

Aus der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie
(Prof. Dr. med. W. Lehmann)
der Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen

**Therapie und Komplikationsspektrum periprothetischer
Femurfrakturen nach Hüft- und Kniegelenkersatz**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
für Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät der
Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von
Christina Theresa Vietmeier
aus
Münster

Göttingen 2016

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. H. K. Kroemer

Referent: PD Dr. med. S. Sehmisch

Ko-Referent: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. F.-J. Kramer

Drittreferentin: Prof. Dr. hum. biol. M. Schön

Datum der mündlichen Prüfung: 10.05.2017

Hiermit erkläre ich, die Dissertation mit dem Titel "Therapie und Komplikationsspektrum periprothetischer Femurfrakturen nach Hüft- und Kniegelenkersatz" eigenständig angefertigt und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet zu haben.

Göttingen, den

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis	VI
1 Einleitung	1
1.1 Epidemiologie und Ätiologie	1
1.2 Risikofaktoren	2
1.3 Prävention.....	3
1.4 Klassifikation	4
1.5 Therapie.....	8
1.5.1 Konservative Therapie	9
1.5.2 Operative Therapie.....	9
1.5.2.1 Osteosynthesetechniken	9
1.5.2.1.1 Plattenosteosynthese.....	9
1.5.2.1.2 Cerclagen.....	12
1.5.2.1.3 Zugschrauben	12
1.5.2.1.4 Verbundosteosynthese.....	13
1.5.2.1.5 Spongiosaplastik.....	13
1.5.2.2 Wechsel von Prothesenkomponenten.....	13
1.6 Komplikationen.....	14
1.7 Thema der Arbeit	15
2 Material und Methoden	16
2.1 Patientengut.....	16
2.2 Datenerhebung	16
2.3 Datenverarbeitung	17

Inhaltsverzeichnis

3	Ergebnisse	18
3.1	Patientendaten	18
3.1.1	Fallanzahlen	18
3.1.2	Geschlechtsverteilung	19
3.1.3	Nachuntersuchungszeitraum	19
3.1.4	Altersverteilung.....	20
3.1.5	Wohnsituation zum Frakturzeitpunkt.....	21
3.2	Informationen zur einliegenden Endoprothese	22
3.2.1	Anteile an einliegenden Primär- und Revisionsprothesen	22
3.2.2	Zementierung der Femurkomponente	23
3.2.3	Standzeit	25
3.2.4	Implantationsort	27
3.3	Frakturgeschehen	28
3.3.1	Frakturursache	28
3.3.2	Frakturseite	30
3.3.3	Begleitverletzungen.....	30
3.3.4	Frakturklassifikation.....	31
3.4	Gesundheitszustand der Patienten.....	35
3.4.1	Gewichtsverteilung.....	35
3.4.2	ASA-Klasse	35
3.4.3	Vorerkrankungen.....	36
3.4.4	Vormedikation unter besonderer Berücksichtigung antiosteoporotisch wirkender Präparate.....	38
3.4.5	Nikotinkonsum	39
3.5	Therapie.....	39

Inhaltsverzeichnis

3.5.1	Aufnahme-Schnitt-Zeit.....	42
3.5.2	Schnitt-Naht-Zeit.....	43
3.5.3	Perioperative Gabe von Erythrozytenkonzentraten.....	44
3.5.4	Intensivstation	45
3.6	Komplikationen.....	46
3.6.1	Chirurgische Komplikationen	46
3.6.2	Revisionsoperationen	50
3.6.3	Allgemeine Komplikationen	54
3.6.4	Klinikletalität.....	55
3.7	Postoperativer Verlauf.....	57
3.7.1	Dauer des stationären Aufenthaltes.....	57
3.7.2	Knochendichtemessung und Einleitung einer Osteoporosetherapie	59
3.7.3	Rehabilitationsmaßnahmen	60
3.7.4	Wohnsituation nach der Entlassung.....	61
4	Diskussion	63
5	Zusammenfassung.....	81
6	Anhang	83
7	Literaturverzeichnis.....	86

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Vancouver-Klassifikation	6
Abb. 2: Klassifikation nach Rorabeck	8
Abb. 3 a–c: Operative Therapie einer periprothetischen Femurfraktur der Vancouver-Klasse B1 mit einer winkelstabilen Plattenosteosynthese und Cerclagen	11
Abb. 4 a–f: Operative Therapie einer periprothetischen Femurfraktur der Rorabeck-Klasse 2 mit einer winkelstabilen Plattenosteosynthese in minimalinvasiver Technik	12
Abb. 5: Fallanzahlen periprothetischer Femurfrakturen von 2004 bis 2011	18
Abb. 6: Geschlechtsverteilung der Patienten mit einliegender Hüftendoprothese	19
Abb. 7: Geschlechtsverteilung der Patienten mit einliegender Knieendoprothese	19
Abb. 8: Postoperativer Nachuntersuchungszeitraum bei Patienten mit Hüftendoprothese	20
Abb. 9: Postoperativer Nachuntersuchungszeitraum bei Patienten mit Knieendoprothese	20
Abb. 10: Altersverteilung der Patienten mit einliegender Hüftendoprothese	21
Abb. 11: Altersverteilung der Patienten mit einliegender Knieendoprothese	21
Abb. 12: Wohnsituation zum Frakturzeitpunkt Hüftprothesengruppe	22
Abb. 13: Wohnsituation zum Frakturzeitpunkt Knieprothesengruppe	22
Abb. 14: Anteile an Primär- und Revisionshüftendoprothesen zum Frakturzeitpunkt	23
Abb. 15: Anteile an Primär- und Revisionsknieendoprothesen zum Frakturzeitpunkt	23
Abb. 16: Zementierung der Hüftschaftekomponente	24
Abb. 17: Zementierung der Femurkomponente bei Knieendoprothese	24
Abb. 18: Zementierung von Primär- und Revisionshüftschäften	24
Abb. 19: Zementierung der Femurkomponente von Primär- und Revisionsknieprothesen	24
Abb. 20: Prothesenstandzeiten bei Patienten mit einliegender Hüftendoprothese	26
Abb. 21: Prothesenstandzeiten bei Patienten mit einliegender Knieendoprothese	26
Abb. 22: Prothesenstandzeiten der Primär- und Revisionshüftprothesen	26
Abb. 23: Prothesenstandzeiten der Primär- und Revisionsknieprothesen	27
Abb. 24: Implantationskrankenhäuser der Hüftprothese	27
Abb. 25: Implantationskrankenhäuser der Knieprothese	27
Abb. 26: Ursache für periprothetische Fraktur bei einliegender Hüftendoprothese	28
Abb. 27: Sturzursache bei einliegender Hüftendoprothese	28
Abb. 28: Ursache für periprothetische Fraktur bei einliegender Knieendoprothese	29
Abb. 29: Sturzursache bei einliegender Knieendoprothese	29
Abb. 30: Frakturseite bei einliegender Hüftendoprothese	30
Abb. 31: Frakturseite bei einliegender Knieendoprothese	30
Abb. 32: Anzahl der Patienten in den Vancouver-Klassen nach Geschlecht	32
Abb. 33: Anzahl der Patienten in den Vancouver-Klassen nach Prothesenstandzeit in Jahren	33
Abb. 34: Verteilung der Frakturen auf die Vancouver-Klassen bei Primär- und Revisionsprothesen ..	34

Abbildungsverzeichnis

Abb. 35: Anzahl der Patienten in den Rorabeck-Klassen nach Geschlecht.....	34
Abb. 36: Body-Mass-Index bei Patienten mit Hüft- und Knieendoprothese im Vergleich.....	35
Abb. 37: ASA-Klassen bei einliegender Hüftendoprothese.....	36
Abb. 38: ASA-Klassen bei einliegender Knieendoprothese	36
Abb. 39: Grundtherapie nach Vancouver-Klasse.....	41
Abb. 40: Grundtherapie nach Rorabeck-Klasse.....	41
Abb. 41: Aufnahme-Schnitt-Zeit Hüftprothesengruppe	43
Abb. 42: Aufnahme-Schnitt-Zeit Knieprothesengruppe	43
Abb. 43: Intensivstationsaufenthalt der Patienten mit einliegender Hüftendoprothese	46
Abb. 44: Intensivstationsaufenthalt der Patienten mit einliegender Knieendoprothese	46
Abb. 45: Klinikletalität bei Patienten mit einliegender Hüftendoprothese	56
Abb. 46: Mittlere stationär verbrachte Zeit nach der Therapieform bei einliegender Hüftprothese	57
Abb. 47: Mittlere stationär verbrachte Zeit in den Altersgruppen bei einliegender Hüftprothese	58
Abb. 48: Mittlere stationär verbrachte Zeit nach Therapieform bei einliegender Knieendoprothese ...	59
Abb. 49: Rehabilitationsmaßnahmen nach periprothetischer Fraktur bei einliegender Hüftendoprothese.....	60
Abb. 50: Rehabilitationsmaßnahmen nach periprothetischer Fraktur bei einliegender Knieendoprothese	61
Abb. 51: Wohnsituation nach Entlassung bei Patienten mit einliegender Hüftendoprothese	62
Abb. 52: Wohnsituation nach Entlassung bei Patienten mit einliegender Knieendoprothese.....	62

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Klassifikation nach Whittaker.....	4
Tabelle 2: Klassifikation nach Johansson.....	5
Tabelle 3: Klassifikation nach Mont und Maar.....	5
Tabelle 4: Vancouver-Klassifikation.....	6
Tabelle 5: Neer-Klassifikation modifiziert nach DiGioia und Rubash.....	7
Tabelle 6: Klassifikation nach Su.....	7
Tabelle 7: Klassifikation nach Rorabeck.....	7
Tabelle 8: Frakturanzahlen und Patientenzahlen.....	18
Tabelle 9: Übersicht der Begleitverletzungen.....	31
Tabelle 10: Vorerkrankungen.....	38
Tabelle 11: Übersicht der Schnitt-Naht-Zeiten.....	44
Tabelle 12: Übersicht der perioperativen Gabe von Erythrozytenkonzentraten.....	45
Tabelle 13: Übersicht des Komplikationsspektrums der einzelnen Therapieverfahren; Hüftprothesengruppe.....	49
Tabelle 14: Übersicht des Komplikationsspektrums; Knieprothesengruppe.....	49
Tabelle 15: Übersicht der Revisionsoperationen bei einliegender Hüftendoprothese.....	53
Tabelle 16: Übersicht der Revisionsoperationen bei einliegender Knieendoprothese.....	53
Tabelle 17: Übersicht der allgemeinen Komplikationen.....	54
Tabelle 18: Katalog der Auswertungskriterien.....	83
Tabelle 19: Kategorien des Body-Mass-Index nach WHO.....	84
Tabelle 20: ASA-Klassifikation nach der American Society of Anesthesiologists.....	85

1 Einleitung

In Deutschland wurden 2013 laut Daten des Statistischen Bundesamtes circa 210.000 Hüftendoprothesen und 143.000 Knieendoprothesen implantiert. Damit gehörten die Endoprothesenversorgungen des Hüft- und Kniegelenks jeweils zu den 30 häufigsten Operationen unter vollstationären Patienten (Statistisches Bundesamt 2014). Die Indikation zum Gelenkersatz besteht vor allem bei Arthrosen im fortgeschrittenen Stadium, wenn durch andere Therapiemittel keine anhaltende Besserung von Schmerzen und Funktion mehr erwartet werden kann. Des Weiteren kommen Endoprothesen bei der Destruktion eines Gelenks durch Unfälle, Tumoren oder Entzündungen sowie zur Therapie gelenknaher Frakturen zum Einsatz (Scharf und Reichert 2011).

1.1 Epidemiologie und Ätiologie

Die periprothetische Fraktur stellt eine seltene, jedoch schwerwiegende Komplikation nach einem Gelenkersatz dar. In der Literatur wird sie nach aseptischer Prothesenlockerung und rezidivierender Prothesendislokation als dritthäufigste Ursache für eine Reoperation nach Hüftgelenkersatz angegeben (Lindahl et al. 2006b).

Grundsätzlich lassen sich intraoperative und postoperative periprothetische Frakturen differenzieren. Intraoperativ treten Femurfrakturen im Zusammenhang mit der Präparation des Schaftes und der Implantation der Prothese auf (Gruner et al. 2004; Lindahl 2007).

Postoperative periprothetische Femurfrakturen entstehen typischerweise durch niedrig-energetische Unfallmechanismen wie Stürze aus dem Stand. Hochenergetische Traumata und spontane Frakturen spielen nur eine untergeordnete Rolle (Gruner et al. 2004; Lindahl et al. 2006b).

In der Literatur wird für postoperative periprothetische Femurfrakturen nach Hüftprothesenprimärimplantation eine Inzidenz zwischen 0,4 % und 2,1 % angegeben (Fredin et al. 1987; Lindahl et al. 2005; Meek et al. 2011; Singh et al. 2013), während die Inzidenz nach Hüftprothesenrevisionen zwischen 2,1 % und 6,2 % liegt (Lindahl et al. 2005; Meek et al. 2011). Postoperative periprothetische Frakturen nach Knieprothesenimplantation treten mit einer Inzidenz von 0,6 % bis 1,3 % nach Primäreingriffen und

mit einer Inzidenz von 1,6 % bis 2,5 % nach Revisionen auf (Webster und Murray 1985; Merkel und Johnson 1986; Meek et al. 2011; Singh et al. 2013). Insgesamt wird in der Literatur von einer steigenden Inzidenz postoperativer periprothetischer Frakturen berichtet (Lindahl et al. 2005; Rupprecht et al. 2008). Diese wird zum einen auf eine ständige Ausweitung des Indikationsspektrums für den Gelenkersatz zurückgeführt. So erhalten immer mehr jüngere Patienten Hüft- und Knieprothesen, die ein höheres Aktivitätsniveau und damit Risikopotential für hochenergetische Traumata zeigen (Lindahl 2007). Zum anderen verlängern sich mit steigender Lebenserwartung der Patienten auch die Standzeiten der Prothesen, und es vergrößern sich die Risiken für eine verminderte Knochenqualität und Prothesenlockerung, die periprothetische Frakturen begünstigen (Fredin et al. 1987; Beals und Tower 1996; Rupprecht et al. 2008). Zudem werden immer mehr Prothesenwechsel durchgeführt, die mit höheren Frakturaten behaftet sind (Lindahl et al. 2005; Meek et al. 2011).

1.2 Risikofaktoren

Grundsätzlich lassen sich allgemeine von lokalen Risikofaktoren für das Auftreten einer periprothetischen Fraktur unterscheiden (Tsiridis et al. 2003; Stange et al. 2011). So gelten Patienten, bei denen eine rheumatoide Arthritis oder eine Schenkelhalsfraktur die Ursache für die Implantation einer Hüftprothese war (Lindahl et al. 2005), sowie Patienten mit einer bestehenden Erkrankung des Knochenstoffwechsels wie der Osteopenie und Osteoporose (Beals und Tower 1996; Wu et al. 1999; Lizaur-Utrilla et al. 2013) und damit verbunden ältere Frauen in der postmenopausalen Phase (Meek et al. 2011; Singh et al. 2013) als gefährdet. Zudem führen schwere Allgemeinerkrankungen zu größerer Schwäche und Sturzneigung (Singh et al. 2013). Zu den lokalen prädisponierenden Faktoren für eine periprothetische Fraktur zählt die vorbestehende aseptische Schaftlockerung, welche durch Osteoporose (Nixon et al. 2007) oder lokale Osteolysen (Carlsson et al. 1983) hervorgerufen werden kann. Dabei kann eine Resorption des Knochens ungünstige Biegemomente zwischen Femurschaft und Prothesenspitze bedingen, die Ermüdungsfrakturen oder Brüche durch niedrigerenergetische Traumata verursachen (Rupprecht et al. 2008). Bei unzementierten Hüftendoprothesen wurden höhe-

re Frakturraten als nach zementierter Prothesenimplantation beobachtet (McGraw et al. 2013; Singh et al. 2013). Ebenso ist eine bereits stattgefundene Revision als Risikofaktor zu nennen. Hier werden Läsionen am Knochen durch bereits vorgenommene operative Maßnahmen als Schwachstellen für Frakturen verantwortlich gemacht (Beals und Tower 1996).

Genauso werden bei einliegender Knieprothese das weibliche Geschlecht, fortgeschrittenes Alter, eine rheumatoide Arthritis bzw. Kortikosteroidtherapie, vorbestehende Revisionseingriffe und eine bestehende Osteopenie oder Osteoporose (Merkel und Johnson 1986; Culp et al. 1987) als Risikofaktoren für periprothetische Frakturen gesehen. Zudem werden neurologische Erkrankungen, die Koordinationsschwierigkeiten oder eine Inaktivitätsosteoporose bedingen können, als Risikofaktor für das Auftreten einer periprothetischen Fraktur genannt (Culp et al. 1987). Das Auftreten eines *Femoral Notching*, einer bei der Präparation iatrogen erzeugten Einkerbung der anterioren suprakondylären femoralen Kortikalis, wird als Prädilektionsstelle für periprothetische Frakturen kontrovers diskutiert. Einige Autoren nennen es als Risikofaktor (Culp et al. 1987; Hoffmann et al. 2012), da bei untersuchten periprothetischen Frakturen die Bruchlinie nahe des *Notchings* lag und biomechanische Studien belegen, dass die Drehbelastbarkeit des suprakondylären Femurs bis zur Fraktur unter einem *Notching* von mehr als 3 mm signifikant verringert ist (Lesh et al. 2000; Shawen et al. 2003). Andere Autoren sehen keinen Zusammenhang zwischen dem *Femoral Notching* und dem Auftreten periprothetischer Frakturen nach einem Kniegelenkersatz (Ritter et al. 2005; Lizaur-Utrilla et al. 2013).

1.3 Prävention

Generell wird eine Ausweitung der Präventionsmaßnahmen zur Vermeidung periprothetischer Frakturen gefordert (Mückley 2011; Stange et al. 2011). Dabei kann die Frakturvorbeugung auf verschiedenen Ebenen erfolgen. Zum einen wird ein sorgfältiges Vorgehen des Operateurs bei der Primärimplantation der Prothese vorausgesetzt. Der Femurschaft muss gewissenhaft für die Aufnahme der Prothese vorbereitet werden und die Prothesengröße so gewählt werden, dass sie den gefrästen Markraumdurchmes-

ser nicht übersteigt, um Schaftsprengungen zu vermeiden (Gruner et al. 2004). Zudem wird bei verminderter Knochenqualität die Verwendung von Cerclagen zur Vorbeugung von Frakturen angeraten (Gruner et al. 2004). Der Patient muss genau über die Belastungsfähigkeit der operierten Extremität in der frühen postoperativen Phase aufgeklärt werden, um Frakturen durch Überbelastung zu verhindern (Tsiridis et al. 2003). Des Weiteren werden nach der Prothesenimplantation standardisierte Nachuntersuchungsintervalle gefordert, um eine Prothesenlockerung, die einen Risikofaktor für eine periprothetische Fraktur darstellt, rechtzeitig zu erkennen und vor einem Frakturgeschehen einzugreifen (Lindahl et al. 2005). Ebenso rückt der allgemeine Gesundheitszustand des Patienten bei der Prävention periprothetischer Frakturen in den Fokus. So wird ein interdisziplinärer Therapieansatz gefordert, um Erkrankungen wie eine Osteoporose oder eine erhöhte Sturzneigung frühzeitig zu behandeln und so das Risiko einer Fraktur zu mindern (Stange et al. 2011).

1.4 Klassifikation

Zur Einteilung periprothetischer Frakturen des Femurs stehen verschiedene Klassifikationen zur Verfügung. Periprothetische Femurfakturen nach Hüftgelenkersatz wurden bereits 1974 von Whittaker et al. unterteilt (Whittaker et al. 1974).

Tabelle 1: Klassifikation nach Whittaker (Whittaker et al. 1974)

Typ	Frakturlokalisation	Stabilität der Prothese
I	intertrochantär	-
II	subtrochantär/ proximaler Femur	Prothese stabil verankert
III	subtrochantär/ proximaler Femur	Prothese gelockert, Knochen disloziert

1 Einleitung

Johansson et al. präsentierten eine weitere Klassifikation dieser Frakturart (Johansson et al. 1981).

Tabelle 2: Klassifikation nach Johansson (Johansson et al. 1981)

Typ	Frakturlokalisierung
I	auf den Prothesenschaft begrenzt, die Prothese verbleibt im Markraum
II	um die Prothesenspitze, die Prothese ist aus der Markhöhle disloziert
III	distal der Prothesenspitze

Mont und Maar leiteten ihre Klassifikation aus mehreren bestehenden Klassifikationen ab (Mont und Maar 1994). Sie unterscheiden fünf Frakturtypen. Während Typ I–IV streng anatomisch unterteilt sind, bezeichnet Typ V Trümmerfrakturen (Mont und Maar 1994).

Tabelle 3: Klassifikation nach Mont und Maar (Mont und Maar 1994)

Typ	Frakturlokalisierung
I	trochanternah
II	im Bereich des Prothesenschaftes
III	im Bereich der Prothesenspitze
IV	distal der Prothesenspitze
V	mehrfragmentäre Frakturen

Zur Einteilung periprothetischer Femurfrakturen nach Hüftprothesenimplantation wurde in dieser Studie die Vancouver-Klassifikation nach Duncan angewendet (Duncan und Masri 1995; Brady et al. 1999). Sie bezieht sowohl die Lokalisation der Fraktur als auch die Stabilität der Prothese und die Qualität des die Prothese umgebenden Knochens mit ein. Bei sorgfältigem Einsatz kann über die Klassifikation so eine Therapieempfehlung abgeleitet werden (Erhardt und Kuster 2011).

1 Einleitung

Tabelle 4: Vancouver-Klassifikation (Duncan und Masri 1995; Brady et al. 1999)

Typ	Frakturlokalisation	Subtyp
A	Regio trochanterica	AG: Trochanter major AL: Trochanter minor
B	zwischen Trochanter minor und Prothesenspitze	B1: Prothese stabil B2: Prothese instabil B3: Prothese instabil, schlechte Knochenqualität
C	distal der Schaftspitze	

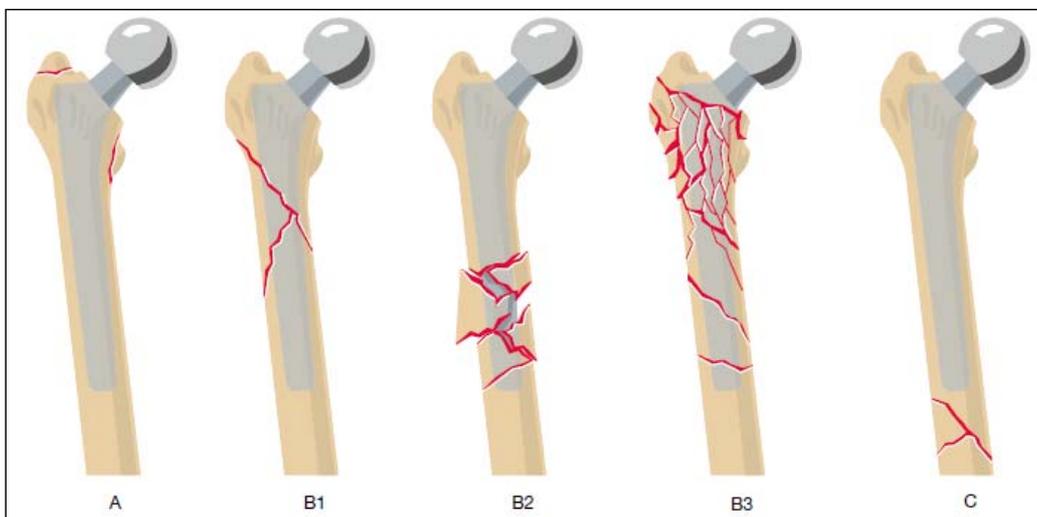


Abb. 1: Vancouver-Klassifikation (Reindl und Schatzker 2012, S. 437)

Die Verwendung der Abbildung erfolgt mit freundlicher Genehmigung des Springer Verlags.

Zur Unterteilung der periprothetischen Femurfrakturen nach Kniegelenkersatz wurden zunächst Klassifikationen entwickelt, die sich an der Einteilung distaler Femurfrakturen nach Neer orientierten (Neer et al. 1967). Dabei wurden Stabilität und Dislokationsgrad der Fraktur berücksichtigt (Neer et al. 1967; Mittelmeier et al. 2005).

DiGioia und Rubash modifizierten die Klassifikation nach Neer und definieren drei Frakturarten (DiGioia und Rubash 1991).

1 Einleitung

Tabelle 5: Neer-Klassifikation modifiziert nach DiGioia und Rubash (DiGioia und Rubash 1991)

Typ	Frakturbeschreibung
I	nicht disloziert, extraartikulär Translation < 5 mm, Achsabweichung < 5°
II	disloziert, extraartikulär Translation > 5 mm, Achsabweichung > 5°
III	stark disloziert oft Achsabweichungen > 10°, interkondyläre oder T-förmige Frakturen möglich

In einer neueren Klassifikation von Su et al. werden die Frakturen nach ihrer Lokalisation in Bezug auf die Knieprothese unterteilt (Su et al. 2006).

Tabelle 6: Klassifikation nach Su (Su et al. 2006)

Typ	Frakturlokalisierung
I	oberhalb der femoralen Komponente der Prothese
II	vom proximalen Ende des femoralen Prothesenteils weiter nach proximal
III	insgesamt distal der antero-proximalen Begrenzung der femoralen Prothesenkomponente

In dieser Studie wurde die Klassifikation nach Rorabeck angewendet (Rorabeck und Taylor 1999). In dieser werden suprakondyläre Femurfrakturen nach Frakturdislokation und Stabilität der Prothese eingeteilt, wodurch ebenfalls ein Anhaltspunkt für die Therapieauswahl gegeben werden kann (Erhardt und Kuster 2010).

Tabelle 7: Klassifikation nach Rorabeck (Rorabeck und Taylor 1999)

Typ	Frakturbeschreibung	Prothesenstabilität
I	Fraktur undisloziert	stabil
II	Fraktur disloziert	stabil
III	Fraktur undisloziert oder disloziert	instabil

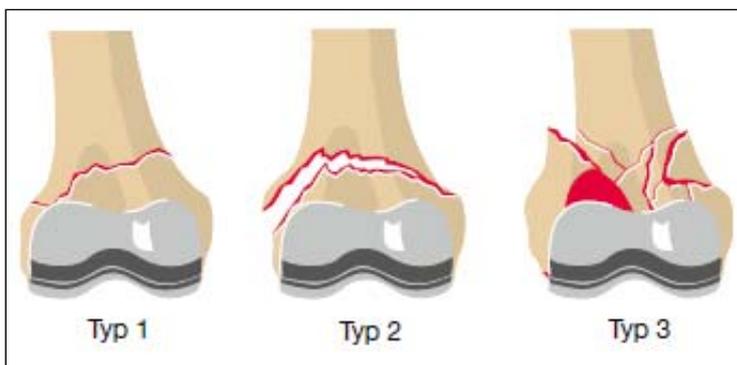


Abb. 2: Klassifikation nach Rorabeck (Reindl und Schatzker 2012, S. 438)

Die Verwendung der Abbildung erfolgt mit freundlicher Genehmigung des Springer Verlags.

1.5 Therapie

Die Ziele der Therapie liegen sowohl für proximale als auch suprakondyläre periprothetische Femurfrakturen in einer anatomisch korrekten Ausrichtung der Fraktur, einer regelrechten Frakturheilung, einer frühzeitigen Mobilisierung, dem Wiedererlangen der Beinfunktionalität, die vor der Fraktur bestand, sowie dem Erhalt einer dauerhaften Stabilität der Prothese (Healy et al. 1993; Mont und Maar 1994).

Im Allgemeinen wird bei der Versorgung der postoperativen periprothetischen Fraktur eine „frühe Versorgung im Intervall“ (Gruner et al. 2004, S.40) angestrebt. Nach einer nötigen präoperativen Vorbereitung des häufig multimorbiden Patienten sollte die Fraktur zeitnah versorgt werden (Gruner et al. 2004). Die Indikation zu einer sofortigen Versorgung besteht lediglich bei offenen Frakturen, Gefäß- und Nervenschäden sowie einem Kompartmentsyndrom oder einem großen Weichteilschaden (Gruner et al. 2004).

Der hohe technische Anspruch in der Versorgung periprothetischer Frakturen liegt darin begründet, dass der Operateur sowohl auf dem Gebiet der Traumatologie als auch in der Revisionsprothetik ausgebildet sein muss (Tsiridis et al. 2003). Zudem kompliziert eine verminderte Knochenqualität in vielen Fällen die Implantatstabilisierung (Mückley 2011). Bei der Auswahl des Therapieverfahrens müssen neben der Art und der Lokalisation der Fraktur auch die Stabilität der Prothese und das Ausmaß einer Osteopenie sowie der Gesundheitszustand des Patienten berücksichtigt werden (Siegmeier et al. 1998; Dennis 2001). Die Therapieauswahl bleibt somit individuell und

im großen Maße von der Erfahrung des behandelnden Chirurgen abhängig (Mückley 2011).

1.5.1 Konservative Therapie

Das konservative Vorgehen führt bei Femurfrakturen bei einliegender Hüftendoprothese nur selten zu zufriedenstellenden Therapieergebnissen. Die frühfunktionelle Nachbehandlung wird in der Regel nur bei nicht operationsfähigen Patienten (Rupprecht et al. 2008) und bei undislozierten Frakturen im Bereich der Regio trochanterica (Vancouver-Klasse A) angewendet, wenn das Fragment nicht zu groß und die Prothese stabil im Knochen verankert ist (Holzapfel et al. 2010; Mückley 2011). Zusätzlich müssen im Verlauf engmaschig klinische und radiologische Kontrolluntersuchungen vorgenommen werden (Gruner et al. 2004). Bei anderen Frakturformen wurden bei der Durchführung konservativer Maßnahmen hohe Komplikationsraten beobachtet (Beals und Tower 1996).

Bei Frakturen im Zusammenhang mit einer einliegenden Knieprothese wird eine nicht-operative Therapie nur in zwingenden Fällen vorgenommen (Erhardt und Kuster 2010). Es drohen eine dauerhafte Verminderung des Kniebewegungsumfanges sowie eine Dislokation der Fraktur bei einer Teilbelastung (DiGioia und Rubash 1991; Mittelmeier et al. 2005).

1.5.2 Operative Therapie

Für die Durchführung operativer Maßnahmen zur Behandlung periprothetischer Frakturen fehlen bisher präzise Leitlinien (Rupprecht et al. 2008). Grundsätzlich wird zwischen der Anwendung von Osteosynthesetechniken und dem Wechsel von Prothesenkomponenten unterschieden.

1.5.2.1 Osteosynthesetechniken

1.5.2.1.1 Plattenosteosynthese

Die Stabilisierung der periprothetischen Fraktur erfolgt durch eine Plattenosteosynthese, wenn weder bei der präoperativen Diagnostik noch intraoperativ eine Prothesenlo-

ckerung auszumachen ist (Rupprecht et al. 2008). Dies schließt dislozierte Frakturen des Typs Vancouver A₁ sowie Frakturen des Typs Vancouver B₁ und C und des Typs Rorabeck 1 und 2 ein. Bei gelockerten Prothesen bietet die Plattenosteosynthese nur eine ungenügende Stabilisierung der Fraktur (Lindahl et al. 2006a; Korbel et al. 2013). Die konventionelle Kompressionsplattenosteosynthese ermöglicht die Frakturheilung, indem Zug- und Scherkräfte durch eine axiale Kompression des Frakturspaltes unterbunden werden (Gruner et al. 2004). Die Nachteile der klassischen Plattenosteosynthese liegen in einer verminderten Periostdurchblutung durch den Kontakt zwischen Platte und Knochen und in einer limitierten Stabilität, welche nur eine Teilbelastung der Extremität in der frühen postoperativen Phase erlaubt (Gruner et al. 2004). In diesem Zusammenhang werden hohe Raten an Pseudarthrosen und Implantatversagen nach einer plattenosteosynthetischen Versorgung beschrieben, da die Patienten die Extremität nicht immer genügend entlasten (Probst et al. 2003).

Eine Weiterentwicklung stellt die biologische Osteosynthese dar (siehe Abb. 3 und 4) (Wirbel und Pohlemann 2011). Dabei kommen winkelstabile Plattensysteme zum Einsatz, bei denen die Fraktur wie unter der Verwendung eines Fixateurs überbrückt wird (Hanschen und Biberthaler 2013). Dabei entsteht durch die Verbindung der Gewinde im Schraubenkopf und im Plattenloch ein stabiler Kontakt zwischen Platte und Schraube. Die Platte liegt dem Knochen nicht direkt auf und schränkt die Durchblutung des Periosts damit weniger ein (Wirbel und Pohlemann 2011). Es resultiert eine geringere Rate an gestörten Heilungsverläufen und Pseudarthrosen (Hanschen und Biberthaler 2013). Zudem eignet sich das winkelstabile System besonders für die Verankerung im osteoporotischen Knochen (Miranda 2007). Wenn eine geschlossene, indirekte Fraktur-reposition möglich ist, können diese Platten auch minimalinvasiv, unter Schonung der Weichgewebe, eingebracht werden (Wirbel und Pohlemann 2011). Während monoaxiale Schrauben keine Variation in der Platzierung zulassen und nur monokortikal inseriert werden, da sie häufig mit der Prothesenposition interferieren, können neue polyaxiale winkelstabile Plattensysteme diesen Nachteil ausgleichen und bikortikal an der Prothese vorbei inseriert werden (El-Zayat et al. 2012; Hanschen und Biberthaler 2013).

Zur Versorgung suprakondylärer Femurfrakturen wurde das minimalinvasive, winkelstabile *less invasive stabilization system* (LISS) entwickelt. Die anatomisch vorgeformten Implantate können über einen Zielbügel perkutan mit monokortikalen Schrauben besetzt werden (Gruner et al. 2004; Wick et al. 2004). Das weichteilschonende Vorgehen verringert das Risiko für Infektionen (Kregor et al. 2001; Althausen et al. 2003). Funktionell werden gute Ergebnisse erzielt (Wick et al. 2004).



Abb. 3a–c: Operative Therapie einer periprothetischen Femurfraktur der Vancouver-Klasse B1 mit einer winkelstabilen Plattenosteosynthese und Cerclagen.

Abb. 3a: praeoperativ, Abb. 3b, c: anterior-posterior und axial postoperativ
Röntgenbilder der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie der
Universitätsmedizin Göttingen.

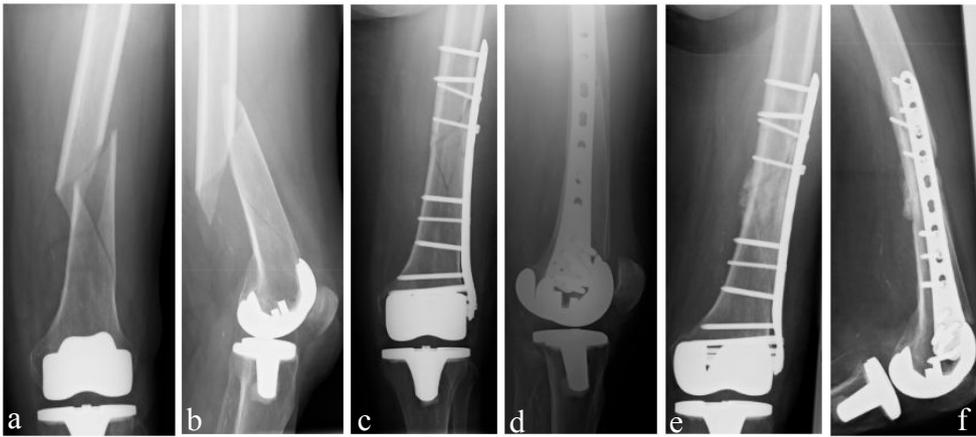


Abb. 4a–f: Operative Therapie einer periprothetischen Femurfraktur der Rorabeck-Klasse 2 mit einer winkelstabilen Plattenosteosynthese in minimalinvasiver Technik
Abb. 4a, b: praeoperativ, Abb. 4c, d: direkt postoperativ, Abb. 4e, f: drei Monate postoperativ
Röntgenbilder der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie der Universitätsmedizin Göttingen.

1.5.2.1.2 Cerclagen

Drahtcerclagen werden zum einen angewendet, um dislozierte Fragmente des Trochanter major (Vancouver-Klasse AG) am Knochen zu fixieren. Zum anderen werden sie eingesetzt, um Osteosyntheseplatten am Knochenschaft zu befestigen, wenn die einliegende Prothese die Plattenbefestigung mit Schrauben erschwert (Mückley 2011). Durch die Cerclagen werden Zugkräfte in interfragmentäre Kompression umgesetzt. Diese Methode wird als Zuggurtung bezeichnet (Wirbel und Pohlemann 2011).

1.5.2.1.3 Zugschrauben

Zugschrauben werden nahezu senkrecht zum Frakturspalt platziert und komprimieren diesen indem sie erst jenseits der Frakturlinie in der gegenüberliegenden Kortikalis Halt finden und die Fragmente dann beim Festschrauben aneinander annähern (Wirbel und Pohlemann 2011). Sie kommen bei periprothetischen Frakturen in Kombination mit Plattenosteosynthesen zum Einsatz.

1.5.2.1.4 Verbundosteosynthese

Bei der Verbundosteosynthese wird zusätzlich zum Osteosynthesematerial Methylmethacrylat-haltiger Knochenzement in die Frakturzone eingebracht, um Knochendefekte aufzufüllen und die Stabilität der Osteosynthese zu erhöhen. Dadurch ist eine primäre Belastungsstabilität gegeben, jedoch wird dem Knochen die Fähigkeit zur Regeneration genommen (Wirbel und Pohlemann 2011). Sie sollte daher nur angewendet werden, wenn eine einfache Osteosynthese eine hinreichende Stabilität nicht gewährleistet (Rupprecht et al. 2008).

1.5.2.1.5 Spongiosaplastik

Die Einlagerung autologer Spongiosa aus dem Beckenkamm kann zur Stabilisierung des Implantatlagers oder sekundär zur Defektauffüllung nach Pseudarthrosenbildung oder Nekrosen angewendet werden (Gruner et al. 2004).

1.5.2.2 Wechsel von Prothesenkomponenten

Ein Wechsel des Prothesenschaftes stellt die Therapie der Wahl bei gelockerten Prothesen dar. Bei periprothetischen Femurfrakturen der Vancouver-Klassen B2 und B3 kommen Langschaftprothesen, die den distalsten kortikalen Defekt um 7–10 cm überragen sollen (Gruner et al. 2004), sowie spezielle Revisions- und Tumorprothesen bei minderwertiger Knochenqualität zum Einsatz (Holzapfel et al. 2010). Es werden geringere Komplikations- und Reoperationsraten bei der Verwendung unzementierter gegenüber zementierter Prothesen beschrieben (Beals und Tower 1996; Springer et al. 2003; Lindahl et al. 2006b). Zwar geht die Schaftrevision gegenüber Osteosyntheseverfahren mit einer längeren Operationszeit und einem höheren Blutverlust einher, jedoch ist eine sofortige postoperative Belastungsstabilität gegeben (Bhattacharyya et al. 2007). Die frühe Mobilisierung senkt die Komplikationsrate (Holzapfel et al. 2010; Langenhan et al. 2013).

Periprothetische Femurfrakturen im Zusammenhang mit einer einliegenden Knieprothese erfordern bei einer Lockerung der femoralen Prothesenkomponente (Rorabeck Typ 3) ebenso einen Prothesenwechsel. Es kommen Revisionsprothesen mit langem

Stiel zum Einsatz, durch die der Frakturspalt um mindestens zwei Schaftbreiten überbrückt wird (Mittelmeier et al. 2005; Erhardt und Kuster 2010).

1.6 Komplikationen

Die Therapie periprothetischer Frakturen ist aufgrund des hohen Alters der Patienten sowie ihrer multiplen Vorerkrankungen und Voroperationen mit hohen Komplikationsraten verbunden (Mückley 2011). Prothesenwechsel aufgrund periprothetischer Frakturen gehen mit deutlich längeren Operationszeiten sowie höheren Komplikations- und Reoperationsraten einher als Prothesenwechsel aufgrund aseptischer Lockerungen (Vanhegan et al. 2012). Als Hauptrisikofaktor für das Auftreten von Komplikationen nennen Lindahl et al. die Einstufung der Fraktur in die Vancouver-Klasse B₁ mit anschließender Verwendung einer Plattenosteosynthese und führen dies auf eine Missinterpretation der Prothesenstabilität zurück. Keinen Einfluss auf die Komplikationsrate haben dagegen das Geschlecht und Alter der Patienten, die Diagnose, die zum Gelenkersatz führte, und ob es sich bei der Prothese, die zum Frakturzeitpunkt einliegt, um ein Primär- oder Revisionsimplantat handelt (Lindahl et al. 2006a). Die Rate an Zweiteingriffen bei proximalen periprothetischen Femurfrakturen wird dabei mit bis zu 23 % angegeben (Lindahl et al. 2006a). Zu den häufigsten verfahrensabhängigen Komplikationen zählen Prothesenlockerungen, Refrakturen, Dislokationen, ausbleibende Frakturheilungen und Infektionen (Lindahl et al. 2006a). Die Mortalitätsrate im ersten postoperativen Monat nach operativer Versorgung periprothetischer Femurfrakturen bei einliegender Hüftendoprothese beträgt bis zu 10 % (Griffiths et al. 2013). Die Mortalitätsrate in den ersten sechs Monaten nach operativer Versorgung einer Femurfraktur bei einliegender Knieendoprothese wird mit bis zu 17 % angegeben (Hou et al. 2012). Ein Zeitraum von mehr als zwei Tagen zwischen stationärer Aufnahme und Operation wird aufgrund der verlängerten Immobilisationszeit des Patienten als Risikofaktor für eine Erhöhung der Mortalitätsrate diskutiert (Bhattacharyya et al. 2007).

1.7 Thema der Arbeit

Bei der periprothetischen Fraktur handelt es sich um eine seltene Frakturform, deren Inzidenz jedoch steigt. Sie gewinnt damit in Anbetracht hoher primärer Implantationsraten stetig an Bedeutung. Die individuelle Therapieplanung und -durchführung hängen in hohem Maße von den Vorerkrankungen und Voroperationen des Patienten ab. Die Multimorbidität vieler Patienten und der technische Anspruch der Frakturversorgung bedingen hohe Komplikationsraten, die in vielen Fällen Zweiteingriffe nötig machen. Zielsetzung dieser Arbeit ist es, die Behandlung postoperativer periprothetischer Femurfrakturen bei einliegender Hüft- und Knieendoprothese in der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie der Universitätsmedizin Göttingen zu evaluieren. Dazu wurden die Versorgung und das Komplikationsspektrum dieser Verletzungsentität unter Berücksichtigung patientenbezogener Faktoren analysiert und jeweils für die verschiedenen Verletzungsregionen verglichen.

2 Material und Methoden

2.1 Patientengut

In den Jahren 2004 bis 2011 wurden 73 Patienten mit 75 periprothetischen Femurfrakturen in der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie der Universitätsmedizin Göttingen stationär behandelt. Zwei Patienten wurden jeweils zweimal wegen einer periprothetischen Fraktur operativ versorgt. Die Grunddaten dieser Patienten wurden gesondert für jede Fraktur in die Auswertung einbezogen. Vier Frakturen traten intraoperativ bei der Erstimplantation oder beim Wechsel einer Endoprothese auf. Da intraoperative Frakturen nicht Thema dieser Arbeit sind, wurden diese von der Studie ausgeschlossen. Somit verblieb eine Gruppe von 69 Patienten mit 71 postoperativen periprothetischen Femurfrakturen zur Analyse.

2.2 Datenerhebung

Die Durchführung dieser retrospektiven Studie wurde von der Ethikkommission der medizinischen Fakultät Göttingen unter der Antragsnummer 10/11/13An genehmigt.

Für die Auswertung standen die Patientenakten sowie Röntgenbilder der Abteilung für Unfallchirurgie, Plastische und Wiederherstellungschirurgie zur Verfügung, die heute Teil der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie der Universitätsmedizin Göttingen ist.

Als Analysegrundlage diente ein Katalog mit 40 Untersuchungspunkten auf welche die Patientenakten systematisch geprüft wurden. Dieser Katalog wird unter Angabe der Quellen für die einzelnen Daten im Anhang dargestellt.

Die Patienten wurden für die Auswertung in Altersgruppen unterteilt. Dabei ergaben sich zehn Altersgruppen von 50–54 Jahren bis 95–99 Jahren.

Die Prothesenstandzeiten wurden in $< 0,5$ Jahre, 0,5–2 Jahre, 3–5 Jahre, 6–10 Jahre und > 10 Jahre gruppiert.

Der Body-Mass-Index (BMI) wurde aus Körpergröße und Gewicht berechnet und nach Vorgabe der World Health Organization (WHO) in Kategorien eingeteilt (siehe Anhang).

Der allgemeine Gesundheitszustand der Patienten ließ sich anhand der ASA-Klassifikation der American Society of Anesthesiologists (ASA) einteilen (siehe Anhang).

Die präoperativen Röntgenaufnahmen wurden zur Klassifizierung der Frakturen herangezogen. Hier standen klassische Röntgenbilder bei Frakturen in den Jahren von 2004 bis 2006 zur Verfügung. Ab 2007 waren digitale Röntgenbilder am Computer abrufbar. Des Weiteren wurde anhand der Röntgenbilder das Vorhandensein eines Zementfilms zur Verankerung der einliegenden Endoprothese geprüft.

Wenn es bei einliegender Hüftendoprothese gleichzeitig zu Frakturen im Bereich des Trochanters und des Femurschaftes gekommen war, wurde der Fall den Schaftfrakturen zugeordnet.

Bei sieben Patienten waren im frakturierten Femur zuvor sowohl eine Hüft- als auch eine Knieendoprothese implantiert worden. Hier wurde die Fraktur der Prothese zugeordnet, der sie näher lag. In drei Fällen wurde die Fraktur der Hüftprothese zugewiesen und in vier Fällen der Knieprothese. Im Folgenden sind mit den Ausdrücken „bei einliegender Hüftendoprothese“ und „bei einliegender Knieendoprothese“ nur die Patienten gemeint, bei denen eine Fraktur im Zusammenhang mit der genannten Prothesenart auftrat.

Die Nachuntersuchungsdauer wurde als Zeitraum vom Operationsdatum bis zur letzten aufgezeichneten Untersuchung in der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie der Universitätsmedizin Göttingen bemessen. Bei konservativ versorgten Fällen zählte das Aufnahmedatum in die stationäre Behandlung als Beginn für den Nachuntersuchungszeitraum. Es wurde eine Unterteilung der Nachuntersuchungszeiträume von ≤ 1 Monat, > 1 Monat bis ≤ 6 Monate, > 6 Monate bis ≤ 12 Monate und > 12 Monate vorgenommen.

2.3 Datenverarbeitung

Die gewonnenen Daten wurden mit Hilfe von Microsoft Office Excel 2007 (Windows) aufbereitet. Bei der statistischen Analyse kam die Excelfunktion Pivot Table zum Einsatz.

3 Ergebnisse

3.1 Patientendaten

3.1.1 Fallanzahlen

Von 2004 bis 2011 wurden in der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie der Universitätsmedizin Göttingen 53 Patienten mit 54 periprothetischen Femurfrakturen bei einliegender Hüftendoprothese und 16 Patienten mit 17 periprothetischen Femurfrakturen bei einliegender Knieendoprothese stationär behandelt.

Tabelle 8: Frakturanzahlen und Patientenanzahlen

Gruppe	Frakturanzahl	Patientenanzahl
1. Femurfraktur nach Hüftgelenkersatz	54	53
2. Femurfraktur nach Kniegelenkersatz	17	16

Eine Zunahme der Fallzahlen war in beiden Gruppen während dieses Zeitraumes nicht zu verzeichnen.

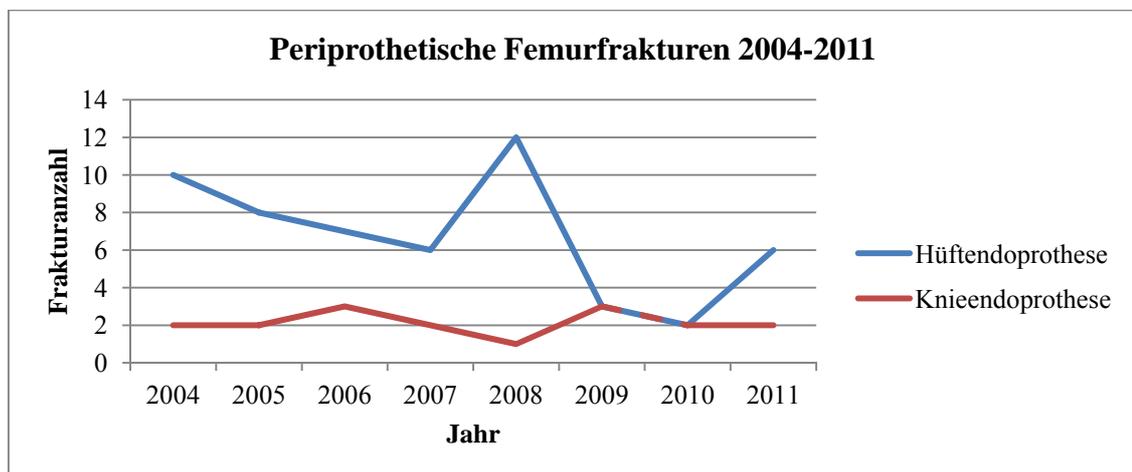


Abb. 5: Fallanzahlen periprothetischer Femurfrakturen von 2004 bis 2011

3.1.2 Geschlechtsverteilung

Sowohl bei einliegender Hüftendoprothese als auch bei einliegender Knieendoprothese zeichnete sich das Patientengut durch einen hohen weiblichen Anteil aus.

64,8 % (35/54) der Patienten mit einer periprothetischen Femurfraktur in Nähe zu einer Hüftendoprothese und 76,5 % (13/17) der Patienten mit einer periprothetischen Femurfraktur in Nähe zu einer Knieendoprothese waren Frauen.

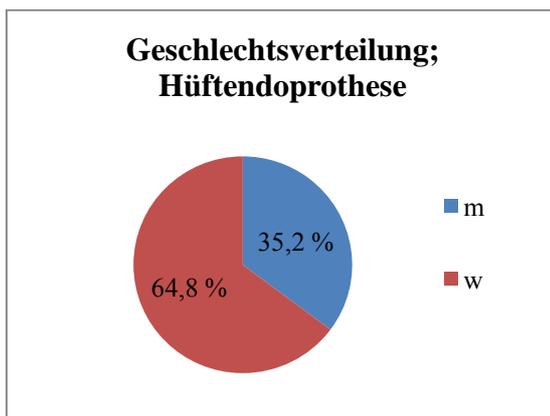


Abb. 6: Geschlechtsverteilung der Patienten mit einliegender Hüftendoprothese (n = 54); (m = männlich, w = weiblich)

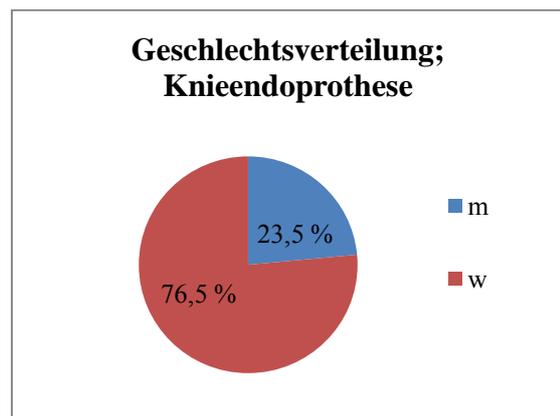


Abb. 7: Geschlechtsverteilung der Patienten mit einliegender Knieendoprothese (n = 17); (m = männlich, w = weiblich)

3.1.3 Nachuntersuchungszeitraum

Die Patienten mit periprothetischer Femurfraktur bei einliegender Hüftendoprothese, die nicht stationär verstarben (n = 47), wurden zwischen einer Woche und 60,5 Monaten nachverfolgt.

36,2 % (17/47) der Patienten wurden dabei nur bis zur Entlassung aus der stationären Behandlung nachuntersucht. Bei vier dieser Patienten lieferte ein Bericht aus einer Rehabilitationseinrichtung noch Informationen über den weiteren Verlauf.

34,0 % (16/47) der Patienten wurden insgesamt höchstens einen Monat nachuntersucht. 46,8 % (22/47) der Patienten kamen im Zeitrahmen von ein bis sechs Monaten noch zu Nachuntersuchungen und Behandlungen in die Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie der Universitätsmedizin Göttingen und weitere 10,6 % (5/47) der Patienten zwischen sechs und zwölf Monaten. Lediglich 8,5 % (4/47) der Fälle

wurden mehr als zwölf Monate nachverfolgt, wobei diese Patienten im Verlauf alle aufgrund chirurgischer Komplikationen behandelt wurden.

Bei den Patienten mit einer periprothetischen Femurfraktur in Nähe zu einer einliegenden Knieendoprothese wurde nur ein Patient (5,9 %) nicht länger als bis zu seiner Entlassung nach vier Wochen nachverfolgt. 52,9 % (9/17) der Patienten wurden zwischen ein und sechs Monaten nachverfolgt. 11,8 % (2/17) der Patienten wurden zwischen sechs und zwölf Monaten postoperativ nachuntersucht und 29,4 % (5/17) der Patienten kamen mehr als zwölf Monate nach der Operation der periprothetischen Fraktur für Untersuchungen und Behandlungen in die Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie der Universitätsmedizin Göttingen. Der längste Nachuntersuchungszeitraum betrug 23,2 Monate.

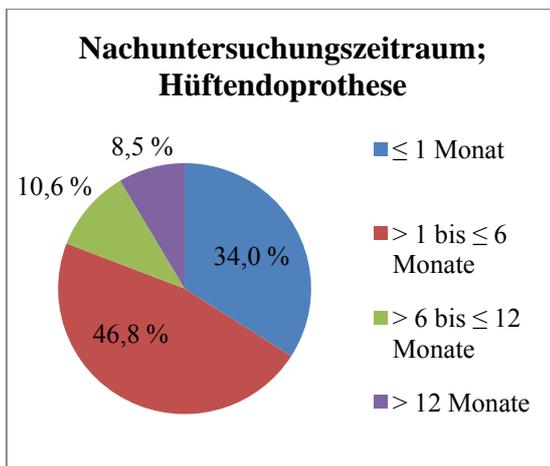


Abb. 8: Postoperativer Nachuntersuchungszeitraum bei Patienten mit Hüftendoprothese (n = 47)

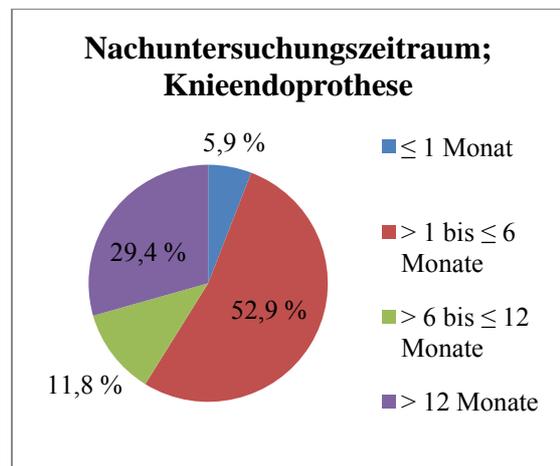


Abb. 9: Postoperativer Nachuntersuchungszeitraum bei Patienten mit Knieendoprothese (n = 17)

3.1.4 Altersverteilung

Die Patienten mit periprothetischer Femurfraktur nach einem Hüftgelenkersatz waren zwischen 53 und 97 Jahre alt. Die Einteilung in Altersgruppen mit 5-Jahres-Schritten ergab einen Altersgipfel zwischen 80 und 84 Jahren. Das Durchschnittsalter lag bei 80,9 Jahren. Während sich die weiblichen Patienten auf die Altersgruppen der 70- bis

94-Jährigen konzentrierten, zeigten die männlichen Patienten eine größere Altersspannbreite in den Gruppen der 50- bis 99-Jährigen.

Die Patienten mit Knieendoprothese waren zwischen 50 und 93 Jahre alt. Auch hier war eine Zunahme der Fallzahlen bis in die Gruppe der 80- bis 84-Jährigen zu verzeichnen. Das Durchschnittsalter lag bei 76,2 Jahren.

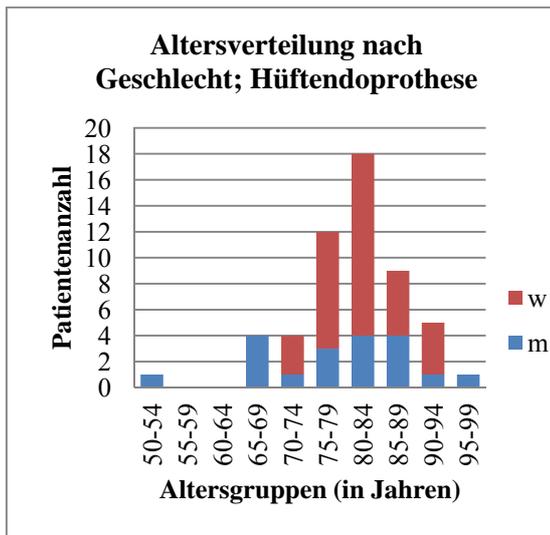


Abb. 10: Altersverteilung der Patienten mit einliegender Hüftendoprothese (n = 54); (w = weiblich, m = männlich)

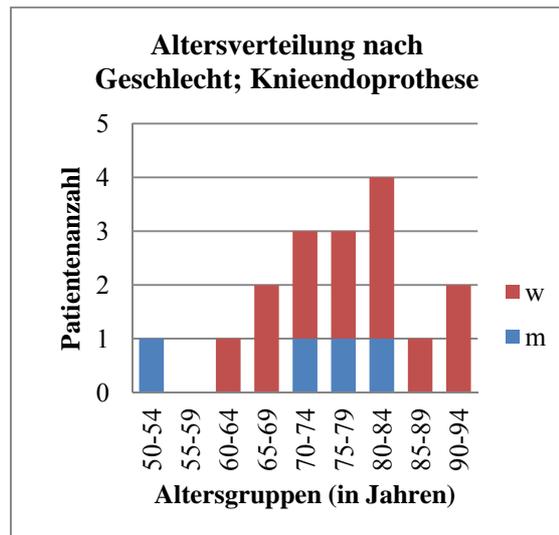


Abb. 11: Altersverteilung der Patienten mit einliegender Knieendoprothese (n = 17); (w = weiblich, m = männlich)

3.1.5 Wohnsituation zum Frakturzeitpunkt

64,8 % (35/54) der Patienten mit einer periprothetischen Femurfraktur nach Hüftgelenkersatz lebten zum Frakturzeitpunkt alleine oder mit Familienangehörigen in einem häuslichen Umfeld. 25,9 % (14/54) der Patienten wohnten in einem Heim und 1,9 % (1/54) in einer betreuten Wohneinrichtung. Bei 7,4 % (4/54) der Patienten war der Wohnort nicht in der Akte vermerkt.

Die Patienten mit Fraktur nach Kniegelenkersatz lebten zu 82,4 % (14/17) im häuslichen Umfeld. 5,9 % (1/17) der Patienten wurden im Pflegeheim versorgt und bei 11,8 % (2/17) der Patienten war die Wohnsituation nicht eruierbar.

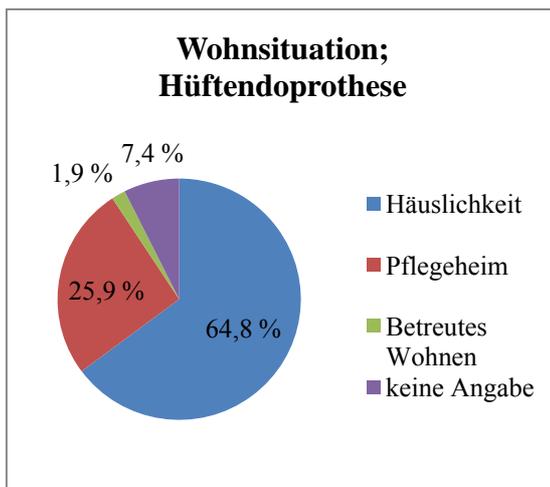


Abb. 12: Wohnsituation zum Frakturzeitpunkt
Hüftprothesengruppe (n = 54)

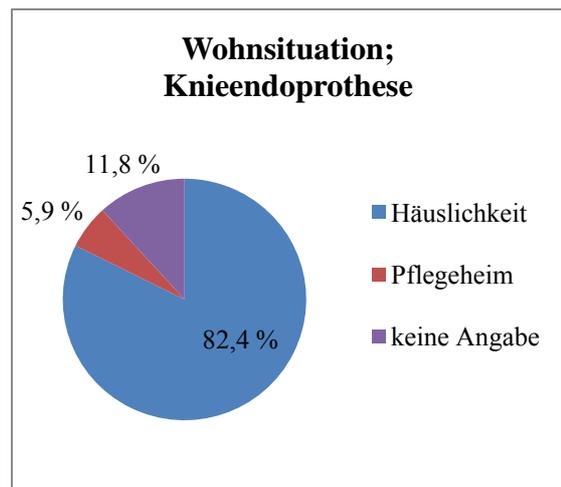


Abb. 13: Wohnsituation zum Frakturzeitpunkt
Knieprothesengruppe (n = 17)

3.2 Informationen zur einliegenden Endoprothese

3.2.1 Anteile an einliegenden Primär- und Revisionsprothesen

In 49 von 54 Fällen einer periprothetischen Fraktur bei einliegender Hüftendoprothese ließ sich eindeutig bestimmen, ob es sich bei der einliegenden Prothese um eine Primär- oder Revisionsprothese handelte. 75,9 % (41/54) der Prothesen waren Primärimplantate. 14,8 % (8/54) der Frakturen traten bei einer einliegenden Revisionsprothese auf.

Unter den Patienten mit Knieendoprothesen traten 88,2 % (15/17) der Frakturen im Zusammenhang mit Primärprothesen und 11,8 % (2/17) der Frakturen im Zusammenhang mit Revisionsprothesen auf.

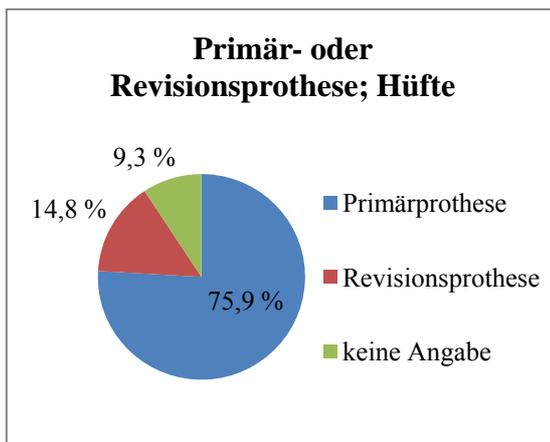


Abb. 14: Anteile an Primär- und Revisions-
hüftendoprothesen zum Frakturzeitpunkt
(n = 54)

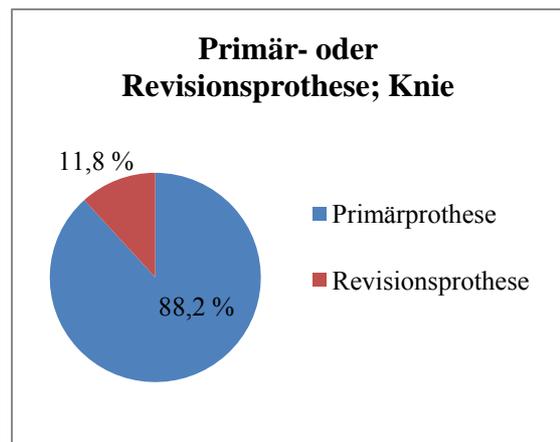


Abb. 15: Anteile an Primär- und Revisions-
knieendoprothesen zum Frakturzeitpunkt
(n = 17)

3.2.2 Zementierung der Femurkomponente

42,6 % (23/54) der einliegenden Hüftprothesenschäfte waren zementiert worden, während sich 57,4 % (31/54) unzementiert präsentierten. 39,0 % (16/41) der Hüftprimär- endoprothesen waren nachweislich zementiert worden und 61,0 % (25/41) unzementiert geblieben. 37,5 % (3/8) der Hüftrevisionsendoprothesen zeigten sich zementiert und 62,5 % (5/8) unzementiert. Auffällig war, dass die zementierten Prothesen relativ gleichmäßig auf die verschiedenen Standzeitgruppen verteilt waren, die unzementierten Prothesen hingegen vermehrt Standzeiten von weniger als 0,5 Jahren oder mehr als 10 Jahren aufwiesen.

Die Femurkomponente der Knieendoprothesen war in 88,2 % (15/17) der Fälle zementiert worden und in 11,8 % (2/17) der Fälle unzementiert geblieben, wobei es sich in beiden Fällen um Primärimplantate handelte.

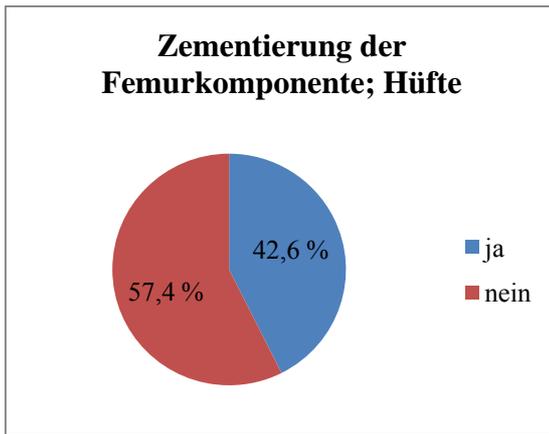


Abb. 16: Zementierung der Hüftschafftkomponente (n = 54)

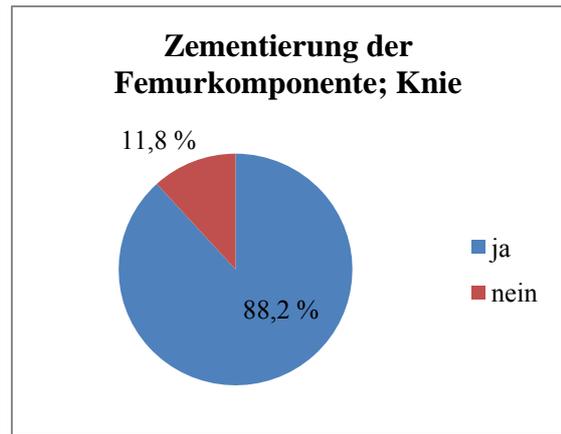


Abb. 17: Zementierung der Femurkomponente bei Knieendoprothese (n = 17)

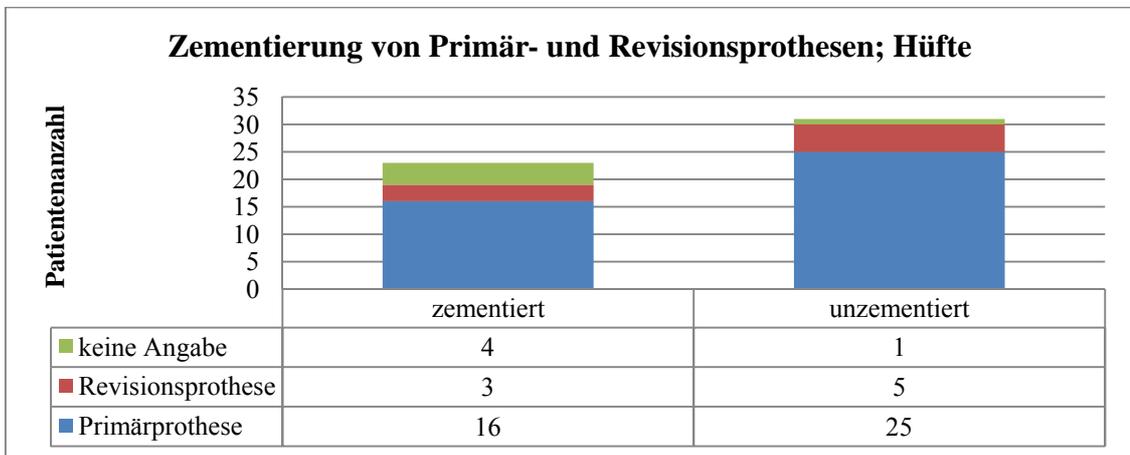


Abb. 18: Zementierung von Primär- und Revisionshüftschäften (n = 54)

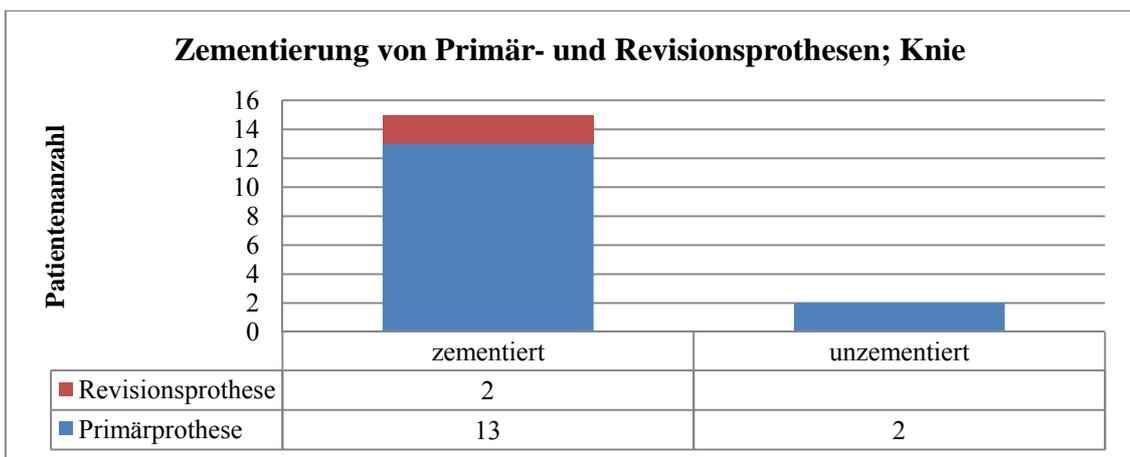


Abb. 19: Zementierung der Femurkomponente von Primär- und Revisionsknieprothesen (n = 17)

3.2.3 Standzeit

Bei 47 von 54 betroffenen Hüftendoprothesen und bei 16 von 17 betroffenen Knieendoprothesen war die Prothesenstandzeit eruierbar.

Die zur Fraktur benachbarten Hüftendoprothesen waren zum Frakturzeitpunkt zwischen drei Tagen und 18 Jahren in situ. Die mittlere Standzeit der 47 Prothesen mit verfügbaren Daten lag bei 8,3 Jahren. 11,1 % (6/54) der Prothesen zeigten sehr kurze Standzeiten von bis zu einem halben Jahr. Jeweils 9,3 % (5/54) der Prothesen lagen 0,5–2 Jahre und 3–5 Jahre in situ. 22,2 % (12/54) der Prothesen zeigten Standzeiten zwischen 6 und 10 Jahren und 35,2 % (19/54) von mehr als 10 Jahren.

Eine genauere Ursachenanalyse der sechs Fälle mit einer kurzen Prothesenstandzeit von bis zu einem halben Jahr ergab, dass die Fraktur bei fünf Patienten auf einen Sturz im stationären oder häuslichen Umfeld zurückzuführen war und in einem Fall spontan nach Mobilisationsbeginn eintrat. In allen Fällen handelte es sich um Primärimplantate und in fünf Fällen war die Prothese dabei nicht zementiert.

Die Knieendoprothesen waren zum Frakturzeitpunkt zwischen einem Tag und 22 Jahren in situ. Die mittlere Standzeit betrug 4,8 Jahre. Zwei Frakturen (11,8 %) ereigneten sich bereits ein bzw. zwei Tage nach Implantation der Prothese und waren beide auf Stürze während des stationären Aufenthaltes zurückzuführen. In einem Fall handelte es sich um ein zementiertes Primärimplantat und in einem Fall um eine zementierte Revisionsprothese. Am häufigsten lagen mit 35,3 % (6/17) kurze Standzeiten von 0,5–2 Jahren vor. 11,8 % (2/17) der Prothesen befanden sich 3–5 Jahre in situ und 29,4 % (5/17) der Prothesen lagen zwischen 6 und 10 Jahren ein. Nur eine Prothese (5,9 %) war zum Frakturzeitpunkt mehr als 10 Jahre in situ. Die Prothese war 22 Jahre zuvor implantiert worden.

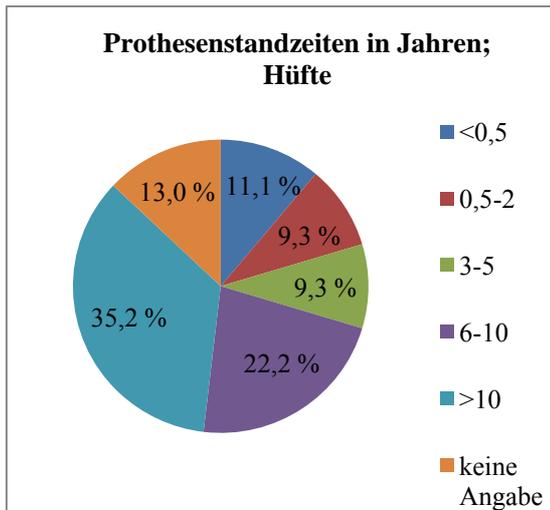


Abb. 20: Prothesenstandzeiten bei Patienten mit einliegender Hüftendoprothese (n = 54)

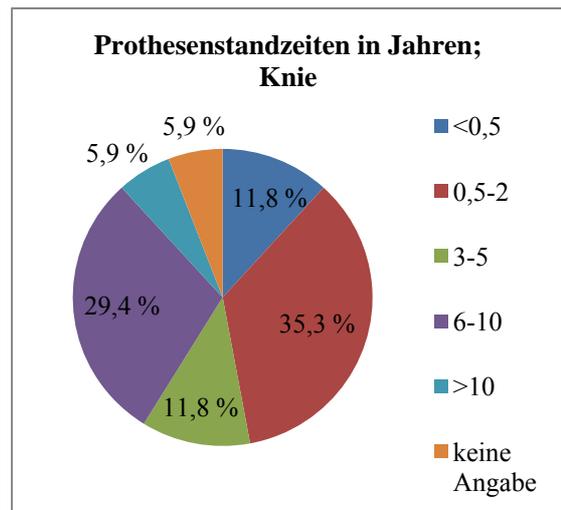


Abb. 21: Prothesenstandzeiten bei Patienten mit einliegender Knieendoprothese (n = 17)

Bei 40 von 41 Hüftprimärprothesen und bei sieben von acht Hüftrevisionsprothesen war die Standzeit zu ermitteln. Während kürzere Standzeiten bis zur Fraktur nur bei Primärprothesen auftraten und diese im Mittel bei 7,7 Jahren lag, zeigten Revisionsprothesen mindestens eine Standzeit von fünf Jahren, die mittlere Standzeit betrug 11,7 Jahre.

Bei 14 von 15 primären Knieendoprothesen war die Standzeit bekannt und lag im Mittel bei 5,3 Jahren. Im Unterschied zur Hüftprothesengruppe zeigten die zwei Knierevisionsprothesen nur kurze Standzeiten von 0,8 Jahren im Mittel.

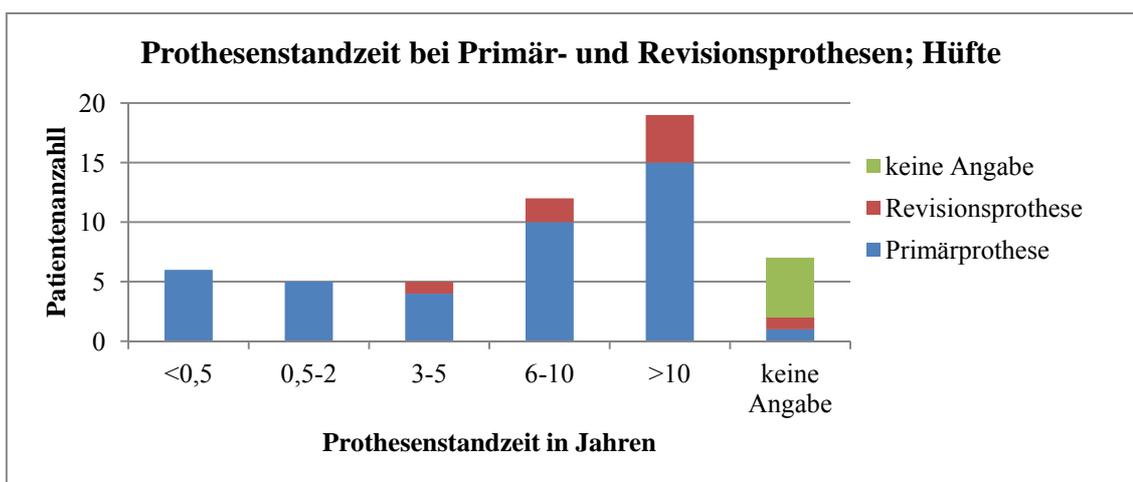


Abb. 22: Prothesenstandzeiten der Primär- und Revisionshüftprothesen (n = 54)

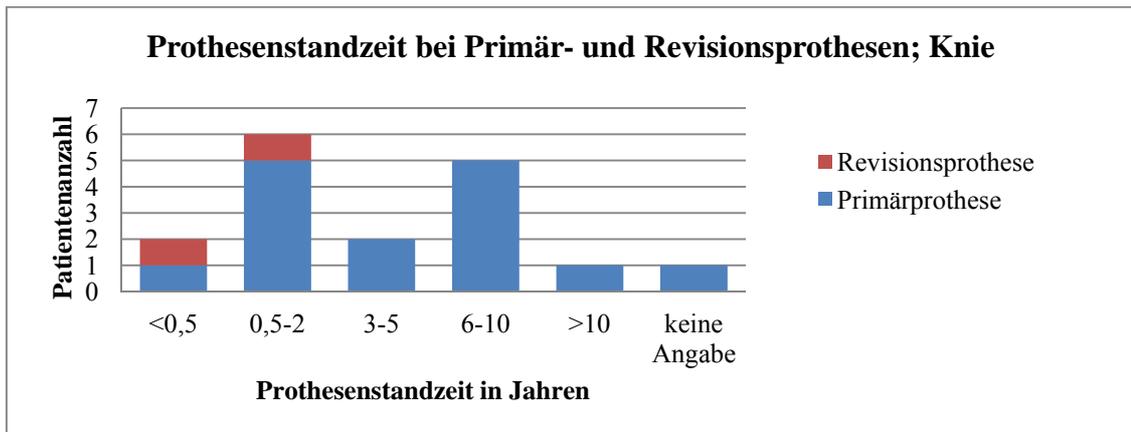


Abb. 23: Prothesenstandzeiten der Primär- und Revisionsknieprothesen (n = 17)

3.2.4 Implantationsort

Nur 6 von 54 Hüftendoprothesen (11,1 %) und 2 von 17 Knieendoprothesen (11,8 %), die zur periprothetischen Fraktur benachbart lagen, wurden nachweislich in der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie der Universitätsmedizin Göttingen (UMG) implantiert. Der Großteil der Patienten suchte demnach zur Behandlung der periprothetischen Fraktur ein anderes Krankenhaus als zur Implantation der Prothese auf oder wurde zur Behandlung der Fraktur in die UMG verlegt.

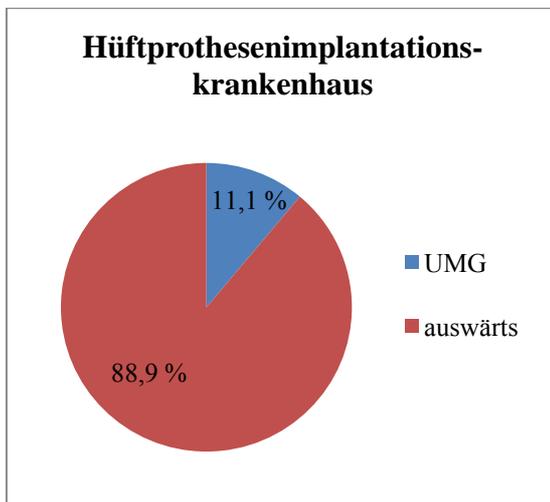


Abb. 24: Implantationskrankenhaus der Hüftprothese (n = 54)

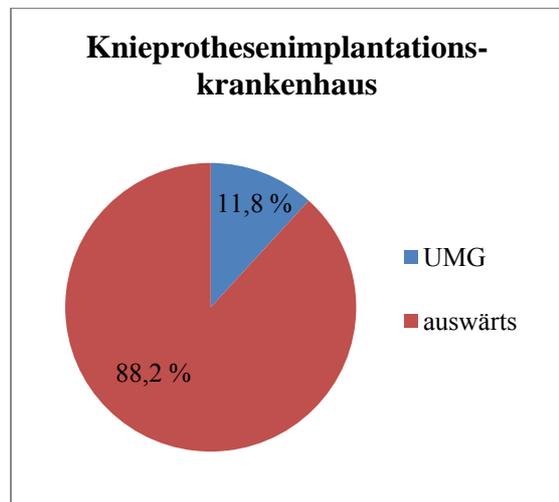


Abb. 25: Implantationskrankenhaus der Knieprothese (n = 17)

3.3 Frakturgeschehen

3.3.1 Frakturursache

Unter den Patienten mit einliegender Hüftendoprothese war bei 53 von 54 Frakturgeschehen die Ursache zu eruieren. Auf einen Sturz waren demnach 83,3 % (45/54) der Frakturen zurückzuführen. Davon hatten sich 84,4 % (38/45) im häuslichen Umfeld ereignet, was 70,4 % (38/54) aller Frakturereignisse ausmachte. Drei Stürze waren stationär direkt nach der Implantation der Prothese (6,7 %; (3/45)) und zwei Stürze außerhalb des Hauses beim Spazierengehen (4,4 %; (2/45)) geschehen. In zwei Fällen war die Sturzursache nicht dokumentiert worden. Eine Synkope war für 13,3 % (6/45) der Stürze ursächlich. Die restlichen Stürze waren auf äußere Umstände zurückzuführen. Die zweithäufigste Frakturursache stellten mit 7,4 % (4/54) hochenergetische Traumata dar. Dabei handelte es sich um zwei Sportunfälle, einen Fahrradunfall und einen Motorradunfall. Ohne adäquates Trauma traten 5,6 % (3/54) der Frakturen auf. Eine dieser Frakturen ereignete sich unter dem Krankheitsbild eines Plasmozytoms. Eine Fraktur (1,9 %) war auf ein Anpralltrauma während eines stationären Aufenthaltes zurückzuführen. Insgesamt traten somit 92,6 % (50/54) der Frakturen nach adäquatem Trauma auf. Die Stürze und ein Anpralltrauma können dabei als niedrigerenergetische Traumata gewertet werden und machten 85,2 % (46/54) der Frakturen aus.

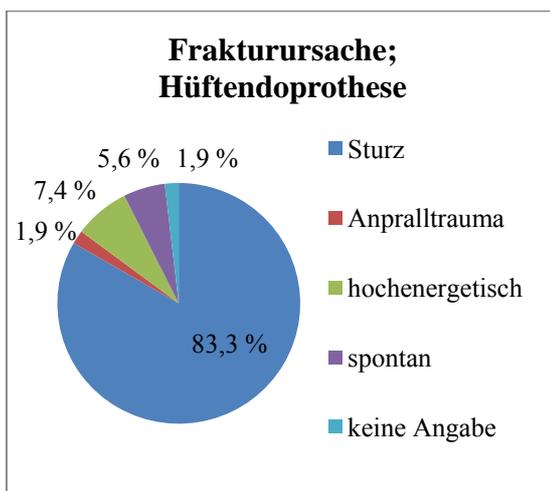


Abb. 26: Ursache für periprothetische Fraktur bei einliegender Hüftendoprothese (n = 54)

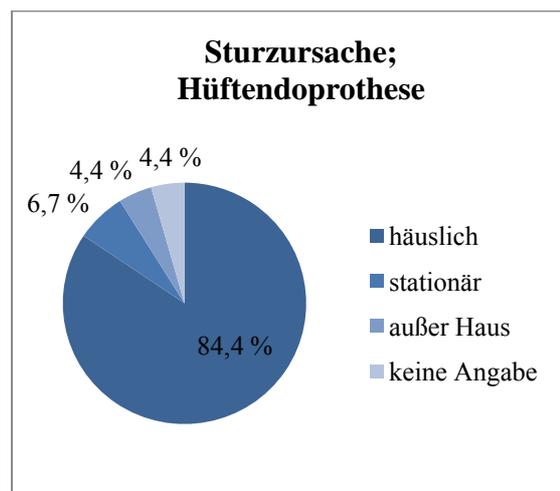


Abb. 27: Sturzursache bei einliegender Hüftendoprothese (n = 45)

Auch bei einliegender Knieendoprothese stellten niedrigenergetische Traumata, d.h. Stürze aus dem Stand oder Gang, mit 76,5 % (13/17) die häufigste Frakturursache dar, wobei ein Sturz (7,7 %; (1/13)) auf ein synkopiales Ereignis zurückzuführen war.

69,2 % (9/13) der Stürze ereigneten sich häuslich, womit 52,9 % (9/17) aller Frakturen auf häusliche Stürze zurückzuführen waren. 15,4 % (2/13) der Stürze traten kurz nach der Prothesenimplantation stationär auf. Weitere 15,4 % der Stürze passierten außer Haus beim Spaziergehen und beim Einkauf. Die restlichen Frakturen (23,5 %; (4/17)) kamen durch hochenergetische Traumata zustande. Zweimal war ein Autounfall für die Fraktur ursächlich, ein Patient hatte einen Fahrradunfall und ein Patient stürzte aus 3,5 m Höhe von einem Baum. Somit waren alle Frakturen auf adäquate Traumata zurückzuführen.

Sowohl in der Hüft- als auch in der Knieendoprothesengruppe waren die Patienten, bei denen hochenergetische Frakturmechanismen zugrunde lagen, im Durchschnitt 10 Jahre jünger als das Gesamtkollektiv.

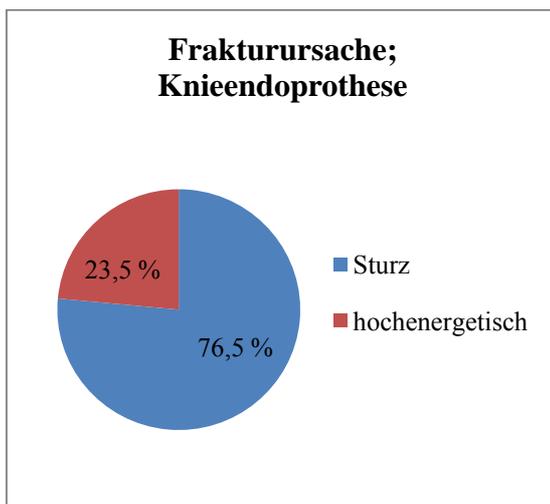


Abb. 28: Ursache für periprothetische Fraktur bei einliegender Knieendoprothese (n = 17)

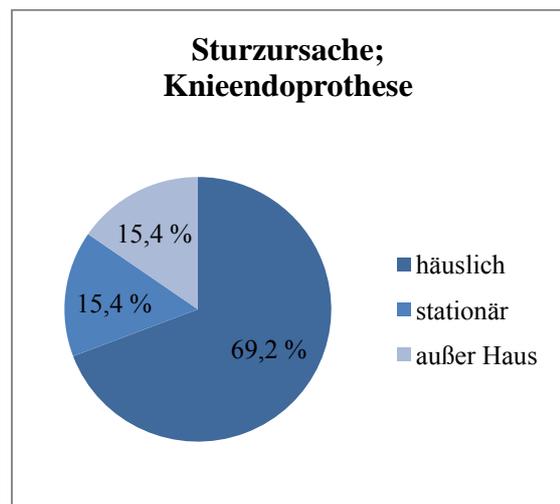


Abb. 29: Sturzursache bei einliegender Knieendoprothese (n = 13)

3.3.2 Frakturseite

Die rechte Körperseite war bei Patienten mit einliegender Hüftprothese in 61,1 % (33/54) der Fälle von der Fraktur betroffen. Auf der linken Körperseite traten 38,9 % (21/54) der Frakturen auf.

Bei Frakturen unter einliegender Knieendoprothese zeigte sich weniger deutlich eine Tendenz bezüglich der Frakturseite. Rechts traten 52,9 % (9/17) und links 47,1 % (8/17) der Frakturen auf.

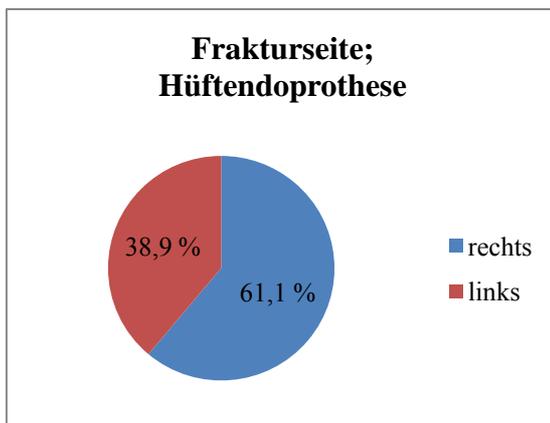


Abb. 30: Frakturseite bei einliegender Hüftendoprothese (n = 54)

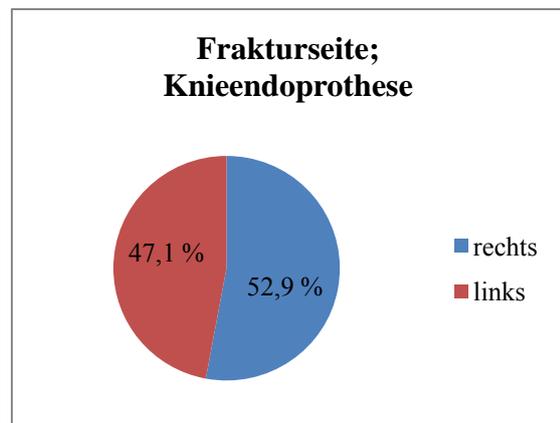


Abb. 31: Frakturseite bei einliegender Knieendoprothese (n = 17)

3.3.3 Begleitverletzungen

Mit Begleitverletzungen gingen 31,5 % (17/54) der Frakturen bei einliegender Hüftendoprothese einher. In fünf Fällen kam es neben der Fraktur zu Schürf- und Schnittwunden, siebenmal war eine Prellung oder ein Hämatom die vorherrschende Begleitverletzung, eine Person erlitt eine Hüftluxation auf der Frakturseite und in vier Fällen kam es zu weiteren Frakturen. Diese betrafen den Humerus, den Radius, die Lendenwirbelsäule und den vorderen Beckenring.

Ebenso kam es bei 41,2 % (7/17) der Frakturen unter einliegender Knieendoprothese zu Begleitverletzungen. Jeweils eine Prellung, eine Schulterluxation, eine Humerusfraktur und eine proximale Fraktur an dem Femur, der auch von der suprakondylären peripro-

thetischen Fraktur betroffen war, waren zu verzeichnen. Im Zuge der hochenergetischen Traumata kam es in drei Fällen zu multiplen Verletzungen.

Tabelle 9: Übersicht der Begleitverletzungen

Begleitverletzung	Hüftendoprothesengruppe (n = 54)	Knieendoprothesengruppe (n = 17)
Schürf- /Schnittwunde	9,3 %; 5	-
Prellung/Hämatom	13,0 %; 7	5,9 %; 1
Gelenkluxation	1,9 %; 1	5,9 %; 1
Weitere Fraktur	7,4 %; 4	11,8 %; 2
Multiple Verletzungen	-	17,6 %; 3

3.3.4 Frakturklassifikation

Der Großteil der Patienten mit einliegender Hüftendoprothese (74,1 %; (40/54)) zeigte Frakturen im Bereich des Schaftes, d.h. Frakturen der Vancouver-Klasse B. In 38,9 % (21/54) der Fälle war die Prothese stabil und damit eine Fraktur der Vancouver-Klasse B₁ und in 35,2 % der Fällen (19/54) war die Prothese gelockert und damit eine Fraktur der Vancouver-Klasse B₂ oder B₃.

Mit 16,7 % (9/54) stellte eine Fraktur unterhalb des Prothesenschaftes, Vancouver-Klasse C, die drittgrößte Gruppe dar. Zu Frakturen der Vancouver-Klasse A kam es in 9,3 % (5/54) der Fälle. 5,6 % (3/54) der Frakturen traten im Bereich des Trochanter major und 3,7 % (2/54) der Frakturen im Bereich des Trochanter minor auf.

Frauen zeigten anteilig am meisten B₁ Frakturen (45,7 %; (16/35)), während bei Männern Frakturen der Klassen B₂/B₃ am stärksten vertreten waren (47,4 %; (9/19)).

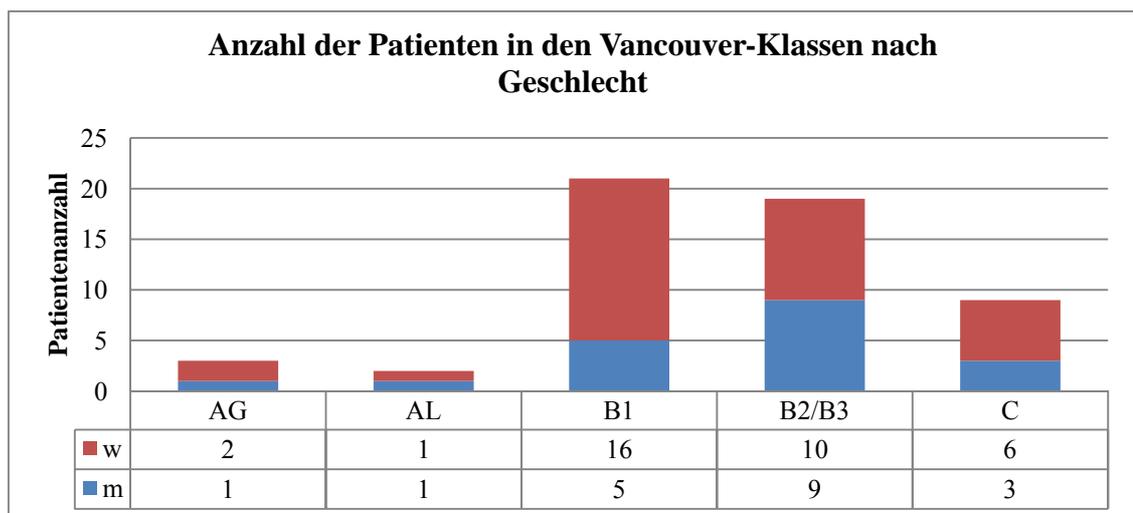


Abb. 32: Anzahl der Patienten in den Vancouver-Klassen nach Geschlecht (n = 54)

(w = weiblich; m = männlich)

Eine weitere Auffälligkeit fand sich bei der Betrachtung der Prothesenstandzeiten in den einzelnen Vancouver-Klassen. Wenn die Prothesenstandzeit nicht mehr als zwei Jahre betrug, lag in zehn von elf Fällen eine Fraktur im Bereich des Schaftes vor. Dabei handelte es sich ausschließlich um Primärimplantate. Frakturen im Bereich des Schaftes bei Standzeiten von weniger als 0,5 Jahren traten dabei in vier von fünf Fällen bei unzementierten Prothesen auf. Bei Standzeiten von 0,5–2 Jahren waren die Prothesen dagegen in vier von fünf Fällen zementiert. Frakturen unterhalb des Schaftes traten nur bei Prothesen ab einer Standzeit von drei Jahren auf. Die Prothesen waren in sechs von neun Fällen zementiert.

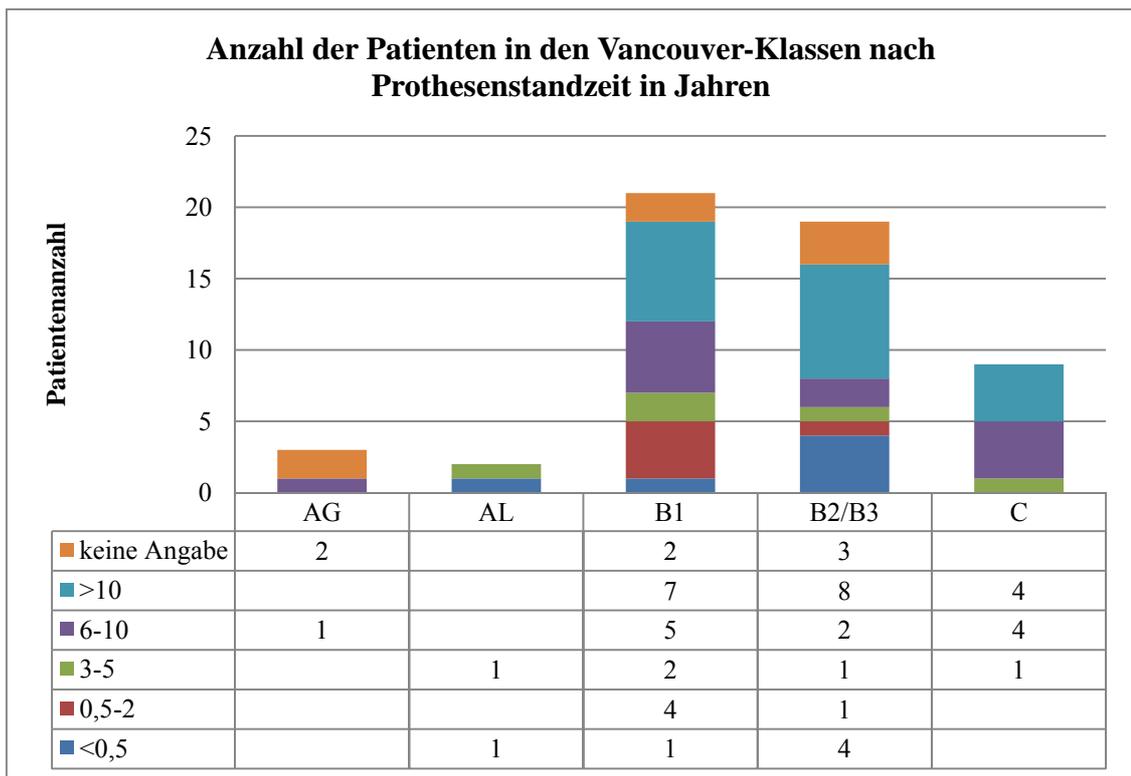


Abb. 33: Anzahl der Patienten in den Vancouver-Klassen nach Prothesenstandzeit in Jahren (n = 54)

Bei der getrennten Betrachtung der Patienten mit Primär- und Revisionsprothesen fiel auf, dass sich in allen fünf Vancouver-Klassen Revisionsprothesen fanden, 50,0 % (4/8) der Revisionsprothesen jedoch eine Fraktur der Vancouver-Klasse B₁ hervorriefen. Bei den Primärprothesen traten am häufigsten Frakturmuster der Klassen B₂ oder B₃ auf.

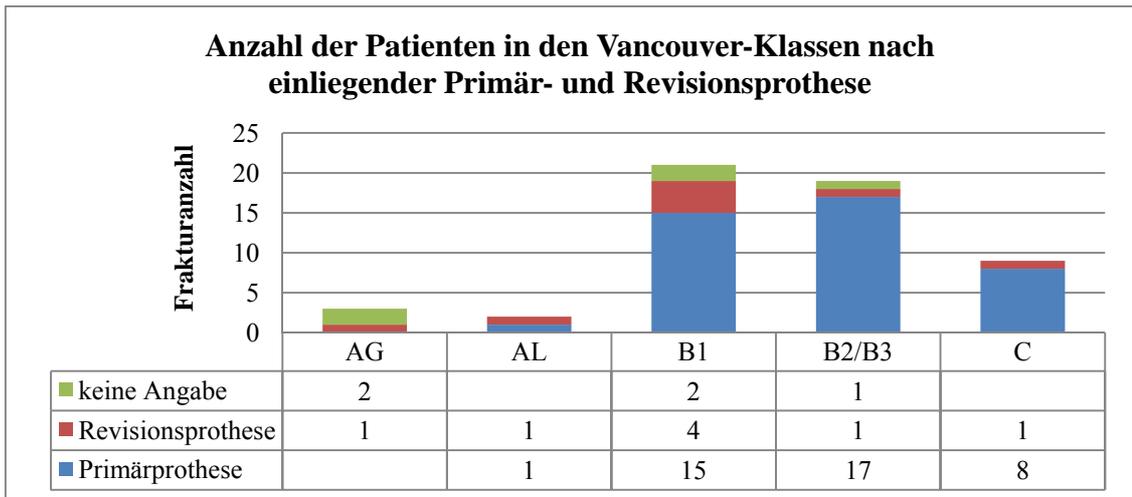


Abb. 34: Verteilung der Frakturen auf die Vancouver-Klassen bei Primär- und Revisionsprothesen (n = 54)

Die Knieendprothesen zeigten sich durch die periprothetische Fraktur alle nicht gelockert. 88,2 % (15/17) der Frakturen waren disloziert und somit der Rorabeck-Klasse 2 zuzuordnen, während 11,8 % (2/17) der Frakturen undisloziert blieben und damit der Rorabeck-Klasse 1 angehörten.

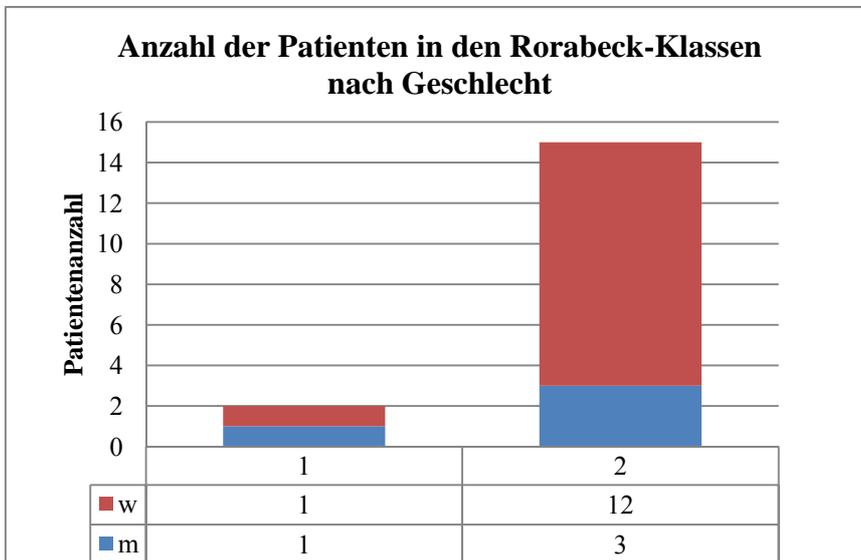


Abb. 35: Anzahl der Patienten in den Rorabeck-Klassen nach Geschlecht (n = 17) (w = weiblich, m = männlich)

3.4 Gesundheitszustand der Patienten

3.4.1 Gewichtsverteilung

Bei 50 von 54 Patienten mit einliegender Hüftendoprothese und bei allen Patienten mit einliegender Knieendoprothese waren Gewicht und Größe verzeichnet worden.

Der mittlere BMI lag sowohl in der Gruppe der Patienten mit Hüftendoprothese als auch der Patienten mit Knieendoprothese mit 26,0 (kg/m²) bzw. 26,7 (kg/m²) im prä-adipösen Bereich.

Eine behandlungsbedürftige Adipositas, das heißt einen BMI von mindestens 30,0 (kg/m²), zeigten 18,5 % (10/54) der Patienten mit Hüftendoprothese und 23,5 % (4/17) der Patienten mit Knieendoprothese.

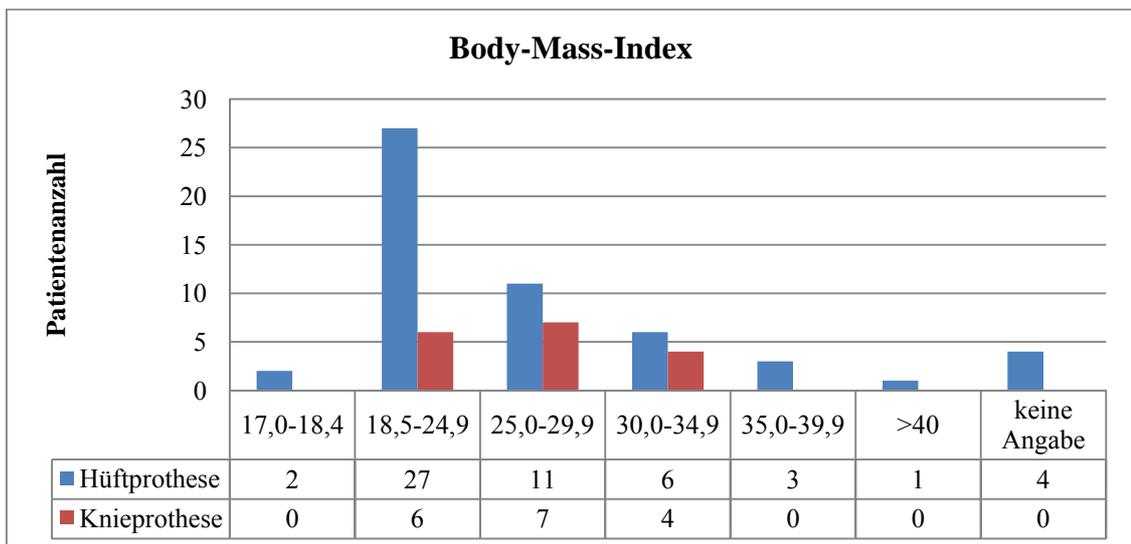


Abb. 36: Body-Mass-Index bei Patienten mit Hüft- und Knieendoprothese im Vergleich (n = 54; n = 17)

3.4.2 ASA-Klasse

In 43 von 54 Fällen war die ASA-Klasse bei einer periprothetischen Fraktur nach einer Hüftprothesenimplantation in der Patientenakte vermerkt. Eine ASA-Klasse 3 oder 4 und somit eine schwere Allgemeinerkrankung wiesen 51,9 % (28/54) der Patienten auf. Mit einer ASA-Klasse 2 oder 2–3 wurde 25,9 % (14/54) der Patienten eine leichte Allgemeinerkrankung attestiert und lediglich ein Patient (1,9 %) wurde mit der ASA-Klasse 1 als gesund eingestuft.

Bei Frakturen in der Nähe zu einer einliegenden Knieendoprothese war in allen 17 Fällen die ASA-Klasse verfügbar. Hier zeigten 70,6 % (12/17) eine ASA-Klasse 2 oder 2-3, d.h. eine leichte Allgemeinerkrankung und 29,4 % (5/17) eine ASA-Klasse 3, d.h. eine schwere Allgemeinerkrankung.

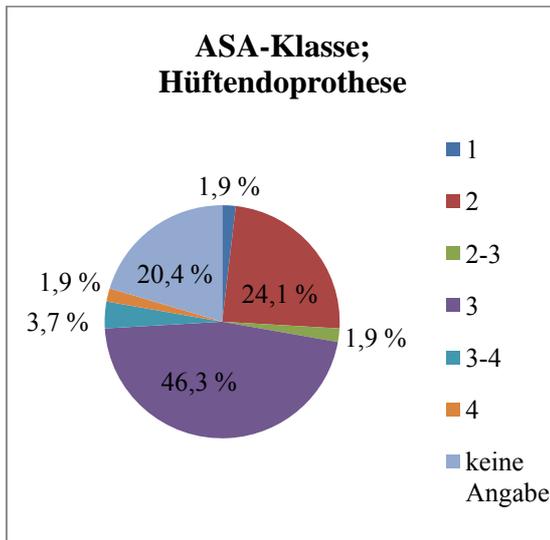


Abb. 37: ASA-Klassen bei einliegender Hüftendoprothese (n = 54)

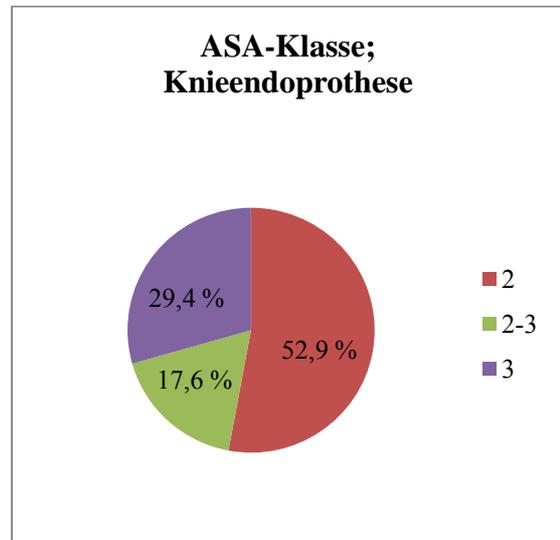


Abb. 38: ASA-Klassen bei einliegender Knieendoprothese (n = 17)

3.4.3 Vorerkrankungen

Die Vorerkrankungen der Patienten wurden, wie in der Tabelle 10 dargestellt, eingeteilt. Alle Patienten wiesen mindestens eine Vorerkrankung aus dem aufgeführten Komplikationsspektrum auf. An einer kardiovaskulären oder pulmonalen Vorerkrankung litten 90,7 % (49/54) der Patienten mit einliegender Hüftendoprothese. Dabei lag allein bei 72,2 % (39/54) der Patienten eine arterielle Hypertonie vor. Die chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) trat bei 5,6 % (3/54) der Patienten als häufigste pulmonale Erkrankung auf. Von Erkrankungen des Bewegungsapparates, zusätzlich zum bestehenden Hüftgelenkersatz, waren 42,6 % (23/54) der Patienten betroffen. 29,6 % (16/54) der Patienten litten laut Aktenaufzeichnungen an einer Osteoporose, welche die häufigste Ursache für eine Erkrankung des Bewegungsapparates darstellte. Frakturen waren bereits bei 22,2 % (12/54) der Patienten zuvor aufgetreten. 40,7 % (22/54) der Patienten zeigten neurologische Vorerkrankungen. Dabei handelte es sich

am häufigsten um dementielle Erkrankungen (20,4 %; (11/54)). An metabolischen Vorerkrankungen litten 31,5 % (17/54) der Patienten. Dabei handelte es sich in 16,7 % (9/54) der Fälle um Diabetes mellitus. In die Gruppe der nephrologischen und rheumatischen Vorerkrankungen sowie Elektrolytentgleisungen waren 18,5 % (10/54) der Patienten einzuordnen, wobei am häufigsten eine Niereninsuffizienz vorlag (13,0 %; (7/54)). In der Gruppe der onkologischen und hämatologischen Vorerkrankungen, in die 18,5 % (10/54) der Patienten einzuordnen waren, war bis zum Frakturzeitpunkt bereits bei neun Patienten ein maligner Tumor diagnostiziert worden. Erkrankungen der Augen lagen bei 16,7 % (9/54) der Patienten vor. An Erkrankungen der Leber oder des Gastrointestinaltraktes litten 14,8 % (8/54) der Patienten. Schlafmittel- oder alkoholabhängig waren 3,7 % (2/54) der Patienten.

Von den Patienten mit einliegender Knieendoprothese waren 94,1 % (16/17) von mindestens einer kardiovaskulären Vorerkrankung betroffen. Hier litten 76,5 % (13/17) an einer arteriellen Hypertonie. Pulmonale Erkrankungen traten dagegen nicht auf. Stärker als in der Gruppe der Patienten mit Hüftendoprothesen waren die Patienten in dieser Gruppe von Erkrankungen des Bewegungsapparates, zusätzlich zum bestehenden Kniegelenkersatz, betroffen. Insgesamt waren 82,4 % (14/17) der Patienten in diese Gruppe einzuordnen, wobei 70,6 % (12/17) eine Osteoporose zeigten. Bei 52,9 % (9/17) der Patienten bestand die Diagnose schon bei der Aufnahme und in drei Fällen wurde die Osteoporose während des stationären Aufenthaltes diagnostiziert. 29,4 % (5/17) der Patienten hatten bereits eine Fraktur erlitten. Metabolische Erkrankungen traten bei 47,1 % (8/17) der Patienten auf. Schilddrüsenerkrankungen, Fettstoffwechselstörungen und ein Diabetes mellitus waren dafür gleichermaßen ursächlich. Jeweils 23,5 % (4/17) der Patienten waren von nephrologischen und rheumatischen oder von hepatischen und gastroenterologischen Vorerkrankungen betroffen. Neurologische Erkrankungen (17,6 %; (3/17)), eine Alkoholabhängigkeit (11,8 %; (2/17)) sowie Tumor- oder Augenerkrankungen (je 5,9 %; (1/17)) traten seltener auf.

31,5 % (17/54) der Patienten nach Hüftprothesenimplantation und 41,2 % (7/17) der Patienten nach Knieprothesenimplantation litten an mindestens einer sonstigen Erkan-

kung, die nicht in den zuvor genannten Kategorien erfasst wurde. Infekte und Inkontinenzen wurden dabei nicht berücksichtigt.

Tabelle 10: Vorerkrankungen

Art der Vorerkrankung	Hüftendoprothesen- gruppe (n = 54)	Knieendoprothesen- gruppe (n = 17)
kardiovaskulär, pulmonal	90,7 %; 49	94,1 %; 16
Erkrankungen des Bewegungs- apparates inkl. Osteoporose	42,6 %; 23	82,4 %; 14
Osteoporose	29,6 %; 16	70,6 %; 12
bereits erlittene Fraktur	22,2 %; 12	29,4 %; 5
neurologisch	40,7 %; 22	17,6 %; 3
metabolisch	31,5 %; 17	47,1 %; 8
nephrologisch, rheumatisch, Elektrolytentgleisung	18,5 %; 10	23,5 %; 4
onkologisch, hämatologisch	18,5 %; 10	5,9 %; 1
ophthalmologisch	16,7 %; 9	5,9 %; 1
hepatisch, gastroenterologisch	14,8 %; 8	23,5 %; 4
Abusus	3,7 %; 2	11,8 %; 2
Sonstiges	31,5 %; 17	41,2 %; 7

3.4.4 Vormedikation unter besonderer Berücksichtigung antiosteoporotisch wirkender Präparate

Die Vormedikation deckte sich in weiten Teilen mit den aktenkundigen Vorerkrankungen. Jedoch zeigte sich eine Differenz zwischen den Raten an Patienten mit diagnostizierter Osteoporose und dem Einsatz von antiosteoporotisch wirkenden Präparaten. Während 29,6 % (16/54) der Patienten mit periprothetischer Fraktur bei einliegender Hüftendoprothese eine diagnostizierte Osteoporose aufwiesen, nahmen nur 18,8 % (3/16) dieser Patienten antiosteoporotisch wirkende Präparate ein. Dabei handelte es

sich in einem Fall um ein Bisphosphonat, in einem weiteren Fall um die Kombination aus Bisphosphonat, Vitamin D und Calcium und in einem Fall um eine Kombination aus Vitamin D und Calcium.

In der Gruppe der Patienten mit einliegender Knieendoprothese zeigten 52,9 % (9/17) bei der stationären Aufnahme eine Osteoporose. Nur 44,4 % (4/9) dieser Patienten erhielten zu diesem Zeitpunkt jedoch auch eine antiosteoporotisch wirkende Medikation. In einem Fall handelte es sich dabei um die Kombination aus Bisphosphonat, Vitamin D und Calcium, in einem Fall um die Kombination aus Vitamin D und Calcium und in je einem Fall um die Gabe von Calcium oder Vitamin D.

3.4.5 Nikotinkonsum

Zum Frakturzeitpunkt waren 11,1 % (6/54) der Patienten mit einliegender Hüftendoprothese und 5,9 % (1/17) der Patienten mit einliegender Knieendoprothese Raucher.

3.5 Therapie

Als Grundtherapie der periprothetischen Femurfraktur bei einliegender Hüftendoprothese wurden zu 13,0 % (7/54) konservative Verfahren, zu 48,1 % (26/54) Osteosynthesen und zu 38,9 % (21/54) Prothesenschaftwechsel durchgeführt.

Die Frakturen des Trochanter major (n = 3) wurden in allen drei Fällen konservativ therapiert. Eine Fraktur des Trochanter minor (n = 2) wurde ebenfalls konservativ versorgt, während eine weitere Fraktur dieser Art aufgrund einer vorbestehenden Prothesensinterung mit einem zementierten Schaftwechsel behandelt wurde. Frakturen des Typs Vancouver B₁ (n = 21) wurden in 17 Fällen mit einer Plattenosteosynthese versorgt. In einem Fall war zuvor eine Extensionsbehandlung durchgeführt worden. In acht Fällen kam ein winkelstabiles Plattensystem zum Einsatz und in vier Fällen wurden in Kombination mit der Plattenosteosynthese Zugschrauben inseriert. In fünf Fällen wurde Knochenzement im Sinne einer Verbundosteosynthese implantiert und in fünf Fällen wurden zusätzlich Cerclagen verwendet. In einem Fall kam es aufgrund einer Prothesenstielperforation zu einem zementierten Schaftwechsel in Verbindung mit ei-

ner winkelstabilen Verbundosteosynthese. Drei Fälle wurden aufgrund unikortikaler, nicht dislozierter Frakturen konservativ behandelt.

Frakturen der Vancouver-Klassen B₂ oder B₃ (n = 19) wurden alle mit einem Schaftwechsel therapiert. In zwei Fällen war eine Vorbehandlung in Form eines Derotationsgipses und einer Drahtextension nötig. Der Schaft wurde in 16 Fällen zementiert. In einem Fall wurde zusätzlich ein Pfanneninlay aufgrund von Verschleiß gewechselt und in einem Fall eine Zuggurtung eines frakturierten Trochanter major durchgeführt. Bei allen durchgeführten Schaftwechseln kamen Langschaftprothesen zum Einsatz und wurden Cerclagen verwendet.

Frakturen der Vancouver-Klasse C (n = 9) wurden immer plattenosteosynthetisch versorgt. In zwei Fällen kamen winkelstabile Implantate zum Einsatz. In drei Fällen wurde eine Verbundosteosynthese durchgeführt und in zwei Fällen wurden additiv Zugschrauben verwendet. Bei einem Patienten wurde nach einem Hochrasanztrauma zusätzlich zur Plattenosteosynthese ein kortikospöngiger Span vom Beckenkamm in die Frakturregion transplantiert.

Insgesamt kamen somit bei der Grundtherapie Plattenosteosynthese zu 38,5 % (10/26) winkelstabile Systeme zum Einsatz. Bei 23,1 % (6/26) der Plattenosteosynthesen wurden Zugschrauben verwendet.

55,3 % (26/47) der operativ versorgten Frakturen wurden zusätzlich mit Cerclagen versorgt.

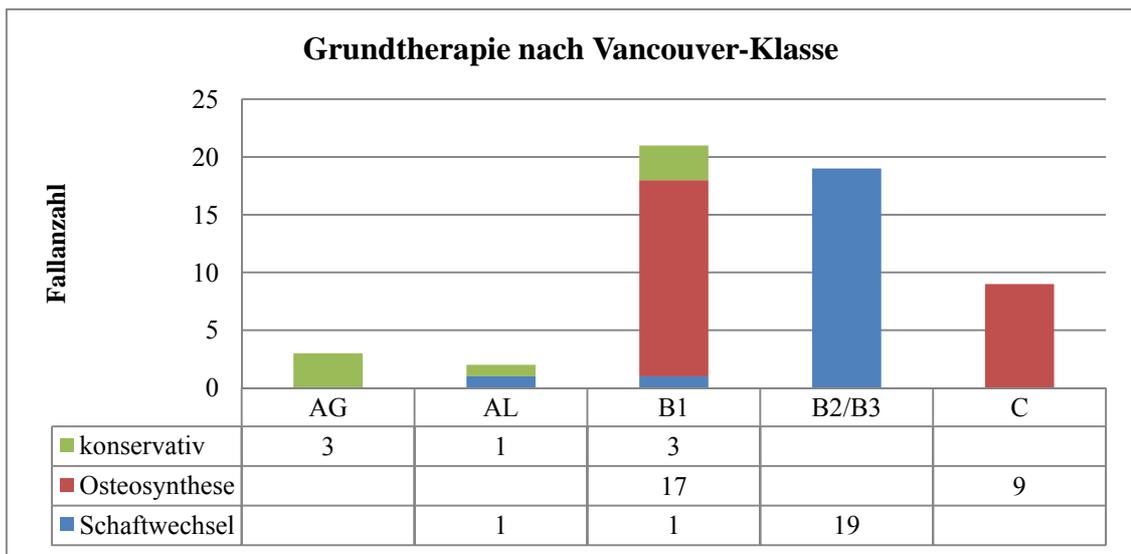


Abb. 39: Grundtherapie nach Vancouver-Klasse (n = 54)

Alle 17 Femurfrakturen bei einliegender Knieendoprothese wurden mit Plattenosteosynthesen versorgt. In zwei Fällen wurden diese mit einer geschlossenen Reposition und in minimalinvasiver Technik ausgeführt. Die restlichen Osteosynthesen erfolgten mit offener Reposition und interner Fixation. Drei Frakturen wurden im Sinne einer Verbundosteosynthese zusätzlich mit Knochenzement stabilisiert. In zwei Fällen kam zusätzlich eine Rekonstruktionsplatte zum Einsatz.

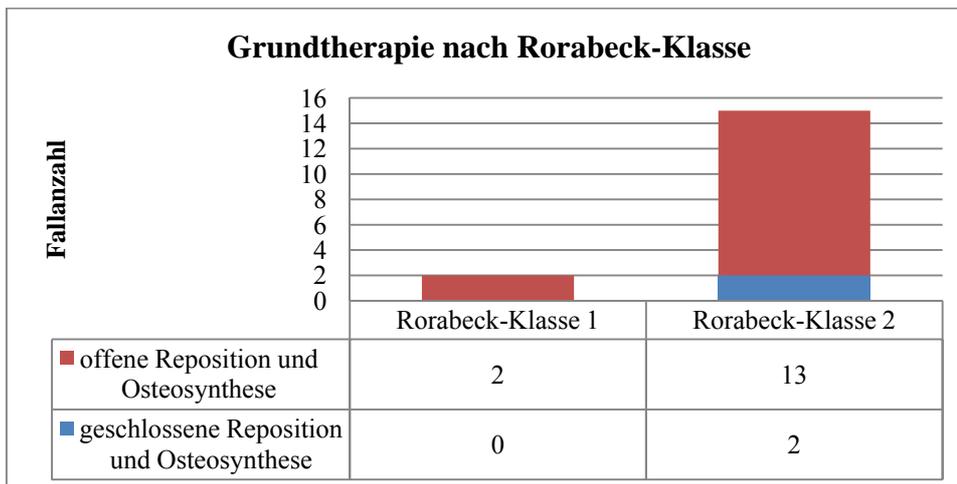


Abb. 40: Grundtherapie nach Rorabeck-Klasse (n = 17)

64,7 % (11/17) der Osteosynthesen wurden mit winkelstabilen Platten durchgeführt. In zwei Fällen (11,8 %) kamen additiv Cerclagen und in drei Fällen (17,6 %) Kirschner-Drähte zum Einsatz. Zugschrauben wurden bei fünf Frakturen (29,4 %) verwendet.

3.5.1 Aufnahme-Schnitt-Zeit

In der Gruppe der Hüftendoprothesen war bei 46 von 47 Patienten, die operativ versorgt wurden, die Dauer von der stationären Aufnahme bis zum Operationsbeginn eruierbar.

Bei 42,6 % (20/47) der Patienten fand die Operation innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Aufnahme statt. Weitere 21,3 % (10/47) der Patienten wurden innerhalb von 24 bis 48 Stunden operativ versorgt. 34,0 % (16/47) der Patienten wurden innerhalb von drei bis sieben Tagen nach der Aufnahme operiert.

Die Gründe für einen Operationszeitpunkt von mehr als 48 Stunden nach der stationären Aufnahme waren nur in 5 von 16 Fällen nachvollziehbar. Zweimal wurden Patienten konservativ vorbehandelt, bevor ein Schaftwechsel oder eine Verbundosteosynthese durchgeführt wurden. Bei einem Patienten wurde eine Humerusfraktur, die als Begleitverletzung aufgetreten war, zuerst therapiert. Außer in diesem Fall waren Begleitverletzungen nicht für Therapieverzögerungen auszumachen. Bei einem Patienten erfolgte präoperativ eine Optimierung der Gerinnungsparameter und ein Patient litt an einer hypertensiven Entgleisung. In 62,5 % (10/16) der Fälle wurde bei einem Operationszeitpunkt von mehr als 48 Stunden nach der stationären Aufnahme ein Schaftwechsel durchgeführt. 75,0 % (12/16) der betroffenen Patienten nahmen gerinnungshemmende Medikamente ein.

In der Knieendoprothesengruppe wurden 52,9 % (9/17) der Patienten innerhalb von 24 Stunden nach der stationären Aufnahme operiert. Bei weiteren 35,3 % (6/17) fand die Operation 24–48 Stunden nach der Aufnahme statt, sodass lediglich 11,8 % (2/17) der Patienten mehr als zwei Tage nach der Aufnahme operiert wurden. Diese beiden Operationen fanden drei bzw. fünf Tage nach der stationären Einweisung statt, wobei in den Akten keine Gründe für die Verzögerung vermerkt waren.

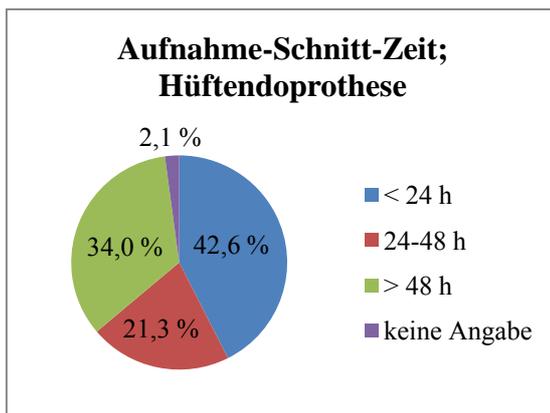


Abb. 41: Aufnahme-Schnitt-Zeit
Hüftprothesengruppe (n = 47)

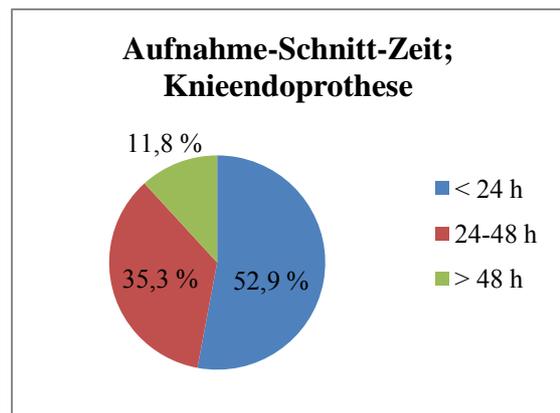


Abb. 42: Aufnahme-Schnitt-Zeit
Knieprothesengruppe (n = 17)

3.5.2 Schnitt-Naht-Zeit

Die Schnitt-Naht-Zeiten zur Versorgung einer Femurfraktur bei einliegender Hüftendoprothese erstreckten sich von 65 Minuten für eine Plattenosteosynthese bei einer Fraktur unterhalb des Prothesenschaftes bis zu 275 Minuten für einen nicht zementierten Schaftwechsel bei einer Fraktur im Bereich eines gelockerten Prothesenschaftes.

Die mittlere Schnitt-Naht-Zeit aller Operationen lag bei 171 Minuten. Die Standardabweichung betrug 52 Minuten. Die mittlere Schnitt-Naht-Zeit für Osteosynthesen belief sich auf 149 Minuten, während Prothesenschaftwechsel im Mittel 198 Minuten beanspruchten.

In der Versorgung von Femurfrakturen bei einliegender Knieendoprothese wurden Schnitt-Naht-Zeiten zwischen 62 Minuten für eine geschlossene Reposition und Plattenosteosynthese und 280 Minuten für eine Plattenosteosynthese dokumentiert bei der zusätzlich eine Begleitverletzung am proximalen Femur mit einem Femurnagel therapiert wurde.

Die mittlere Schnitt-Naht-Zeit lag bei 165 Minuten. Die Standardabweichung betrug 64 Minuten.

Tabelle 11: Übersicht der Schnitt-Naht-Zeiten

Schnitt-Naht-Zeit (in Minuten)	Hüftendoprothesen- gruppe (n = 54)	Knieendoprothesen- gruppe (n = 17)
Mittelwert	171	165
Standardabweichung	52	64
Maximum	275	280
Minimum	65	62
Mittelwert Osteosynthese	149	-
Mittelwert Schaftwechsel	198	-

3.5.3 Perioperative Gabe von Erythrozytenkonzentraten

Bei 83,0 % (39/47) der operativ versorgten periprothetischen Femurfrakturen bei implantierter Hüftendoprothese wurden im perioperativen Verlauf Erythrozytenkonzentrate verabreicht. Es wurden zwischen 1 und 18 Konzentrate gegeben, wobei die mittlere Transfusionsrate bezogen auf das gesamte operierte Kollektiv bei 5,8 Blutkonserven lag. Patienten, die osteosynthetisch versorgt wurden, erhielten im Durchschnitt 4,2 Erythrozytenkonzentrate, während bei Wechseln von Prothesenkomponenten durchschnittlich 7,8 Erythrozytenkonzentrate verabreicht wurden.

Bei einliegender Knieendoprothese bekamen nur 64,7 % (11/17) der Patienten Erythrozytenkonzentrate verabreicht. Auch die Höchstmenge von 10 Erythrozytenkonzentraten und die mittlere Rate an transfundierten Blutkonserven von 2,4 lagen deutlich niedriger als in der Hüftendoprothesengruppe.

Tabelle 12: Übersicht der perioperativen Gabe von Erythrozytenkonzentraten

Perioperative Gabe von Erythrozytenkonzentraten	Hüftprothesengruppe (n = 47)	Knieprothesengruppe (n = 17)
Patientenanteil	83,0 %; 39	64,7 %; 11
Mittlere Konservenanzahl	5,8	2,4
Höchste Konservenanzahl	18	10
Mittelwert Osteosynthese	4,2	-
Mittelwert Schaftwechsel	7,8	-

3.5.4 Intensivstation

74,1 % (40/54) der Patienten mit Hüftendoprothese wurden während des stationären Aufenthaltes laut Aktendokumentation auf der Intensivstation behandelt. 9,3 % (5/54) der Patienten wurden nur kurzfristig nach der Operation auf die Intensivstation aufgenommen und noch am selben Tag wieder verlegt. Der Großteil der Intensivpflichtigen, nämlich 42,6 % (23/54), wurde am Tag nach der Operation zurückverlegt. 7,4 % (4/54) der Patienten blieben zwei Tage, 3,7 % (2/54) blieben sechs Tage und 1,9 % (1/54) blieben neun Tage bis zur Verlegung intensivpflichtig. 9,3 % (5/54) der Patienten blieben bis zu ihrem Tod, der zwei bis fünf Tage nach Aufnahme auf die Intensivstation eintrat, intensivpflichtig.

Von den Patienten mit Knieendoprothesen wurden nur 58,8 % (10/17) auf der Intensivstation behandelt. 47,1 % (8/17) der Patienten waren schon nach einem Tag wieder verlegt worden und keiner blieb länger als zwei Tage intensivpflichtig.

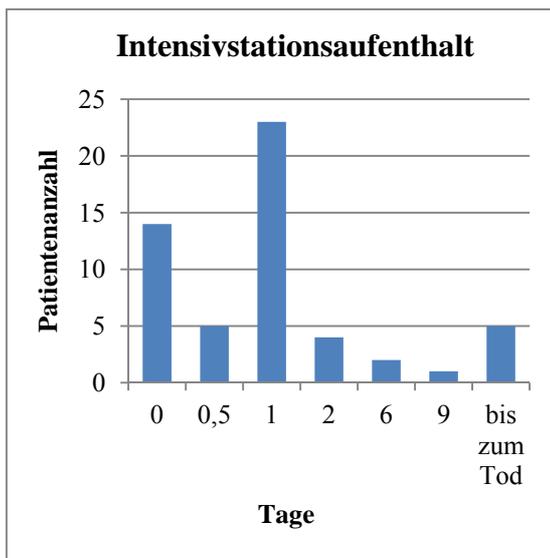


Abb. 43: Intensivstationsaufenthalt der Patienten mit einliegender Hüftendoprothese (n = 54)

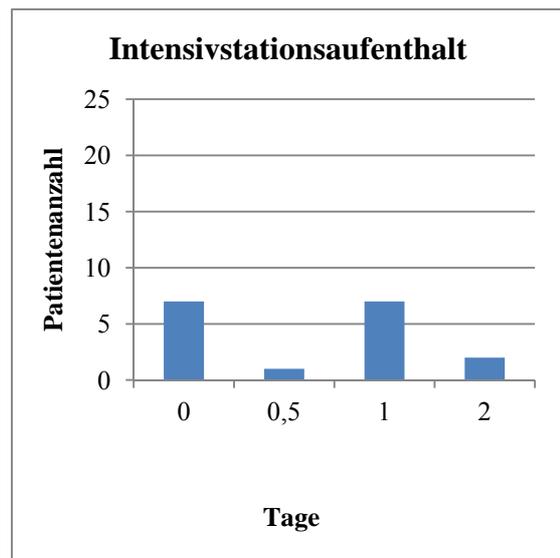


Abb. 44: Intensivstationsaufenthalt der Patienten mit einliegender Knieendoprothese (n = 17)

3.6 Komplikationen

3.6.1 Chirurgische Komplikationen

Insgesamt traten bei einliegender Hüftendoprothese 23 chirurgische Komplikationen bei 18 Patienten auf, d.h. 33,3 % (18/54) der Patienten waren von mindestens einer Komplikation im Bereich der behandelten periprothetischen Fraktur betroffen. Dabei wurden Komplikationen während der gesamten Nachverfolgungsperiode berücksichtigt. Eine Übersicht des Komplikationsspektrums der unterschiedlichen Therapieverfahren zeigt Tabelle 13.

Am häufigsten traten, in 11,1 % (6/54) der Fälle, Hüftgelenksluxationen auf. Bei 7,4 % (4/54) der Patienten kam es zu einer Hämatombildung oder einer Gefäßkomplikation, d.h. einmal trat eine Ischämie des Beines durch eine intraoperative Gefäßverletzung auf. Zu einer Refraktur oder Pseudarthrosenbildung kam es in 7,4 % (4/54) der Fälle. Bei drei weiteren Patienten (5,6 %) zeigten sich im Verlauf Resorptionssäume, die mit Prothesenlockerungen einhergingen. Bei drei Patienten (5,6 %) trat neben einer Fraktur des Femurschaftes auch eine Fraktur im Bereich des Trochanter major auf, welcher im Verlauf durch einen Bruch oder ein Nichtfassen der haltenden Cerclage dislozierte. Je

ein Patient (1,9 %) war von einem Versagen des Osteosynthesematerials, einer Wundinfektion oder einer Läsion des Nervus femoralis betroffen.

Der Großteil der Komplikationen (56,5 %; (13/23)) trat bereits im ersten Monat nach der Behandlung der periprothetischen Fraktur auf. Weitere 26,1 % (6/23) der Komplikationen manifestierten sich zwei bis sechs Monate nach der Therapie und je 8,7 % (2/23) der Komplikationen traten sieben bis zwölf Monate nach Versorgung der Fraktur und mehr als zwölf Monate danach auf.

Überproportional häufig zogen Schaftwechsel als Therapieform chirurgische Komplikationen nach sich. 42,9 % (9/21) der Schaftwechsel waren von mindestens einer chirurgischen Komplikation betroffen. Eine Luxation des Hüftgelenks ereignete sich im Verlauf bei 23,8 % (5/21) der Schaftwechsel. Resorptionssäume mit Prothesenlockerung traten bei 14,3 % (3/21) der Schaftwechsel auf. Hämatome entstanden bei 9,5 % (2/21) der Patienten mit Schaftwechsel. Ein Patient (4,8 %) war von einer Nervenschädigung betroffen.

Bei drei Patienten trat eine Fragmentdislokation des Trochanter major nach Versagen der haltenden Cerclage auf und in einem Fall refrakturierte ein Trochanter major. Diese Patienten hatten als Grundtherapie einen Schaftwechsel erhalten. Da die Komplikation nicht im Zusammenhang mit dem Schaftwechsel stand, wurde diese Komplikation als unabhängig von der Grundtherapie gewertet.

Auch 23,1 % (6/26) der Osteosynthesen waren von mindestens einer chirurgischen Komplikation im Frakturbereich betroffen. Am häufigsten traten hierbei Pseudarthrosen und Refrakturen (11,5 %; (3/26)) auf. Gefäßkomplikationen traten in 7,7 % (2/26) der Fälle ein. Ein Versagen des Osteosynthesematerials, genauer eine Plattenverbiegung, sowie eine Wundinfektion betrafen je einen Patienten (3,8 %). 38,5 % (10/26) aller Plattenosteosynthesen waren winkelstabil ausgeführt worden. Davon trat bei 20,0 % (2/10) mindestens eine chirurgische Komplikation auf. In einem Fall kam es zur Pseudarthrosenbildung und im anderen Fall zur Refaktur und einer Gefäßkomplikation. Unter den nicht winkelstabilen Plattenosteosynthesen kam es bei 25,0 % (4/16) zu chirurgischen Komplikationen.

Bei konservativer Therapie traten in einem Fall (14,3 %; (1/7)) multiple Luxationen auf. Dieser Fall wurde trotz nichtoperativen Vorgehens in dieser Kategorie berücksichtigt.

Unter den operativ versorgten Patienten mit chirurgischen Komplikationen wurden 35,3 % (6/17) in den ersten 24 Stunden nach der stationären Aufnahme chirurgisch behandelt und 11,8 % (2/17) der Patienten wurden innerhalb von 24 bis 48 Stunden operiert. 52,9 % (9/17) der Patienten wurden demnach erst mehr als 48 Stunden nach der stationären Aufnahme operiert.

Allen operativ behandelten Patienten mit chirurgischen Komplikationen wurden im perioperativen Verlauf Erythrozytenkonzentrate verabreicht. Der Durchschnitt lag bei 8,2 Erythrozytenkonzentrat. Die operativ versorgten Patienten, die hingegen keine chirurgischen Komplikationen entwickelten, bekamen im Durchschnitt nur 4,5 Erythrozytenkonzentrate verabreicht. Die osteosynthetisch versorgten Patienten mit chirurgischer Komplikation erhielten im perioperativen Verlauf durchschnittlich 8,7 Erythrozytenkonzentrate, ohne chirurgische Komplikation nur 2,9. Bei Patienten mit Schaftwechsel war der Unterschied weniger deutlich. Während Patienten mit chirurgischen Komplikationen im Zusammenhang mit einem Schaftwechsel durchschnittlich 8,6 Erythrozytenkonzentrate erhielten, waren es ohne diese Komplikation 7,2 Erythrozytenkonzentrate.

Alle drei Patienten, die Hämatome entwickelten, nahmen Antikoagulantien ein.

Tabelle 13: Übersicht des Komplikationsspektrums der einzelnen Therapieverfahren; Hüftprothesengruppe

Chirurgische Komplikation	Gesamt (n = 54)	Konservative Therapie (n = 7)	Osteosynthese (n = 26)	Schaftwechsel (n = 21)	Unabhängig von Grundtherapie (n = 54)
Luxation	11,1 %; 6	14,3 %; 1	-	23,8 %; 5	-
Hämatom/ Gefäßkomplikation	7,4 %; 4	-	7,7 %; 2	9,5 %; 2	-
Pseudarthrose/ Refraktur	7,4 %; 4	-	11,5 %; 3	-	1,9 %; 1
Resorptionssaum/ Prothesenlockerung	5,6 %; 3	-	-	14,3 %; 3	-
Fragmentdislokation	5,6 %; 3	-	-	-	5,6 %; 3
Versagen des Osteosynthesematerials	1,9 %; 1	-	3,8 %; 1	-	-
Wundinfektion	1,9 %; 1	-	3,8 %; 1	-	-
Nervenschädigung	1,9 %; 1	-	-	4,8 %; 1	-

Tabelle 14: Übersicht des Komplikationsspektrums; Knieprothesengruppe

Chirurgische Komplikation	Osteosynthese (n = 17)
Refraktur/ Pseudarthrose	17,6 %; 3
Versagen des Osteosynthesematerials	11,8 %; 2
Wundinfektion	11,8 %; 2
Weichgewebeirritation	11,8 %; 2

Im Patientenkollektiv mit einliegender Knieendoprothese zeigte sich ebenfalls eine hohe Rate an Fällen mit chirurgischen Komplikationen. Insgesamt 41,2 % (7/17) der Patienten waren betroffen, wobei 9 Komplikationen bei 7 Patienten auftraten. Die Tabelle 14 zeigt die dokumentierten Komplikationen. Bei 17,6 % (3/17) der Patienten kam es zu Refrakturen oder Pseudarthrosen. Je 11,8 % (2/17) der Patienten litten an einer Wundinfektion oder einem Versagen des Osteosynthesematerials, wobei es sich dabei um einen Plattenbruch und eine Plattenlockerung handelte. Während Luxationen, Nachblutungen und Nervenschäden in dieser Gruppe keine Rolle spielten, fanden sich aber zwei Patienten (11,8 %) bei denen eine Weichgewebeerirritation durch das einliegende Osteosynthesematerial auftrat und dieses daraufhin frühzeitig entfernt wurde.

Winkelstabile Implantate waren bei 64,7 % (11/17) aller Plattenosteosynthesen zum Einsatz gekommen. Chirurgische Komplikationen traten bei 27,3 % (3/11) dieser winkelstabilen Implantate auf. Dazu zählten ein Versagen des Osteosynthesematerials, eine Refraktur und zwei Infektionen. Damit waren 66,7 % (4/6) der nicht winkelstabilen Plattenosteosynthesen von chirurgischen Komplikationen betroffen.

Im ersten Monat nach der Operation traten 44,4 % (4/9) der Komplikationen auf und drei weitere (33,3 %) im Zeitraum von bis zu sechs Monaten nach der Therapie. Die restlichen zwei Komplikationen (22,2 %) traten erst über ein Jahr nach der Operation der periprothetischen Fraktur auf. Im Gegensatz zu der Gruppe mit einliegender Hüftendoprothese waren in diesem Kollektiv weder vermehrt verlängerte Zeiten von der stationären Aufnahme bis zur Operation noch durchgängige Gaben an Erythrozytenkonzentraten nachzuweisen. Während die Patienten mit chirurgischer Komplikation durchschnittlich 2,4 Erythrozytenkonzentrate erhielten, war die Menge an Erythrozytenkonzentraten in der Gruppe ohne chirurgische Komplikation mit 2,8 sogar etwas größer.

3.6.2 Revisionsoperationen

Die chirurgischen Komplikationen im Frakturbereich zogen in der Gruppe der Patienten mit Hüftendoprothese insgesamt 13 Revisionsoperationen bei 12 Patienten nach sich. Somit musste die Erstbehandlung in 22,2 % (12/54) der Fälle mindestens einmal

revidiert werden. Eine Übersicht über die erfolgten Revisionseingriffe liefert Tabelle 15. Behandlungen von Luxationen und Wunddebridements machten jeweils 30,8 % (4/13) der Revisionen aus. Refrakturen und Pseudarthrosen lösten weitere 23,1 % (3/13) der Revisionen aus. Je eine Revision (je 7,7 %) war nach Funktionsverlust des Osteosynthesematerials und nach einer Gefäßkomplikation, d. h. einer intraoperativen Verletzung der Arteria femoralis, nötig.

Im ersten Monat nach der Erstoperation wurden bereits 61,5 % (8/13) der Revisionsoperationen nötig. Weitere 23,1 % (3/13) der Revisionen fanden bis zu drei Monate nach dem Ersteingriff statt und nur zwei Revisionen knapp zwölf Monate und 60 Monate nach der Erstbehandlung der periprothetischen Fraktur.

Auffällig war die lange Dauer der jeweiligen Erstoperation bei den elf operativ versorgten Patienten, die Revisionen benötigten. Während die mittlere Schnitt-Naht-Zeit aller Patienten bei 171 Minuten lag, verzeichnete das Revisionskollektiv eine deutlich höhere mittlere Schnitt-Naht-Zeit von 211 Minuten. Die fünf Patienten mit den höchsten Schnitt-Naht-Zeiten bei der Erstoperation fanden sich unter den Revisionsfällen.

Während chirurgische Komplikationen häufiger bei Schaftwechsell als bei Osteosynthesen auftraten, waren Revisionseingriffe bei Schaftwechsell (23,8 %; (5/21)) und Osteosynthesen (23,1 %; (6/26)) prozentual gleich häufig nötig. Eine Plattenosteosynthese musste zweimal, zunächst aufgrund einer Gefäßkomplikation und dann aufgrund einer Refraktur, revidiert werden. Ein konservativ behandelte Patient (14,3 %; (1/7)), der im Verlauf multiple Luxationsereignisse erlitt, wurde auch einem sekundären Eingriff zugeführt. Während Schaftwechsel aufgrund von Luxationen und Hämatombildungen revidiert wurden, waren nach einer osteosynthetischen Versorgung sekundäre Eingriffe aufgrund von Refrakturen und Pseudarthrosen, Versagen des Osteosynthesematerials, Wundheilungsstörung und Gefäßkomplikation nötig.

In 58,3 % (7/12) der Fälle waren den Patienten im perioperativen Verlauf, Revisionsbehandlungen ausgeschlossen, mehr als zehn Erythrozytenkonzentrate verabreicht worden.

Bei einliegender Knieendoprothese war nach 29,4 % (5/17) der Frakturversorgungen mindestens eine Revisionsoperation notwendig. Insgesamt wurden sechs Revisionsope-

rationen bei fünf Patienten durchgeführt. Bei einem Patienten mussten zwei Revisions-
eingriffe (11,8 %) aufgrund einer Refraktur und einer Pseudarthrosenbildung durchge-
führt werden. Je 11,8 % (2/17) der Therapieergebnisse mussten aufgrund des Funkti-
onsverlustes des Osteosynthesematerials oder einer Wundinfektion revidiert werden.
Auffällig war, dass die behandelten Infektionen in beiden Fällen schwere Verläufe bis
zur Amputation des Oberschenkels nahmen.

66,7 % (4/6) der Revisionen wurden im ersten Monat nach der Erstoperation durchge-
führt. Je eine Revision (16,7 %) erfolgte im ersten halben Jahr nach der Erstversorgung
und über ein Jahr danach. Die Schnitt-Naht-Zeiten bei der Erstoperation und die
Erythrozytenkonzentratgaben waren im Gegensatz zur Hüftprothesengruppe in diesem
Kollektiv nicht auffällig hoch.

Tabelle 15: Übersicht der Revisionsoperationen bei einliegender Hüftendoprothese

Grund der Revision	Konservative Therapie (n = 7)	Osteosynthese (n = 26)	Schaftwechsel (n = 21)	Gesamte Revisionen (n = 13)
Luxation	14,3 %; 1	-	14,3 %; 3	30,8 %; 4
Hämatom/ Wundheilungsstörung	-	7,7 %; 2	9,5 %; 2	30,8 %; 4
Refraktur/ Pseudarthrose	-	11,5 %; 3	-	23,1 %; 3
Versagen des Osteosynthesematerials	-	3,8 %; 1	-	7,7 %; 1
Gefäßkomplikation	-	3,8 %; 1	-	7,7 %; 1

Tabelle 16: Übersicht der Revisionsoperationen bei einliegender Knieendoprothese

Grund der Revision	Osteosynthese (n = 17)
Refraktur/ Pseudarthrose	11,8 %; 2
Versagen des Osteosynthesematerials	11,8 %; 2
Wundinfektion	11,8 %; 2

3.6.3 Allgemeine Komplikationen

Die im postoperativen Verlauf aufgetretenen allgemeinen Komplikationen ließen sich in fünf Kategorien einteilen. Das Komplikationsspektrum wird in Tabelle 17 dargestellt.

Tabelle 17: Übersicht der allgemeinen Komplikationen

Komplikationsart	Hüftendo- prothesengruppe (n = 54)	Knieendo- prothesengruppe (n = 17)
Akut lebensbedrohliche Komplikation	20,4 %; 11	-
Allgemeine Infektion	14,8 %; 8	5,9 %; 1
Pneumonie	5,6 %; 3	-
Elektrolytstörung	9,3 %; 5	5,9 %; 1
Sonstige allgemeine Komplikation	18,5 %; 10	5,9 %; 1

Mindestens eine allgemeine Komplikation zeigten 48,1 % (26/54) der Patienten mit periprothetischer Fraktur in unmittelbarer Nähe zu einer Hüftendoprothese. Dabei war nur ein Patient nach konservativer Therapie betroffen. Die restlichen Komplikationen traten nach operativer Therapie auf.

20,4 % (11/54) der Patienten entwickelten eine akut lebensbedrohliche kardiovaskuläre oder respiratorische Komplikation, die in 63,6 % (7/11) der Fälle zum Tode führte. Diese Patientengruppe mit schweren Komplikationen zeigte mit 85,5 Jahren ein deutlich höheres Durchschnittsalter gegenüber dem Gesamtkollektiv. Die ASA-Klasse war, in allen dokumentierten Fällen, mit mindestens 3 eingestuft worden. Die Differenzierung hinsichtlich der durchgeführten Therapie zeigt, dass 14,3 % (1/7) der Patienten, die konservativ versorgt wurden, 19,2 % (5/26) der Patienten, die osteosynthetisch versorgt wurden, und 23,8 % (5/21) der Patienten, bei denen ein Schaftwechsel durchgeführt wurde, betroffen waren.

Ein Zusammenhang zwischen einer erhöhten Zeitspanne von der stationären Aufnahme bis zur Operation und dem Auftreten lebensbedrohlicher Komplikationen ließ sich

nicht nachweisen. Lediglich zwei Patienten wurden mehr als 48 Stunden nach der stationären Aufnahme operiert. Die Menge an durchschnittlich transfundierten Erythrozytenkonzentraten war mit 8,9 in dieser Gruppe deutlich höher als mit 5,8 im Gesamtkollektiv. Im Vergleich erhielten Patienten ohne eine allgemeine Komplikation sogar nur durchschnittlich 4,4 Erythrozytenkonzentrate.

Allgemeine Infektionen der Haut und der Organe traten bei 14,8 % (8/54) der Patienten auf. Dazu gehörten bakterielle Infektionen des Herzens, des Darms, der Harnleiter und Harnwege sowie der Haut und virale Infektionen. Unter diesen Patienten fanden sich fünf von acht mit einem Operationszeitpunkt von mehr als 48 Stunden nach der stationären Aufnahme.

Elektrolytstörungen manifestierten sich bei 9,3 % (5/54) der Patienten. Drei von fünf dieser Patienten wurden mehr als 48 Stunden nach der stationären Aufnahme operiert.

Pneumonien traten bei 5,6 % (3/54) der Patienten auf. In dieser Gruppe fanden sich mit 9,7 durchschnittlich transfundierten Erythrozytenkonzentraten die höchsten Raten an Bluttransfusionen und auch ein erhöhter Abstand zwischen stationärer Aufnahme und Operation lag in zwei von drei Fällen vor.

Patienten mit einliegender Knieendoprothese waren postoperativ zu 11,8 % (2/17) von allgemeinen Komplikationen betroffen. Es traten drei Komplikationen bei zwei Patienten auf. Schwere kardiovaskuläre oder respiratorische Komplikationen sowie Pneumonien kamen dabei nicht vor. Auffällig war, dass eine Patientin, die an einer Harnwegsinfektion und einer Elektrolytstörung litt, erst fünf Tage nach der stationären Aufnahme operiert wurde. Eine übermäßig hohe Gabe von Blutkonserven war mit durchschnittlich 3,2 Erythrozytenkonzentraten unter den Patienten mit Komplikationen gegenüber 2,3 unter den Patienten ohne Komplikationen nicht zu verzeichnen.

3.6.4 Klinikletalität

Es traten 54 periprothetische Femurfrakturen nach Hüftprothesenimplantation bei 53 Patienten auf. Es verstarben 13,2 % (7/53) der Patienten mit einliegender Hüftendoprothese während ihres stationären Aufenthaltes, wobei der Tod 2 bis 25 Tage nach der stationären Aufnahme eintrat und auf kardiovaskuläre Komplikationen oder Multior-

ganversagen zurückzuführen war. Im Nachverfolgungszeitraum wurden keine Sterbefälle dokumentiert. Aus der Gruppe der Patienten mit einliegender Knieendoprothese verstarb niemand.

Vier der Verstorbenen waren weiblich und drei männlich. Das Durchschnittsalter dieser sieben Patienten lag mit 87,1 Jahren deutlich über dem Durchschnittsalter des Gesamtkollektivs von 80,9 Jahren. Sechs von sieben Patienten waren mindestens 85 Jahre alt, sodass die Klinikletalität in der Gruppe der mindestens 85-Jährigen 40,0 % (6/15) betrug. Die Patienten wiesen, wenn dokumentiert, eine ASA-Klasse 3 oder 3–4 auf. Drei der Verstorbenen lebten zum Frakturzeitpunkt im Pflegeheim und einer in einer betreuten Wohneinrichtung. Ein Patient wohnte im häuslichen Umfeld. Bei einem Patienten war die Wohnsituation nicht in der Akte vermerkt.

Von einer konservativen Therapie, über vier Osteosynthesen bis zu zwei Schaftwechseln waren alle Therapieformen der periprothetischen Fraktur bei einliegender Hüftendoprothese vertreten.

Es war bei keinem Patienten ein Zeitraum von mehr als 48 Stunden zwischen der stationären Aufnahme und der Operation nachweisbar. Die durchschnittliche Operationsdauer lag mit 133 Minuten unter dem Durchschnitt des Gesamtkollektivs von 171 Minuten.

Die Gabe an Blutkonserven lag nur bei zwei Patienten mit 18 und 7 Erythrozytenkonzentraten über dem allgemeinen Durchschnitt von 5,8.

Somit waren außer dem Alter und den schweren Allgemeinerkrankungen keine Risikofaktoren für eine erhöhte Klinikletalität nachzuweisen.

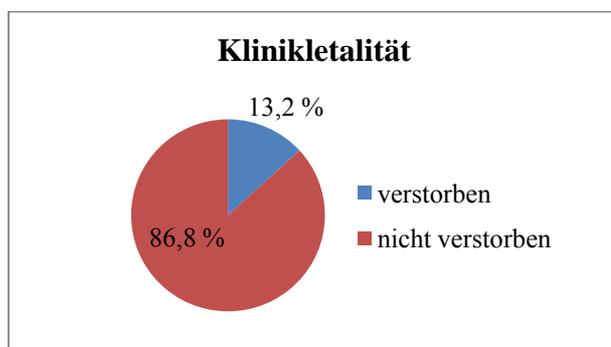


Abb. 45: Klinikletalität bei Patienten mit einliegender Hüftendoprothese (n = 53)

3.7 Postoperativer Verlauf

3.7.1 Dauer des stationären Aufenthaltes

Die Patienten mit einer periprothetischen Fraktur nach einem Hüftgelenkersatz, die nicht stationär verstarben, wurden zwischen 5 und 60 Tagen, im Durchschnitt 21,8 Tage (n = 46), in der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie stationär behandelt. Bei einem Patienten war die Aufenthaltsdauer nicht nachvollziehbar (n = 1). Während die konservativ behandelten Patienten schon nach durchschnittlich 7,3 Tagen (n = 6) wieder entlassen wurden, blieben Patienten bei denen eine Osteosynthese durchgeführt wurde im Durchschnitt 23,3 Tage (n = 21) und Patienten bei denen ein Schaftwechsel nötig war 24,6 Tage (n = 19) in stationärer Behandlung.

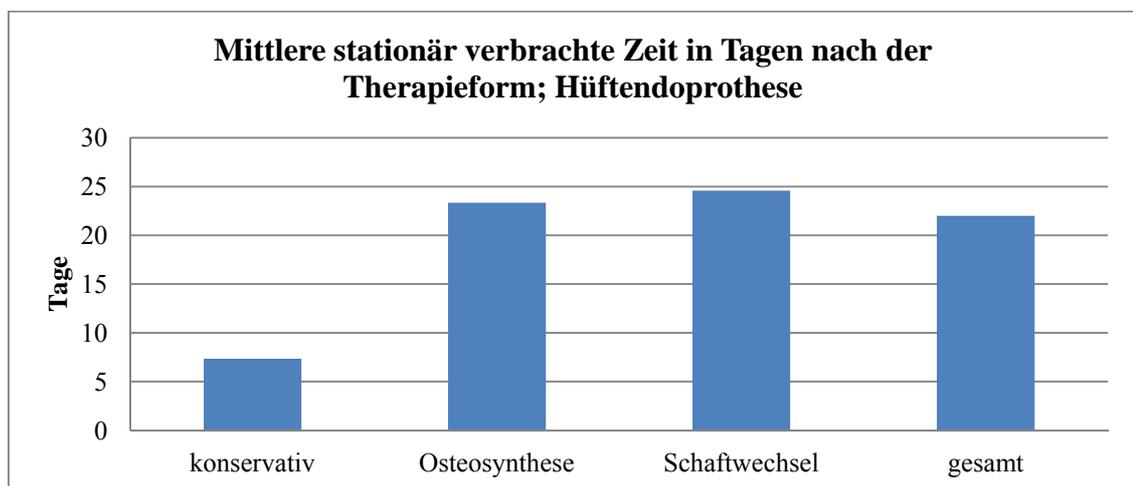


Abb. 46: Mittlere stationär verbrachte Zeit nach Therapieform bei einliegender Hüftprothese

Zudem war in den Altersgruppen der 65- bis 94-Jährigen ein stetiger Anstieg der durchschnittlichen Dauer des stationären Aufenthaltes mit dem Alter, von 19,5 Tagen bis zu 28,0 Tagen, unabhängig von der Therapieform, zu verzeichnen. Die Gruppe der 50- bis 54-Jährigen beinhaltete nur einen Patienten, der nach einem Hochrasanztrauma zweimal operiert werden musste und 41 Tage stationär betreut wurde. Die Gruppe der 95- bis 99-Jährigen wurde ebenfalls nur von einem Patienten gebildet, der nach einer Fraktur des Trochanter major konservativ therapiert wurde und das Krankenhaus nach 5 Tagen verlassen konnte.

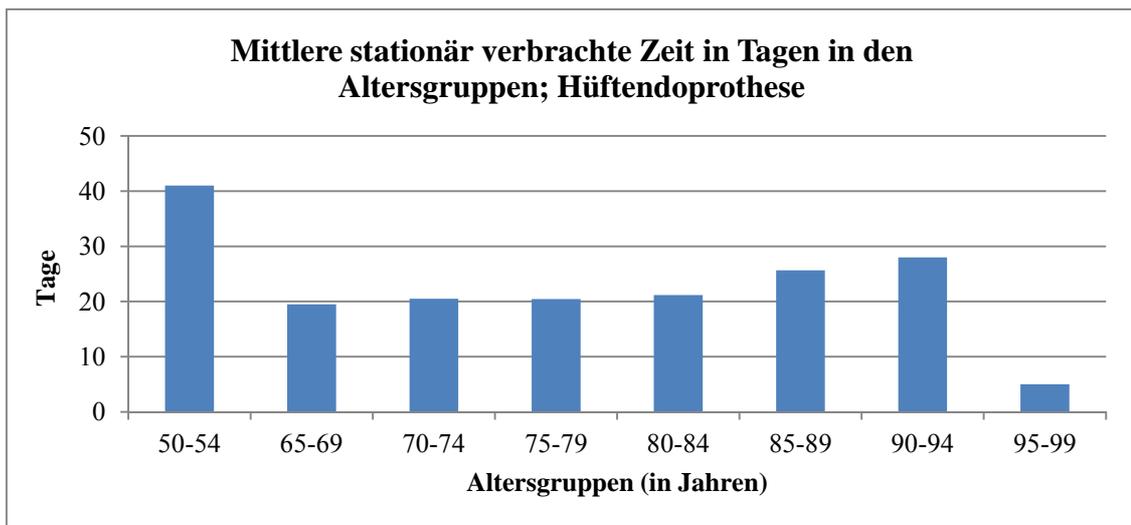


Abb. 47: Mittlere stationär verbrachte Zeit in den Altersgruppen bei einliegender Hüftprothese (n = 46)

Des Weiteren zeigte sich, dass Komplikationen während des stationären Aufenthaltes mit einer deutlich längeren Aufenthaltsdauer einhergingen. Patienten, die während ihres stationären Aufenthaltes chirurgische Komplikationen zeigten, wurden nach durchschnittlich 32,2 Tagen (n = 12) entlassen, während Patienten ohne diese Komplikationsart bereits nach 18,1 Tagen (n = 34) das Krankenhaus verließen. Patienten, bei denen ein Revisionseingriff bereits in der frühen postoperativen Phase erfolgte, wurden sogar 37,9 Tage (n = 8) stationär behandelt. Ebenso wurden Patienten, die akut lebensbedrohliche Komplikationen erlitten und nicht stationär verstarben mit 36,5 Tagen (n = 4) sowie Patienten mit Pneumonien mit 39,7 Tagen (n = 3) besonders lange stationär behandelt.

Die Patienten mit einliegender Knieendoprothese und periprothetischer Fraktur blieben im Durchschnitt 19,2 Tage in stationärer Behandlung. Bei der Therapieform der geschlossenen Reposition und Plattenosteosynthese lag der durchschnittliche stationäre Aufenthalt bei 17,0 Tagen (n = 2). Die bei offener Reposition durchgeführten Osteosynthesen führten zu einem durchschnittlichen stationären Aufenthalt von 19,5 Tagen (n = 15).

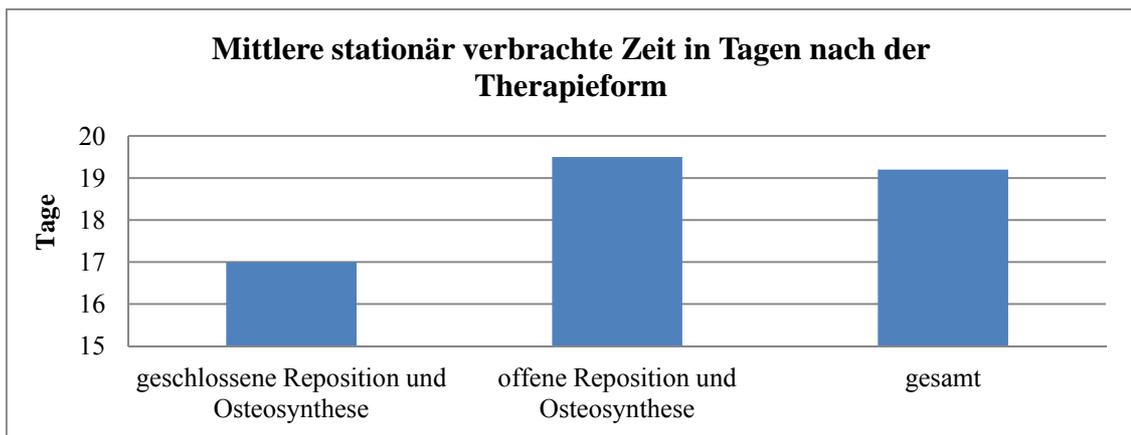


Abb. 48: Mittlere stationär verbrachte Zeit nach der Therapieform bei einliegender Knieprothese (n = 17)

Auch in der Knieprothesengruppe verlängerten Komplikationen den stationären Aufenthalt. Ein Patient entwickelte während des stationären Aufenthaltes eine chirurgische Komplikation und musste sich einem Revisionseingriff unterziehen. Dieser Patient wurde 40 Tage stationär behandelt. Die restlichen Patienten konnten das Krankenhaus demgegenüber bereits nach durchschnittlich 17,9 Tagen (n = 16) verlassen. Patienten mit allgemeinen Komplikationen wurden durchschnittlich 20,0 Tage (n = 2) behandelt. Patienten ohne allgemeine Komplikation verließen das Krankenhaus nach durchschnittlich 19,1 Tagen (n = 15).

3.7.2 Knochendichtemessung und Einleitung einer Osteoporosetherapie

In der Gruppe der Patienten mit periprothetischer Fraktur nach Hüftarthroplastik wurden keine Knochendichtemessungen veranlasst. Unter den 16 Patienten mit bekannter Osteoporose wurde postoperativ bei einem Patienten eine Bisphosphonatmedikation zur Therapie der Osteoporose eingeleitet.

Bei zwei weiteren Patienten wurden laut Entlassungsbericht Calcium und Vitamin D3, im Gegensatz zur Vormedikation, postoperativ verabreicht. Drei Patienten waren bei bekannter Osteoporose bereits mit einer entsprechenden Medikation eingeliefert worden, sodass 62,5 % (10/16) der Patienten, die in der Anamnese eine Osteoporose angaben, ohne bestehende oder neu eingeleitete Antiosteoporosetherapie entlassen wurden.

In der Gruppe der Patienten mit Knieendoprothese und periprothetischer Fraktur wurde in drei Fällen, bei bisher nicht diagnostizierter Osteoporose, eine Knochendichtemessung durchgeführt. Daraufhin wurde bei einem Patienten stationär eine Bisphosphonattherapie eingeleitet und den anderen beiden Patienten zur Einleitung einer Osteoporosetherapie geraten. Zudem erhielten zwei Patienten mit anamnestisch bekannter Osteoporose die Empfehlung zur Einleitung einer Osteoporosetherapie. Einem Patienten wurde die Optimierung der Bisphosphonattherapie angeraten. Somit wurden unter Berücksichtigung der vier Patienten, die bereits bei der stationären Aufnahme eine Antiosteoporosemedikation erhielten, 33,3 % (3/9) der Patienten mit anamnestisch angegebener Osteoporose ohne weitere Diagnostik oder Medikation entlassen.

3.7.3 Rehabilitationsmaßnahmen

Von den 47 Patienten der Gruppe mit einliegender Hüftendoprothese, die stationär nicht verstarben, nahmen 46,8 % (22/47) eine stationäre Anschlussheilbehandlung in Anspruch. Ambulant wurden 29,8 % (14/47) der Patienten weiterbehandelt. Sieben Patienten (14,9 %), die bereits vor dem stationären Aufenthalt im Pflegeheim lebten, wurden ohne weitere Maßnahmen wieder ins Pflegeheim entlassen. Drei Patienten (6,4 %) wurden in die Kurzzeitpflege aufgenommen, wovon ein Patient zuvor und ein Patient anschließend eine stationäre Anschlussheilbehandlung antraten. Drei Patienten (6,4 %) nahmen laut Aktenaufzeichnungen keine Rehabilitationsmaßnahmen in Anspruch.

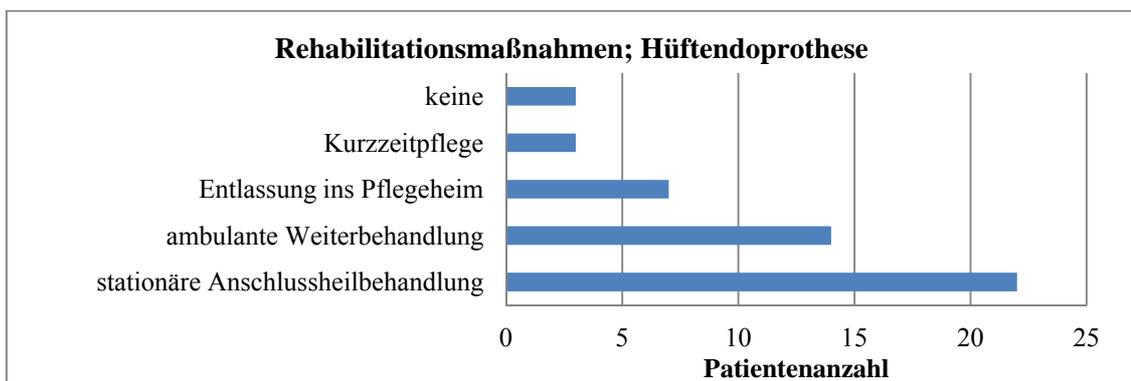


Abb. 49: Rehabilitationsmaßnahmen nach periprothetischer Fraktur bei einliegender Hüftendoprothese (n = 47)

70,6 % (12/17) der Patienten mit einliegender Knieendoprothese traten eine stationäre Anschlussheilbehandlung an, während 11,8 % (2/17) ambulant weiterbehandelt wurden. Drei Patienten (17,6 %) wurden zunächst in die Kurzzeitpflege entlassen, wovon einer stationär und einer ambulant weiterbehandelt wurden. Eine Patientin (5,9 %) musste ihre Häuslichkeit aufgeben und in ein Pflegeheim ziehen und eine Patientin lehnte eine Rehabilitationsmaßnahme ab.

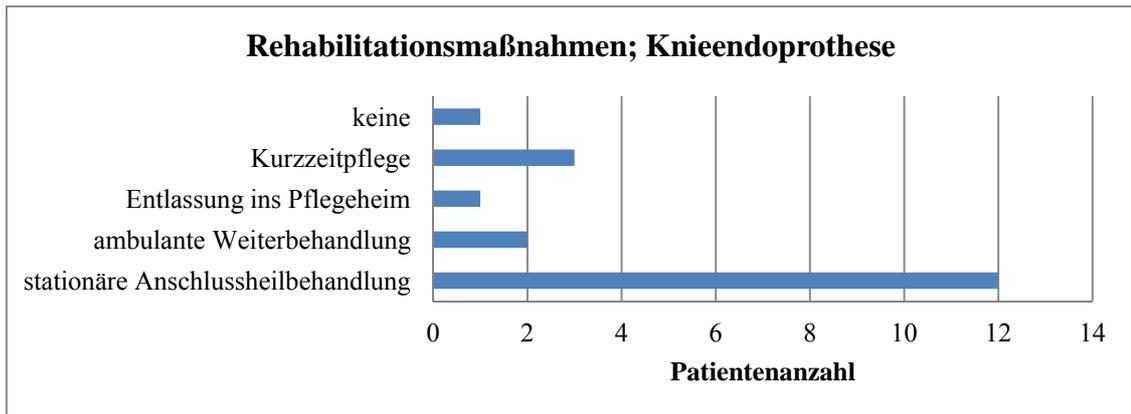


Abb. 50: Rehabilitationsmaßnahmen nach periprothetischer Fraktur bei einliegender Knieendoprothese (n = 17)

3.7.4 Wohnsituation nach der Entlassung

Bei 42 von 47 stationär nicht verstorbenen Patienten mit einliegender Hüftendoprothese waren Informationen zur postoperativen Wohnsituation verfügbar. 83,0 % (39/47) der Patienten kehrten in ihr gewohntes Umfeld, nämlich 57,4 % (27/47) der Patienten in die Häuslichkeit und 25,5 % (12/47) der Patienten in ein Pflegeheim, zurück. 6,4 % (3/47) der Patienten wurden zwischenzeitlich in der Kurzzeitpflege betreut.

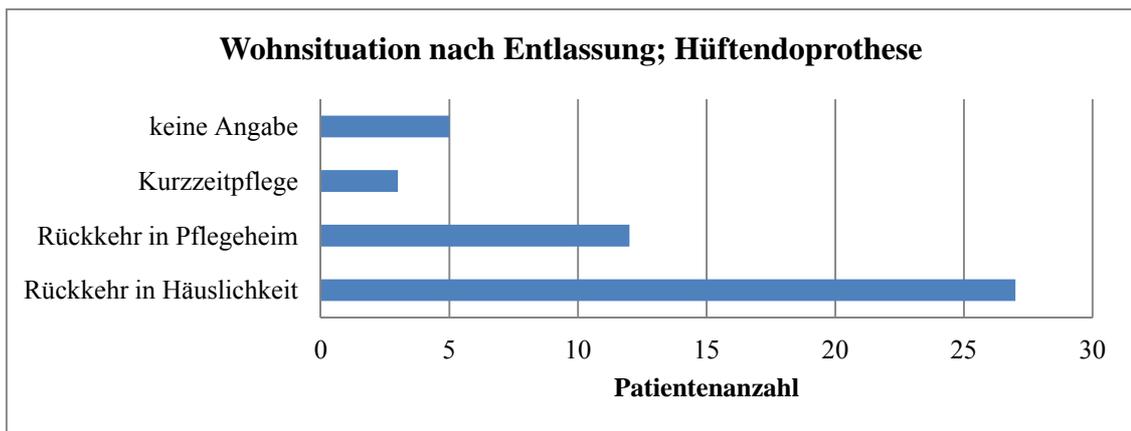


Abb. 51: Wohnsituation nach Entlassung bei Patienten mit einliegender Hüftendoprothese (n = 47)

Bei 16 von 17 Patienten mit einliegender Knieendoprothese und periprothetischer Fraktur war die postoperative Wohnsituation angegeben. 70,6 % (12/17) der Patienten kehrten in ihr häusliches Umfeld zurück. 17,6 % (3/17) der Patienten wurden in die Kurzzeitpflege entlassen und 5,9 % (1/17) der Patienten mussten die Häuslichkeit aufgeben und in ein Pflegeheim ziehen.

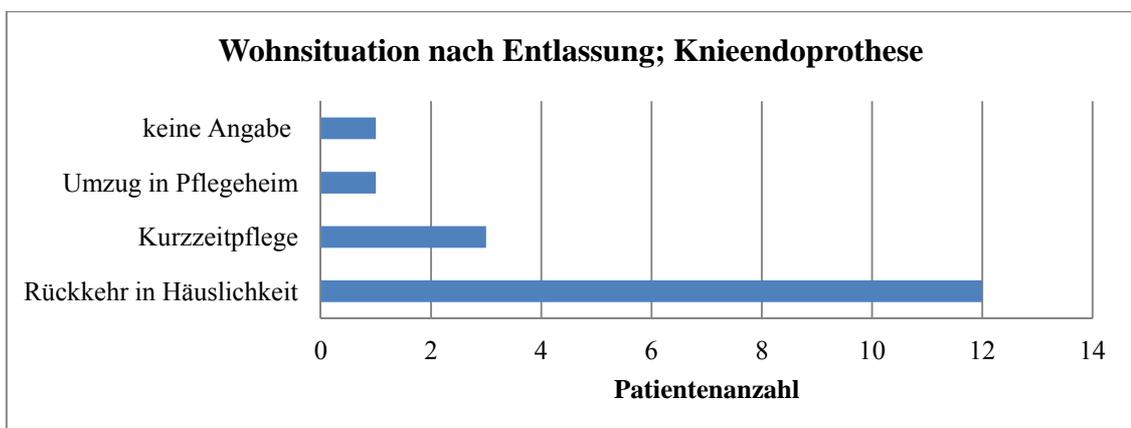


Abb. 52: Wohnsituation nach Entlassung bei Patienten mit einliegender Knieendoprothese (n = 17)

4 Diskussion

Die periprothetische Fraktur stellt eine seltene, jedoch schwerwiegende Komplikation nach Endoprothesenimplantation dar. Das Patientengut zeichnet sich durch ein hohes Lebensalter und eine hohe Rate an Vorerkrankungen aus, was eine sorgfältige Therapieplanung unter Berücksichtigung von Risikofaktoren nötig macht, um Komplikationen zu vermeiden.

Studien zu periprothetischen Femurfrakturen zeigen sich hinsichtlich der demografischen Daten des Patientengutes konform und stimmen auch mit den Ergebnissen dieser Arbeit überein. So ist der überwiegende Teil der Patienten in diesen Studien mit 55-93 % weiblich (Culp et al. 1987; Beals und Tower 1996; Althausen et al. 2003; Bezwada et al. 2004; Gruner et al. 2004; Korbel et al. 2013; Lizaur-Utrilla et al. 2013), was sich mit dem Anteil weiblicher Patienten mit periprothetischer Fraktur in der vorliegenden Studie von 64,8 % nach Hüftendoprothesenimplantation und 76,5 % nach Knieendoprothesenimplantation deckt. Die Gründe für einen hohen Anteil an Frauen mit periprothetischen Frakturen können zum einem darin gesehen werden, dass Endoprothesen generell häufiger bei Frauen implantiert werden (Statistisches Bundesamt 2014) und zum anderen in dem vermehrten Auftreten von Osteoporose bei Frauen (Franklin und Malchau 2007).

Das Durchschnittsalter der Patienten mit periprothetischer Fraktur war mit 80,9 Jahren nach Hüftarthroplastik und mit 76,2 Jahren nach Kniearthroplastik in dieser Studie im Vergleich zur Literatur höher. Hier finden sich durchschnittliche Altersangaben von 67 bis 78 Jahren ebenso bei einliegender Hüftendoprothese (Beals und Tower 1996; Gruner et al. 2004; Lindahl et al. 2005) wie auch bei einliegender Knieendoprothese (Bezwada et al. 2004, Culp et al. 1987, Platzer et al. 2010).

Nur bei einem geringen Anteil der Patienten fand sowohl die Prothesenimplantation als auch später die Versorgung der periprothetischen Fraktur in der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie der Universitätsmedizin Göttingen statt. Dies macht deutlich, dass die Behandlung periprothetischer Frakturen oftmals von kleinen Krankenhäusern, in denen die Prothesen implantiert werden, auf Zentren verlagert wird. Dies bietet den Vorteil, dass die meist notwendige schwierige Operation

von Spezialisten durchgeführt wird (Tsiridis et al. 2003). Gleichzeitig stellt die Überweisung der Patienten für die kleinen Krankenhäuser auch eine finanzielle Entlastung dar, weil die Frakturversorgung oft mit einer langen Aufenthaltsdauer der Patienten und einem umfangreichen Komplikationsmanagement verbunden ist. Die Durchführung des Eingriffs durch Spezialisten kann Komplikationen vermeiden und die Kosten der Versorgung so insgesamt verringern (Phillips et al. 2011).

Bei den einliegenden Prothesen in dieser Studie handelte es sich überwiegend um Primärimplantate. 14,8 % der Hüftendoprothesen und 11,8 % der Knieendoprothesen waren Revisionsprothesen. Die Hüftimplantate waren, unabhängig ob Primär- oder Revisionsfall, zu einem größeren Teil nicht zementiert. Die Femurkomponente der Knieprothesen zeigte sich bis auf einen kleinen Teil der Primärimplantate zementiert.

Sowohl die Revisionsprothese als auch die zementfrei verankerte Prothese werden in der Literatur als Risikofaktor für das Auftreten einer periprothetischen Femurfraktur gesehen. Die Inzidenz der periprothetischen Fraktur wird in der Literatur nach erfolgter Revision sowohl bei Hüft- als auch bei Knieendoprothesen höher angegeben als nach Primärprothesenimplantation (Merkel und Johnson 1986; Kavanagh 1992; Lindahl et al. 2005; Singh et al. 2013). Die im Revisionsfall vorangegangenen operativen Eingriffe können Defekte im Operationsgebiet hinterlassen, die die periprothetische Fraktur begünstigen. (Beals und Tower 1996).

Singh et al. fanden in einer Studie 2013 heraus, dass für zementierte Hüftprothesen nach dem ersten postoperativen Jahr ein 30 % kleineres Frakturrisiko bestand als für unzementierte Hüftprothesen (Singh et al. 2013). Mc Graw et al. präsentierten 2013 eine Studie in der es im Beobachtungszeitraum nach Einsetzen von Hüftprothesen nach Schenkelhalsfrakturen bei 4 % der unzementierten Prothesen zu einer periprothetischen Fraktur kam, während bei den zementierten Hüftendoprothesen keine Frakturen auftraten (McGraw et al. 2013).

Bei der Betrachtung der Prothesenstandzeiten zum Frakturzeitpunkt gingen die Ergebnisse der vorliegenden Studie bei Hüft- und Knieendoprothesen auseinander. Die Hüftprothesen lagen im Durchschnitt 8,3 Jahre bis zur Fraktur in situ, wobei sich in der Literatur etwas niedrigere Angaben zwischen 4,7 Jahren und 7,3 Jahren für ein gemisch-

tes Patientenkollektiv mit Primär- und Revisionsprothesen finden (Beals und Tower 1996; Cook et al. 2008; Korbel et al. 2013). Die vorliegende Studie brachte hervor, dass die Revisionsprothesen im Durchschnitt mit 11,7 Jahren länger einlagen als die Primärprothesen mit 7,7 Jahren. Während sich die Standzeiten für Primärprothesen in der Literatur bestätigen (Ruiz et al. 2000; Lindahl et al. 2005), werden für Revisionsprothesen kürzere Standzeiten von 3,9 Jahren angegeben (Lindahl et al. 2005). Lindahl et al. fanden zudem heraus, dass sich die Standzeit der Revisionsprothesen mit der Anzahl der Revisionen weiter verkürzt (Lindahl et al. 2005).

Besonders kurze Standzeiten von bis zu einem halben Jahr traten in dieser Studie fast ausschließlich bei Patienten mit unzementierten Primärprothesen auf, bei denen niedrigerenergetische oder spontane Frakturmechanismen zu einer Fraktur im Bereich des Schaftes führten. Frakturen unterhalb des Prothesenschaftes traten in dieser ersten Phase nicht auf. Auch in anderen Studien wurden kurze Standzeiten unzementierter Prothesen beobachtet und die frühzeitige Fraktur auf die Schaffung von kortikalen Schwachstellen im Bereich des Prothesenschaftes beim Einsetzen des Implantates zurückgeführt (Beals und Tower 1996).

Im Gegensatz zu den Hüftendoprothesen lagen die Knieendoprothesen im Durchschnitt nur 4,8 Jahre ein. Hier zeigt der Literaturvergleich Standzeiten von 2,9 bis 8 Jahren (Culp et al. 1987; Althausen et al. 2003). Während die Revisionsprothesen in der vorliegenden Studie nur 0,8 Jahre bis zur Fraktur in situ lagen, kamen die Primärprothesen auf durchschnittliche Standzeiten von 5,3 Jahren. Lizaur-Utrilla et al. veröffentlichten 2013 eine Studie mit 28 periprothetischen Femurfrakturen nach Kniegelenkersatz mit durchschnittlichen Standzeiten von 7,3 Jahren für Knieprimärprothesen und 2,8 Jahren für Knierevisionsprothesen (Lizaur-Utrilla et al. 2013).

Niedrigerenergetische Traumata, allen voran häusliche Stürze, stellten mit 85,2 % der Frakturen nach Hüftarthroplastik und 76,5 % der Frakturen nach Kniearthroplastik die überragende Frakturursache dar, was sich im Literaturvergleich bestätigt (Merkel und Johnson 1986; Beals und Tower 1996; Althausen et al. 2003; Bezwada et al. 2004; Lindahl et al. 2005). Daher ist ein Augenmerk in der Prävention des Großteils der periprothetischen Frakturen auf eine barriere- und hindernisfreie häusliche Umgebung

(Rosen et al. 2013) sowie die Abklärung innerer Ursachen für Stürze, wie Schwindel oder Synkopen, und eine Fallprävention im Sinne eines Kraft- und Gleichgewichtstrainings für ältere Menschen zu richten (Campbell et al. 1997). Ebenso müssen Stürze im stationären Umfeld Beachtung finden, um frühe Komplikationen nach Prothesenimplantation zu verhindern. Sie waren für 5,6 % der Frakturen nach Hüftprothesenimplantation und 11,8 % der Frakturen nach Knieprothesenimplantation in der vorliegenden Studie verantwortlich.

Hochenergetische Traumata machten 7,4 % der Frakturen bei einliegender Hüftendoprothese und 23,5 % der Frakturen bei einliegender Knieendoprothese aus. Auffällig war, dass die Patienten, die diese größeren Traumata erlitten, zwischen 50 und 82 Jahren alt und im Durchschnitt 10 Jahre jünger waren als das Gesamtkollektiv. In der Literatur wird ein erhöhtes Risiko für das Auftreten einer Prothesenlockerung und damit einhergehend dem Risiko für eine periprothetische Fraktur für jüngere, gelenkersatztragende Patienten beschrieben, die einen aktiveren Lebensstil pflegen (Lindahl et al. 2006b; Singh et al. 2013). Ebenso wird auf die steigende Zahl an Patienten mit periprothetischen Frakturen verwiesen, die auch im hohen Alter noch sehr mobil sind (Lindahl 2007). Diese Tendenzen lassen sich auch in der vorliegenden Studie beobachten.

Spontan aufgetretene periprothetische Frakturen fanden sich mit 5,6 % nur in der Gruppe der Hüftendoprothesen. Auch in anderen Studien wurden keine spontanen periprothetischen Frakturen nach Kniegelenkersatz beschrieben (Culp et al. 1987; Althausen et al. 2003; Bezwada et al. 2004).

Die Einteilung der periprothetischen Frakturen im Zusammenhang mit einer einliegenden Hüftendoprothese nach der Vancouver-Klassifikation ergab, dass 9,3 % der Frakturen der Klasse A, 74,1 % der Klasse B und 16,7 % der Klasse C zugeordnet werden konnten, was sich annähernd mit den Werten in der Literatur deckt (Lindahl et al. 2005; Korbel et al. 2013). Lindahl et al. fanden zudem heraus, dass bei Primärprothesen die Frakturen der Klasse B₂ überwogen, während bei Revisionsprothesen mehr Frakturen der Klasse B₁ auftraten. Als Ursache für die geringere Rate an Prothesenlockerungen bei Revisionsprothesen sehen Sie die kürzeren Standzeiten der Revisionsprothesen bis zur Fraktur (Lindahl et al. 2005). Zwar kommt die vorliegende Studie zu dem gleichen

Ergebnis bezüglich der Verteilung der Primär- und Revisionsprothesen in den Vancouver-Klassen, jedoch zeigten die Revisionsprothesen hier gerade längere Standzeiten.

Bei den periprothetischen Frakturen bei einliegender Knieendoprothese handelte es sich in der vorliegenden Untersuchung in 11,8 % der Fälle um Frakturen der Rorabeck-Klasse 1 und in 88,2 % der Fälle um Frakturen der Rorabeck-Klasse 2. Andere Studien zeigen ebenfalls ausschließlich (Althausen et al. 2003) oder größtenteils (Lizaur-Utrilla et al. 2013) Frakturen der Rorabeck-Klasse 2. Somit gingen die suprakondylären periprothetischen Femurfrakturen im Vergleich zur periprothetischen Fraktur bei einliegender Hüftendoprothese meist ohne Lockerung der Prothese einher.

Über die Hälfte der Patienten nach Hüftendoprothesenimplantation (51,9 %) wurde in die ASA-Klasse 3 oder 4 eingestuft und litt somit an schweren Vorerkrankungen, welche in der Therapieplanung berücksichtigt werden mussten. Diese hohe Rate an Patienten mit einer Einstufung in die ASA-Klasse 3 oder 4 findet sich auch in anderen Studien (Langenhan et al. 2013; Singh et al. 2013). Patienten nach Knieendoprothesenimplantation wurden zu 29,4 % der ASA-Klasse 3 zugeordnet. Dieses Kollektiv wies somit im Vergleich weniger schwer erkrankte Patienten auf und war im Durchschnitt auch 4,7 Jahre jünger.

In der Literatur wird eine ASA-Klasse von 3 oder 4 als Risikofaktor für das Auftreten einer periprothetischen Fraktur diskutiert. Singh fand in einer Kohorte mit 305 periprothetischen Frakturen nach 14065 primären Hüftarthroplastiken ein doppelt so hohes Risiko für eine periprothetische Fraktur bei einer ASA-Klasse von 3 oder 4. Der Zusammenhang wird in einem erhöhten Frakturrisiko durch eine allgemeine Schwächung bei einer schweren Vorerkrankung gesehen (Singh et al. 2013).

Wie die Einteilung in die Klassen der ASA vermuten lässt, bot das Patientenkollektiv dieser Studie ein breitgefächertes Spektrum an Vorerkrankungen. Am häufigsten waren die Patienten von kardiovaskulären Vorerkrankungen betroffen, was sich auch in Studien zu Vorerkrankungen bei älteren Traumapatienten widerspiegelt (Perdue et al. 1998; Nast-Kolb et al. 2000). Einzelne Vorerkrankungen, die in der Literatur als Risikofaktor für das Auftreten einer periprothetischen Fraktur diskutiert werden, sind die Osteopenie bzw. Osteoporose (Beals und Tower 1996; Wu et al. 1999; Lizaur-Utrilla et al. 2013)

sowie die rheumatoide Arthritis als Ursache für die Implantation der Hüftendoprothese (Lindahl et al. 2005). Während nur je ein Patient der beiden Gruppen an einer rheumatoiden Arthritis litt und diese als Ursache für die Primärprothesenimplantation nicht nachzuweisen war, spielte die Osteoporose als Vorerkrankung eine größere Rolle. Bei 29,6 % der Patienten mit periprothetischer Fraktur nach Hüftarthroplastik und sogar bei 52,9 % der Patienten mit periprothetischer Fraktur nach Kniearthroplastik war laut Aktenaufzeichnungen zum Frakturzeitpunkt eine Osteoporose bekannt. Jedoch nahmen nur 18,8 % (3/16) bzw. 44,4 % (4/9) dieser Patienten antiosteoporotisch wirkende Präparate ein. Studien belegen, dass ein vermindertes Risiko für nichtvertebrale Frakturen durch die Einnahme von Vitamin D und Calcium (Chapuy et al. 1992; Dawson-Hughes et al. 1997; DIPART (vitamin D Individual Patient Analysis of Randomized Trials) Group 2010), ebenso wie durch antiresorptiv wirkende Substanzen besteht (McClung et al. 2001; Hochberg et al. 2002). In der Literatur wird auf eine medikamentöse Versorgungslücke in der Antiosteoporosetherapie in Deutschland wie auch international verwiesen (Götte und Dittmar 2001; Giangregorio et al. 2006; Häussler et al. 2006). Hier zeigt sich noch ein großer Behandlungsspielraum, der zur Prävention der periprothetischen Fraktur beitragen könnte (Cook et al. 2008).

Ebenso bestehen Lücken in der Osteoporosetherapie zur Vorbeugung erneuter Frakturen nach einem Frakturgeschehen. In der Vergangenheit zeigten Studien, dass während eines Krankenhausaufenthaltes zur Behandlung einer Fraktur des proximalen Femurs oft nur in unzureichender Weise diagnostische Maßnahmen zur Erkennung einer Osteoporose oder eine medikamentöse Therapie zur Behandlung einer manifesten Osteoporose eingeleitet wurden (Kamel et al. 2000; Follin et al. 2003). Auch im Patientengut der vorliegenden Studie fand sich in diesem Bereich eine Unterversorgung. Bei den Patienten mit periprothetischer Fraktur nach Hüftgelenkersatz wurden keine Knochendichtemessungen vorgenommen und bei drei Patienten wurde eine antiosteoporotisch wirkende Medikation eingeleitet. Somit wurden 62,5 % (10/16) der Patienten, die in der Anamnese eine Osteoporose angaben, ohne bestehende oder neu eingeleitete Antiosteoporosetherapie entlassen. Unter den Patienten mit periprothetischer Fraktur nach Kniearthroplastik wurde in drei Fällen eine Knochendichtemessung durchgeführt

und 33,3 % (3/9) der Patienten mit anamnestisch angegebener Osteoporose wurden ohne weitere Diagnostik oder Medikation entlassen.

Die Behandlung der periprothetischen Frakturen wich in dieser Studie nur in wenigen Fällen von einem Therapiealgorithmus ab, der auf Grundlage der Vancouver-Klassifikation erstellt wurde und von vielen Autoren unterstützt wird (Holley et al. 2007; Mückley 2011; Korbel et al. 2013). Eine Fraktur des Trochanter minor (A_L) wurde anstatt konservativ aufgrund einer vorbestehenden Prothesensinterung mit einem Schaftwechsel versorgt. Bei drei Frakturen des Typs B₁ wurde aufgrund des Frakturverlaufs statt einer plattenosteosynthetischen Versorgung eine konservative Therapie vorgezogen und in einem Fall aufgrund einer Prothesenbeschädigung ein Schaftwechsel durchgeführt.

Von der Rorabeck-Klassifikation, die zur Einteilung der periprothetischen Frakturen nach Kniearthroplastik benutzt wurde, lässt sich ebenso ein Therapiealgorithmus ableiten, der in der Literatur unterstützt wird (Dennis 2001; Erhardt und Kuster 2010). Alle Patienten wurden operativ, plattenosteosynthetisch, versorgt. Anders als in der Literatur befürwortet (Althausen et al. 2003; Erhardt und Kuster 2010), wurden die plattenosteosynthetischen Versorgungen der Frakturen des Typs Rorabeck 1 und 2 jedoch in der vorliegenden Studie größtenteils nicht in minimalinvasiver Technik ausgeführt. Nur zwei Frakturen der Rorabeck-Klasse 2 (11,8 %, (2/17)) wurden 2007 und 2009 minimalinvasiv mit winkelstabilen Platten und Kirschner-Drähten versorgt. Im Verlauf traten in diesen beiden Fällen keine chirurgischen Komplikationen im Frakturbereich auf. Chirurgische Komplikationen traten im Verlauf bei 33,3 % der Patienten nach Hüftarthroplastik auf. Ein Literaturvergleich fällt aufgrund des unterschiedlichen Studiendesigns, des Nachverfolgungszeitrahmens und der Gliederung in chirurgische und allgemeine Komplikationen schwer. An dieser Stelle sei angemerkt, dass die uneinheitlichen Nachverfolgungszeiträume der Patienten sicher eine Schwachstelle des Untersuchungsmaterials darstellen, da nicht alle Patienten bis zur endgültigen Frakturheilung verfolgt wurden. Beals und Tower stuften das Therapieergebnis von 52 % der 86 Patienten in ihrer Studie als schlecht ein und nannten als Gründe eine Prothesenlockerung, eine ausbleibende Verheilung der Fraktur, eine Wundinfektion, eine neue Fraktur oder

eine schwere Deformierung oder Verkürzung des Beines (Beals und Tower 1996). Im Patientengut dieser Studie traten mit 11,1 % aller Fälle am häufigsten Hüftgelenksluxationen auf, gefolgt von Hämatomen und Gefäßkomplifikationen sowie Refrakturen und Pseudarthrosen mit je 7,4 % der Fälle. Prothesenlockerungen traten bei 5,6 % der Patienten auf, ebenso wie Fragmentdislokationen des Trochanter major. Ein Versagen des Osteosynthesematerials, Wundinfekte und Nervenschädigungen traten nur in 1,9 % der Fälle auf.

Schaftwechsel zogen in 42,9 % der Fälle – und somit am häufigsten – eine chirurgische Komplikation nach sich. Hüftgelenksluxationen (23,8 %), sowie Resorptionssäume mit Prothesenlockerung (14,3 %) stellten dabei das Hauptkomplikationspektrum dar. Probst et al. untersuchten in ihrer Metaanalyse 2003 das postoperative Komplikationspektrum bei 276 Schaftwechseln aus 31 Publikationen nach periprothetischer Fraktur und fanden insgesamt eine postoperative Komplikationsrate von 19 % (Probst et al. 2003), wobei mit 8 % am häufigsten Prothesenlockerungen und Dislokationen auftraten, was sich prozentual mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie deckt. Luxationen wurden bei Probst et al. in 3 % der Fälle nachgewiesen. Diese traten im vorliegenden Patientengut mit 23,8 % deutlich häufiger auf. Die hohe Anzahl an Luxationen kann auf Fehlimplantationen der Prothesen bei einer Zerstörung des Femurs durch die Fraktur zurückzuführen sein, wenn keine Orientierung an knöchernen Landmarken mehr möglich war. Dagegen zeigten sich bei Probst et al. auch in 3 % der Fälle Pseudarthrosen, welche im vorliegenden Patientenkollektiv mit Schaftwechsel nicht auftraten. Springer et al. fanden in einer Studie 2003 mit 118 Revisionsfällen nach periprothetischer Fraktur in 116 Patienten heraus, dass die häufigsten Komplikationen eine aseptische Lockerung der Revisionskomponente, eine verzögerte Frakturheilung und eine tiefe Infektion darstellen (Springer et al. 2003). Der durchschnittliche Nachbeobachtungszeitraum betrug allerdings 5,4 Jahre, sodass deutlich mehr Spätkomplifikationen als in der vorliegenden Studie berücksichtigt werden konnten.

In der vorliegenden Studie waren 23,1 % der Patienten, die mit einer Osteosynthese versorgt wurden, von einer chirurgischen Komplikation im Frakturbereich betroffen. Am häufigsten handelte es sich dabei mit 11,5 % (3/26) um Pseudarthrosen und

Refrakturen. Rupprecht et al. beobachteten in einem Patientenkollektiv mit 86 plattenosteosynthetisch versorgten periprothetischen Femurfrakturen nach Hüftarthroplastik insgesamt eine Komplikationsrate von 17,5 %, wobei mit 7 % aller Fälle am häufigsten Pseudarthrosen auftraten. Winkelstabile und konventionelle Plattenosteosynthesen waren gleich häufig von Komplikationen betroffen (Rupprecht et al. 2008). Probst et al. fanden in ihrer Metaanalyse mit 213 plattenosteosynthetischen Versorgungen nach periprothetischer Fraktur mit 31 % die höchste postoperative Komplikationsrate nach der Therapieform der Plattenosteosynthese. Auch sie berichten über einen hohen Anteil an Pseudarthrosen und Implantatversagen (Probst et al. 2003).

Bei konservativer Therapie wurden in der vorliegenden Studie nur bei einem Patienten mechanische Komplikationen dokumentiert. Hier traten multiple Luxationen auf. Insgesamt zeigte sich die Komplikationsrate mit 14,3 % im Vergleich zu den anderen Therapieverfahren am geringsten. Dies könnte auf die sorgfältige Therapieabwägung zurückzuführen sein, da nur Frakturen der Vancouver-Klassen A_G, A_L und B₁ für ein konservatives Verfahren ausgewählt wurden, deren Komplexität gering war. Der schlechte Gesundheitszustand eines Patienten spielte in der vorliegenden Studie für die Auswahl des konservativen Verfahrens weniger eine Rolle, sodass alle Patienten das für ihre Situation am besten geeignete Verfahren erhielten.

Die Patienten mit periprothetischer Fraktur in Nähe zu einer einliegenden Knieendoprothese zeigten in dieser Studie zu 41,2 % chirurgische Komplikationen. Am häufigsten traten mit 17,6 % Refrakturen oder Pseudarthrosen auf. Je 11,8 % der Patienten waren von Wundinfektionen, Weichgewebeirritationen oder einem Versagen des Osteosynthesematerials betroffen. Ebraheim et al. führten 2012 eine Studie mit 27 Patienten durch, die nach periprothetischer suprakondylärer Femurfraktur nach Kniearthroplastik mit winkelstabilen Platten osteosynthetisch versorgt wurden, und fanden ebenfalls eine hohe Komplikationsrate von 37 %. In 26 % versagte die Osteosynthese, in 7,4 % kam es aufgrund von Infektionen zu einer verzögerten Frakturheilung und in 3,7 % trat keine Frakturheilung ein (Ebraheim et al. 2012). Herrera et al. führten 2008 eine Metaanalyse von 29 Studien durch, in denen suprakondyläre Femurfrakturen bei einliegender Knieendoprothese versorgt wurden. Sie fanden bei neueren

Verfahren wie der intramedullären Marknagelung und der winkelstabilen Plattenosteosynthese deutlich niedrigere Komplikationsraten als bei konventionellen Plattenosteosynthesen. So fanden sich bei winkelstabiler Plattenosteosynthese in 5,3 % der Fälle Infektionen und in 3,5 % ein Versagen der Osteosynthese (Herrera et al. 2008). Auch im vorliegenden Patientengut war die chirurgische Komplikationsrate mit 20,0 % nach winkelstabiler Plattenosteosynthese gegenüber 25,0 % nach nicht winkelstabiler Plattenosteosynthese bei einliegender Hüftendoprothese und mit 27,3 % nach winkelstabiler Plattenosteosynthese gegenüber 66,7 % nach nicht winkelstabiler Plattenosteosynthese bei einliegender Knieendoprothese geringer.

22,2 % der Patienten mit periprothetischer Fraktur bei einliegender Hüftendoprothese mussten sich aufgrund einer chirurgischen Komplikation mindestens einer Revisionsoperation unterziehen. 23,8 % der Schaftwechsel, 23,1 % der Osteosynthesen und 14,3 % der konservativ versorgten Fälle waren betroffen.

Lindahl et al. veröffentlichten 2005 eine Studie mit Daten von 1049 Patienten aus dem schwedischen Hüftersatzregister nach der sich 23 %, der nach periprothetischer Fraktur versorgten Patienten, einer weiteren Operation unterziehen mussten (Lindahl et al. 2005). Dieses Ergebnis deckt sich mit der in dieser Studie gefundenen Rate. Jedoch traten bei Lindahl et al. nur 44,5 % der Zweiteingriffe im ersten Jahr nach Ersteinriff auf (Lindahl et al. 2005). Die in der vorliegenden Studie dokumentierten Zweiteingriffe traten dagegen bereits zu 92,3 % im ersten Jahr nach periprothetischer Fraktur auf, was vermuten lässt, dass einige Spät komplikationen nicht erfasst wurden. Zudem fanden Lindahl et al. in einer anderen Studie eine deutlich höhere Revisionsrate nach plattenosteosynthetischer Versorgung der Fraktur gegenüber einem Schaftwechsel, was sich in dieser Studie nicht widerspiegelt. Lindahl et al. geben als Begründung der hohen Versagensrate bei plattenosteosynthetischer Versorgung eine übersehende Prothesenlockerung an, die im Verlauf zu Komplikationen führte (Lindahl et al. 2006a).

Die Revisionsrate nach Versorgung periprothetischer Femurfrakturen bei einliegender Knieendoprothese lag in dieser Studie bei 29,4 %. 5,9 % der osteosynthetischen Versorgungen wurden aufgrund einer Refraktur und Pseudarthrose und je 11,8 % aufgrund eines Versagens der Osteosynthese oder einer Infektion revidiert. Herrera et al. fanden

in ihrem Review mit 415 Fällen insgesamt eine Revisionsrate von 13 %. Aufgrund eines Versagens der Osteosynthese mussten 4 % der Therapieergebnisse revidiert werden und 3 % der Fälle zogen eine Infektion nach sich, die eine Revision erforderte (Herrera et al. 2008). Healy et al. berichten in einer Studie mit 20 suprakondylären periprothetischen Femurfrakturen von einer Revisionsrate von 10 % aufgrund eines Versagens der Osteosynthese und verzögerter Frakturheilung (Healy et al. 1993). Hoffmann et al. fanden bei 36 Frakturen eine Revisionsrate von 33,3 % (Hoffmann et al. 2012).

In der vorliegenden Studie war auffällig, dass die Patienten, die sich später einer Revisionsoperation unterziehen mussten, hohe Operationszeiten bei der Frakturversorgung aufwiesen. Hier lässt sich aufgrund der fehlenden Studienlage nur spekulieren, dass sich diese Fälle schon während der Operation als komplex darstellten und damit ein hohes Komplikationspotential bargen. In der Patientengruppe mit einer Fraktur nach Kniearthroplastik ließ sich jedoch kein Zusammenhang zwischen der Operationszeit und einem sekundärem Eingriff nachweisen.

Die Patienten mit einer periprothetischen Fraktur in Nähe zur Hüftendoprothese zeigten zu 48,1 % im postoperativen stationären Verlauf allgemeine Komplikationen. Akut lebensbedrohliche kardiovaskuläre oder respiratorische Komplikationen entwickelten sich in 20,4 % der Fälle, die zu 63,6 % tödlich verliefen. Des Weiteren litten 14,8 % der Patienten an einer Infektion außerhalb des Operationsgebietes, 9,3 % der Patienten an einer Elektrolytstörung, 5,6 % der Patienten an einer Lungenentzündung und 18,5 % der Patienten zeigten sonstige Komplikationen. Ein Literaturvergleich fällt aufgrund unterschiedlicher Ein- und Ausschlusskriterien schwer. Lindahl et al. berichteten von einer postoperativen stationären Komplikationsrate von 18 %, schlossen dabei aber schwere allgemeine Komplikationen und schwere lokale Komplikationen im Frakturbereich ein (Lindahl et al. 2005). Probst et al. fanden in ihrer Metaanalyse eine allgemeine Komplikationsrate von 2 % nach Plattenosteosynthese und von 4 % nach Schaftwechsel, schlossen dabei aber nur die Krankheitsbilder Thrombose, Lungenembolie, Apoplex, Parese und Gangrän sowie das Versterben in die Auswertung ein (Probst et al. 2003).

Auffällig in der vorliegenden Studie ist, dass die Patienten mit periprothetischer Fraktur bei einliegender Knieendoprothese deutlich weniger allgemeine Komplikationen im Verlauf entwickelten. Sie waren weder von akut lebensbedrohlichen Komplikationen noch von Pneumonien betroffen. In der Literatur wird ebenso wenig über allgemeine Komplikationen im Zusammenhang mit periprothetischen Frakturen nach Kniegelenkersatz berichtet (Platzer et al. 2010; Lizaur-Utrilla et al. 2013). Ursächlich könnte die höhere Invasivität der Versorgung periprothetischer Frakturen nach Hüftgelenkersatz, insbesondere bei Schaftwechseln, sein. In der vorliegenden Studie trat die höchste Rate an lebensbedrohlichen Komplikationen in der Gruppe der Patienten mit Hüftendoprothese nach Schaftwechseln auf.

So zeichnet sich in der vorliegenden Studie das Bild ab, dass es sich bei den Patienten mit einliegender Knieendoprothese gegenüber den Patienten mit einliegender Hüftendoprothese um ein jüngeres Klientel mit weniger Vorerkrankungen und einer geringeren allgemeinen Komplikationsrate handelt. Auch bei der Betrachtung der Intensivpflichtigkeit spiegelt sich dieses wider. Während unter den Patienten mit Knieendoprothese 58,8 % auf der Intensivstation behandelt wurden und niemand länger als zwei Tage dort verblieb, mussten 74,1 % der Patienten mit Hüftendoprothese auf der Intensivstation therapiert werden. 5,6 % der Patienten wurden erst nach mehr als zwei Tagen entlassen und 9,3 % der Patienten verstarben nach zwei bis fünf Tagen auf der Intensivstation.

Erythrozytenkonzentrate erhielten im perioperativen Verlauf 83 % der operativ versorgten Patienten mit periprothetischer Fraktur nahe einer einliegenden Hüftendoprothese. Der Durchschnitt bezogen auf das operativ versorgte Kollektiv lag bei 5,8. Während osteosynthetisch versorgte Patienten durchschnittlich 4,2 Konzentrate erhielten, wurden bei Schaftwechseln 7,8 Konzentrate verabreicht. In der Literatur finden sich niedrigere Angaben von durchschnittlich 1,4 verabreichten Erythrozytenkonzentraten bei Verwendung des LISS (Gruner et al. 2004) und 6 perioperativ verabreichten Erythrozytenkonzentraten bei Prothesenwechseln (Langenhan et al. 2013).

Im Gegensatz dazu wurden in dieser Studie nur 64,7 % der Patienten mit einer periprothetischen Fraktur nach einer Knieprothesenimplantation mit Erythrozytenkonzentraten versorgt. Durchschnittlich erhielten sie 2,4 Konzentrate.

Die Betrachtung der Erythrozytenkonzentratgabe unter Berücksichtigung sich entwickelnder Komplikationen ergab nur Auffälligkeiten im Patientenkollektiv mit periprothetischer Fraktur nach Hüftarthroplastik. Die durchschnittliche Gabe an Erythrozytenkonzentraten lag bei plattenosteosynthetisch versorgten Patienten mit chirurgischer Komplikation bei 8,7, während plattenosteosynthetisch versorgte Patienten ohne Komplikationen nur 2,9 Erythrozytenkonzentrate erhielten. Bei Schaftwechseln lag der Unterschied mit 8,6 bei Patienten mit chirurgischer Komplikation zu 7,2 bei Patienten ohne chirurgische Komplikation nur wenig höher. Patienten, die im Verlauf keine allgemeinen Komplikationen entwickelten, erhielten durchschnittlich 4,4 Erythrozytenkonzentrate. Patienten, die Pneumonien entwickelten, erhielten dagegen 9,7 Erythrozytenkonzentrate und Patienten mit lebensbedrohlichen Komplikationen 8,9 Erythrozytenkonzentrate. Griffiths et al. veröffentlichten dagegen eine Studie mit 60 Fällen periprothetischer Frakturen nach Hüftprothesenimplantation, in der sie von einer zwar statistisch nicht relevanten, aber höheren Menge an transfundiertem Blut bei Patienten ohne postoperative Komplikationen gegenüber Patienten mit postoperativen Komplikationen berichten (Griffiths et al. 2013).

In der Literatur wird sowohl für proximale Femurfrakturen als auch für periprothetische Femurfrakturen ein Zusammenhang zwischen einem verspäteten Operationszeitpunkt nach der stationären Aufnahme und dem Auftreten von Komplikationen beschrieben (Griffiths et al. 2013; Kostuj et al. 2013). In der vorliegenden Studie wurden 34 % der chirurgisch versorgten Patienten mit einer Hüftendoprothese mehr als 48 Stunden nach der stationären Aufnahme operiert. Chirurgische Komplikationen traten im operativ versorgten Kollektiv überproportional häufig, zu 52,9 %, bei Patienten mit einem Operationszeitpunkt von mehr als 48 Stunden nach Aufnahme auf. Unter den allgemeinen Komplikationen fanden sich verhältnismäßig oft allgemeine Infektionen, Elektrolytstörungen und Pneumonien nach verlängerter Zeit zwischen Aufnahme und Operation. Ein Zusammenhang zwischen verzögerter operativer Versorgung und erhöhter Mortalität

war indes nicht nachzuweisen. Kein Patient, der im Verlauf verstarb, wurde nachweislich mehr als 48 Stunden nach der stationären Aufnahme operiert. Während Griffiths et al. auch keine signifikant erhöhte Sterblichkeit im ersten postoperativen Monat nach der Therapie einer periprothetischen Femurfraktur bei verzögertem Operationszeitpunkt nachweisen konnten (Griffiths et al. 2013), dokumentierten Bhattacharyya et al. eine erhöhte 1-Jahres-Mortalität für Patienten, deren periprothetische Femurfraktur erst mehr als 48 Stunden nach der stationären Aufnahme operativ versorgt wurde (Bhattacharyya et al. 2007).

Die Klinikletalität betrug im Patientenkollektiv mit einer periprothetischen Fraktur nahe einer Hüftendoprothese in dieser Studie 13,2 %. Im Vergleich zur Literatur handelt es sich dabei um eine hohe Rate an Sterbefällen. Jedoch waren die Patienten der vorliegenden Studie, wie bereits genannt, mit 80,9 Jahren auch durchschnittlich älter als in der Literatur beschrieben. Die Bestimmung der 1-Jahres-Mortalität war aufgrund der häufig kurzen Nachverfolgungsperiode nicht möglich. Lindahl et al. berichten in einer Studie mit 1049 periprothetischen Femurfrakturen nach Hüftarthroplastik aus dem Schwedischen Hüfteendoprothesenregister von einer Klinikletalität von 1,2 % und einer 1-Jahres-Mortalität von 9,4 %, wobei die Patienten im Durchschnitt 74 Jahre alt waren (Lindahl et al. 2005). In einer Untersuchung von Bhattacharyya et al. von 106 periprothetischen Femurfrakturen betrug die 1-Jahres-Mortalität 11 % und war damit ähnlich hoch wie die Mortalitätsrate nach Hüftgelenksfraktur in einer Vergleichskohorte. Des Weiteren fanden sie eine geringere Mortalitätsrate nach durchgeführter Revisionsoperation gegenüber osteosynthetischer Versorgung von Frakturen der Vancouver-Klasse B. Sie führen dies auf die Vorteile einer frühen Mobilisierung nach einer Revision zurück (Bhattacharyya et al. 2007). Griffiths et al. fanden in ihrem Patientengut von 60 periprothetischen Femurfrakturen nach Hüftarthroplastik und operativer Therapie eine Sterberate von 10 % im ersten postoperativen Monat bei einem durchschnittlichen Alter der Patienten von 78 Jahren (Griffiths et al. 2013). Die Risikofaktoren für das Versterben während des stationären Aufenthaltes waren in der vorliegenden Studie ein Alter von mindestens 85 Jahren zum Frakturzeitpunkt und eine starke gesundheitliche Vorbelastung, die sich in einer ASA-Klasse von 3 oder 3–4 ausdrückte. Sechs der

sieben Verstorbenen wurden operativ behandelt. Hou et al. berichten in ihrer Studie mit 52 periprothetischen Femurfrakturen nach Kniegelenkersatz ebenfalls von höheren ASA-Klassen bei den im Verlauf verstorbenen Patienten gegenüber den Nicht-Verstorbenen und sehen die einzige Möglichkeit der Reduzierung der Mortalitätsrate in einer frühen Mobilisierung (Hou et al. 2012).

In der Gruppe der Patienten mit periprothetischer Fraktur nach Knieprothesenimplantation lag die Klinikletalität dagegen in dieser Studie bei 0 %. Die oben genannten Risikofaktoren für eine erhöhte Mortalität kamen in dieser Patientengruppe weniger zum Tragen. In der Literatur finden sich unterschiedlich hohe Mortalitätsraten und Nachverfolgungszeiträume, was den Vergleich erschwert. So trat in einer Studie von Lizaur-Utrilla et al. bei 28 periprothetischen suprakondylären Femurfrakturen bei einem Nachverfolgungszeitraum von mindestens fünf Jahren nur eine Mortalitätsrate von 3,5 % auf (Lizaur-Utrilla et al. 2013). Bei Platzer et al. betrug die 1-Jahres-Mortalitätsrate bei 41 periprothetischen Frakturen nach Kniegelenkersatz 7 % (Platzer et al. 2010). Hou et al. fanden in ihrer Studie mit 53 periprothetischen Femurfrakturen nach Kniearthroplastik und osteosynthetischer Versorgung eine Mortalitätsrate von 17,3 % nach den ersten sechs postoperativen Monaten und sehen einen Zusammenhang mit Vorerkrankungen und fehlender frühzeitiger Mobilisierung (Hou et al. 2012).

Die durchschnittliche Dauer des stationären Aufenthaltes von 21,8 Tagen zur Behandlung einer periprothetischen Fraktur bei Hüftgelenkersatz deckt sich weitgehend mit Angaben in der Literatur. Während Lindahl et al. unter ihren 1049 Fällen eine durchschnittliche Aufenthaltsdauer von 21 Tagen ausmachten (Lindahl et al. 2005), betrug der durchschnittliche Aufenthalt in einer Studie, in der alle Patienten bei offenem Vorgehen osteosynthetisch versorgt wurden, 20 Tage (Ruiz et al. 2000) und bei Verwendung des LISS 18,9 Tage (Gruner et al. 2004). Im Vergleich dazu wurden osteosynthetisch versorgte Patienten in der vorliegenden Studie 23,3 Tage stationär betreut.

Patienten mit periprothetischer Fraktur bei einliegender Knieendoprothese wurden durchschnittlich 19,2 Tage behandelt. In der Literatur fehlen vergleichbare Daten.

Das Auftreten von Komplikationen ging in dieser Studie in beiden Untersuchungsgruppen mit deutlich längeren Krankenhausaufenthalten einher. Alle Patienten mit chirurgi-

schen sowie schweren allgemeinen Komplikationen oder Revisionseingriffen während des primären Krankenhausaufenthaltes wurden durchschnittlich mehr als 30 Tage stationär versorgt. In diesem Zusammenhang ist neben der zusätzlichen Belastung für den Patienten auf den erhöhten Kostenaufwand prolongierter Krankenhausaufenthalte hinzuweisen. Phillips et al. fanden einen signifikanten Kostenunterschied, wenn Patienten mit periprothetischer Fraktur mehr als 30 Tage klinisch versorgt wurden oder sich Revisionseingriffen unterziehen mussten (Phillips et al. 2011).

Eine stationäre Anschlussheilbehandlung wurde bei 46,8 % der Patienten mit periprothetischer Fraktur nach Hüftarthroplastik durchgeführt und 29,8 % der Patienten wurden auf ambulanter Basis weiterbehandelt. Die restlichen 23,4 % der Patienten wurden ohne weitere Maßnahmen ins Pflegeheim, in die Kurzzeitpflege oder die Häuslichkeit entlassen.

Die Patienten mit einer Fraktur nach Kniearthroplastik wurden zu 70,6 % stationär und zu 11,8 % ambulant weiterbehandelt, sodass 17,6 % ohne weitere Behandlung ins Pflegeheim, in die Kurzzeitpflege oder Häuslichkeit entlassen wurden. Gruner et al. verweisen auf die Wichtigkeit einer zeitigen funktionellen Nachbehandlung, um die Funktion umgebener Gelenke zu erhalten und den Langzeiterfolg der Behandlung zu sichern (Gruner et al. 2004).

In ihr gewohntes Umfeld, nämlich zu 57,4 % in die Häuslichkeit und zu 25,5 % in ein Pflegeheim, kehrten nach Entlassung nachweislich 83,0 % der Patienten dieser Studie mit einer periprothetischen Fraktur nach Hüftarthroplastik zurück. In eine Kurzzeitpflege wurden 6,4 % der Patienten entlassen und bei 10,6 % war die Wohnsituation nach der Entlassung nicht eruierbar. Zum Frakturzeitpunkt lebten 25,9 % aller Patienten, einschließlich der stationär verstorbenen, im Pflegeheim. Kein Patient musste nachweislich postoperativ in ein Pflegeheim umziehen. Rupprecht et al. berichten von 86 Patienten, die nach einer periprothetischen proximalen Femurfraktur plattenosteosynthetisch versorgt wurden. 8 % dieser Patienten mussten ihr häusliches Umfeld nach der Rehabilitation verlassen und in ein Pflegeheim ziehen (Rupprecht et al. 2008). In Studien zum funktionellen Ergebnis nach proximaler Femurfraktur bei Patienten über 65 Jahren wird sogar berichtet, dass bei einem Anteil von 23,8 % an Heimbewohnern

zum Frakturzeitpunkt weitere 10 % ihr häusliches Umfeld aufgeben mussten (Specht-Leible et al. 2003), bzw. bei einem Anteil von 31,8 % präfrakturär noch weitere 19 % der Patienten ihren Wohnsitz in ein Pflegeheim verlegten (Becker et al. 1999). Diese Ergebnisse lassen sich in der vorliegenden Studie trotz hohem Alter der Patienten und Multimorbidität nicht bestätigen, jedoch waren auch von 10,6 % der Patienten keine Daten hierzu vorhanden.

Von den Patienten mit einer periprothetischen Fraktur nach Knieprothesenimplantation kehrten 70,6 % in die Häuslichkeit zurück und 17,6 % der Patienten nahmen eine Kurzzeitpflege in Anspruch. Präoperativ lebte ein Patient (5,9 %) im Heim und nach Entlassung gab ein weiterer Patient die Häuslichkeit auf. In der Literatur finden sich keine vergleichbaren Daten zur Wohnsituation nach Frakturen im Bereich des Kniegelenks. Insgesamt zeigen die Daten, dass für einen hohen Anteil an Traumapatienten im fortgeschrittenen Alter die soziale Reintegration möglich ist (Nast-Kolb et al. 2000).

Die retrospektive Datenerhebung aus Aktenaufzeichnungen limitiert die Aussagekraft der Studie an einigen Stellen. So führten fehlende Daten einzelner Patienten in verschiedenen Auswertungskategorien zur Minimierung des aussagekräftigen Patientenkollektives.

Die Fallzahlen sind so gering, dass eine komplexe statistische Analyse nicht möglich war und hier auf den beschreibenden Charakter dieser Studie verwiesen werden muss. Jedoch ist die Größe des Patientenkollektivs mit anderen Einzelstudien vergleichbar. Im Bereich der periprothetischen Femurfraktur bei einliegender Hüftendoprothese veröffentlichten Gruner et al. 2004 eine Studie mit 28 Patienten, Cook et al. publizierten 2008 eine Studie mit 124 Fällen, Langenhan et al. wiesen 2013 eine Studie mit 32 Patienten vor und Korbel et al. veröffentlichten 2013 eine Studie mit 47 Patienten (Gruner et al. 2004; Cook et al. 2008; Korbel et al. 2013; Langenhan et al. 2013). Einzelstudien, die sich mit periprothetischen Femurfrakturen bei einliegender Knieendoprothese beschäftigen, weisen zwischen 12 und 30 Fälle auf (Althausen et al. 2003; Bezwada et al. 2004; Lizaur-Utrilla et al. 2013). Bei Studien mit größeren Fallzahlen zum Thema der periprothetischen Femurfraktur handelt es sich aufgrund der Seltenheit dieser Erkrankung meist um Multicenterstudien oder Registerdaten (Culp et al. 1987; Beals und

Tower 1996; Lindahl et al. 2006b). Ein in Deutschland eingerichtetes Endoprothesenregister könnte, wie in Skandinavien bereits realisiert (Sarvilinna et al. 2004; Lindahl et al. 2006b), zukünftig größere Datenmengen zu Komplikationen nach Endoprothesenimplantation liefern und so in einigen Jahren auch Studien zu periprothetischen Frakturen mit größeren Patientenkollektiven möglich machen.

Eine weitere Schwachstelle des Untersuchungsmaterials liegt sicherlich in dem uneinheitlichen Nachuntersuchungszeitraum der Patienten. Dieser variierte in der vorliegenden Studie zwischen einer Woche und 60,5 Monaten. 80,9 % der Patienten nach einer periprothetischen Fraktur bei einliegender Hüftendoprothese und 58,8 % der Patienten nach einer periprothetischen Fraktur bei einliegender Knieendoprothese wurden nicht länger als sechs Monate nach begonnener Therapie nachverfolgt. Die Aktenaufzeichnungen der Nachuntersuchungstermine ließen damit keine Aussage über den Konsolidierungszeitpunkt der Fraktur oder die Funktionalität der betroffenen Extremität nach Therapie für ein größeres Patientenkollektiv zu. Es ist davon auszugehen, dass nicht alle Komplikationen in dieser Studie erfasst werden konnten, da Patienten für Folgebehandlungen möglicherweise auch andere Krankenhäuser in ihrer näheren Umgebung aufsuchten. Da die Patienten für die Primärtherapie der periprothetischen Fraktur jedoch bereits häufig an die Universitätsmedizin Göttingen überwiesen wurden, ist die spätere aufwendige Durchführung weiterer Revisionen dort eher unwahrscheinlich. Insgesamt konnte vornehmlich das Komplikationsspektrum der frühen postoperativen Phase betrachtet werden. Dabei ist zu bedenken, dass die Kurzzeitergebnisse nach der periprothetischen Frakturversorgung aufgrund des fortgeschrittenen Alters der Patienten und der damit verkürzten Lebenserwartung durchaus von Bedeutung sind (Ruiz et al. 2000).

5 Zusammenfassung

Die Therapie periprothetischer Frakturen ist aufgrund des hohen Alters und des häufig schlechten Gesundheitszustandes der Patienten sowie der Komplexität der Behandlung mit hohen Komplikationsraten verbunden. Aufgabe dieser Studie war es, Unterschiede in der Versorgung und im Komplikationsspektrum periprothetischer Femurfrakturen bei Patienten mit Hüft- und Kniegelenkersatz darzustellen. Dazu erfolgte die retrospektive Analyse von 54 Frakturen bei einliegender Hüftendoprothese und von 17 Frakturen bei einliegender Knieendoprothese, die zwischen 2004 und 2011 in der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie der Universitätsmedizin Göttingen behandelt wurden.

In der Gruppe mit Hüftendoprothese lag das Durchschnittsalter bei 80,9 Jahren, und 64,8 % der Patienten waren weiblich. 51,9 % der Patienten wiesen eine ASA-Klasse von 3 oder 4 auf. Dagegen waren 76,5 % der Patienten mit Knieendoprothese weiblich und mit durchschnittlich 76,2 Jahre deutlich jünger als die Patienten mit Hüftendoprothese. Damit einhergehend wiesen sie einen besseren Gesundheitszustand auf. Nur 29,4 % dieser Patienten wurden der ASA-Klasse 3 und niemand der ASA-Klasse 4 zugeteilt. Die häufigste Frakturursache stellten in beiden Gruppen häusliche Stürze dar. Hier muss die Prävention periprothetischer Frakturen ansetzen. Die Frakturen nach Hüftprothesenimplantation wurden zu 13,0 % konservativ, zu 48,1 % osteosynthetisch und zu 38,9 % mit einem Schaftwechsel versorgt. 100 % der Frakturen nach Knieprothesenimplantation wurden mit Plattenosteosynthesen versorgt. Die Operationsdauer (Hüfte: 171 min; Knie: 165 min) und die perioperative Gabe an Erythrozytenkonzentraten (Hüfte: 5,8; Knie: 2,4) waren im Durchschnitt in der Patientengruppe mit einliegender Hüftendoprothese höher als in der Gruppe mit einliegender Knieendoprothese. Die Frakturversorgung zog in dieser Studie zu einem großen Teil Komplikationen und Revisionseingriffe nach sich. 33,3 % der Patienten mit Hüftendoprothese waren von chirurgischen Komplikationen betroffen. Am häufigsten traten Hüftkopfluxationen auf. Unter den Patienten mit Knieendoprothese zeigten 41,2 % chirurgische Komplikationen, wobei es sich am häufigsten um Refrakturen und Pseudarthrosen handelte. Zweit-eingriffe wurden bei 22,2 % der Hüftprothesenpatienten nötig, wobei gerade Patienten

mit langer Operationsdauer bei der Frakturversorgung betroffen waren. Dieses deutet darauf hin, dass sich diese Frakturen schon während der ersten Operation als komplex darstellten. 29,4 % der Knieprothesenfälle mussten revidiert werden. Während in der Knieprothesengruppe keine akut lebensbedrohlichen Komplikationen auftraten, betraf dies 20,4 % der Hüftprothesenpatienten. Die Klinikletalität lag in dieser Gruppe bei 13,2 % und damit höher als in der Literatur angegeben. Als Risikofaktoren konnten nur ein Alter von mehr als 85 Jahren und eine ASA-Klasse von mindestens 3 nachgewiesen werden. Die geringere allgemeine Komplikationsrate bei Patienten mit Knieendoprothesen kann auf den besseren Gesundheitszustand und die geringere Invasivität des Eingriffs gegenüber Patienten mit Hüftendoprothesen zurückgeführt werden.

Langfristig sollten Studien mit größeren Fallanzahlen zum Komplikationsspektrum periprothetischer Frakturen erstellt werden. Da die Komplikationen in vielen Fällen mit dem hohen Alter der Patienten und ihren Vorerkrankungen zusammenhängen und eine Optimierung in der Therapie somit schwierig ist, muss ein Augenmerk auf die Vermeidung des Auftretens periprothetischer Frakturen im Sinne einer Sturzprävention und einer adäquaten Osteoporosetherapie gelegt werden.

6 Anhang

Tabelle 18: Katalog der Auswertungskriterien

Erhobene Daten	Datenquelle in den Patientenakten
Allgemeine Daten und Gesundheitszustand des Patienten	
Geschlecht	Stammdatenblatt
Geburtsdatum	Stammdatenblatt
Gewicht und Größe	Schwesternbrief/ Anästhesiebogen
Vorerkrankungen	Aufnahmebogen/ Anästhesiebogen
ASA-Klasse	Anästhesiebogen
Nikotinkonsum	Anästhesiebogen
Vormedikation	Schwesternbrief/ gesondert
Informationen zur Endoprothese	
Zeitpunkt der Implantation	Aufnahmebogen
Implantationsort (auswärts/UMG)	Aufnahmebogen
Zementierung der vorhandenen Endoprothese	Operationsbericht/ Röntgenbilder
Bereits durchgeführte Prothesenwechsel	Aufnahmebogen
Weitere vorhandene Endoprothesen	Aufnahmebogen/ Röntgenbilder
Frakturgeschehen	
Frakturdatum und -uhrzeit	Aufnahmebogen
Frakturursache	Aufnahmebogen
Synkope als Ursache für Unfallmechanismus	Aufnahmebogen
Begleitverletzungen	Aufnahmebogen
Frakturseite	Aufnahmebogen
Frakturbeschreibung	Operationsbericht
Behandlung	
Aufnahmedatum und -uhrzeit	Aufnahmebogen
Operationsdatum, -dauer und -uhrzeit	Operationsbericht/Anästhesiebogen
Therapiemittel	Operationsbericht
Gabe von Erythrozytenkonzentraten	Transfusionsbelege

Postoperativer Verlauf	
Chirurgische und allgemeine Komplikationen mit Zeitpunkt des Auftretens	Entlassungsbericht/ Nachuntersuchungsaufzeichnungen
Zeitraum auf der Intensivstation	Bericht Intensivstation
Revisionseingriffe	Operationsberichte
DxA-Werte	gesondert
Empfehlung zur Einleitung oder Einleitung einer Antiosteoporosetherapie	Entlassungsbericht
Entlassungsdatum	Entlassungsbericht
Rehabilitationsmaßnahmen	Entlassungsbericht/ Reha-Bericht
Letzter Nachuntersuchungstermin	Protokolle der Nachuntersuchung
Wohnsituation prä- und postoperativ	Entlassungsbericht/ Reha-Bericht
Ggf. Todeszeitpunkt und Todesursache	Totenschein/ Brief an Hausarzt

Tabelle 19: Kategorien des Body-Mass-Index nach WHO

Kategorie	Body-Mass-Index (kg/m ²)
Starkes Untergewicht	< 16
Mäßiges Untergewicht	16–17.99
Leichtes Untergewicht	18–18.49
Normalgewicht	18.50–24.99
Präadipositas	25–29.99
Adipositas I	30–34.99
Adipositas II	35–39.99
Adipositas III	≥ 40

6 Anhang

Tabelle 20: ASA-Klassifikation nach der American Society of Anesthesiologists

ASA-Klasse	Beschreibung
1	Gesunder Patient
2	Patient mit leichter Allgemeinerkrankung
3	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung
4	Patient mit lebensbedrohlicher schwerer Allgemeinerkrankung
5	Moribunder Patient, der ohne Operation wahrscheinlich versterben wird
6	Hirntoter Patient, dessen Organe zur Organspende entnommen werden

7 Literaturverzeichnis

- Althausen PL, Lee MA, Finkemeier CG, Meehan JP, Rodrigo JJ (2003): Operative Stabilization of Supracondylar Femur Fractures Above Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty* 18, 834–839
- Beals RK, Tower SS (1996): Periprosthetic Fractures of the Femur. An Analysis of 93 Fractures. *Clin Orthop Relat Res* 327, 238–246
- Becker C, Fleischer S, Hack A, Hinderer J, Horn A, Scheible S, Can H, Muche R, Gebhard F, Kinzl L (1999): Unfallfolgen nach Sturz : Funktionelle Defizite und soziale Beeinträchtigungen nach proximalen Femurfrakturen Älterer. *Z Gerontol Geriatr* 32, 312–317
- Bezwada HP, Neubauer P, Baker J, Israelite CL, Johanson NA (2004): Periprosthetic Supracondylar Femur Fractures Following Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty* 19, 453–458
- Bhattacharyya T, Chang D, Meigs JB, Estok II DM, Malchau H (2007): Mortality After Periprosthetic Fracture of the Femur. *J Bone Joint Surg Am* 89, 2658–2662
- Brady OH, Garbuz DS, Masri BA, Duncan CP (1999): Classification of the hip. *Orthop Clin North Am* 30, 215–220
- Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Tilyard MW, Buchner DM (1997): Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ* 315, 1065–1069
- Carlsson AS, Gentz C-F, Linder L (1983): Localized bone resorption in the femur in mechanical failure of cemented total hip arthroplasties. *Acta Orthop Scand* 54, 396–402
- Chapuy MC, Arlot ME, Duboeuf F, Brun J, Crouzet B, Arnaud S, Delmas PD, Meunier PJ (1992): Vitamin D3 and calcium to prevent hip fractures in elderly women. *N Engl J Med* 327, 1637–1642
- Cook RE, Jenkins PJ, Walmsley PJ, Patton JT, Robinson CM (2008): Risk Factors for Periprosthetic Fractures of the Hip: A Survivorship Analysis. *Clin Orthop Relat Res* 466, 1652–1656
- Culp RW, Schmidt RG, Hanks G, Mak A, Esterhai Jr. JL, Heppenstall RB (1987): Supracondylar Fracture of the Femur Following Prosthetic Knee Arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 222, 212–222

- Dawson-Hughes B, Harris SS, Krall EA, Dallal GE (1997): Effect of calcium and vitamin D supplementation on bone density in men and women 65 years of age or older. *N Engl J Med* 337, 670–676
- Dennis DA (2001): Periprosthetic fractures following total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 83, 120–130
- DiGioia AM 3rd, Rubash HE (1991): Periprosthetic fractures of the femur after total knee arthroplasty. A literature review and treatment algorithm. *Clin Orthop Relat Res* 271, 135–142
- DIPART (vitamin D Individual Patient Analysis of Randomized Trials) Group (2010): Patient level pooled analysis of 68 500 patients from seven major vitamin D fracture trials in US and Europe. *BMJ* 340:b5463
- Duncan CP, Masri BA (1995): Fractures of the femur after hip replacement. *Instr Course Lect* 44, 293–304
- Ebraheim NA, Liu J, Hashmi SZ, Sochacki KR, Moral MZ, Hirschfeld AG (2012): High complication rate in locking plate fixation of lower periprosthetic distal femur fractures in patients with total knee arthroplasties. *J Arthroplasty* 27, 809–813
- El-Zayat BF, Zettl R, Efe T, Krüger A, Eisenberg F, Ruchholtz S (2012): Minimalinvasive Versorgung geriatrischer und osteoporotischer Femurfrakturen mit polyaxial-winkelstabilem Implantat (NCB-DF). *Unfallchirurg* 115, 134–144
- Erhardt JB, Kuster MS (2010): Periprothetische Frakturen am Kniegelenk. *Orthopade* 39, 97–108
- Erhardt JB, Kuster MS: Periprothetische Frakturen. In: Grifka J, Kuster M (Hrsg.): *Orthopädie und Unfallchirurgie: Für Klinik und Facharztprüfung*. Springer Verlag, Berlin 2011, 50–59
- Follin SL, Black JN, McDermott MT (2003): Lack of diagnosis and treatment of osteoporosis in men and women after hip fracture. *Pharmacotherapy* 23, 190–198
- Franklin J, Malchau H (2007): Risk factors for periprosthetic femoral fracture. *Injury* 38, 655–660
- Fredin HO, Lindberg H, Carlsson AS (1987): Femoral fracture following hip arthroplasty. *Acta Orthop Scand* 58, 20–22

- Giangregorio L, Papaioannou A, Cranney A, Zytaruk N, Adachi JD (2006): Fragility fractures and the osteoporosis care gap: an international phenomenon. *Semin Arthritis Rheum* 35, 293–305
- Götte S, Dittmar K (2001): Epidemiologie und Kosten der Osteoporose. *Orthopade* 30, 402–404
- Griffiths EJ, Cash DJW, Kalra S, Hopgood PJ (2013): Time to surgery and 30-day morbidity and mortality of periprosthetic hip fractures. *Injury* 44, 1949–1952
- Gruner A, Hockertz T, Reilmann H (2004): Die periprothetische Fraktur: Klassifikation, Management, Therapie. *Unfallchirurg* 107, 35–49
- Hanschen M, Biberthaler P (2013): Mono- vs. polyaxiale winkelstabile Plattensysteme. *Unfallchirurg* 116, 733–743
- Häussler B, Gothe H, Mangiapane S, Glaeske G, Pientka L, Felsenberg D (2006): Versorgung von Osteoporose-Patienten in Deutschland: Ergebnisse der BoneEVA-Studie. *Dtsch Arztebl Ausg A* 103, 2542–2548
- Healy WL, Siliski JM, Incavo SJ (1993): Operative treatment of distal femoral fractures proximal to total knee replacements. *J Bone Joint Surg Am* 75, 27–34
- Herrera DA, Kregor PJ, Cole PA, Levy BA, Jönsson A, Zlowodzki M (2008): Treatment of acute distal femur fractures above a total knee arthroplasty: Systematic review of 415 cases (1981-2006). *Acta Orthop* 79, 22–27
- Hochberg MC, Greenspan S, Wasnich RD, Miller P, Thompson DE, Ross PD (2002): Changes in bone density and turnover explain the reductions in incidence of nonvertebral fractures that occur during treatment with antiresorptive agents. *J Clin Endocrinol Metab* 87, 1586–1592
- Hoffmann MF, Jones CB, Sietsema DL, Koenig SJ, Tornetta P 3rd (2012): Outcome of periprosthetic distal femoral fractures following knee arthroplasty. *Injury* 43, 1084–1089
- Holley K, Zelken J, Padgett D, Chimento G, Yun A, Buly R (2007): Periprosthetic fractures of the femur after hip arthroplasty: an analysis of 99 patients. *HSS J* 3, 190–197
- Holzappel BM, Prodinger PM, Hoberg M, Meffert R, Rudert M, Gradinger R (2010): Periprothetische Frakturen bei Hüftendoprothese: Klassifikation, Diagnostik und Therapiestrategien. *Orthopade* 39, 519–535

- Hou Z, Bowen TR, Irgit K, Strohecker K, Matzko ME, Widmaier J, Smith WR (2012): Locked plating of periprosthetic femur fractures above total knee arthroplasty. *J Orthop Trauma* 26, 427–432
- Johansson JE, McBroom R, Barrington TW, Hunter GA (1981): Fracture of the ipsilateral femur in patients with total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am* 63, 1435–1442
- Kamel HK, Hussain MS, Tariq S, Perry HM 3rd, Morley JE (2000): Failure to diagnose and treat osteoporosis in elderly patients hospitalized with hip fracture. *Am J Med* 109, 326–328
- Kavanagh BF (1992): Femoral fractures associated with total hip arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 23, 249–257
- Korbel M, Sponer P, Kucera T, Procházka E, Procek T (2013): Results of treatment of periprosthetic femoral fractures after total hip arthroplasty. *Acta Medica (Hradec Králové)* 56, 67–72
- Kostuj T, Smektala R, Schulze-Raestrup U, Müller-Mai C (2013): Einfluss des Operationszeitpunkts und -verfahrens auf Mortalität und Frühkomplikationen der Schenkelhalsfraktur: Eine Analyse von 22.566 Fällen der verpflichtenden externen Qualitätssicherung. *Unfallchirurg* 116, 131–137
- Kregor PJ, Stannard J, Zlowodzki M, Cole PA, Alonso J (2001): Distal femoral fracture fixation utilizing the Less Invasive Stabilization System (L.I.S.S.): The technique and early results. *Injury* 32 Suppl 3, SC32–47
- Langenhan R, Trobisch P, Hohendorff B, Baumann M, Probst A (2013): Geriatrische Patienten mit proximalen periprosthetischen Femurfrakturen nach Prothesenschaftwechsel: Letalität, Komplikationsrate und weiterer Lebensweg. *Unfallchirurg* 116, 716–722
- Lesh ML, Schneider DJ, Deol G, Davis B, Jacobs CR, Pellegrini Jr. VD (2000): The consequences of anterior femoral notching in total knee arthroplasty. A biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am* 82-A, 1096–1101
- Lindahl H (2007): Epidemiology of periprosthetic femur fracture around a total hip arthroplasty. *Injury* 38, 651–654
- Lindahl H, Malchau H, Herberts P, Garellick G (2005): Periprosthetic femoral fractures: Classification and demographics of 1049 periprosthetic femoral fractures from the Swedish National Hip Arthroplasty Register. *J Arthroplasty* 20, 857–865

- Lindahl H, Malchau H, Odén A, Garellick G (2006a): Risk factors for failure after treatment of a periprosthetic fracture of the femur. *J Bone Joint Surg Br* 88, 26–30
- Lindahl H, Garellick G, Regnér H, Herberts P, Malchau H (2006b): Three hundred and twenty-one periprosthetic femoral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 88, 1215–1222
- Lizaur-Utrilla A, Miralles-Muñoz FA, Sanz-Reig J (2013): Functional outcome of total knee arthroplasty after periprosthetic distal femoral fracture. *J Arthroplasty* 28, 1585–1588
- McClung MR, Geusens P, Miller PD, Zippel H, Bensen WG, Roux C, Adami S, Fogelman I, Diamond T, Eastell R, et al. (2001): Effect of risedronate on the risk of hip fracture in elderly women. *N Engl J Med* 344, 333–340
- McGraw IWW, Spence SC, Baird EJ, Eckhardt SM, Ayana GE (2013): Incidence of periprosthetic fractures after hip hemiarthroplasty: Are uncemented prostheses unsafe? *Injury* 44, 1945–1948
- Meek RMD, Norwood T, Smith R, Brenkel IJ, Howie CR (2011): The risk of periprosthetic fracture after primary and revision total hip and knee replacement. *J Bone Joint Surg Br* 93, 96–101
- Merkel KD, Johnson EW (1986): Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 68, 29–43
- Miranda MA (2007): Locking plate technology and its role in osteoporotic fractures. *Injury* 38 Suppl 3, S35–S39
- Mittelmeier T, Stöckle U, Perka C, Schaser K-D (2005): Periprothetische Frakturen nach Knieendoprothetik. *Unfallchirurg* 108, 481–496
- Mont MA, Maar DC (1994): Fractures of the ipsilateral femur after hip arthroplasty. A statistical analysis of outcome based on 487 patients. *J Arthroplasty* 9, 511–519
- Mückley T (2011): Periprothetische Femurfrakturen bei Hüftgelenkprothesen. *Trauma Berufskrankh* 13 Suppl 1, 141–146
- Nast-Kolb D, Taeger G, Bardenheuer M (2000): Indikationsbegrenzung beim alten und multimorbiden Patienten. *Unfallchirurg* 103, 168–171
- Neer CS 2nd, Grantham SA, Shelton ML (1967): Supracondylar fracture of the adult femur. A study of one hundred and ten cases. *J Bone Joint Surg Am* 49, 591–613

- Nixon M, Taylor G, Sheldon P, Iqbal SJ, Harper W (2007): Does bone quality predict loosening of cemented total hip replacements? *J Bone Joint Surg Br* 89, 1303–1308
- Perdue PW, Watts DD, Kaufmann CR, Trask AL (1998): Differences in mortality between elderly and younger adult trauma patients: Geriatric status increases risk of delayed death. *J Trauma* 45, 805–810
- Phillips JRA, Boulton C, Moran CG, Manktelow ARJ (2011): What is the financial cost of treating periprosthetic hip fractures? *Injury* 42, 146–149
- Platzer P, Schuster R, Aldrian S, Prosquill S, Krumboeck A, Zehetgruber I, Kovar F, Schwameis K, Vécsei V (2010): Management and outcome of periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. *J Trauma* 68, 1464–1470
- Probst A, Schneider T, Hankemeier S, Brug E (2003): Der Prothesennagel - primär belastungsstabiles Implantat bei peri- und subprothetischen Frakturen des Femurs. *Unfallchirurg* 106, 722–731
- Reindl R, Schatzker J: Hüftgelenk und Femur: Periprothetische Frakturen. In: Haas NP, Krettek C (Hrsg.): *Tscherne Unfallchirurgie: Hüfte und Oberschenkel*. Springer Verlag, Berlin 2012, 433–447
- Ritter MA, Thong AE, Keating EM, Faris PM, Meding JB, Berend ME, Pierson JL, Davis KE (2005): The effect of femoral notching during total knee arthroplasty on the prevalence of postoperative femoral fractures and on clinical outcome. *J Bone Joint Surg Am* 87, 2411–2414
- Rorabeck CH, Taylor JW (1999): Classification of periprosthetic fractures complicating total knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 30, 209–214
- Rosen T, Mack KA, Noonan RK (2013): Slipping and tripping: fall injuries in adults associated with rugs and carpets. *J Inj Violence Res* 5, 61–69
- Ruiz AL, Thompson NW, Brown JG (2000): Periprosthetic femoral fractures in Northern Ireland. *Ulster Med J* 69, 118–122
- Rupprecht M, Großterlinden L, Barvencik F, Gebauer M, Briem D, Rueger JM, Lehmann W (2008): Periprothetische Femurfrakturen: Langzeitergebnisse nach plattenosteosynthetischer Stabilisierung. *Unfallchirurg* 111, 812–820
- Sarvilinna R, Huhtala HS, Sovelius RT, Halonen PJ, Nevalainen JK, Pajamäki KJK (2004): Factors predisposing to periprosthetic fracture after hip arthroplasty: A case (n = 31)-control study. *Acta Orthop Scand* 75, 16–20

- Scharf H-P, Reichert N: Endoprothesen. In: Scharf H-P, Rüter A, u.a. (Hrsg.): Orthopädie und Unfallchirurgie: Facharztwissen nach der neuen Weiterbildungsordnung. 2. Auflage; Urban & Fischer in Elsevier, München 2011, 85–89
- Shawen SB, Belmont JR, PJ, Klemme WR, Topoleski T, Xenos JS, Orchowski JR (2003): Osteoporosis and anterior femoral notching in periprosthetic supracondylar femoral fractures: a biomechanical analysis. *J Bone Joint Surg Am* 85, 115–121
- Siegmeth A, Mendt-Chiari W, Wozasek GE, Vécsei V (1998): Die periprothetische Femurschaftfraktur: Indikationen und Ergebnisse bei 51 Patienten. *Unfallchirurg* 101, 901–906
- Singh JA, Jensen MR, Harmsen SW, Lewallen DG (2013): Are gender, comorbidity, and obesity risk factors for postoperative periprosthetic fractures after primary total hip arthroplasty? *J Arthroplasty* 28, 126–131
- Specht-Leible N, Schultz U, Kraus B, Meeder PJ, Quentmeier A, Ewerbeck V, Voss E, Martin M, Oster P (2003): Case-Management und funktionelle Ergebnisse nach proximaler Femurfraktur im höheren Lebensalter. *Unfallchirurg* 106, 207–214
- Springer BD, Berry DJ, Lewallen DG (2003): Treatment of periprosthetic femoral fractures following total hip arthroplasty with femoral component revision. *J Bone Joint Surg Am* 85, 2156–2162
- Stange R, Raschke MJ, Fuchs T (2011): Periprothetische Frakturen: Eine interdisziplinäre Herausforderung. *Unfallchirurg* 114, 688–696
- Statistisches Bundesamt: Fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik (DRG-Statistik) Diagnosen, Prozeduren, Fallpauschalen und Case Mix der vollstationären Patientinnen und Patienten in Krankenhäusern 2013, Fachserie 12 Reihe 6.4. Wiesbaden 2014, <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/AlteAusgaben/FallpauschalenKrankenhausAlt.html>; Zugriff am 22.11.2015
- Su ET, Kubiak EN, Dewal H, Hiebert R, Di Cesare PE (2006): A proposed classification of supracondylar femur fractures above total knee arthroplasties. *J Arthroplasty* 21, 405–408
- Tsiridis E, Haddad FS, Gie GA (2003): The management of periprosthetic femoral fractures around hip replacements. *Injury* 34, 95–105

- Vanhegan IS, Malik AK, Jayakumar P, Ul Islam S, Haddad FS (2012): A financial analysis of revision hip arthroplasty: the economic burden in relation to the national tariff. *J Bone Joint Surg Br* 94, 619–623
- Webster DA, Murray DG (1985): Complications of variable axis total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 193, 160–167
- Whittaker RP, Sotos LN, Ralston EL (1974): Fractures of the femur about femoral endoprotheses. *J Trauma* 14, 675–694
- Wick M, Müller EJ, Kutscha-Lissberg F, Hopf F, Muhr G (2004): Die operative Versorgung suprakondylärer Femurfrakturen bei liegender Knieendoprothese - „less invasive stabilization system“ (LISS) oder retrograder Marknagel? Probleme in der Anwendung minimal-invasiver Verfahren. *Unfallchirurg* 107, 181–188
- Wirbel R, Pohlemann T: Implantate und Biomaterialien; in: Orthopädie und Unfallchirurgie: Facharztwissen nach der neuen Weiterbildungsordnung, 2. Auflage; hrsg. v. Scharf H-P, Rüter A, u.a.; Urban & Fischer in Elsevier, München 2011, 72–84
- Wu CC, Au MK, Wu SS, Lin LC (1999): Risk factors for postoperative femoral fracture in cementless hip arthroplasty. *J Formos Med Assoc* 98, 190–194

Danksagung

Ich bedanke mich bei Herrn Prof. Dr. med. Wolfgang Lehmann für die Möglichkeit der Anfertigung meiner Dissertation in der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie.

Ich danke herzlichst Herrn PD Dr. med. Stephan Sehmisch für die Überlassung des Themas und die sehr gute Betreuung sowie fachliche Beratung von der Datensammlung bis zur Fertigstellung der Dissertation.

Mein weiterer Dank gilt Herrn Dr. med. Jan-Christoph Ammon sowie den Mitarbeitern des Zentralarchivs für die Bereitstellung von Primärdaten.

Zudem danke ich Herrn Frederic Beermann für die Hilfestellung bei der statistischen Auswertung der Daten.