinfekte	Revision, Antibiose	saniert
C	LCDCP	oberflächlicher Wundinfekt	Revision, Antibiose	saniert
	Revitan	oberflächlicher Wundinfekt mit Sepsis	Revision, Antibiose	saniert
<b>n=2</b>				
B2	Revitan	tiefer Infekt	Prothesenwechsel auf Femurersatz, Antibiose, Revisionen	
		drei oberflächliche Wundinfekte	Revision Antibiose	saniert
		Hämatogene Streuung	Revision Antibiose, Kopf und Inlaywechsel	saniert
	Wagnerschaft	oberflächlicher Wundinfekt	Revision Antibiose	saniert
	Femurersatz	Infekt und rez. Serom	Kompletter Femurersatz, Revisionen, Antibiose	saniert
C	LISS	Infekt und Implantatlockerung	Revisionen, Antibiose, Revitan	saniert
	LISS und LAP	Infekt Plattenlager	Revisionen, Antibiose	Chron. Fistel
	LISS und Cerclagen	Infekt Plattenlager	Revisionen, Antibiose	Chron. Fistel
<b>n=3</b>				
B1	Revitan	Infekt	Revision, VAC-Therapie, Prothesenwechsel, Antibiose	saniert
	NCB und Cables	Infekt	Revisionen, Antibiose, Revitan	Chron. Fistel
C	LISS	Infekt	Revisionen, Antibiose	saniert
<b>n=4</b>				
B2	Revitan	Kompartiment mit Infekt	Spaltung, Revisionen, Verschluss	saniert
		oberflächlicher Infekt	Revisionen, Antibiose	saniert
		Infekt	Revisionen, Antibiose	Chron. Fistel
B3	Revitan	Frühinfekt	Revisionen, Antibiose, Prothesenwechsel	Chron. Fistel
C	Prox. Femurersatz	Infiziertes Serom nach Luxation	Revisionen, Antibiose	Chron. Fistel
<b>n=8</b>				
C	Femurersatz	Infekt	Revisionen, Antibiose, Amputation	saniert
<b>n=12</b>				
A	Cerclagen	Infekt	Revisionen, Antibiose, Vastus lateralis Lappen bei Girdlestone	saniert
<b>n=15</b>				
B2	Revitan	Infekt bei Serom nach Luxation	Revisionen, TEP Ausbau, Spacer Girdlestone	saniert

Beim Vergleich der drei Verfahren traten die wenigsten Infektionen bei den Cerclagen auf (7%), gefolgt von den Plattenosteosynthesen (11%) und den Prothesen (21%). Bei weiterer Betrachtung stellte sich bei den Plattsystemen die konventionelle Platte (9%) geringfügig besser dar als die Winkelstabilen Systeme (11%). Beim Vergleich der Winkelstabilen Systeme untereinander zeigt sich, dass die NCB (7%) am wenigsten betroffen ist, gefolgt von der LISS mit LAP (9%) und zuletzt der LISS Platte (16%).

Bei den Untergruppen in den Prothesen ist die Standard Revisionsprothese am wenigsten von Infektionen betroffen (14%), gefolgt von der Modularen Prothese (21%) und dem partiellen oder kompletten Femursatz (45%) (Siehe Abbildung 37)



**Abbildung 37:** Verfahrensabhängige Infektrate

### 3.10.4 Operationsspezifische Komplikationen

Mit 11% Komplikationen (24/220) machen die Operationsspezifischen Komplikationen die geringste Gruppe der Komplikationen aus.

Bei sechs Patienten kam es zu einer therapiebedürftigen intraoperativen Blutung. Die Blutungen konnten alle gestillt werden. Bei einem der sechs Patienten kam es zusätzlich nach Anlage eines Zentralvenenkatheters zu einem Pneumothorax. Er wurde durch Anlage einer Thorax Drainage therapiert.

Bei vier Patienten kam es zu einem postoperativen Hämatom, das auf Grund der Größe operativ saniert werden musste. Eine akute Blutung lag hier nicht vor.

Bei drei Patienten kam es zu einem Serom, das ebenfalls saniert wurde.

Bei zwei Patienten stellte sich intraoperativ eine andere Situation da als in der Prothesenplanung präoperativ, so dass die passende Prothese nicht vorrätig war.

Bei drei Patienten kam es bei der Revisionsoperation zu einer weiteren Fraktur. Eine Stressfissur und ein Trochanter Abriss bei Prothesenwechsel sowie eine Fraktur bei Anlage einer Cerclage nach vorherigem Prothesenwechsel. Alle drei konnten durch die Anlage von weiteren Cerclagen stabilisiert werden.

Bei einem Patienten kam es zu einer Beinlängendifferenz von plus drei cm zu Ungunsten der operierten Seite, es wurde ein Schuhausgleich angepasst.

Bei einem weiteren Patienten kam es nach mehrfachen infektbedingten Revisionen zu einer Peroneus-Läsion, die auch im Verlauf nicht vollständig reversibel war und mittels Peroneusschiene therapiert wurde.

Unmittelbar nach einer NCB Platte kam es zu einer Embolie der Arteria Femoralis. Hier wurde eine Embolektomie durchgeführt.

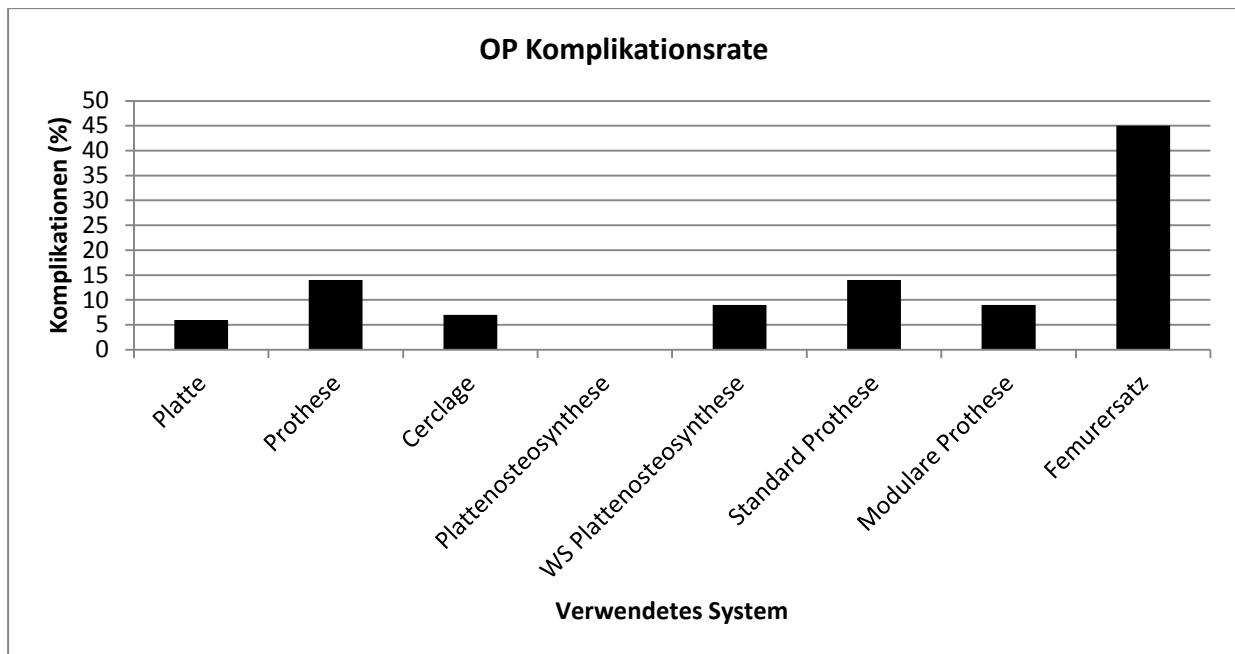
Nach Peridural Katheter kam es zu einer Infektion der Punktionsstelle. Hier waren bis zur Infekt-Sanierung drei Revisionsoperationen notwendig.

Bei einem Patienten war eine Plattenosteosynthese geplant; diese konnte nicht ausreichend stabilisiert werden, und es erfolgte daraufhin ein Prothesenwechsel bei primär stabiler Prothese. Eine Zusammenfassung zeigt Tabelle 7.

**Tabelle 7:** Operationsspezifische Komplikationen

<b>Frakturart</b>	<b>Verfahren</b>	<b>Komplikation</b>
A	Prothesenwechsel Standard	passende Prothese nicht da
B1	Modularprothese, Infektrevisionen	Peroneusläsion
	Modularprothese	Beinlänge - 4cm
B2	Revitan	Oberschenkel Kompartement Hämatom Serom Stressfissur Trochanter major Fraktur PDK Infekt
	Cerclagen	iatrogene Fraktur
	Wagnerschaft	2 Hämatome Passende Prothese nicht da
	Revitan mit Hakendachschale	Blutung, Pneumothorax durch ZVK
B3	Femurersatz proximal	Blutung
	Femurersatz proximal, Trochanter Fixations Platte	Serom
C	Femurersatz proximal	2 Blutungen Serom
	LISS	LISS nicht fixierbar Hämatom Blutung
	LISS mit LAP	Blutung
	NCB	Embolie Arteria Femoralis

Eine hohe Komplikationsrate zeigte sich insbesondere bei den Femurersätzen, vor allem durch Blutungen und Serome ausgelöst. Insgesamt machen von den operationsspezifischen Komplikationen die intraoperativen Blutungen, revisionspflichtigen Hämatome und Serome 54% aus (siehe Abbildung 38).



**Abbildung 38:** Operationsspezifische Komplikationsrate nach Verfahren.

## 4. Diskussion

Die periprothetische Fraktur ist eine sehr ernst zu nehmende und risikoreiche „Komplikation“ nach der Hüftendoprothese. Um das Ziel einer vollständigen Wiederherstellung der betroffenen Extremität zu erreichen, bedarf es einer komplexen und patientenabhängigen sowie interdisziplinären Behandlungsstrategie. Zusätzlich zum Geschick und der Erfahrung des Operateurs sowie einer ausreichenden Auswahl an Implantaten zur stabilen Versorgung, bedarf es bei internistisch vorerkrankten Patienten auch einer exzellenten medizinischen Betreuung, um vermeidbare Komplikationen zu umgehen. Selbst, wenn o.g. Faktoren gegeben sind, zeigen viele Studien ein nicht zufriedenstellendes Ergebnis, sowohl für den Patienten als auch den Operateur <sup>[61,65,2]</sup>. Dies ist vor allem auf die multiplen Nebenerkrankungen, die mangelnde Mitarbeit des Patienten auf Grund seines Alters und Allgemeinzustandes und natürlich auch auf die Schwere des operativen Eingriffes zurückzuführen.

### 4.1 Patientenkollektiv

Mit 220 Patienten in einem Zeitraum von 10 Jahren handelt es sich sowohl im nationalen als auch im internationalen Vergleich um eine hohe Fallzahl. So umfassen die meisten Studien auf diesem Gebiet Fallzahlen zwischen 20 und 40 Patienten. <sup>[1,25,27,49,53]</sup> Nur wenige Studien zeigen eine Fallzahl über 200 Patienten auf. <sup>[37,39,48,44,51]</sup> Bei den genannten Studien handelt es sich um Metaanalysen bzw. Fälle aus dem Schwedischen Hüftregister, wobei auch hier die einzelnen Studien Fallzahlen von ca. 20 Patienten umfassen.

Das Durchschnittsalter lag bei den in dieser Studie behandelten Patienten bei 78,3 Jahren und zeigt sich somit im Vergleich zu dem in der Literatur angegebenen Alter von 66,7 bis 78,6 Jahren im oberen Bereich. Es ist zu anzumerken, dass vor allem in den älteren Studien die Patienten im Durchschnitt etwa 10 Jahre jünger waren <sup>[2,60]</sup> als in den aktuelleren Studien <sup>[38,37,48,49,25]</sup>. Aktuelle Studien aus Deutschland zeigen einen mit dieser Studie nahezu identischen Altersdurchschnitt. Im Vergleich zu den Daten des Instituts für Qualität und Patientensicherheit (BQS) über Patienten, bei denen in der Bundesrepublik Deutschland 2008 ein Hüft- Endoprothesenwechsel und –komponentenwechsel durchgeführt wurde, zeigt sich ein Verteilungsmuster <sup>[7]</sup> wie in Tabelle 8 dargestellt.

**Tabelle 8:** Altersverteilung Vergleich BQS 2008 und aktuelle Studie

Altersverteilung	BQS (n=22631)	Aktuelle Studie (n=220)	Nur HTEP Wechsel akt. Studie (n=131)
%			
60-79 Jahre	63,2	47,7	56,5
80-89 Jahre	22,0	37,3	29,8
>90 Jahre	0,0	10,5	10,0

Somit waren die Patienten dieser Studie noch einmal deutlich älter als Patienten mit einem geplanten Hüftprothesen-Wechsel des BQS. Zum besseren Vergleich wurden die Patienten aus unserer Studie bei denen eine HTEP Wechsel bei periprothetischer Fraktur durchgeführt wurde, noch einmal einzeln aufgeführt. Es ist zudem darauf hinzuweisen, dass in der großen Gruppe der 60-79 jährigen Patienten bei unseren Patienten lediglich 10,7 % (n=14) ein Alter von 60-69 Jahren aufwiesen. Auch die Patienten, bei denen auf Grund der periprothetischen Fraktur ein Prothesenwechsel durchgeführt wurde, waren insgesamt älter als bei der BQS.

Der relativ hohe Frauenanteil von 62% bei Patienten mit periprothetischer Fraktur bei liegender HTEP wurde auch von anderen Autoren beschrieben [38,27,25,53,56]. Diese führten ihn vor allem auf eine erhöhte Osteoporoserate bei den Frauen zurück. Vergleicht man jedoch die normale Geschlechterverteilung, basierend auf den Zahlen des statistischen Bundesamtes, zeigte sich für die Altersgruppe der 70 bis 79 jährigen bzgl. der Geschlechterverteilung ein Verhältnis von 55% Frauen zu 45% Männern. Für die 80 bis 85 jährigen lag das Verhältnis 62,3% Frauen zu 37% Männern. Bei den HTEP Wechseloperationen lag die Geschlechterverteilung laut BQS 2008 ebenfalls bei 60,7% Frauen zu 39,3% Männern. Somit müssen Frauen per se keine Risikogruppe für periprothetische Frakturen sein, sondern der höhere Frauenanteil lässt sich ebenso auf die normale Geschlechterverteilung in der jeweiligen Altersgruppe zurückführen.

#### 4.1 Allgemeinzustand

Bisher gibt es wenig Literatur zu Studien, die den Allgemeinzustand der Patienten mit erfasst haben. In der von uns hinzugezogenen Literatur fand sich lediglich bei Georgomanos [25] der ASA Score. Die Werte waren vergleichbar mit denen unserer Patienten. Im Vergleich zu den vom BQS [7] von 2008 veröffentlichten Daten des Endoprothesenregisters bei Hüftprothesenwechseln, befanden sich unsere Patienten mit einer periprothetischen Fraktur durchschnittlich in einem schlechteren Allgemeinzustand (siehe Tabelle 9).

**Tabelle 9:** Vergleich der verschiedenen aktuellen Studien bezüglich ihrer ASA Klassen Verteilung

ASA	BQS (n=22631)	Georgomanos (n=40)	Aktuelle Studie (n=220)	Aktuelle Studie nur HTEP Wechsel (n=131)
%				
1	4,3	2,5	3,2	3,8
2	47,3	30	20	20,6
3	46,2	63	70	70,2
4	2,2	5	6,8	5,3

Zum einen kann das deutlich ältere Patientenkollektiv die Ursache für den schlechteren Allgemeinzustand sein, zum anderen muss man auch die Multimorbidität der Patienten als Sturz- oder Fraktursache ansehen. Betont werden muss auch, dass gerade im Vergleich der BQS Daten beim HTEP Wechsel zu unseren Daten, die Patienten deutlich älter und in deutlich schlechterem Allgemeinzustand sind. Bei der BQS wurde bei den HTEP-Wechseln nicht nach den Indikationen unterschieden. Gerade dies kann bei HTEP-Wechseln auf Grund von periprothetischen Frakturen zu einer schlechteren Einstufung von Krankenhäusern mit hohen Fallzahlen an periprothetischen Frakturen führen. Für die Zukunft wäre eine bessere Aufschlüsselung erforderlich.

#### 4.2 Frakturtypen

Bei der Vielzahl an Klassifikationssystemen für die periprothetische Fraktur ist ein Vergleich der Frakturklassen schwierig. Zwar wird die Vancouver Klassifikation häufig angewendet, aber selbst in den deutschen Veröffentlichungen der letzten Jahre wird kein einheitliches System angewandt. Im Vergleich mit Lindahl et al. <sup>[39]</sup> zeigte sich bei unseren Patienten ein deutlich höherer Anteil an Vancouver C Frakturen (siehe Tabelle 10). In der Literatur sind, vorbehaltlich der genannten Schwierigkeiten beim Vergleich, die Frakturen mit schlechter Knochenqualität bzw. Mehrfragmentfrakturen auch eine Seltenheit.

**Tabelle 10:** Vergleich der Studien hinsichtlich der Verteilung der Vancouver Klassifikation

Vancouver	Lindahl	Aktuelle Studie
%		
A	4,0	6,4
B1	29,0	12,0
B2	53,0	37,0
B3	4,0	7,6
C	10,0	37,0

Die geringe Anzahl der B1 Frakturen ist bei unserem Patientengut damit zu begründen, dass die Klassifikation erst anhand der Röntgenbilder nach der Fraktur durchgeführt wurde und somit, außer wie o.g. anamnestisch, eine radiologische Lockerung der Prothese nicht nach prae- und posttraumatisch unterschieden werden konnte.

#### **4.3 Standzeit der Prothese, Lockerung, Traumamechanismus und Versorgung**

Die durchschnittliche Standzeit der unzementierten Prothesen bei unseren Patienten lag bei 5,8 Jahren, dies entspricht den Angaben in der Literatur. <sup>[62,37]</sup> Die um fast 2 Jahre längere Standzeit der zementierten Prothesen (7,3 Jahre) ist vor allem auf die hohe Frakturrate (37%) innerhalb des ersten Jahres bei der unzementierten Prothese zurückzuführen und entspricht den Werten aus anderen Studien. Beals et al. <sup>[2]</sup> beschreibt bei den unzementierten Prothesen Frakturen vor allem innerhalb der ersten Monate auf Grund von kortikalen Fissuren bzw. Stressrissen bei der Präparation des Markraumes. Dieses Ergebnis deckt sich mit unseren Daten.

Im Zeitverlauf nahm das Risiko der periprothetischen Fraktur bei unzementierten Prothesen zunächst ab, um dann bei zunehmender Lockerung nach ca. 13 Jahren erneut anzusteigen. Dies stimmt auch mit den höheren Lockerungsraten unzementierter Prothesen in der Literatur überein <sup>[8]</sup>. Bei den zementierten Prothesen ist das Risiko insgesamt höher, eine periprothetische Fraktur, insbesondere eine subprothetische Fraktur, zu erleiden.

Vor allem intraoperativ gibt es ein hohes Risiko für Frakturen im Trochanter- sowie im Schaft-Bereich (A, B1, B2) mit subsequenter Schaftlockerung. Bei der zementfreien Prothese kann dies auf die Implantationstechnik zurückgeführt werden, die gerade bei proximal übertragenen Prothesen eine hohe Spannung im Bereich der Trochanter Region sowie im Schaftbereich erzeugen <sup>[20,18]</sup>. Zudem ist die Lockerungsrate bei den A Frakturen, besonders bei unzementierten Prothesen, sehr hoch (28%), was in Kombination mit dem gehäuften Auftreten innerhalb des ersten Jahres für eine nicht erreichte Primärstabilität der Prothese bei der Implantation spricht. Dies verursacht ein Einsinken der Prothese mit weiteren Druckspitzen im Schaft- und Trochanterbereich.

Bei der gelockerten sowie auch bei der festsitzenden Prothese (B1, B2) waren die Frakturen guter Knochenqualität innerhalb des ersten Jahres nach Eingriff aus o.g. Gründen am häufigsten. Eine erneute Zunahme vor allem der B2 Frakturen, tritt nach dem sechsten Jahr

auf. Hier kommt es bei zunehmenden Lockerungsraten (26%) zu einem erneuten Frakturrisiko.

Auch bei den B3 Frakturen kam es nach 6 Jahren zu einer deutlichen Zunahme. Dies ist auf die knöchernen Umbauvorgänge, vor allem im Bereich des Prothesenschaftes, [42,24] zurückzuführen. Mit Abnahme der Knochenqualität kommt es ebenfalls nach sechs Jahren zu einer deutlichen Zunahme der B3 Frakturen. So finden sich 77% des Frakturtyps bei Standzeiten von über sechs Jahren mit der zweithöchsten Lockerungsrate (30%).

Die Frakturen der Vancouver Klasse C traten relativ konstant über die gesamte Zeit auf mit einer Abnahme der Frakturhäufigkeit bei langer Standzeit, was für ein Auftreten bei festsitzender Prothese spricht. [2] Hierfür spricht auch die niedrige Lockerungsrate (16%).

Die Lockerungsrate über alle Patienten lag bei 21% was sich mit den Angaben anderer Studien deckt<sup>[27,2,62,52]</sup>. In diesen Studien lag die Rate zwischen 11% und 39%. Auffällig ist, dass die zementierten und unzementierten fest verankerten Prothesen, vor allem bei den B2 und B3 Frakturen, zeitlich vor den gelockerten Prothesen frakturieren. Dieses ist im Hinblick auf den Trauma-Mechanismus nachvollziehbar. Bei gelockerten Prothesen war in 55% der Fälle kein nachweisbares Sturzereignis vorangegangen. Nur 30% der Frakturen waren Folge eines Sturzes in der Ebene. Auch bei 51% der Patienten mit fest verankerter Prothese war ein Sturz in der Ebene vorausgegangen. Somit war bei nahezu der Hälfte (46,4%) der Patienten die Fraktur Folge eines häuslichen Sturzes. In der Literatur werden häusliche Stürze in bis zu 70% als Ursache für periprothetische Frakturen beschrieben<sup>[2,39]</sup>. Eine Sturzprophylaxe, z.B. Gangschule, das Beseitigen von Stolperfallen, gutes und festes Schuhwerk, die Nutzung der bereitgestellten Gehhilfen und eine Einnahme von Vitamin D würde eine Vielzahl der Verletzungen verhindern. Es konnte gezeigt werden, dass durch eine Vitamin D Substitution (700 bis 1000 IE tgl.), und hierdurch resultierende Verbesserung der Muskelkraft und des Gleichgewichtes, das Sturzrisiko um 19% verringert wurde<sup>[5]</sup>. Zusätzlich sollte bei den Patienten nach HTEP Implantation in regelmäßigen Abständen eine radiologische Kontrolle der Prothese erfolgen, um bei Lockerungszeichen einen frühzeitigen Prothesenwechsel vornehmen zu können, um so eine Fraktur durch die gelockerte Prothese zu verhindern. Ob eine medikamentöse Therapie mit z.B. Bisphosphonaten, eine Verzögerung der Umbauvorgänge und eine aseptische Lockerung verhindern könnte, ist noch nicht abschließend geklärt<sup>[57]</sup>.

Hinsichtlich der Frakturversorgung war in dieser Studie die hohe Anzahl an Prothesenwechseln (8 von 15) bei A Frakturen auffällig. Dies ist auf die hohe Lockerungsrate bei diesem Frakturtyp zurückzuführen. Es wurde aber auch insgesamt eine hohe Anzahl an Prothesenwechseln (59,5%) durchgeführt. Ursache für diesen Wert von Prothesenwechseln bei B1 und C Frakturen, auch bei stabil sitzender Prothese, lag in der Frakturmorphologie.

#### **4.4 Operationsdauer und Erythrozytenkonzentrate**

Die Schnitt-Naht- Zeit ist verfahrensabhängig. Die Cerclagen haben bei kleinst möglichem Eingriff die kürzeste OP Zeit. Die winkelstabilen Platten haben eine kürzere OP-Zeit als die konventionellen Plattensysteme, wobei hier sicherlich auch die Möglichkeit der Minimalinvasivität eine Rolle spielt. Die Modulare Prothese benötigt im Durchschnitt eine 30 Minuten längere Operationszeit, dafür ist sowohl die Knochenpräparation bei hauptsächlichem Einsatz der modularen Prothese bei B2 und B3 Frakturen, als auch der komplexere Zusammenbau der Prothese verantwortlich zu machen. Der Femurersatz braucht als komplexester Eingriff die meiste Zeit. Ebenfalls schlägt sich die Komplexität der Fraktur auf die Operationszeiten nieder. Die in der Regel ohne aufwändige Reposition zu versorgenden A und B1 Frakturen hatten die kürzeste OP-Zeit, während die am aufwendigsten zu rekonstruierenden B3 Frakturen am längsten brauchten.

Sowohl die Frakturversorgung als auch die Frakturart bedingen einen teilweise sehr hohen Erythrozytenkonzentrat (EK) Verbrauch. Man kann dabei zwischen den Verfahren mit und ohne Markraumeröffnung unterscheiden. Bei den Prothesenwechseln werden insgesamt drei EK's und bei der Plattenosteosynthese zwei EK's benötigt. Hierbei unterscheidet sich der Verbrauch vor allem postoperativ um immerhin ein EK. Auf Grund der großen Wundfläche und der maximalen Invasivität liegt der EK Verbrauch beim Femurersatz mit fast 5,9 am höchsten. Zudem hängt die Anzahl an Patienten, die EK's benötigten, auch von der Frakturart und somit dem praeoperativen Aufwand und den OP-Zeiten ab.

#### **4.5 Komplikationen**

Die Komplikationsrate von 49,5% deckt sich mit den in der Literatur gefundenen Angaben von 41-69% [29,2,53,59]. Ein direkter Vergleich ist jedoch schwierig, da häufig nur verfahrensbezogene Komplikationen aufgeführt werden. Obwohl nachträglich kein Kontakt zu den Patienten aufgenommen wurde, ist auf Grund der Schwere der Grunderkrankungen, der Stellung des Klinikums Augsburg als überregionales Traumazentrum und alleinigem

Maximalversorger der Region davon auszugehen, dass generell alle relevanten Komplikationen bei unseren Patienten erfasst wurden.

#### **4.5.1 Allgemeine Komplikationen und Mortalität**

Die Komplikationsrate der allgemeinen Komplikationen lag bei 15% und die Mortalität bei 2,7%. Im Vergleich zur Literatur, welche bei 7-57% liegt, war die Mortalität in unserer Studie eher niedrig [25,4,19]. Es muss erwähnt werden, dass sich die Mortalität dieser Studie auf die Zeit des stationären Aufenthaltes bezieht.

Bei unseren Patienten wurde die allgemeine Komplikationsrate sowohl in Abhängigkeit zu dem ASA Score als auch zu den Frakturtypen und somit auch zu der Operationszeit betrachtet. Es lässt sich zusammenfassen: Je schwerer die Summe der Grunderkrankungen und je komplexer der Eingriff, desto höher ist das Risiko, eine allgemeine Komplikation zu erleiden. Dem könnte durch eine praeoperative Optimierung des Patienten und durch Anwendung der kleinstmöglichen Intervention begegnet werden. Zudem sollte gerade bei diesen Patienten eine interdisziplinäre Behandlung durch einen Geriater oder in einer speziellen Alterstraumatologie erfolgen. So konnte Friedman et al. [23] in einer Studie belegen, dass bei Mitbehandlung durch einen Geriater, Patienten mit proximalen Femurfrakturen eine Reduktion der Gesamt-Komplikationen, von Thromboembolien, Delir und Wundinfektionen aufwiesen. Eine weitere Studie mit Aufarbeitung der neueren Fälle im Klinikum Augsburg seit Einführen der Alterstraumatologie, könnte hierüber in der Zukunft weiteren Aufschluss geben.

#### **4.5.2 Verfahrensspezifische Komplikationen**

Mit 16% lag die verfahrensspezifische Komplikation bei der gegebenen Datenlage im Rahmen der Werte anderer Studien [25,53,59]. Die Cerclage war hierbei die am wenigsten anfällige Versorgungsform. Sie hat allerdings auch die engsten Indikationskriterien.

Bei den konventionellen Plattenosteosynthesen kam es im Vergleich zu den winkelstabilen Verfahren zu einer hohen Materialversagensrate (27 zu 11%). Beide Werte entsprechen den Angaben in der Literatur mit einer Versagensrate von 7-19% für die konventionellen Plattenosteosynthesen und 0-45% bei der winkelstabilen Platte [64,43]. Wobei gerade in der Anfangszeit des winkelstabilen Platteneinsatzes die Versagensrate gerade bei monocorticaler Schraubenplatzierung hoch war [9,19,30,50,43]. Die konventionellen Platten zeigen in dieser

Studie ihre biomechanischen Nachteile. Bei den winkelstabilen Platten gab es gerade bei der LISS Platte höhere Versagensraten. Es trat ein Versagen insbesondere bei monocorticaler Schraubenplatzierung und fehlenden Cerclagen zur Vermeidung von Zugkräften auf die Schrauben auf. Die neueren winkelstabilen Systeme zeigen eine deutlich geringere Versagensrate in unserer Studie. Die NCB Periprosthetic Plate ist eine sehr stabile Versorgungsform und war bei unseren Patienten den anderen Verfahren deutlich überlegen. Die Ursache dafür ist vor allem auf die vielseitigen Möglichkeiten der Schraubenplatzierung zurückzuführen. Hierdurch ist es fast immer möglich, bei diesem System, eine bicortikale Fixierung bzw. stabile Fixierung mit Cable Systemen durchzuführen. Bei der LISS Platte (13%) ist die LAP (9%) eine sehr gute Ergänzung zur Platte, da auch hier geringere Versagensraten auftraten.

Bei den Prothesen waren die nicht modularen Prothesen hinsichtlich der Versagensraten den Modularen Prothesen ebenbürtig. Bei unseren Patienten wurde die Modulare Prothese aber auch vermehrt bei komplexeren Frakturformen mit einem höheren Versagensprofil verwendet. Zusätzlich ist die modulare Prothese mit ihren Möglichkeiten der individuellen Anpassbarkeit und auch deutlich weiterem Indikationsbereich in der Lage, Frakturen primär belastungsstabil durch die proximale Kraftübertragung zu überbrücken<sup>[20,16]</sup>. Eine gute praeoperative Planung mit korrekter Implantation sowie ein schonendes Operationsverfahren, können im Hinblick auf die häufig aufgetretenen Luxationen sowie der Schaftsinterung zu einer weiteren Reduktion der Komplikationen beitragen.

Der Femurersatz wies in unserer Studie die höchste Versagensrate auf (36%). Diese Tatsache deckt sich mit den Ergebnissen anderen Veröffentlichungen, die eine Versagensrate von bis zu 60% angaben. <sup>[32,1]</sup>. Daher sollte dieses Verfahren auch weiterhin nur bei engster Indikation und als Reserveverfahren eingesetzt werden.

#### **4.5.3 Infektionen**

Die Infektionen lagen mit 16% innerhalb der in der Literatur gefundenen Angaben <sup>[48,46,50]</sup> von 2-27%, aber weit über den Werten bei Prothesenwechseln von 2,8% <sup>[7]</sup>. Eine Rolle spielt hierbei zum einen die nicht erkannte prätraumatische septische Lockerung der Prothese mit einer primären Keimbesiedelung des OP Gebietes. Malchau et al. (1993) geben hier Werte von bis zu 10% für die septischen Lockerungen an <sup>[40]</sup>. Aufgrund der Dringlichkeit der Operation ist eine Probengewinnung praeoperativ zur mikrobiologischen Untersuchung und

ein Abwarten der Ergebnisse jedoch nicht möglich, zum anderen aber sicher auch das Alter der Patienten mit einer generell schlechteren Heilungstendenz. [47,12]

Für Infektionen nach primärer Hüftprothesenimplantation werden in der Literatur Werte von 84-100% Infektfreiheit über zwei Jahre für zementierte Prothesen [11,17,28,63,35,34,54] und 89,7-93% bei den unzementierten Prothesen angegeben [41,33]. Bei der periprothetischen Fraktur ist die operative Infektsanierung auf Grund der bestehenden Fraktur aber häufig erschwert. Der bei periprothetischen Infektionen oft verwendete Zementspacer bei einem geplanten zweizeitigen Prothesenwechsel, kann keine ausreichende Stabilisierung der Frakturfragmente bei Infekten nach periprothetischer Fraktur gewährleisten. Zudem ist es oft nicht möglich, alles Fremdmaterial zu entfernen. Ein frühzeitiges, radikales Vorgehen bereits bei Infektverdacht ist die einzige Möglichkeit, eine schwerwiegende Protheseninfektion mit allen hieraus folgenden Konsequenzen zu vermeiden. Der relativ hohe chronische Infektverbleib von 28,5% (10 von 35) bei den Patienten war unter den gegebenen Umständen nicht vermeidbar.

Die über dem Durchschnitt liegenden Infektionen nach Prothesenwechsel sprechen für einen hohen Anteil von bereits bestehenden septischen Lockerungen. Zudem scheint die Infektrate durch längere Operationszeiten ebenfalls erhöht zu werden. Die Plattenosteosynthesen waren insgesamt weniger anfällig für Infekte, was ebenfalls für einen Anteil an septischen Lockerungen bei den Prothesenwechseln sprechen würde. Hinsichtlich der Infektrate konnte zwischen den konventionellen und winkelstabilen Systemen kein Unterschied festgestellt werden. Der Femurersatz zeigt mit 45% das höchste Infektionsrisiko, ähnlich wie bei Toepfer et al., der einen Wert von 32% angibt [1] (32%). Dies kann auf die lange OP Zeit und die großen Wundflächen, zusammen mit einem großen Anteil an Fremdmaterial, zurückgeführt werden.

#### **4.5.4 Operationsspezifische Komplikationen**

In dieser Studie wurden alle Komplikationen, die nicht ohne Operation eingetreten wären, aber nicht notwendigerweise auf das Operationsverfahren selbst zurückzuführen waren, in dieser Gruppe zusammengefasst. Mit 11% handelt es sich um die am seltensten aufgetretene Komplikationsform. Auch in dieser Gruppe fallen die Femurersätze mit 45% aller Komplikationen heraus. Ansonsten wird diese Gruppe durch postoperative, operationspflichtige Serome und Hämatome ohne Infektanhalt mit 54% dominiert. Es sollte

demnach auf ein weichteilschonendes Vorgehen, gute Blutstillung während der Operation und Drainagen Wert gelegt werden. Zudem sollte auf einen ausgeglichenen Eiweißhaushalt geachtet werden, um eine vermehrte Lymphproduktion und Seromentstehung zu verringern.

## 5. Zusammenfassung

Die periprothetische Fraktur des Oberschenkels ist eine, auf Grund der zunehmenden Operationszahlen und der immer längeren Standzeiten implantierter Prothesen, ernstzunehmende und komplikationsträchtige Folge nach Hüfttotalendoprothesen-implantation. Ziel dieser retrospektiven Arbeit war es, anhand von 220 Patienten mit periprothetischer Femurfraktur bei HTEP im Zeitraum von 2001 bis 2011, eine Aussage über die Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Operationsverfahren, der Schwere der Grunderkrankung und den auftretenden Komplikationen zu treffen.

Die Datenerhebung erfolgte anhand der OP Berichte, der Patientenakten inklusive der Anästhesie-Dokumentation und der Röntgenbilder. Der Beobachtungszeitraum umfasste 2-13 Jahre nach der operativen Versorgung. Alle Frakturen wurden nach der Vancouver Klassifikation eingeteilt. Zusätzlich wurde das die Fraktur verursachende Trauma, die Standzeit der Prothese und die Implantationstechnik der primären Prothese, das Operationsverfahren und die Operationsdauer, die Komplikationen und die Anzahl der Revisionseingriffe sowie der Verbrauch von Erythrozytenkonzentraten erfasst.

Das Patientenkollektiv umfasste 62% Patientinnen und 38% Patienten mit einem Altersdurchschnitt von 78,3 (41-99) Jahren. Diese Verteilung spiegelt kein höheres Risiko für Frauen, eine periprothetischen Fraktur zu erleiden wieder, sondern entspricht sowohl der Geschlechterverteilung in diesem Alter als auch der Implantationsrate w/m von Prothesen in Deutschland. Bei ca. 2/3 des Patientenkollektivs bestanden relevante Vorerkrankungen (ASA 3, 70%). Somit war das Patientenkollektiv älter und in schlechterem Allgemeinzustand bei Eintreten der periprothetischen Fraktur, als bei der primären Implantation oder bei Wechseloperationen.

Die am häufigsten aufgetretenen Frakturklassen nach Vancouver waren die B2 (37%) und C (37%) Fraktur. Die B1 (12%), B3 (7,7%) und A (6,3%) Frakturen traten seltener auf. Nach unzementierter Prothese waren 41% aller Frakturen B2 Frakturen, während bei den zementierten Prothesen die C Frakturen (40%) am häufigsten auftraten. Die Frakturart war von der Standzeit abhängig. B3 Frakturen traten vermehrt ab dem siebten Jahr nach Implantation (77%) auf, während 44% der A Frakturen intraoperativ entstanden. Die Standzeit der Prothese variierte deutlich zwischen den Implantationstechniken. Über alle Prothesentypen kam es im Durchschnitt 6,2 Jahre (0-26) nach Primärimplantation zu

Frakturen. Bei zementierten Prothesen kam es nach durchschnittlich 7,3 Jahren und bei unzementierten Prothesen nach 5,8 Jahren zu Frakturen. Bei den unzementierten Prothesen trat ein Großteil der Frakturen innerhalb des ersten Jahres nach Primärimplantation auf (37%). Zusätzlich zeigte sich eine Häufung der Frakturen bei der unzementierten Prothese nach 7 Jahren (33%), für zementierte Prothese nach 10 Jahren (35%). Bei 21% der Patienten wurde eine Lockerung der Prothese festgestellt. Dies spielte für den Frakturzeitpunkt eine entscheidende Rolle. Die Lockerungsrate war für die unzementierten Prothesen höher als für die zementierten und variierte nach Frakturart von 28% zu 7% (A) bis 17% zu 9% (B2). So kam es bei den zementierten Prothesen bei Lockerung im Durchschnitt 2 Jahre früher zu einer Fraktur. Bei den unzementierten Prothesen kam es bei festsitzender Prothese vor den gelockerten Prothesen zu einer Fraktur. Auch hier muss man die Frakturhäufung im ersten Jahr mit berücksichtigen. Festsitzende Prothesen frakturierten eher bei energiereichem Trauma als gelockerte Prothesen (87%/45%). Somit sollten regelmäßige Überprüfungen der Lockerung zum Standard nach jeder HTEP Implantation gehören.

Bei der Versorgung wurden unterschiedliche Verfahren je nach Frakturart durchgeführt. Es wurden Prothesenwechsel (60%), Plattenosteosynthesen (37%) und singuläre Cerclagen (3%) vorgekommen. In 42% der Fälle wurden additive Cerclagen eingesetzt. Es kam bei 49,5% der Patienten zu Komplikationen. Im Vergleich der Versorgungsarten zeigte sich eine Abhängigkeit der Komplikationen von der Frakturart sowie der Operationsdauer (von 31 bis 325 min), dem Operationsverfahren und dem Allgemeinzustand.

Allgemeine Komplikationen traten in 15% der Fälle auf. In absteigender Reihenfolge waren dies Harnwegsinfekte (n=10), Pneumonie (n=3), Myokardinfarkt (n=3), Allergische Reaktionen (n=2), TVT (n=2) und Clostridium Infekt (n=2). Es verstarben n=6 Patienten während des stationären Aufenthaltes (2,7%). Bei allen allgemeinen Komplikationen zeigte sich sowohl eine Abhängigkeit von der Schwere der Grunderkrankungen als auch von der Schwere der Fraktur. So haben Patienten mit ASA von 3 (16% der Gruppe) und 4 (36% der Gruppe) sowie einer Frakturklasse Vancouver B3 (29% der Gruppe) das höchste Risiko für allgemeine Komplikationen. Es sollte daher bei Risikopatienten eine interdisziplinäre Betreuung vor allem in Zusammenarbeit mit einem Geriater erfolgen.

Bei 16% der Patienten kam es zu einem Versagen der Osteosynthese bzw. Komplikationen durch die Prothese. Es zeigte sich, dass die speziell für die periprothetische Fraktur konzipierten winkelstabilen Plattenosteosynthesen (LISS Platte mit LAP und NCB

Periprosthetic Plate) den konventionellen Plattensystemen und den winkelstabilen Plattensystemen überlegen sind (Versagensrate 27% konventionelle Platte, 13% Liss, 9% Liss mit LAP, 0% NCB). Es sollten daher die neuesten winkelstabilen Plattensysteme bei der Behandlung Anwendung finden. Bei den Prothesen waren die an den Patienten individueller anpassbaren Modularen Prothesen den nicht modularen Systemen in der Versagensrate nahezu identisch (15/17%). Lediglich der Femurersatz als limb-salvage Operation zeigte eine deutlich höhere Implantatversagensrate (36%).

Der EK Verbrauch zeigte eine deutliche Korrelation zur Versorgungsart. Insgesamt erhielten 58% der Patienten EK's. Der Verbrauch bei Patienten mit Prothesenwechsel lag im Durchschnitt höher als bei den Plattenosteosynthesen (3,1 zu 1,9 EK's pro Patient). Bei Femurersatz war er am höchsten (5,8 EK's pro Patient).

Die Infektionsrate bei periprothetischer Fraktur lag bei 16%. Mit einem fortbestehenden chronischen Infekt bei 28,5% der betroffenen Patienten ist dies eine sehr ernst zu nehmende Komplikation. Es zeigte sich eine Abhängigkeit der Infektrate vom Operationsverfahren. So traten bei einem Prothesenwechsel (14-21%) und beim kompletten oder auch partiellen Femurersatz (45%) höhere Infektraten im Vergleich zu den Plattenosteosynthesen (9-11%) auf. Dieses kann auch auf nicht erkannte septische Lockerung im Vorfeld zurückzuführen sein. Daher sollten intraoperativ mikrobiologische Proben entnommen werden und eine Langzeitbebrütung erfolgen, um ein angepasstes Antibiotikaregime postoperativ zu ermöglichen.

Operationsspezifische Komplikationen traten in 11% der Fälle auf. Hiervon entfielen allerdings die Hälfte (45%) auf den Femurersatz mit Seromen und Hämatomen sowie Nachblutungen. Weitere Komplikationen waren nicht häufiger als bei der Primärimplantation (z.B. Peroneusläsion 0,5%).

## 6. Schlussfolgerung

Die hohe Fallzahl dieser Studie ermöglichte, es Vergleiche zu ziehen. Zudem fiel der Nachuntersuchungszeitraum so aus, dass ein Vergleich älterer konventioneller Plattsensysteme zu den neueren und neuesten winkelstabilen Verfahren durchgeführt werden konnte.

Die Fallzahlen periprothetischer Frakturen werden bei gleichbleibender Inzidenz auf Grund der immer weiter steigenden Lebenserwartung, und demzufolge steigender Anzahl von Patienten mit implantierter Hüftprothese, zunehmen. Hierbei sind Frauen auf Grund der Geschlechterverteilung in dieser Altersgruppe bevorzugt betroffen. Über die Jahre lagen die Komplikationen bei der Versorgung von periprothetischen Frakturen relativ konstant hoch. Ziel muss es also sein, vor allem in die Prävention einer Fraktur zu investieren, aber auch Verfahren zur Vermeidung von Komplikationen zu entwickeln.

Ein großes Risiko ist die Lockerung der Prothese. Daher können regelmäßige Kontrollen bei allen Patienten nach Implantation einer Hüftprothese zur frühzeitigen Detektion einer Lockerung der Komponenten, aber auch von Verschleißerscheinungen die zu einer Lockerung führen können, durchgeführt werden. Es sollten vor allem im ersten Jahr nach zementfreier Hüft-TEP engmaschigere Kontrollen erfolgen, um eventuelle intraoperative Fissuren, die direkt postoperativ noch nicht festgestellt werden konnten, zu erkennen und frühzeitig zu beheben. Wie gezeigt werden konnte, würde bei elektiv gewechselten gelockerten Prothesen die Hochrisiko B3 Fraktur verringert und somit die Komplikationsrate insgesamt gesenkt werden.

Neben der Lockerung war der häusliche Sturz Fraktursache. Hier müssten weitere klinische Studien folgen, um festzustellen, ob eine Osteoporosetherapie bzw. -prophylaxe sowie eine Vitamin D Substitution dieses vermindern könnte.

Trotz aller präventiven Maßnahmen wird sich die periprothetische Fraktur nicht vermeiden lassen. Eine genaueste Anamnese und Untersuchung des Patienten im Hinblick auf das praeoperative Risiko und eine daraus abzuleitende kurzfristige Optimierung des klinischen Zustandes des Patienten vor der Operation, müssen Routine sein. Hierfür sollte eine interdisziplinäre Behandlung, im optimalen Fall in einer Alterstraumatologie prae- und postoperativ erfolgen. Das operative Verfahren muss dem Frakturtyp angepasst sein und möglichst weichteilschonend durchgeführt werden. Intraoperative Proben für die

mikrobiologische Untersuchung sollten bei gelockerter Prothese standardisiert durchgeführt werden, um eine septische Lockerung zu diagnostizieren und ggf. intervenieren zu können.

Beim Operationsverfahren ist eine möglichst belastungsgsstable Versorgung durchzuführen, so dass die Patienten frühzeitig mobilisiert werden können. Hierfür sollten, speziell für die periprothetische Fraktur konzipierte winkelstabile Plattenosteosynthesen den konventionellen Platten und üblichen winkelstabilen Systemen bevorzugt werden.

Beim Prothesenwechsel sind unzementierte Prothesen mit distaler Krafteinleitung zur Überbrückung der Fraktur zu nutzen. Modulare Prothesen bieten zudem auch bei komplizierten Frakturverhältnissen eine optimale Anpassung der Prothese an den Patienten. Der Femurersatz sollte nur als Reserveverfahren und nicht standardisiert zur Anwendung kommen.

Bei dem Verdacht auf eine Infektion muss frühzeitig operativ interveniert werden, um eine Ausbreitung, vor allem auf das Osteosynthesematerial und die Prothese, zu verhindern. Die für den Protheseninfekt etablierten Verfahren können bei der periprothetischen Fraktur nicht immer zur Anwendung kommen. Hier muss ein Kompromiss, vor allem im Hinblick auf trotz Infekt verbleibendem Osteosynthesematerial, gefunden werden. Von einem Behandlungsstandard sind wir bei sehr stark geprägten Individualentscheidungen noch weit entfernt. Dies sollte im Rahmen weiterer Studien erfolgen.

Der EK Verbrauch ist im Vergleich bei der periprothetischen Fraktur zu anderen orthopädischen/unfallchirurgischen Operationsverfahren hoch. Hier können eine sorgfältige Präparation sowie subtile Blutstillung und intraoperative Blutsammelverfahren zu einer Reduktion beitragen.

Die periprothetische Fraktur stellt auch weiterhin eine sehr ernstzunehmende Verletzung für den Patienten dar. Die Versorgung sollte nur von erfahrenen Operateuren, im Rahmen eines Zentrums, das die interdisziplinäre Betreuung des Patienten gewährleistet, erfolgen. Es sollten die neuesten und erprobten Osteosyntheseverfahren Anwendung finden und eine individuell an die Situation des Patienten angepasste Therapie durchgeführt werden.

## 7. Literaturverzeichnis

### 1. Andreas Toepfer (2012):

Totaler Femurersatz – eine retrospektive Analyse. With assistance of Gollwitzer H. Eisenhart-Rothe von Petzschn I. Edited by DKOU. Available online at <http://www.egms.de/static/en/meetings/dkou2012/12dkou164.shtml>.

### 2. Beals, R. K.; Tower, S. S. (1996):

Periprosthetic fractures of the femur. An analysis of 93 fractures. In *Clin Orthop Relat Res* (327), pp. 238–246.

### 3. Bethea, J. S.; DeAndrade, J. R.; Fleming, L. L.; Lindenbaum, S. D.; Welch, R. B.

(1982): Proximal femoral fractures following total hip arthroplasty. In *Clin. Orthop. Relat. Res* (170), pp. 95–106.

### 4. Bhattacharyya, T.; Chang, D.; Meigs, J. B.; Estok, D. M.; Malchau, H. (2007):

Mortality After Periprosthetic Fracture of the Femur. In *The Journal of Bone and Joint Surgery* 89 (12), pp. 2658–2662.

### 5. Bischoff-Ferrari, H. A.; Dawson-Hughes, B.; Staehelin, H. B.; Orav, J. E.; Stuck, A.

E.; Theiler, R. et al. (2009): Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomised controlled trials. In *BMJ* 339 (oct01 1), pp. b3692.

### 6. BQS Qualitätsreport: Hüft-Endoprothesen-Erstimplantation. With assistance of S. Hahn

E. Kociemba O.Boy. Edited by BQS Qualitätsreport. Available online at [www.bqs-qualitaetsreport.de/2008/ergebnisse/huefte\\_endo\\_ernst/hueft-ernst.pdf](http://www.bqs-qualitaetsreport.de/2008/ergebnisse/huefte_endo_ernst/hueft-ernst.pdf).

### 7. BQS Qualitätsreport: Hüft-Endoprothesenwechsel und-komponentenwechsel. With

assistance of S. Hahn E. Kociemba O.Boy. Edited by BQS Qualitätsreport. Available online at [www.bqs-qualitaetsreport.de/2008/ergebnisse/leistungsbereich/hueft\\_tep\\_wechsel/hueft-wech.pdf](http://www.bqs-qualitaetsreport.de/2008/ergebnisse/leistungsbereich/hueft_tep_wechsel/hueft-wech.pdf).

### 8. Breusch, S.J; Aldinger, P.R; Thomsen, M.; Ewerbeck, V.; Lukoschek, M. (2000):

Verankerungsprinzipien in der Hüftendoprothetik. In *Der Unfallchirurg* 103 (11), pp. 918–931.

### 9. Buttar, M.A; Farfalli, G.; Nunez, M. P.; Comba, F.; Piccaluga, F. (2007): Locking

Compression Plate Fixation of Vancouver Type-B1 Periprosthetic Femoral Fractures. In *The Journal of Bone and Joint Surgery* 89 (9), pp. 1964–1969.

### 10. Christensen CM (1989): Management of intraoperativ femur fractures associated with

revision hip arthroplasty. In *Clin. Orthop. Relat. Res* 1989 (248), pp. 177–180.

- 11. Colyer, R. A.; Capello, W. N. (1994):** Surgical treatment of the infected hip implant. Two-stage reimplantation with a one-month interval. In *Clin Orthop Relat Res* (298), pp. 75–79.
- 12. Cook, Jonathan Lambert (1997):** Aging of the SkinImplications for Cutaneous Surgery. In *Arch Dermatol* 133 (10), p. 1273.
- 13. Cook, R. E.; Jenkins, P. J.; Walmsley, P. J.; Patton, J. T.; Robinson, C. M. (2008):** Risk factors for Periprosthetic Fractures of the Hip: A Survivorship Analysis. In *Clin Orthop Relat Res* 466 (7), pp. 1652–1656.
- 14. Dubov, A.; Kim, S. Y. R.; Shah, S.; Schemitsch, E. H.; Zdero, R.; Bougheara, H. (2011):** The biomechanics of plate repair of periprosthetic femur fractures near the tip of a total hip implant: the effect of cable-screw position. In *Proc Inst Mech Eng H* 225 (9), pp. 857–865.
- 15. Duncan CP (1995):** Fractures of the femur after hip replacement. In *AAOS Instr. Course Lectures* 1995 (44), pp. 293–304.
- 16. Eingartner, Christoph; Volkmann, Rüdiger; Ochs, Uwe; Egetemeyr, Daniel; Weise, Kuno (2006):** Intramedulläre Stabilisierung periprosthetischer Femurfrakturen unter besonderer Berücksichtigung des vorbestehenden Knochendefekts. In *Orthop Traumatol* 18 (4), pp. 341–363.
- 17. Evans, Richard P. (2004):** Successful Treatment of Total Hip and Knee Infection with Articulating Antibiotic Components. In *CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH* 427, pp. 37–46.
- 18. Ewerbeck, V. (2000):** Verankерungsprinzipien in der Hüftendoprothetik. In *Der Unfallchirurg* 103 (11), p. 917.
- 19. Faschingbauer, M.; Pingen, O.; Jürgens, C.; Wolter, D. (2005):** Erfahrungen mit winkelstabilen Plattensystemen bei periprosthetischen Frakturen. In *Trauma Berufskrankh* 7 (S01), pp. S33.
- 20. Fink, B. (2012):** Periprosthetic Fractures bei Hüfttotalendoprothese. In *Trauma Berufskrankh* 14 (3), pp. 171–176.
- 21. Fitzgerald RH Jr (1988):** The uncemented total hip arthroplasty. Intraoperative femoral fractures. In *Clin Orthop Relat Res* 1988 (235), pp. 61–66.
- 22. Franklin, John; Malchau, Henrik (2007):** Risk factors for periprosthetic femoral fracture. In *Injury* 38 (6), pp. 655–660.

- 23. Friedman, Susan M. (2009):** Impact of a Comanaged Geriatric Fracture Center on Short-term Hip Fracture Outcomes. In *Arch Intern Med* 169 (18), p. 1712.
- 24. Garbuza, D. S.; Masri, B. A.; Duncan, C. P. (2000):** Femoral Bone Loss in Total Hip Arthroplasty: Classification and Preoperative Planning. In *Instructional Course Lectures* 49 (C), pp. 83–96.
- 25. Georgomanos; Evangelos (2012):** Neue Klassifikation periprothetischer Frakturen. Behandlungsergebnisse periprothetischer Frakturen bei liegender Hüftendoprothese - eine retrospektive Studie - Publikationsserver der Universität Regensburg. Available online at <http://epub.uni-regensburg.de/25870/>, updated on 13/09/2012, checked on 11/03/2013.
- 26. Grechenig W, Szyszkowitz R. (Ed.) (2000):** Periprothetische Frakturen. Vermeidbare Fehler und Komplikationen bei Osteosynthese S. 333-344. With assistance of Peicha G. München: Sympomed.
- 27. Gruner, A.; Hockertz, T.; Reilmann, H. (2004):** Die periprothetische Fraktur. In *Der Unfallchirurg* 107 (1), pp. 35–49.
- 28. Hsieh, P-H; Shih, C-H; Chang, Y-H; Lee, M. S.; Yang, W-E; Shih, H-N (2005):** Treatment of deep infection of the hip associated with massive bone loss: two-stage revision with an antibiotic-loaded interim cement prosthesis followed by reconstruction with allograft. In *J Bone Joint Surg Br* 87 (6), pp. 770–775.
- 29. Johansson JE (1981):** Fractures of the ipsilateral femur in patients with total hip replacement. In *J Bone Joint Surg Am* 1981 (63), pp. 1435–1442.
- 30. Käab, M. J.; Stöckle, U.; Schütz, M.; Stefansky, J.; Perka, C.; Haas, N. P. (2006):** Stabilisation of periprosthetic fractures with angular stable internal fixation: a report of 13 cases. In *Arch Orthop Trauma Surg* 126 (2), pp. 105–110.
- 31. Kavanagh BF (1992):** Femoral fractures associated with total hip arthroplasty. In *Orthop. Clin. North Am* 1992 (23), pp. 249-157.
- 32. Klein, G. R. (2005):** Proximal Femoral Replacement for the Treatment of Periprosthetic Fractures. In *The Journal of Bone and Joint Surgery* 87 (8), pp. 1777–1781.
- 33. Kraay, Matthew J.; Goldberg, Victor M.; Fitzgerald, Steven J.; Salata, Michael J. (2005):** Cementless Two-staged Total Hip Arthroplasty for Deep Periprosthetic Infection. In *CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH* 441 (&NA;), pp. 243–249.
- 34. Leunig, M.; Chosa, E.; Speck, M.; Ganz, R. (1998):** A cement spacer for two-stage revision of infected implants of the hip joint. In *International Orthopaedics* 22 (4), pp. 209–214.

- 35. Lieberman, J. R.; Callaway, G. H.; Salvati, E. A.; Pellicci, P. M.; Brause, B. D. (1994):** Treatment of the infected total hip arthroplasty with a two-stage reimplantation protocol. In *Clin Orthop Relat Res* (301), pp. 205–212.
- 36. Lindahl, H. (2006):** Risk factors for failure after treatment of a periprosthetic fracture of the femur. In *Journal of Bone and Joint Surgery - British Volume* 88 (1), pp. 26–30.
- 37. Lindahl, H.; Garellick, G.; Regner, H.; Herberts, P.; Malchau, H. (2006):** Three Hundred and Twenty-one Periprosthetic Femoral Fractures. In *The Journal of Bone and Joint Surgery* 88 (6), pp. 1215–1222.
- 38. Lindahl, H.; Oden, A.; Garellick, G.; Malchau, H. (2007):** The excess mortality due to periprosthetic femur fracture. A study from the Swedish national hip arthroplasty register. In *Bone* 40 (5), pp. 1294–1298.
- 39. Lindahl, Hans; Malchau, Henrik; Herberts, Peter; Garellick, Göran (2005):** Periprosthetic Femoral Fractures. In *The Journal of Arthroplasty* 20 (7), pp. 857–865.
- 40. Malchau, H.; Herberts, P.; Ahnfelt, L. (1993):** Prognosis of total hip replacement in Sweden. Follow-up of 92,675 operations performed 1978-1990. In *Acta Orthop Scand* 64 (5), pp. 497–506.
- 41. Masri, Bassam A.; Garbuz, Donald S.; Duncan, Clive P. (2007):** Instructional Course Lectures, The American Academy of Orthopaedic Surgeons - Femoral Bone Loss in Total Hip Arthroplasty : Classification and Preoperative Planning \* dagger Femoral Bone Loss in Total Hip Arthroplasty : Classification and Preoperati. In *The Journal of Bone and Joint Surgery* 49, pp. 83–96.
- 42. Masri, Bassam A.; Panagiotopoulos, Kostas P.; Greidanus, Nelson V.; Garbuz, Donald S.; Duncan, Clive P. (2007):** Cementless Two-Stage Exchange Arthroplasty for Infection after Total Hip Arthroplasty. In *The Journal of Arthroplasty* 22 (1), pp. 72–78.
- 43. Matthias Müller (2004):** Extramedulläre Osteosynthesen distaler Femurfrakturen- ein retrospektiver Vergleich eines Fixateur interne (LISS) mit nicht winkelstabilen Implantaten, Berlin. Available online at <http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/mueller-matthias-2003-05-05/HTML/N12BCE.html>.
- 44. Michael A. Mont, M. and Dean C. Maar MDD (1994):** Fractures of the Ipsilateral Femur After Hip Arthroplasty. A Statistical Analysis of Outcome Based on 487 Patients. In *The Journal of Arthroplasty* Vol. 9 No. 5 1994 (9), pp. 511–518.
- 45. Pafilas, D. (2006):** Hybrid External Fixation as a New Treatment Method for Periprosthetic Femoral Fracture. A Case Report. In *The Journal of Bone and Joint Surgery* 88 (1), pp. 188–192.

- 46. Parvizi, Javad; Rapuri, Venkat R.; Purtill, James J.; Sharkey, Peter F.; Rothman, Richard H.; Hozack, William J. (2004):** Treatment protocol for proximal femoral periprosthetic fractures. In *J Bone Joint Surg Am* 86-A Suppl 2, pp. 8–16.
- 47. Petersen, T. I.; Kissmeyer-Nielsen, P.; Laurberg, S.; Christensen, H. (1995):** Impaired wound healing but unaltered colonic healing with increasing age: an experimental study in rats. In *Eur Surg Res* 27 (4), pp. 250–257.
- 48. Probst, A.; Schneider, T.; Hankemeier, S.; Brug, E. (2003):** Der Prothesennagel primär belastungstables Implantat bei peri- und subprothetischen Frakturen des Femurs. In *Der Unfallchirurg* 106 (9), pp. 722–731.
- 49. Pürner, Friedrich (2010):** Eine retrospektive Studie zur Behandlung von periprosthetischen Frakturen. Available online at <http://opacplus.ub.uni-muenchen.de/InfoGuideClient.ubmsis/start.do?Login=igubm&Query=10=%22BV036127499%22>.
- 50. Ricci, W. M. (2005):** Indirect Reduction and Plate Fixation, without Grafting, for Periprosthetic Femoral Shaft Fractures About a Stable Intramedullary Implant. In *The Journal of Bone and Joint Surgery* 87 (10), pp. 2240–2245.
- 51. Rodney K. Beals, M. D.; and Stephen S. Tower, M. D. (1996):** Periprosthetic Fractures of the Femur An Analysis of 93 Fractures. In *Clin Orthop Relat Res* (327), pp. 238–246.
- 52. Rupprecht, M.; Grossterlinden, L.; Barvencik, F.; Gebauer, M.; Briem, D.; Rueger, J. M.; Lehmann, W. (2008):** Periprosthetic Femurfrakturen. Langzeitergebnisse nach plattenosteosynthetischer Stabilisierung. In *Unfallchirurg* 111 (10), pp. 812–820.
- 53. Sarah Gaßmann (2013):** Funktionelles Ergebnis hüftnaher periprosthetischer Frakturen und primärer Hüftendoprothesen anhand einer Vergleichsgruppen-Analyse. Edited by Medizinische Fakultät / Uni Leipzig. Available online at <http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/10677/Doktorarbeit%2012.02.2013.pdf>, updated on 27/02/2013, checked on 11/03/2013.
- 54. Senthil, Surendra; Munro, Jacob T.; Pitt, Rocco P. (2011):** Infection in total hip replacement: meta-analysis. In *International Orthopaedics (SICOT)* 35 (2), pp. 253–260.
- 55. Shah, S.; Kim, S. Y. R.; Dubov, A.; Schemitsch, E. H.; Bougheara, H.; Zdero, R. (2011):** The biomechanics of plate fixation of periprosthetic femoral fractures near the tip of a total hip implant: cables, screws, or both? In *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine* 225 (9), pp. 845–856.
- 56. Stange, R.; Raschke, M.J; Fuchs, T. (2011):** Periprosthetic Frakturen. In *Unfallchirurg* 114 (8), pp. 688–696.

- 57. Tsiridis, E.; Gamie, Z.; Conaghan, P.G; Giannoudis, P.V (2007):** Biological options to enhance periprosthetic bone mass. In *Injury* 38 (6), pp. 704–713.
- 58. Tsiridis, Eleftherios; Krikler, Steve; Giannoudis, Peter V. (2007):** Periprosthetic femoral fractures: Current aspects of management. In *Injury* 38 (6), pp. 649–650.
- 59. Grüninger, Julia (2013):** OPUS Würzburg - Behandlungsergebnisse bei periprothetischen Femurfrakturen : eine retrospektive Studie - Grüninger, Julia. Universität Würzburg; University of Würzburg. Available online at [http://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/frontdoor.php?source\\_opus=1086&la=de](http://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/frontdoor.php?source_opus=1086&la=de), checked on 12/08/2013.
- 60. Whittaker RP, SotosLN Ralson EL (1974):** Fractures of the Femur about femoral endoprostheses. In *J Trauma* 14 1974 (14), pp. 181–188.
- 61. Wu, C. C.; Au, M. K.; Wu, S. S.; Lin, L. C. (1999):** Risk factors for postoperative femoral fracture in cementless hip arthroplasty. In *J Formos Med Assoc* 98 (3), pp. 190–194.
- 62. Young, Simon W.; Pandit, Salil; Munro, Jacob T.; Pitto, Rocco P. (2007):** Periprosthetic Femoral Fractures After Total Hip Arthroplasty. In *ANZ J Surg* 77 (6), pp. 424–428.
- 63. Younger, A.S.E; Duncan, Clive P.; Masri, B.A; McGraw, R.W (1997):** The outcome of two-stage arthroplasty using a custom-made interval spacer to treat the infected hip. In *The Journal of Arthroplasty* 12 (6), pp. 615–623.
- 64. Zehntner, M. K.; Marchesi, D. G.; Burch, H.; Ganz, R. (1992):** Alignment of supracondylar/intercondylar fractures of the femur after internal fixation by AO/ASIF technique. In *J Orthop Trauma* 6 (3), pp. 318–326.
- 65. Zuber, K.; Koch, P.; Lustenberger, A.; Ganz, R. (1990):** Femoral fractures following total hip prosthesis. In *Unfallchirurg* 93 (10), pp. 467–472.

## **8. Anhang**

### **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Frakteureinteilung nach Johansson .....	4
Abbildung 2: Vancouver Klassifikation nach Duncan et al.1995 .....	4
Abbildung 3: Cablesystem der Firma Zimmer™ .....	6
Abbildung 4: Low Contact Dynamic Compression Plate (LC-DCP) Fa. Synthes® .....	7
Abbildung 5: NCB Periprosthetic Femur Plate® Fa. Zimmer™ .....	8
Abbildung 6: LISS® Platte Fa. Synthes® .....	9
Abbildung 7: LAP® der Fa. Synthes® .....	9
Abbildung 8: DFN (Distaler Femur Nagel) Fa. Synthes® .....	10
Abbildung 9: Modulare Revitanprothese® re. und Nagel li der Fa. Zimmer™ .....	10
Abbildung 10: Partieller/Totaler Femurersatz MOST™ Fa. Zimmer™ .....	11
Abbildung 11: Anzahl der Frakturen 1.1.2001 bis 31.12.2011 .....	12
Abbildung 12: Geschlechterverteilung .....	14
Abbildung 13: Patientenanzahl nach Alter in Jahren .....	14
Abbildung 14: Patientenanzahl nach ASA .....	15
Abbildung 15: Aufteilung der Frakturtypen nach Vancouver Klassifikation .....	16
Abbildung 16: Prozentuale Verteilung zementierte/unzementierte Prothesen .....	16
Abbildung 17: Durchschnittliche Standzeit nach Implantationstechnik .....	17
Abbildung 18: Standzeit der Prothese bei Eintreten der Fraktur in Jahren .....	18

Abbildung 19: Prozentuale Verteilung der Standzeit der Prothese zum Frakturzeitpunkt.....	19
Abbildung 20: Frakturtypen nach Standzeit.....	20
Abbildung 21: Prozentuale Verteilung der jeweiligen Frakturarten nach Standzeit in Jahren.	21
Abbildung 22: Rate an anamnestischen Lockerungzeichen nach Frakturklassifikation .....	22
Abbildung 23: Durchschnittlicher Frakturzeitpunkt zementierter und unzementierter anamnestisch gelockerter und anamnestisch fester Prothesen. ....	22
Abbildung 24: Traumamechanismus bei gelockerter und fester Prothese .....	24
Abbildung 25: Anzahl der verwendeten Systeme je Typ .....	25
Abbildung 26: Verschiedene angewendete Verfahren.....	26
Abbildung 27: Durchschnittliche OP Zeit je Patient und Verfahren. ....	29
Abbildung 28: Operationszeit in Abhängigkeit der Frakturart in Minuten.....	30
Abbildung 29: Durchschnittliche EK Gabe je Patient und Verfahren.....	31
Abbildung 30: Prozente an Patienten, die eine Bluttransfusion benötigten, nach Frakturklassifikation Vancouver.....	31
Abbildung 31: Komplikationsraten.....	33
Abbildung 32: Allgemeine Komplikationsrate je ASA Klasse .....	35
Abbildung 33: Allgemeine Komplikationsrate nach Frakturtyp .....	35
Abbildung 34: Verfahrensspezifische Komplikationsrate .....	40
Abbildung 35: Verfahrensspezifische Komplikationsrate der Plattenosteosynthese .....	41
Abbildung 36: Verfahrensspezifische Komplikationsrate des Prothesenwechsels nach Prothesenart.....	42
Abbildung 37: Verfahrensabhängige Infektrate .....	45

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Einteilung der Frakturen nach Whittaker .....	3
Tabelle 2: ASA Einteilung.....	15
Tabelle 3: Versorgung nach Frakturtyp der Vancouver Klassifikation.....	28
Tabelle 4: Übersicht zu den allgemeinen Komplikationen .....	34
Tabelle 5: Verfahrensspezifische Komplikationen .....	39
Tabelle 6: Infekte und deren Therapie nach Vancouver Klassifikation.....	44
Tabelle 7: Operationsspezifische Komplikationen.....	47
Tabelle 8: Altersverteilung Vergleich BQS 2008 und aktuelle Studie .....	50
Tabelle 9: Vergleich der verschiedenen aktuellen Studien bezüglich ihrer ASA Klassen Verteilung .....	51
Tabelle 10: Vergleich der Studien hinsichtlich der Verteilung der Vancouver Klassifikation..	51

## **Danksagung**

Zuallererst möchte ich mich bei Prof. Dr. Dr. Edgar Mayr für die jahrelange Unterstützung, Geduld und die fachlichen und konstruktiven Diskussionen bedanken. Meiner Frau Melanie für ihre Unterstützung und den liebevollen Rückhalt und Anstoß sowie für wissenschaftliche Grundlagendiskussionen. Meinen Kindern, Emilie und Mathis, die mir die Zeit für die Fertigstellung der Arbeit gewährten und immer für einen seelischen Ausgleich sorgten. Bei Theodor für die geselligen Abende und Grundsatzdiskussionen bei der Bearbeitung unserer beider Promotionen. Christian für seine Beratung, Diskussionen und die Vorbereitung für die Prüfung, auch Gynäkologen können Unfallchirurgie. Allen Kolleginnen und Kollegen, die auf Grund ihrer Arbeit und Dokumentation diese Arbeit erst ermöglichten. Antje für die Korrektur auf den letzten Drücker. Last but not least meinen Eltern, ohne die ich nicht im Leben da stehen würde, wo ich bin.