

MEDIZINISCHE FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT REGENSBURG
PROF. DR. MED. BERND FÜCHTMEIER
KRANKENHAUS BARMHERZIGE BRÜDER REGENSBURG
AKADEMISCHES LEHRKRANKENHAUS DER UNIVERSITÄT REGENSBURG
KLINIK FÜR UNFALLCHIRURGIE, ORTHOPÄDIE UND SPORTMEDIZIN

**NEUE KLASSEFIKATION PERIPROTHETISCHER FRAKTUREN
BEHANDLUNGSERGEBNISSE PERIPROTHETISCHER FRAKTUREN
BEI LIEGENDER KNIEENDOPROTHESE
– EINE RETROSPEKTIVE STUDIE**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
(Dr. med.)

der
Medizinischen Fakultät
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Renata Fabijani-Banjan

2012

MEDIZINISCHE FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT REGENSBURG
PROF. DR. MED. BERND FÜCHTMEIER
KRANKENHAUS BARMHERZIGE BRÜDER REGENSBURG
AKADEMISCHES LEHRKRANKENHAUS DER UNIVERSITÄT REGENSBURG
KLINIK FÜR UNFALLCHIRURGIE, ORTHOPÄDIE UND SPORTMEDIZIN

**NEUE KLASSEIFIKATION PERIPROTHETISCHER FRAKTUREN
BEHANDLUNGSERGEBNISSE PERIPROTHETISCHER FRAKTUREN
BEI LIEGENDER KNIEENDOPROTHESE
– EINE RETROSPEKTIVE STUDIE**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
(Dr. med.)

der
Medizinischen Fakultät
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Renata Fabijani-Banjan

2012

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

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Bernd Füchtmeier
2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Pompiliu Piso

Tag der mündlichen Prüfung: 03 September 2012

ERKLÄRUNG ZUM PROMOTIONSVERFAHREN

nach § 3 Abs. 3 und 4 der Promotionsordnung
der Fakultät für Medizin der Universität Regensburg

Name: Fabijani-Banjan
Vorname: Renata
geb. am: 27.06.1976
in: Nürnberg

Ich erkläre,

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

Ausserdem erkläre ich,

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

(Ort, Datum)

(Unterschrift)

Meinen Eltern und meiner geliebten Schwester Sonja gewidmet.

Renata Fabijani-Banjan

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis IV

1.	Einleitung.....	1
1.1	Thema.....	1
1.2	Zielsetzung.....	2
2.	Theoretische und klinische Grundlagen.....	3
2.1	Ätiologie und Epidemiologie.....	3
2.2	Diagnostik	8
2.3	Bisherige Frakturklassifikationen.....	10
2.3.1	Klassifikation nach Duncan (Vancouver-Klassifikation).....	10
2.3.2	Klassifikation nach Neer et al.	11
2.3.3	Klassifikation nach DiGioia und Rubash	11
2.3.4	Klassifikation nach Lewis und Rorabeck.....	12
2.3.5	Klassifikation nach Su et al.	13
2.3.6	Klassifikation nach Felix et al. (Tibia)	14
2.3.7	Klassifikation nach Goldberg et al. (Patella).....	15
2.3.8	Klassifikation nach Ortiguera und Berry (Patella).....	16
2.4	Therapie von periprothetischen Frakturen des Kniegelenks	17
2.4.1	Möglichkeiten der Frakturbehandlung	17
2.4.2	Extramedulläre Stabilisierungsverfahren	18
2.4.3	Intramedulläre Stabilisierung	21
2.4.4	Therapie periprothetischer Tibiafrakturen.....	23
2.4.5	Therapie periprothetischer Patellafrakturen	24
2.4.6	Alternativmaßnahmen bzw. Alternativ-Implantate	26
2.4.7	Konservative Therapie.....	27
3.	Material und Methoden	28
3.1	Patientenkollektiv	28
3.2	Datenerfassung.....	28
3.3	Neue Klassifikation	29
3.4	Klinische Nachuntersuchung	34
3.5	Datenverarbeitung	38

4.	Behandlungsergebnisse periprothetischer Frakturen des Kniegelenks	38
4.1	Allgemeine Daten	38
4.1.1	Patientenkollektiv.....	38
4.1.2	Altersverteilung	40
4.1.3	Geschlechtsverteilung.....	40
4.1.4	Seitenverteilung	41
4.1.5	ASA-Klassifikation	41
4.1.6	Begleiterkrankungen	42
4.2	Periprothetische Frakturen bei liegender Knieendoprothese.....	43
4.2.1	Risikofaktoren für eine periprothetische Fraktur	43
4.2.2	Standzeit der Prothese zum Frakturzeitpunkt	44
4.2.3	Fraktursache	45
4.2.4	Frakturtypen nach der neuen Klassifikation	46
4.2.5	Angewendete Operationsverfahren	48
4.2.6	Verfahrensbezogene Komplikationen.....	52
4.3	Klinische Ergebnisse.....	54
4.3.1	Dauer bis zur operativen Versorgung.....	54
4.3.2	OP-Dauer, Bedarf an Blutkonserven	54
4.3.3	Dauer des stationären Aufenthaltes	55
4.3.4	Stabilität und Nachbehandlung.....	56
4.3.5	Beweglichkeit zum Entlassungszeitpunkt	57
4.4	Nachuntersuchung und Ergebnisse.....	58
4.4.1	Basisdaten	58
4.4.2	Zufriedenheit und Mobilität.....	58
4.4.3	Merle d'Aubigné Score – funktionelles Ergebnis	61
5.	Diskussion	65
5.1	Daten / Fallzahlen.....	66
5.1.1	Beschaffenheit und Stabilität	67
5.1.2	Letalität.....	67
5.1.3	Nachuntersuchungszeitraum	68
5.1.4	Kriterien zur Klassifikation	69
5.2	Therapie und Ergebnisse im Vergleich	73
5.2.1	Angewandte Verfahren im Vergleich	73
5.2.2	OP-Zeitpunkt	75

5.2.3	Komplikationen.....	76
5.2.4	Nachuntersuchung	77
5.3	Das neue Klassifikationsmodell.....	79
6.	Zusammenfassung.....	83
7.	Literaturverzeichnis	85
8.	Anhang.....	95
8.1	Abbildungsverzeichnis	95
8.2	Bildverzeichnis	97
8.3	Tabellenverzeichnis.....	98

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
a. p.	anterior-posterior
AHB	Anschlussheilbehandlung
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
ASA	American Society of Anesthesiologists
DCP	Dynamic Compression Plate
DCS	dynamische Kondylen-Schraube
DFN	distaler Femurnagel
et al.	et alii/ et aliae
ggf.	gegebenenfalls
IMSC	Intramedullary Supracondylar
KHK	Koronare Herzkrankheit
KG	Krankengymnastik
KTEP	Knietotalendoprothese
LCDC	Limited Contact Dynamic Compression
LCP	Locked Compression Plate
LISS	Less Invasive Stabilization System
NCB	Non-Contact-Bridging
OP	Operation
pAVK	periphere arteriovenöse Krankheit
PCP	primär chronische Polyarthritid
ppF	periprothetische Fraktur
Tab.	Tabelle
TEP	Totalendoprothese
TIA	Transitorische ischämische Attacke

1. Einleitung

1.1 Thema

Lebensqualität ist sehr eng mit körperlicher Mobilität verbunden. Einen großen Beitrag dazu leistet die endoprothetische Versorgung insbesondere von Knie- und Hüftgelenken, die in den letzten Jahrzehnten stetig zunimmt.

Die Zunahme dieser Eingriffe beruht auf der steigenden Lebenserwartung der Bevölkerung mit all ihren Begleiterscheinungen, und auf der technischen Weiterentwicklung, welche längere Standzeiten und somit bei entsprechender Indikation auch jüngeren Menschen diese Therapieoption bietet.

Bei steigender Inzidenz von Endoprothesenträgern, der langjährigen Prothesentragezeit und den daraus resultierenden biomechanischen Veränderungen am Knochen ist mit immer häufigeren Spätkomplikationen nach Knie- und Hüft-TEP-Implantationen zu rechnen.

Häufigster Revisionsgrund in der Knieendoprothetik ist die aseptische Prothesenlockerung bei Auftreten von Osteolysen, was bisher noch nicht gänzlich nachvollziehbar und geklärt ist^[19]. Polyethylenabrieb wurde in mehreren Veröffentlichungen als Ursache für die Osteolysen mit resultierender Implantatlockerung identifiziert^[64].

Des Weiteren spielt die septische Lockerung eine zwar seltene, aber wichtige Rolle als Komplikation nach Endoprothesen-Implantation, ebenso die periprothetische Fraktur – eine ernst zu nehmende Komplikation, auf die in dieser Arbeit eingegangen werden soll.

Für den Betroffenen, einen zumeist geriatrisch vorerkrankten Menschen, kann Letztere schwerwiegende Folgen haben. Im Vordergrund steht dabei eine Verschlechterung der Mobilität mit weiteren einhergehenden Schwierigkeiten, welche die Bewältigung von alltäglichen Aufgaben deutlich einschränken. Für den Behandelnden stellt sie aufgrund der Komplexität häufig eine große Herausforderung dar.

Zu den hohen technischen Anforderungen kommt das fortgeschrittene Alter der Patienten mit den damit einhergehenden Begleiterkrankungen erschwerend hinzu. Ein in dem Zusammenhang relativ häufig anzutreffendes und bekanntes Krankheitsbild ist die Osteoporose oder Osteomalazie im Sinne eines einschränkenden Kriteriums für das zu operierende Gelenk, aber auch die zunehmende Anzahl systemischer und weiterer Nebenerkrankungen fallen sowohl bei dem operativen Eingriff selbst als auch für die Nachbehandlung ins Gewicht.

Gefragt ist eine schonende Stabilisierung und möglichst frühzeitige Belastbarkeit und Mobilisierung dieser Patienten. Im Hinblick auf das mit der Dauer der Immobilisation steigende Risiko von Pneumonien, Thrombosen bzw. Embolien wird von konservativen Therapieansätzen, deren knöcherne Ausheilung oft lange oder gar nicht gewährleistet ist, bis auf wenige Ausnahmen Abstand genommen.

Neben einem fundierten Verständnis für die Möglichkeiten der Behandlung solcher Frakturen, die grundsätzlich einer falladaptierten und individuellen Therapieplanung bedarf, ist eine klare Vorgehensweise erforderlich.

1.2 Zielsetzung

Zur besseren Darlegung der therapeutischen Möglichkeiten und der sich daraus erschließenden Folgen ist es notwendig, die periprothetischen Frakturen zu klassifizieren.

Derzeit liegt keine weit verbreitete einheitliche Klassifikation für periprothetische Frakturen vor, oftmals bezieht sie sich auf bestimmte Lokalisationen. Das ist auch angesichts der Vielfalt der Frakturformen hinsichtlich Lokalisation und Komplexität einerseits und zahlreicher Prothesentypen und Versorgungsmöglichkeiten andererseits nicht überraschend.

Ziel dieser Arbeit ist es, eine neue Klassifikation periprothetischer Frakturen jeglicher Gelenke zu erstellen und mit den bisher vorhandenen bekanntesten Klassifikationssystemen zu vergleichen. Ihre Anwendbarkeit soll anhand der Einteilung von 25 periprothetischen Frakturen im Bereich des Knies geprüft und diskutiert werden.

Diese neue Klassifikation beinhaltet zum einen eine strukturierte Beschreibung der verschiedenen Frakturtypen unter Berücksichtigung von Lokalisation, Frakturmorphologie, Prothesenlockerung sowie der Knochenqualität. Zum anderen legt sie die therapeutischen Möglichkeiten und Konsequenzen unter Berücksichtigung der zugrunde liegenden Fraktursachen dar.

In Anlehnung an die AO-Klassifikation (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen), welche für periprothetische Femurfrakturen entwickelt und 1990 von Müller veröffentlicht wurde, ist auch diese neue Einteilung entstanden und liegt somit dem Einteilungsprinzip der AO mit den Frakturtypen A1-C3 zugrunde.

2. Theoretische und klinische Grundlagen

2.1 Ätiologie und Epidemiologie

Beim alternden Menschen treten degenerative Veränderungen an den Gelenken wie auch vermehrt Verletzungen im Bereich des Bewegungsapparates auf. Mit der demographischen Alterung der Gesellschaft in den Industrieländern steigt auch die Zahl der alloplastischen Gelenkersatzoperationen insbesondere der unteren Extremität. Allein in Deutschland werden jährlich ca. 120.000 bis 180.000 Hüftgelenksendoprothesen und etwa 60.000 Kniegelenksendoprothesen implantiert [16]. Im Jahre 2008 waren es 146.052 Knie- und 156.887 Hüft-Totalendoprothesen [17]. Weltweit werden heute etwa 800.000 Knie-TEP's und eine Million Hüft-TEP's eingesetzt bei einer derzeitigen Wachstumsrate von gut 8% [77].

Der Zuwachs von TEP-Implantationen insgesamt wird in einer Studie auf Zahlen aus dem schwedischen Prothesenregister basierend bis zum Jahr 2030 auf ein Drittel geschätzt [57].

Zu der höheren Lebenserwartung kommt auch eine veränderte Lebensführung hinzu. Vielfältige Freizeitaktivitäten, Mobilität und sportliche Betätigung sind heute Bestandteil im Alltag vieler auch älterer Menschen, selbst über die siebte Dekade ihres Lebens hinaus. Daraus geht eine höhere Zahl an Unfällen und somit auch eine steigende Zahl periprothetischer Frakturen hervor.

Von Bernd et al. [9] wurde 1989 die Inzidenz von periprothetischen Femurfrakturen nach Hüft- oder Knie-TEP-Implantationen mit 0,1–3% angegeben. Culp et al. [22] schätzten die Inzidenz von periprothetischen Frakturen bei Knieprothesen auf 0,6–2,5%. Andere Quellen wiederum geben eine Inzidenz von 0,3–5,5% [36, 106] bei Kniegelenksendoprothesen an.

Periprothetische Frakturen an der Tibia sind insgesamt seltener. Die Inzidenz liegt bei 0,3–0,5% [18]. Neben den allgemeinen Risikofaktoren können auch anatomische Eigenheiten wie eine Varusfehlstellung, Ungleichmäßigkeiten der knöchernen Tibia, Malrotation der Tibiakomponente zu Stressfrakturen am medialen Tibiaplateau führen.

Des Weiteren wirken sich Eingriffstechniken, wie der forcierte Gebrauch von Impaktoren zur Spongiösaverdichtung, langstielige Prothesenkomponenten oder die Osteotomie der Tuberossitas tibiae, aber auch zementfreie Implantate negativ auf das Frakturrisiko aus.

Die periprothetische Tibiafraktur tritt im Durchschnitt drei bis vier Jahre nach Erstimplantation auf [18, 73].

Die Patellafraktur stellt laut Sheth et al. die häufigste periprothetische Fraktur mit einer Inzidenz von 0,11–5,4% dar [94].

In einer retrospektiven Studie [53] liegt mit 3,8% die Zahl der periprothetischen Patellafrakturen im Vergleich zu den soeben genannten Werten mittendrin (127 von 4.583 Prothesenimplantationen aus 13 Jahren).

Die Wahrscheinlichkeit einer Fraktur steigt bei posterior stabilisiertem Gleitflächenersatz, zementfrei fixierten Patellakomponenten oder bei patellarem Gleitflächenersatz mit nur einem großen zentralen Verankerungszapfen [91].

Bei nicht ausreichendem „alignment“ (Ausrichtung) mit Subluxation oder Luxation können laut biomechanischer Studien unphysiologisch hohe Kräfte auf die Kniescheibe einwirken, welche dann unter Umständen zu einer Fraktur führen [3]. Um das Risiko einer periprothetischen Patellafraktur möglichst gering zu halten, ist daher darauf zu achten, dass die Restpatelladicke von mindestens 10 mm erhalten bleibt [35, 102]. Eine zu großzügige Resektion des Hoffa-Fettkörpers,

Patellamaltracking, Overstuffing, tibiale und / oder femorale Malrotation können ebenfalls zu einer Fraktur führen [94, 53, 81].

Allgemein wird zwischen intra- (primären) und postoperativen (sekundären) periprothetischen Frakturen unterschieden mit der Sonderform der interprothetischen Fraktur bei liegender Hüft- und Knie-TEP.

Häufig treten Erstere infolge von Osteoporose, Osteomalazie oder rheumatoider Arthritis auf [36].

Die Auswertung des schwedischen Kniearthroplastik-Registers, von Knutson et al. 1994 [55] veröffentlicht, ergab bei 30.003 primären Kniearthroplastiken, welche in den Jahren 1976 bis 1992 durchgeführt wurden, im weiteren Verlauf 1976 Revisionsoperationen. Davon wurden 15 wegen periprothetischer Frakturen (0,8% der Revisions-OP's) durchgeführt (vgl. Abb. 1).

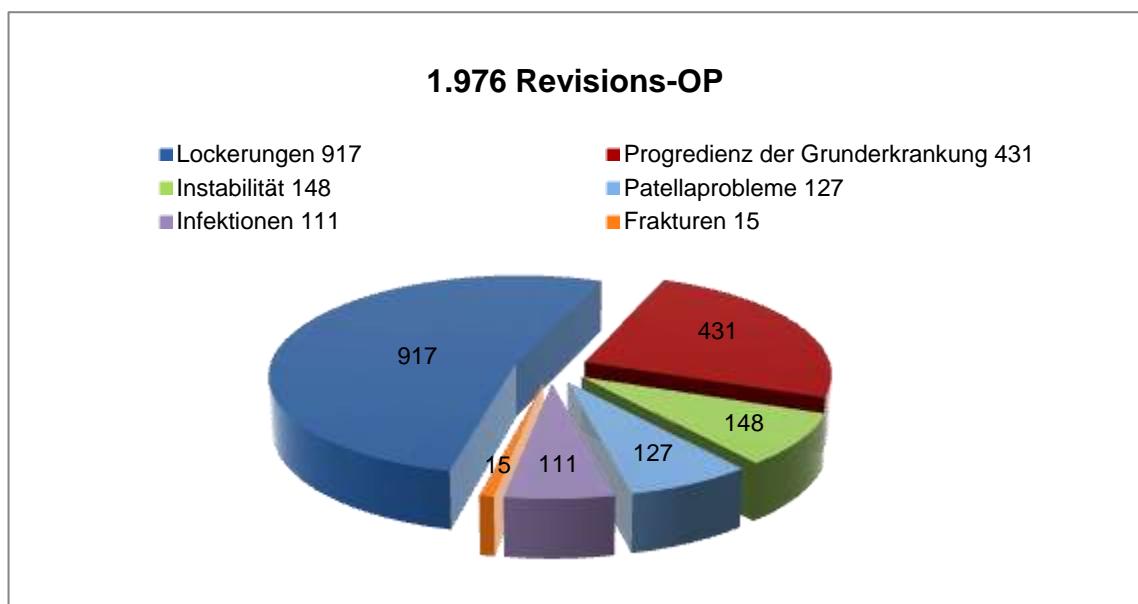


Abb. 1: 1976 Revisions-OP

Bei einer Umfrage, 1994 in Deutschland von Jerosch und Mitarbeitern [49] durchgeführt, waren von 14.374 knieendoprothetischen Eingriffen bereits 1.277 Revisioneingriffe (9%). Von diesen waren 6% wegen periprothetischer Frakturen erforderlich (vgl. Abb. 2).

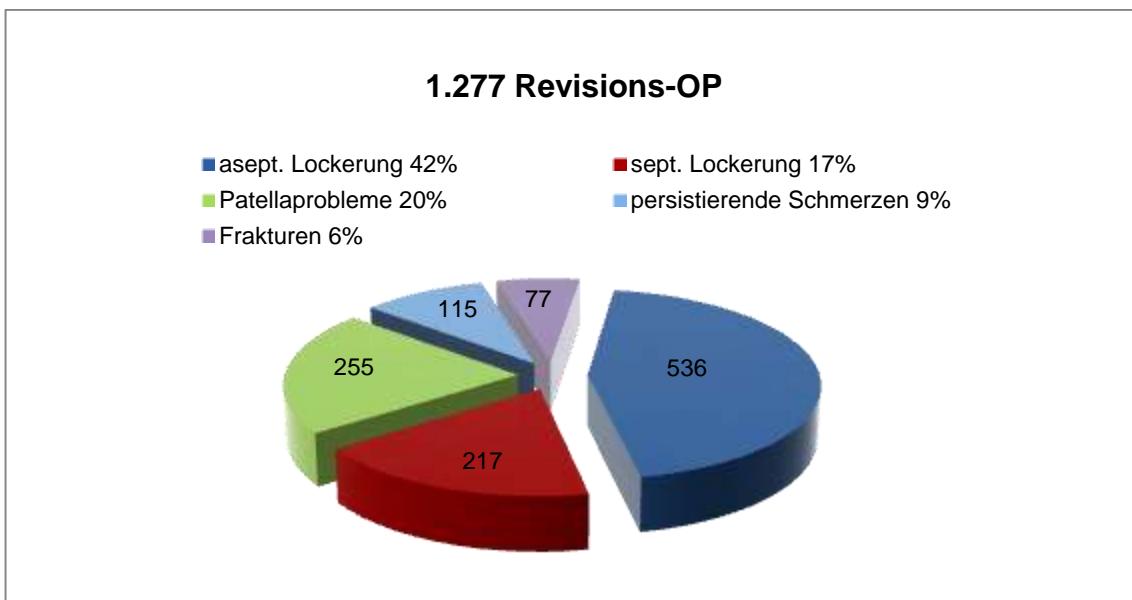


Abb. 2: Revisions-OP 1994 in Deutschland (Jerosch und Mitarbeiter)

Im Jahresbericht 2009 des australischen Prothesenregisters [2] wurden von September 1999 bis Dezember 2008 insgesamt 248.599 Knieprothesen implantiert. Dabei wurden 20.942 (8,4%) Knieeingriffe revidiert.

Die Hauptursachen werden in Abb. 3 dargestellt. Dabei ist der Anteil der periprothetischen Frakturen des Knies mit 1,9% – gerade im Vergleich zu den 8,8% bei Hüften – relativ niedrig [2].

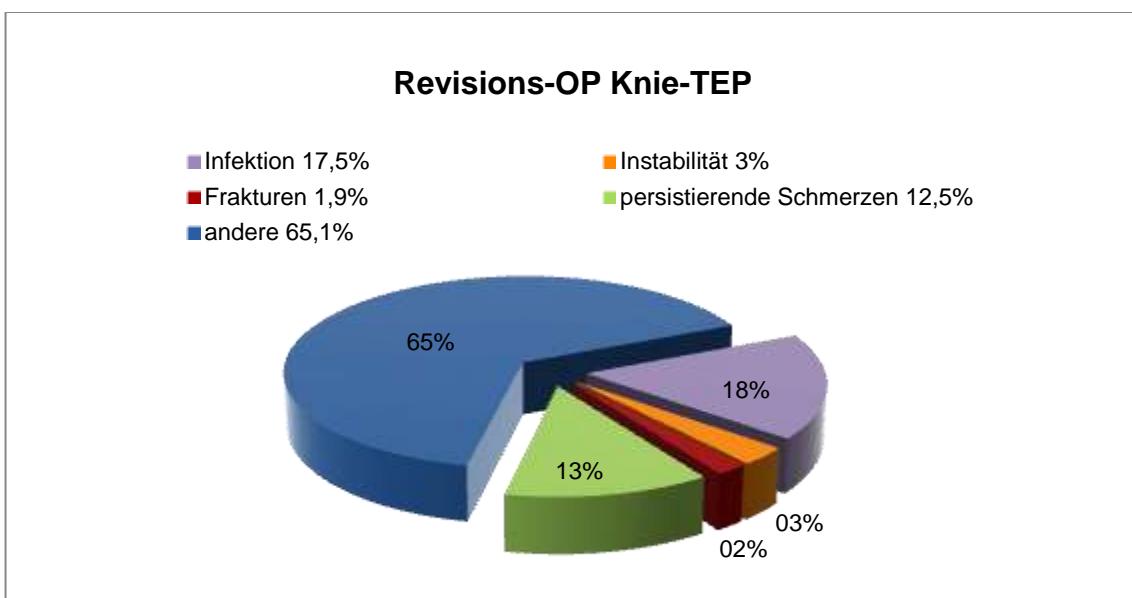


Abb. 3: Revisions-OP 1999-2009 in Australien Knie-TEP

Nach Angaben des schwedischen Prothesenregisters sind mit 40% die häufigsten Ursachen einer Revision die Lockerung der Endoprothesenkomponente, gefolgt von Instabilität der Endoprothese (33%), Patellaproblemen (17%) und Infektionen (8%) sowie periprothetischen Frakturen (3%) und Polyethylenabrieb (2%) [34].

Häufig findet sich eine periprothetische Fraktur des Knies subprothetisch. Durch die unterschiedlichen Elastizitätseigenschaften von Prothesenschaft oder intramedullärem Zementzylinder und dem betreffenden Knochen treten ausgeprägte Spannungen auf, welche bei besonderer Belastung zur periprothetischen Fraktur in dieser Zone führen können.

Zudem kann der femorale Kortex durch Osteoporose, Bohrlöcher, Fensterung und ggf. Revisionen beeinträchtigt sein. Der Stabilitätsverlust in diesem Bereich stellt eine prädisponierende Zone dar [110].

Eine postoperative periprothetische Fraktur kann bei festsitzender Prothese vor allem durch einen Sturz oder bei Verkehrsunfällen hervorgerufen werden.

Wesentlich häufiger liegt jedoch ein sogenannter Ermüdungsbruch bei bereits vorbestehender Prothesenlockerung vor, z. B. infolge einer Infektion oder als Folge von Fremdkörpergranulomen bei vermehrtem Polyethylenabrieb. Weiterhin kann ein Ermüdungsbruch aufgrund einer Vorschädigung der Femurkortikalis bei mechanischer Schwächung der Kortikalis durch die Voroperation bzw. Operation mit Knochenfensterungen und Bohrlöchern auftreten.

Biologische Ursachen wie ausgeprägte Osteoporose oder auch generalisierte (Neben-)Erkrankungen wie Diabetes mellitus, PCP, chronische Niereninsuffizienz und Kortisontherapie führen durch Beeinträchtigung des Knochenstoffwechsels zur sekundären Osteoporose und begünstigen ebenso das Auftreten einer periprothetischen Fraktur.

Stressfrakturen, Perforationen der Kortikalis und austretender Zement sowie Revisioneingriffe gelten ebenso als Risikofaktoren wie speziell nach Knie-TEP's das femorale „notching“ der anterioren Kortikalis [26, 27, 54].

Ein nicht zu vergessender Faktor bei diesen Patienten ist das häufige zusätzliche Vorliegen einer Gehbehinderung. Hierbei ist insbesondere an altersbedingte

Gehunsicherheit, postapoplektische Paresen und Beinlängendifferenz nach TEP-Implantation zu denken (vgl. Abb. 4).

Am häufigsten ist das Femur betroffen, seltener Tibia und Patella [29].

Als Sonderform sei die pathologische Fraktur bei Malignomen erwähnt.

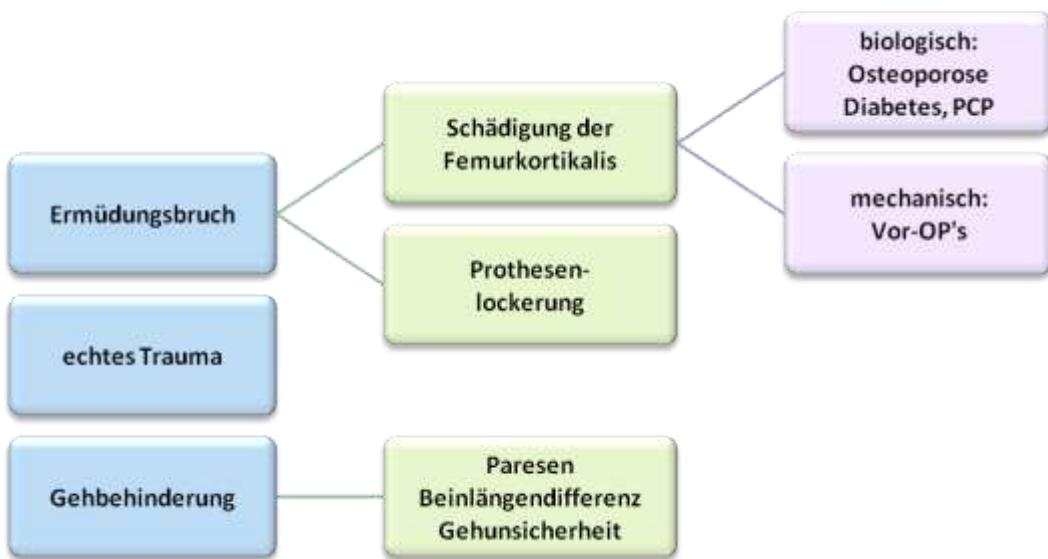


Abb. 4: Fraktursache ppF

2.2 Diagnostik

Erste Hinweise auf eine bestehende Lockerung des Implantats können bereits mittels Anamnese erhoben werden. Instabilitätsgefühl, Bewegungs- bzw. Belastungsschmerzen oder Bewegungseinschränkungen sind erste Zeichen hierfür. Außerdem sollte das Augenmerk auf einen möglichen chronischen Infekt gerichtet werden, der sich durch z. B. Ruheschmerzen, Schwellneigung und dauernde Beschwerden bemerkbar macht.

Eine Laboruntersuchung mit entsprechenden Parametern (CRP, BSG etc.) sowie eine körperliche Untersuchung mit neurologischen und angiologischen Aspekten sind in dem Zusammenhang unerlässlich.

Die bildgebende Diagnostik periprothetischer Frakturen stellt die konventionelle Röntgenaufnahme des betroffenen Kniegelenkes in zwei Ebenen (2E) (vgl. Bild 1) und der Patella axial dar, ggf. im Stehen oder zusätzlich zur Klärung möglicher

Achsabweichungen als Ganzbeinstandaufnahme. Wichtig ist eine qualitativ hochwertige Aufnahme der Röntgenbilder und, falls vorhanden, möglichst lang zurückliegende Röntgenbilder zum Vergleich.

Computertomographische Bilder, vereinzelt auch eine Knochenszintigraphie, können insbesondere bei unklarem Frakturverlauf und / oder Lockerungszeichen indiziert sein. Hierin lassen sich Lysesäume, Knochendefekte, Inlay-Verschleiß oder Lageänderungen der Implantate gut erkennen.

Bei chronischer Infektion sind radiologische Veränderungen wie Osteopenie, End- und Periostitis, Prothesenmigration ($> 2 \text{ mm} / 6 \text{ Monate}$) und Osteolysen sichtbar. Letztere können bei Ausschluss weiterer mechanischer Ursachen als Ausdruck von Fremdkörpergranulomen auf das Vorliegen einer septischen Lockerung hinweisen [34].



Bild 1: periprothetische Fraktur rechtes Knie a.p., seitlich

2.3 Bisherige Frakturklassifikationen

Um eine Fraktur rasch beurteilen, über sie diskutieren, eine entsprechende Therapie und eine Prognose zum weiteren Verlauf geben zu können, bedarf es einer Einteilung bzw. Klassifikation. Es gibt mittlerweile viele verschiedene Klassifikationssysteme. Nicht alle waren trotz Bemühungen nach Vollkommenheit übersichtlich und gut anwendbar. Im Folgenden sollen die am häufigsten verwendeten Klassifikationssysteme kurz dargestellt werden.

2.3.1 Klassifikation nach Duncan (Vancouver-Klassifikation)

Die Vancouver-Klassifikation wird heute vor allem für periprothetische Frakturen des proximalen Femur verwendet, ist aber durchaus auch für den Bereich des distalen Femur und der Tibia anwendbar.

Neben der Lokalisation der Fraktur berücksichtigt die im Jahre 1995 von Duncan et al. [27] entwickelte Klassifikation auch die Knochenqualität und richtet sich zudem danach, ob die Prothese stabil oder locker ist.

Frakturen im Bereich des Kondylenmassivs werden mit A bezeichnet, 1 beschreibt die stabile, 2 die lockere Prothese. Im Bereich des Prothesenschaftes sind es Typ B-Frakturen, welche zusätzlich mit einer 3 auf die Knochenqualität eingehen. Peripher der Prothesenspitze handelt es sich in dieser Klassifikation um Typ C-Frakturen. Eine weitere Unterteilung analog zum Typ B in C1 bis C3 ist möglich (vgl. Tab. 1).

Typ	Lokalisation	Subtyp
A	Kondylenmassiv	A1 : stabile Prothese
		A2 : lockere Prothese
B	Prothesenschaft	B1 : stabile Prothese
		B2 : lockere Prothese
		B3 : schlechte Knochenqualität
C	Peripher der Prothesenspitze	

Tab. 1: Klassifikation nach Duncan (Vancouver-Klassifikation)

Die Therapie der A1 Frakturen erfolgt konservativ, sofern keine Dislokation vorliegt. Ansonsten wird die Fraktur mit Cerclagen, Schrauben und Plattsystemen stabilisiert. Bei A2-Frakturen wird ein Prothesenwechsel mit zusätzlicher Osteosynthese empfohlen.

Die B-Frakturen werden alle operativ versorgt. Dazu stehen verschiedene Platten- und retrograde Nagelsysteme zur Verfügung. Auch steht im Falle einer Lockerung und bei schlechter Knochenqualität ein Prothesenwechsel als Möglichkeit zur Diskussion.

C-Frakturen, sowohl am Femur als auch an der Tibia, werden wegen der Entfernung zur Prothese als „unproblematisch“ gesehen [97].

2.3.2 Klassifikation nach Neer et al.

Die aus dem Jahr 1967 stammende Klassifikation für suprakondyläre Femurfrakturen bei Knieendoprothese wurde von Neer et al. entwickelt. Sie berücksichtigt die Kriterien Stabilität und Dislokation (vgl. Tab. 2). Sie findet heute kaum praktische Anwendung.

Typ I	Keine Dislokation
Typ II A	Dislokation > 1 cm nach medial
II B	Dislokation > 1 cm nach lateral
Typ III	Dislokation und Knochenabsplitterung

Tab. 2: Klassifikation nach Neer et al.

2.3.3 Klassifikation nach DiGioia und Rubash

Die herkömmliche Neer-Klassifikation wurde 1990 von DiGioia und Rubash modifiziert. Neben den bereits bestehenden Kriterien kamen Knochenqualität, Frakturausrichtung und Ausmaß der Dislokation hinzu. Somit können nach DiGioia et al. extraartikuläre Fissuren (Typ I), extraartikuläre dislozierte Frakturen (Typ II) sowie intraartikuläre Brüche mit massiver Dislokation oder Trümmerzone (Typ III) unterschieden werden [26].

2.3.4 Klassifikation nach Lewis und Rorabeck

Lewis und Rorabeck^[62] erstellten 1997 eine Klassifikation mit Therapieempfehlungen bei periprothetischen Frakturen nach Knie-TEP-Implantation (vgl. Abb. 5 und Abb. 6).

Der Dislokationsgrad und die Prothesenstabilität spielen hierbei eine entscheidende Rolle. Sie unterschieden drei Typen. Die Klassifikation ist weit verbreitet und hat den Vorteil, dass sie eine Lockerung der Prothese einbezieht und eine Empfehlung für die Therapie gibt.

Für den Typ 1, eine nicht dislozierte suprakondyläre Fraktur, wird die konservative Behandlung mittels Orthese und vorübergehender Entlastung empfohlen.

Für den Typ 2, eine dislozierte suprakondyläre Oberschenkelfraktur, wird die operative Behandlung mittels Platten- und Schraubenfixation oder auch die retrograde Marknagelung als Methode der Wahl angesehen. In Ausnahmefällen kann bei diesem Frakturtyp auch die Behandlung mit einem Fixateur externe in Erwägung gezogen werden.

Typ 3 entspricht einer suprakondylären Fraktur bei Prothesenlockerung. Diesbezüglich wird eine operative Behandlung wie bei Typ 2 oder auch ein Wechsel auf eine Knieprothese mit langem Schaft empfohlen^[90].

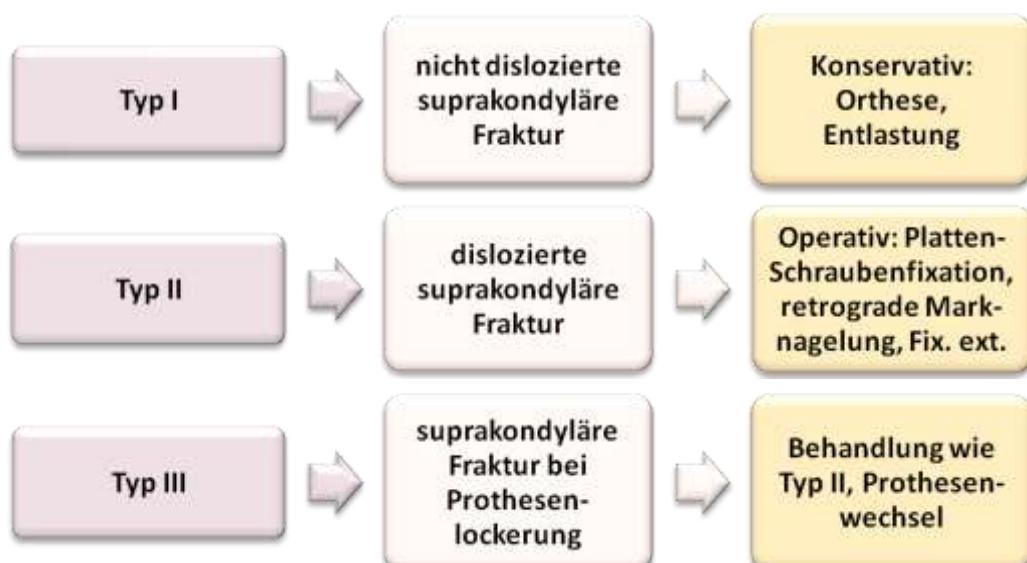


Abb. 5: Klassifikation und Therapieempfehlung nach Lewis und Rorabeck (1997)

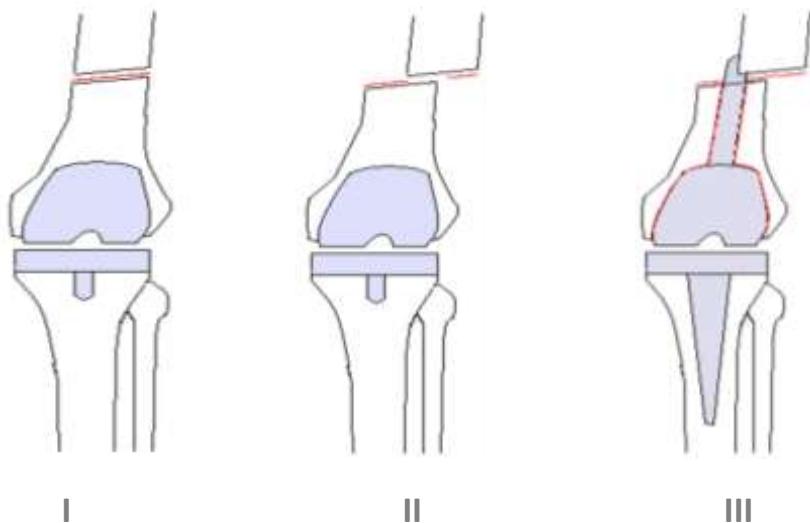


Abb. 6: Klassifikation nach Lewis und Rorabeck

2.3.5 Klassifikation nach Su et al.

Die derzeit am häufigsten gebrauchte und neueste Klassifikation periprothetischer Kniegelenksfrakturen ist die von Su et al. Sie basiert auf einer einfachen anatomischen Zuordnung und ist in drei Typen eingeteilt. Typ I-Frakturen liegen proximal der femoralen Komponente, Typ II-Frakturen beginnen auf der Höhe der proximalen Grenze der Femurkomponente nahe des Implantats und erstrecken sich nach proximal. Bei Typ III-Frakturen liegen alle Frakturanteile unterhalb der proximalen Begrenzung des anterioren Prothesenschildes^[98] (vgl. Abb. 7).

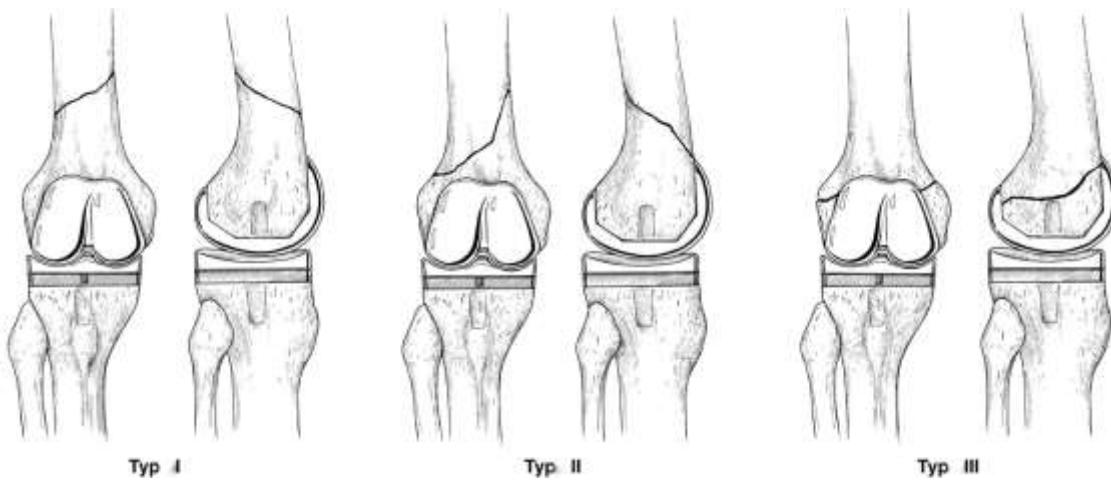


Abb. 7: Klassifikation nach Su et al.

2.3.6 Klassifikation nach Felix et al. (Tibia)

Felix et al. [31] aus der Mayo-Klinik, USA, klassifizieren 1997 periprothetische Tibiafrakturen bei einliegender Knietotalendoprothese (vgl. Tab. 3) und teilen sie im Hinblick auf Verlauf, Stabilität und Zeitpunkt der Fraktur in vier Typen ein.

Als Typ I bezeichnen sie Frakturen im Bereich des Tibiaplateus, Typ II-Frakturen sind jene im Bereich der Prothesenschaftspitze, als Typ III werden Frakturen distal des Prothesenschaftes beschrieben, und Typ IV sind Frakturen, welche die Tuberossitas tibiae mit einbeziehen.

Radiologisch feste (A) Prothesenverankerung und Prothesenlockerung (B) zum Zeitpunkt der Fraktur werden unterschieden. Eine intraoperative Fraktur wird mit C beschrieben.

Sehr oft zeigen sich Typ I- und Typ II-Frakturen als Typ I B und II B. Sie lassen sich zumeist mit einer Revisionsoperation behandeln. Typ II A, III A und IV A werden mit den üblichen Prinzipien des operativen Frakturmanagements therapiert. Bei fest sitzender Prothese erfolgt für gewöhnlich eine Osteosynthese. Typ I C-Frakturen können durch intraoperative Fixation mittels Schraubenosteosynthese, Typ II C mit Spongiosaplastik oder externer Immobilisation und Belastungseinschränkung behandelt werden. Bei Typ III C-Frakturen wendet man das konventionelle Frakturmanagement an.

Diese Klassifikation beinhaltet somit bereits eine Therapieempfehlung für die Behandlung von Tibiafrakturen bei einliegender Knietotalendoprothese [41].

Lokalisation	Festigkeit intraoperativ	Therapie
Typ I Tibiaplateau	I A : Prothese fest	
	I B : Prothese locker	Prothesenwechsel
	I C : Fraktur intraoperativ	Schraubenosteosynthese
Typ II Schaftbereich	II A : Prothese fest	OP-Prinzip. Tibiafraktur
	II B : Prothese locker	Prothesenwechsel
	II C : Fraktur intraoperativ	Spongiosaplastik, Orthese
Typ III Distal Prothesenschaft	III A: Prothese fest	OP-Prinzip. Tibiafraktur
	III B: Prothese locker	Prothesenwechsel
	III C: Fraktur intraoperativ	Konvent. Frakturbehandlung
Typ IV Tuberositas tibiae	IV A: Prothese fest	OP-Prinzip. Tibiafraktur

Tab. 3: Klassifikation mit Therapieempfehlung bei ppF der Tibia, Felix et al. (1997)

2.3.7 Klassifikation nach Goldberg et al. (Patella)

Zur Klassifikation von periprothetischen Patellafrakturen nach totalem Kniegelenkersatz berichtet Goldberg et al. anhand einer Serie mit 36 Patellafrakturen über folgende vier Formen (vgl. Tab. 4):

Typ 1	Periphere Patellafrakturen bei intaktem Streckapparat und Implantatlager
Typ 2	Streckapparat oder Implantatlager beschädigt
Typ 3 3A	Fraktur des unteren Patellapols
	mit Läsion des Ligamentum Patellae (Dysfunktion des Streckapparates)
	mit intaktem Streckmechanismus
Typ 4	Patellafraktur mit Luxation (mit und ohne Implantatlockerung)

Tab. 4: Klassifikation ppF Patella (Goldberg et al.)

2.3.8 Klassifikation nach Ortiguera und Berry (Patella)

Ortiguera und Berry haben die Frakturmorphologie in ihrer Klassifikation ganz außer Betracht gelassen und sich auf die drei therapierelevanten Kriterien Implantatverankerung, Streckmechanismus und knöchernes Implantatlager konzentriert und dementsprechend nur drei Typen der periprothetischen Patellafraktur unterschieden [53, 81] (vgl. Abb. 8 und Tab. 5).

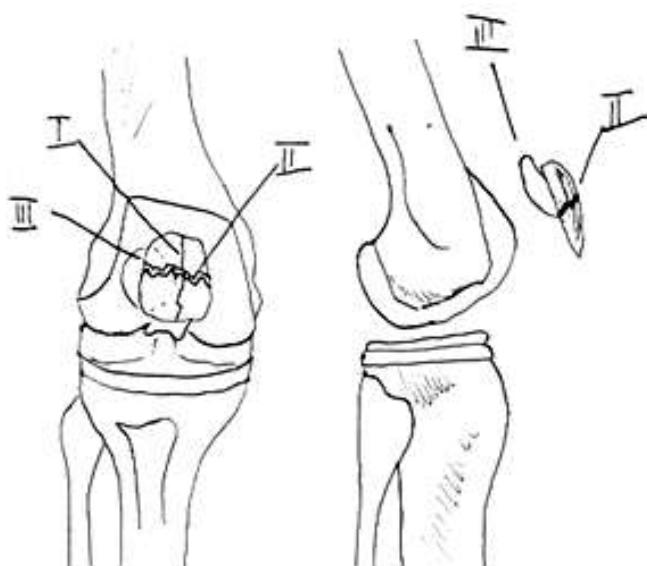


Abb. 8: Klassifikation ppF Patella (Ortiguera und Berry)

Typ I	Stabil verankertes Implantat, funktionsfähiger Kniestreckapparat
Typ II	Unterbrochener Kniestreckapparat mit und ohne gelockertes Patellaimplantat
Typ III	Gelockertes Patellaimplantat mit intaktem Kniestreckapparat
IIIA	Adäquates knöchernes Implantatlager (Patelladicke > 10 mm)
IIIB	Ungenügendes knöchernes Implantatlager (Patelladicke < 10 mm, Mehrfragmentfraktur, die einen neuerlichen Gleitflächenersatz verhindert)

Tab. 5: Klassifikation ppF Patella (Ortiguera und Berry)

2.4 Therapie von periprothetischen Frakturen des Kniegelenks

2.4.1 Möglichkeiten der Frakturbehandlung

Patienten mit periprothetischen Frakturen sind zumeist älter und multimorbide. Häufig liegt auch eine ausgeprägte Osteoporose vor. Diese lässt eine Frakturfixation schwierig gestalten. In früheren Arbeiten wurde zu einem großen Teil die konservative Behandlung dieser Patienten mit einer externen Schienung (Orthese, Gipstutor) empfohlen. Wegen der häufig auftretenden Komplikationen wie der Achsfehlstellung oder Pseudarthrosenbildung ist bei vielen der so behandelten Patienten im weiteren Verlauf doch eine operative Intervention notwendig [71]. Wesentlich für die Behandlung ist die Wiederherstellung anatomiegerechter Achs- und Torsionsverhältnisse, eine zügige Heilung der Fraktur innerhalb weniger Wochen und nicht zuletzt ein vergleichbarer Bewegungsumfang wie vor der Fraktur.

Ebenso sollte der typische ältere und geschwächte Patient schnell mobilisiert werden, um Komplikationen, welche durch die verlängerte Bettruhe und Inaktivität hervorgerufen werden, zu vermeiden. Aber auch die Mobilisation und das Gehen mit Einschränkung der Belastung sind oft wegen der begleitend vorliegenden Mehrgelenkerkrankungen, neurologischer Störungen und weiterer Systemerkrankungen erschwert durchführbar. Im Hinblick darauf sollte der kleinste mögliche Eingriff gewählt werden, um das erforderliche Ergebnis zu erzielen.

Eine notfallmäßige sofortige operative Versorgung ist generell bei offenen Frakturen, begleitend schweren Weichteil-, Nerven- und Gefäßverletzungen sowie beim Risiko eines Kompartiment-Syndroms empfohlen.

Vorwiegend können die erforderlichen Maßnahmen zum Zwecke einer Vorbereitung und Planung des Eingriffs zeitverzögert stattfinden.

Prinzipiell ist die fröhe definitive Behandlung und Stabilisierung einer lang andauernden Ruhigstellung mit Bettruhe und Inaktivität vorzuziehen. Mit Ausnahme weniger Fälle, bei denen nur eine unverschobene Fraktur bzw. Infektion vorliegt, welche konservativ mit einer äußereren Gips-, Orthesen- oder

Schienenruhigstellung behandelt werden kann, wird grundsätzlich die operative Stabilisierung empfohlen [73].

Bei der speziellen Wahl der Therapie sind neben den genannten Punkten auch die Art der *in situ* Prothese, die Lokalisation bzw. der Verlauf der Fraktur, eine Prothesenlockerung sowie periprothetisch liegender Knochenzement zu berücksichtigen.

Aufgrund einer nach wie vor hohen Komplikationsrate, insbesondere bei Revisionseingriffen, sollte ein einzeitiges operatives Vorgehen gewählt werden. In besonderen Fällen ist noch ein zweizeitiges Prozedere indiziert.

Prinzipiell liegen bei der operativen Therapie zwei Behandlungsmöglichkeiten vor:

- die extramedulläre Stabilisierung mittels Plattenosteosynthese oder
- die intramedulläre Stielfixation mit Nagel oder stielgeführter Prothese

Ziel beider Verfahren ist die frühzeitige Übungs- und Belastungsstabilität der betroffenen Extremität.

2.4.2 Extramedulläre Stabilisierungsverfahren

Bei der Indikationsstellung zur Stabilisierung der periprothetischen Fraktur mittels einer extramedullären Plattenosteosynthese sind nachfolgende Kriterien zu beachten (vgl. Abb. 9).

Die extramedulläre Stabilisierung sollte nur bei fest integrierter Endoprothese und bei noch ausreichend guter Knochenqualität durchgeführt werden. Nur dann ist eine feste Schraubenverankerung und damit Plattenfixation möglich. Weiterhin ist darauf zu achten, dass ein möglichst guter medialer Fragmentkontakt besteht bzw. wiederhergestellt werden kann. Ist dies nicht möglich, muss durch zusätzliche Maßnahmen, wie der Fixation eines kortikospongiösen Spanes oder der Anlagerung von homologer oder autologer Spongiosa, eine knöcherne Durchbauung in diesem Bereich ermöglicht werden. Idealerweise eignen sich für die Plattenosteosynthese eher jüngere Patienten mit stabiler Knochenqualität und gutem Allgemeinzustand, welche eine operative Entlastung mit dem Gehen an

Unterarmgehstützen bewältigen können, als dies bei älteren Patienten der Fall ist. Im Hinblick auf die Lokalisation erzielt man die besten Erfolge bei prothesenfernen Frakturen und bei jenen vom einfachen Frakturtyp (Schrägbrüche, Spiralbrüche).

Als geeignete Platten empfehlen sich die Oberschenkel-LCDC-Platte im mittleren Schaftbereich bzw. 95° Winkelplatten, Kondylenabstützplatten, die DCS, das LIS-System (Less Invasive Stabilization System, Fa. Synthes) ^[42] und die neue NCB-Platte (Non-Contact Bridging, Fa. Zimmer) zur extramedullären Stabilisierung von gelenknahen periprothetischen Frakturen. Insbesondere bei femoraler Knieprothesenkomponente ohne intramedullären Stiel lässt sich mit einem winkelstabilen Plattensystem wie der 95°-Winkelplatte, der DCS, dem LIS-System und der NCB-Platte in diesem Bereich eine gute Osteosynthese erzielen. Dabei kann die osteosynthetische Versorgung in minimal-invasiver Technik mit kleiner Inzision im Kniebereich und einer weiteren im Oberschenkelschaftbereich ohne Eröffnung des Frakturbereiches durchgeführt werden. Speziell die NCB-Platte eignet sich aufgrund ihrer Eigenschaften, wie schneller Montage, weichteilschonender Applikation, Winkelstabilität und vor allem der polyaxial einzubringenden Schrauben mit einer 30° Winkelfreiheit, für eine derartige Versorgung ^[30, 106].

Fehlermöglichkeiten bei der konventionellen Plattenosteosynthese können in einer zu ausgedehnten Denudierung der Fragmente und einer unzureichenden Schraubenverankerung bei schlechter Knochenqualität bzw. einliegender intramedullärer Schaftkomponente liegen. In diesem Fall ist mit Spezial-Metallbohrern die Schraubenverankerung in den intramedullären einliegenden Schaft möglich (vgl. Abb. 10).

Ein fehlender medialer Fragmentkontakt kann unter Umständen zu einem Versagen der Plattenosteosynthese führen. Hier ist die Durchführung einer Spongiosa-anlagerung bzw. die medialseitige Fixation eines kortikospongiösen Spanes oder auch die Fixation von sog. Struts (z. B. Drahtcerclagen oder Cerclagenbändern aus Titan) zu empfehlen ^[40].

Bezüglich der Plattenlänge ist auf jeder Seite der Fraktur bei der meist reduzierten Knochenqualität eine Schraubenverankerung mit mindestens acht bis zehn Kortikalisfixationen zu fordern.

In besonderen Fällen kann zusätzlich das Einbringen von Knochenzement (Palacos, Suffix) zur Verbesserung der Schraubenverankerung erforderlich sein oder es muss eine Verbundosteosynthese durchgeführt werden.

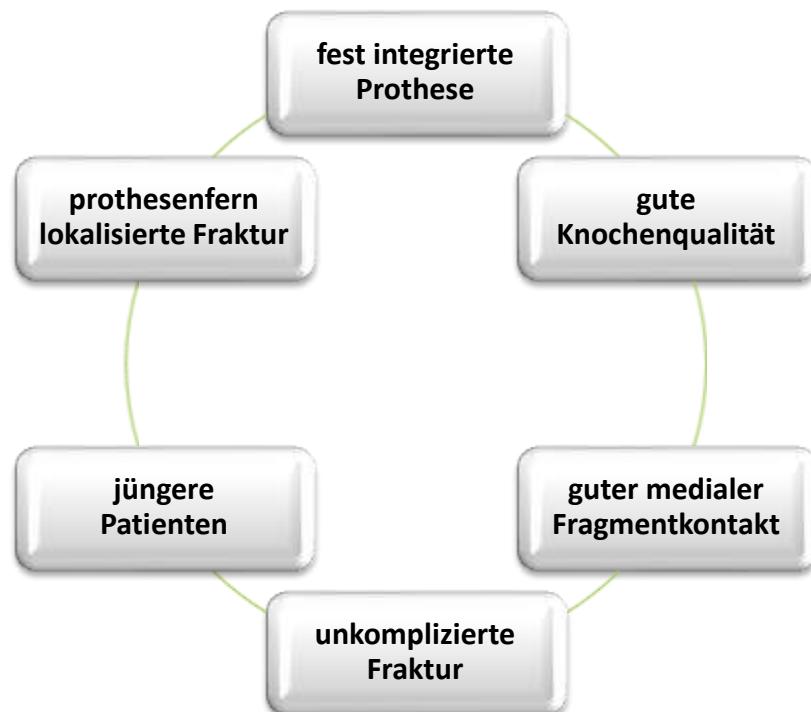


Abb. 9: Kriterien extramedullärer Plattenosteosynthese



Abb. 10: Fehlermöglichkeiten der Plattenosteosynthese

2.4.3 Intramedulläre Stabilisierung

Indikationskriterien für die Durchführung einer intramedullären Stielfixation (vgl. Abb. 11) bei einer periprothetischen Fraktur sind eine Prothesenlockerung sowie eine schlechte Knochenqualität, welche eine Plattenosteosynthese verbieten.

Weiterhin sollte bei einer Mehrfragmentfraktur mit einer größeren Trümmerzone sowie bei älteren Patienten die intramedulläre Stabilisierung mittels retrograd eingeschlagenem Marknagel (z. B IMSC-Nagel, DFN) [46] oder mittels Prothesenwechsel auf eine Langstiel-Prothese stabilisiert werden. Bei Stabilisierung der Fraktur mit einem retrograd eingeschlagenen Nagel ist präoperativ die Weite der interkondylären Notch der einliegenden femoralen Prothesenkomponente beim Hersteller zu erfragen.

Wie in der Arbeit von Jabczenski und Crawford [47] beschrieben, schwankt der interkondyläre Abstand bei häufig verwendeten totalkondylären Knieimplantaten zwischen 12 und 22 mm.

Eine interessante Alternative ist auch die Stielverlängerung einer festsitzenden Prothese mit einer maßgefertigten aufsteckbaren Schaftverlängerung, wie sie von Oxborrow et al. [82] angegeben wurde. Im Ausnahmefall kann auch ein gekürzter Marknagel auf den frei präparierten Prothesenstiel aufgesteckt werden, um damit die Fraktur zu überbrücken. Bei dem Wechsel auf eine langstielige Endoprothese besteht die Möglichkeit zwischen zementierten und zementfreien Systemen. Bei Knieprothesen kann man ggf. die Prothesenkomponenten nur in Kondylen- bzw. Tibiaplateaubereich zementieren.

Fehlermöglichkeiten bei der Versorgung einer periprothetischen Fraktur mittels einer Stielfixation sind eine ungenügend Zementierung im Femurkondylen bzw. im Tibiakopfbereich sowie eine zu kurze Schafftführung bzw. Schafüberbrückung der Fraktur (vgl. Abb. 12).

Ein weiteres Problem ist häufig die Einstellung der korrekten Rotation. Auch sollte beim Einzementieren der Prothese darauf geachtet werden, dass die Frakturspalten nicht mit Knochenzement versiegelt werden und somit eine Frakturheilung verhindern. Sollte dies dennoch der Fall sein, ist die Anlagerung von Spongiosa zu empfehlen, um eine Überbauung der Fraktur zu ermöglichen.

Ergänzende Maßnahmen zu dem vorgestellten Stabilisationsverfahren sind das Einbringen einer Spongiosaplastik bzw. die Fixation eines kortikospongiösen Spanes im Frakturbereich mit Anrauhung der häufig sklerosierten Kortikalis mittels Meißel oder oszillierender Säge, um so eine knöcherne Überbauung der Fraktur zu begünstigen.

Wichtig ist hierbei auch, dass ausreichend gut durchblutete Muskulatur das eingebrachte Knochenmaterial umgibt und so die knöcherne Heilung ermöglicht wird. Gegebenenfalls muss hier eine großzügige Resektion der Narbenareale erfolgen bzw. Muskellappenplastiken, z. B. Gastroknemiuslappen im Tibiakopfbereich, durchgeführt werden.

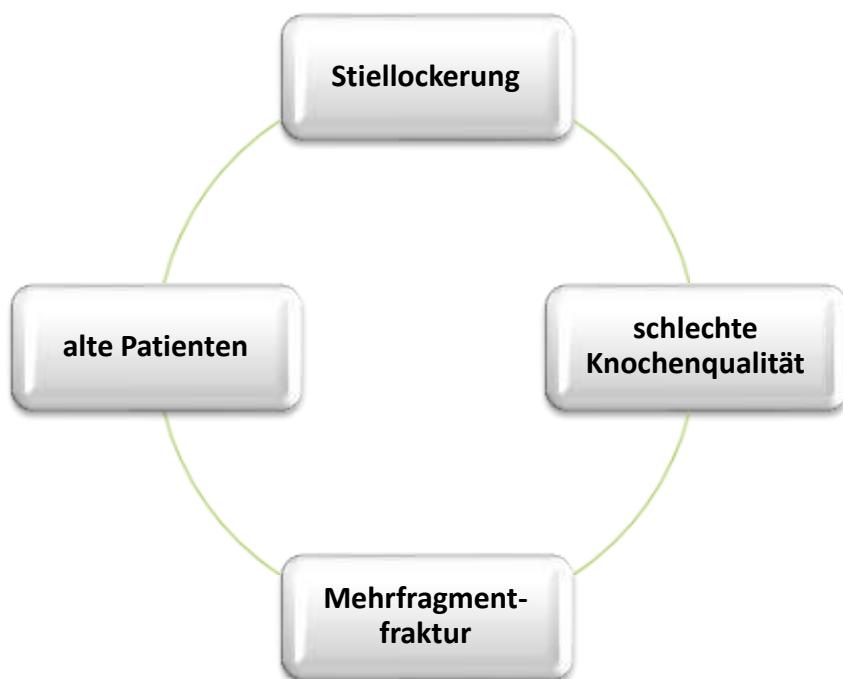


Abb. 11: Kriterien intramedullärer Stielfixation

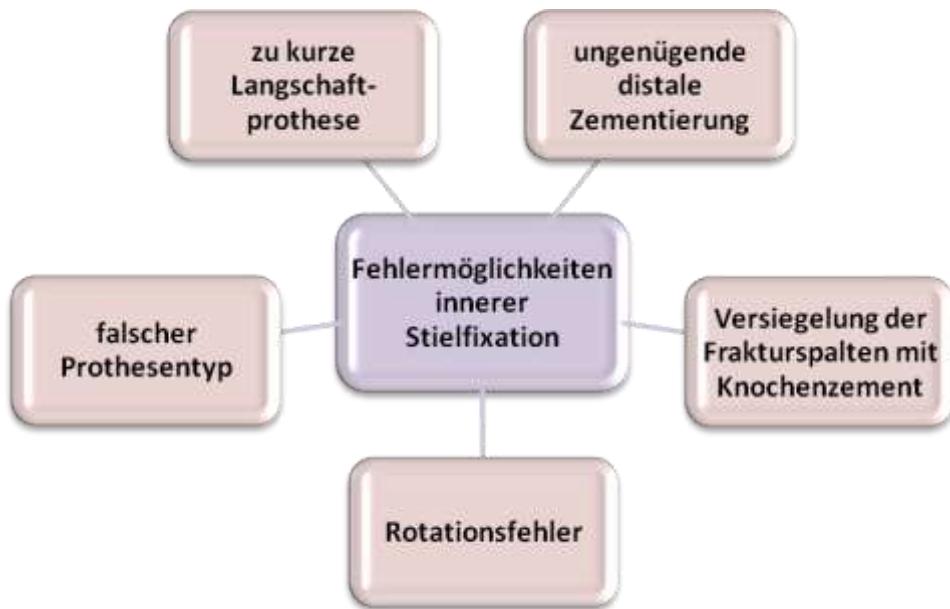


Abb. 12: Fehlermöglichkeiten innerer Stielfixation

2.4.4 Therapie periprothetischer Tibiafrakturen

Die Therapie der periprothetischen Tibiafraktur orientiert sich gemäß der Klassifikation nach Felix et al. an drei Hauptpunkten – der Lokalisation der Fraktur, ihrer Stabilität und dem Zeitpunkt des Auftretens (intra- oder postoperativ).

Bei stabilen Frakturen wählt man die konservative Behandlung, allerdings nicht mehr die obsolete längerfristige Extensionstherapie. Operativ stehen Möglichkeiten verschiedener Osteosynthesen bis hin zur Implantation einer Revisions-Endoprothese offen [73].

Eine konservative Behandlung ist bei nicht dislozierter Fraktur und bei fester Prothese möglich, bei Typ II A, II C und III A ebenfalls, jedoch kann man mit der anatomisch geformten winkelstabilen Platte eine Osteosynthese anstreben und eine frühfunktionelle Nachbehandlung erreichen [31].

Mittels Revisionsprothese müssen I B-Frakturen und können I C-Frakturen versorgt werden.

Wegen der Osteolysen und der schlechten Knochenqualität empfiehlt sich bei Typ II B-Frakturen eine lange modulare Revisionsprothese, ggf. mit autologer Spongiosaplastik.

Bei Typ III B-Frakturen kann ein zweizeitiger Eingriff erforderlich sein, indem zunächst die Fraktur versorgt wird, und sekundär die Revision der gelockerten Prothesenkomponente durchgeführt wird.

Selten mit Lockerung einhergehend ist die Typ IV-Fraktur. Bei ihr soll mit Schrauben- und Zuggurtungsosteosynthese behandelt werden, jedoch steht eine Wiederherstellung des Streckapparates im Vordergrund.

Die besten Langzeitergebnisse zeigen sich nach unkomplizierten periprothetischen Femurfrakturen. Jene Frakturen der Tibia sind mit hohen Revisionsraten verbunden [38, 73, 102].

2.4.5 Therapie periprothetischer Patellafrakturen

Periprothetische Patellafrakturen werden häufig erst bei Röntgenkontrollen nach Knie-TEP-Implantationen zufällig festgestellt, da sie eher asymptomatisch sind. Bei Beschwerdefreiheit und fehlender Einschränkung der aktiven Streckfähigkeit und damit Gehfähigkeit wird man kurzfristig entlasten und sonst keine weiteren Maßnahmen einleiten.

Auch bei einer Patellalängsfraktur ohne wesentliche Dislokation ist keine weitere Therapie notwendig (vgl. Abb. 13). Liegt eine dislozierte Fraktur mit intaktem Reservestreckapparat vor, so dass der Patient noch gehfähig und die aktive Streckfähigkeit noch ausreichend erhalten ist, sollte die konservative Therapie mittels Ruhigstellung in einer Orthese für 6 Wochen erfolgen.

Bei einer stark dislozierten Querfraktur mit Beeinträchtigung der Streck- und Gehfähigkeit wird die Fraktur mittels Zuggurtungsosteosynthese und Spongiosoplastik versorgt. Wichtig ist die Wiederherstellung des Streckapparates.

Polabrißfrakturen – meist untere – sind mit transossärer Refixation behandelbar. Zusätzlich kann für die Dauer der Einheilung eine Entlastungsdrahtnaht entsprechend einer Mc Laughlin-Schlinge zwischen der Tuberousitas tibiae und der Restpatella durchgeführt werden. Gegebenenfalls kann hier auch eine zusätzliche Verstärkung mittels distal gestielter Semitendinosusschlinge erfolgen.

Eine Patellektomie muss nach Möglichkeit vermieden werden, da sie höchst wahrscheinlich kein gutes funktionelles Ergebnis mit sich bringt.

Insgesamt sind die Resultate vor allem bei Typ II-Frakturen mit einer über 40% Revisionsrate und einer Verschlechterung der Streckfunktion in mehr als der Hälfte der Fälle bislang nicht zufrieden stellend [21, 78].

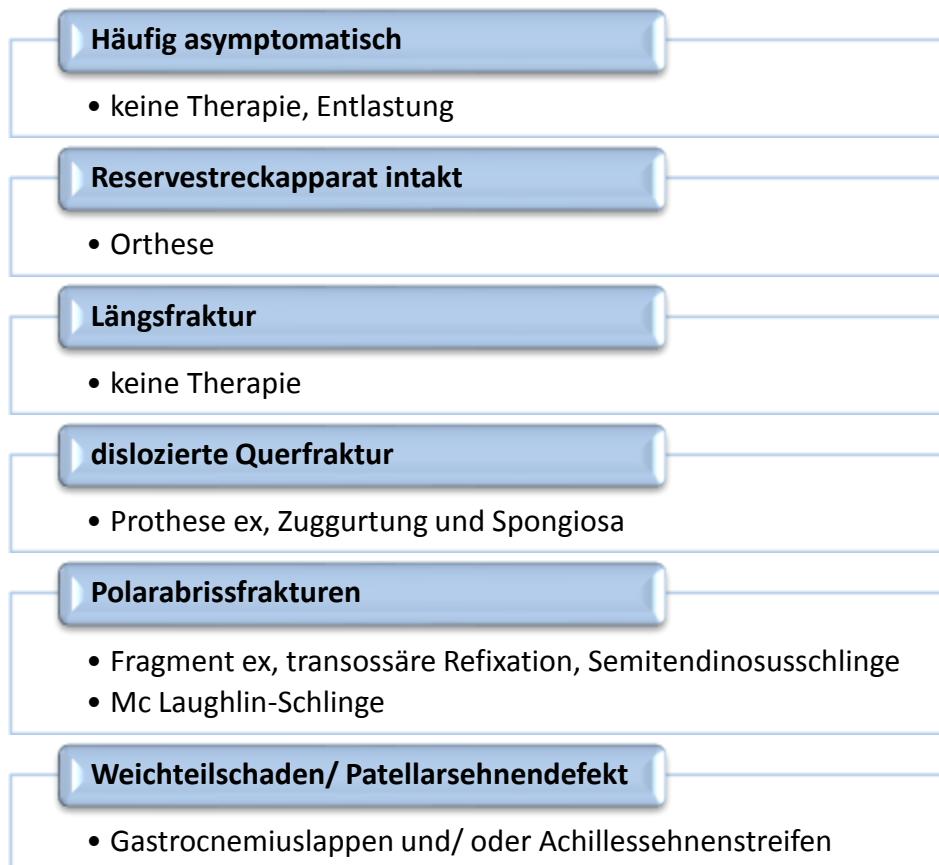


Abb. 13: Therapie periprothetischer Patellafrakturen

2.4.6 Alternativmaßnahmen bzw. Alternativ-Implantate

Alternativen zu den oben vorgestellten extra- und intramedullären Verfahren sind die Stabilisierung von periprothetischen Frakturen mit der Mennen-Rekonstruktionsplatte [48] oder die Stabilisierung mit Drahtcerclagen oder Cerclagenbändern aus Stahl, Titan oder Plastik. In seltenen Fällen kann auch die Stabilisierung mittels Doppelplatte, welche wegen der ausgedehnten Denudierung der Knochenfragmente jedoch nur in Ausnahmesituationen zum Einsatz kommen sollte, erforderlich sein. Nach Möglichkeit sollten diese über einen limitierten Zugang eingeschoben werden.

Eine weitere Möglichkeit ist die Stabilisierung mittels Wellenplatte nach Weber, wobei unter den freien Raum zwischen Platte und Frakturzone Spongiosa oder ein kortikospongiöser Span eingebracht wird. Häufig ist auch die Kombination aus Prothesenwechsel mit Schaftkomponente und extramedullärer Stabilisierung mit Plattenosteosynthese sinnvoll, um eine höhere und frühzeitigere Belastbarkeit der Extremität zu ermöglichen.

Alternativen:

- Mennen- Rekonstruktionsplatte
- Cerclagen- bzw. Cerclagenbänder (Ti)
- Wellenplatte nach Weber
- Doppelplatte
- Kombination: Prothesenwechsel + Platte
- Struts
- „Marknagelinterponat“

2.4.7 Konservative Therapie

Angesichts der heutigen therapeutischen Möglichkeiten und vergleichsweise deutlich besserer Erfolge der operativen Wiederherstellung überraschen der Rückgang der konservativen Frakturbehandlung und ihre strengere Indikationsstellung nicht. Argumente, die nach Meinung einiger Autoren für eine konservative Therapie sprechen, sind im Folgenden aufgezählt [27, 36, 49].

- Der Patient kann nicht operiert werden
(eine ausreichende Compliance des Patienten vorausgesetzt)
- Ungelockerte, feste Prothese, nachfolgende Lockerung unwahrscheinlich
- Stabile, undislozierte Ermüdungsfraktur bei Knie-TEP
- Prothesenausrichtung und Achsverhältnisse können durch Extension und Schienung gewährleistet werden
- In Ausnahmefällen Dislokation bis 5 mm und Angulation < 5°
- Feste Prothese, Fraktur im mittleren Drittel der Prothese
- Reduktion der Knochensubstanz und möglicher Stabilitätsverlust der Prothese bei erneuter OP
- Fissuren (proximal, längs verlaufend) in der frühen postoperativen Phase

Die Zahlen erfolgreich konservativ behandelter Fälle sind nicht sehr hoch, die der Risiken und Komplikationen, welche mit bis zu 75% beschrieben werden, umso besorgniserregender [32, 54, 71, 74].

Besonders ältere Personen sind im Rahmen der Immobilisation gefährdet, an Pneumonien, thromboembolischen Komplikationen oder Atelektasen zu erkranken. Des Weiteren verschlechtert das Risiko einer Dekubitusbildung bzw. -vergrößerung, der sekundären Implantatlockerung sowie der Pseudarthrosenbildung deutlich die Prognose. Die daraus resultierende Revision gestaltet sich umso schwieriger. Die Revisionsrate ist nach primär konservativer Therapie mit über 50% bis hin zu 100% [54] extrem hoch – ein Grund mehr, warum diese Behandlungsform immer seltener Anwendung findet.

3. Material und Methoden

3.1 Patientenkollektiv

Im Zeitraum vom 01.01.2002 bis 31.12.2009 wurden in der unfallchirurgischen Abteilung der Kreisklinik Gunzenhausen 67 Patienten auf Grund einer periprothetischen Fraktur stationär behandelt. 66 Patienten unterzogen sich einer operativen Frakturbehandlung. Ein Patient mit intraoperativer Fraktur wurde aus der Statistik ausgeschlossen. Bei diesen 66 periprothetischen Frakturen handelte es sich in 40 Fällen um Frakturen bei liegendem Hüftgelenkersatz, 19 Frakturen bei liegender Knieendoprothese, sechs Frakturen bei Knie- und Hüfttotalendoprothese sowie eine Fraktur bei liegender Schulterendoprothese (vgl. Abb. 14 und Abb. 15). Die periprothetische Humerusfraktur bei liegender Schulterprothese wurde aus der Studie ausgeschlossen. Somit bezog sich die Gesamtstudie auf insgesamt 65 Patienten. In dieser Arbeit wird nur der Anteil der periprothetischen Frakturen des Knies (19) bzw. den intraprothetischen Frakturen (6) ab 2004 vorgestellt.

3.2 Datenerfassung

In dieser retrospektiven Studie, bei der eine definierte Gruppe von eruierbaren Patienten mit versorger periprothetischer Fraktur nach einem bestimmten Zeitraum bezüglich des Therapieergebnisses nachuntersucht wurde, geht es um eine relativ seltene Komplikation.

Die Auswertung dieser Daten ist daher darstellend zu betrachten. Eine statistische Erfassung steht aufgrund fehlender Konsequenz nicht im Vordergrund.

Zunächst wurden die Patienten über klinikinterne Datenbanken ermittelt. Die Datenerfassung erfolgte auf Grundlage der Röntgendiagnostik. Dabei wurde ein sicherer Nachweis einer periprothetischen Fraktur bei ausreichend zu beurteilendem Bildmaterial gefordert.

Die radiologischen Lockerungszeichen bestehen dabei in einem Nachsinken, einem Lysesaum, Osteolysen, einer Osteopenie, heterotopen Ossifikationen und / oder der Veränderung der Implantatposition bzw. deren Schäden [84].

Es wurde eine Vorauswahl getroffen, bei der lediglich Fälle einer postoperativen periprothetischen Femurfraktur relevant waren.

Des Weiteren wurden zusätzliche Parameter erhoben, wie Alter, Geschlecht, Frakturseite, Lockerungszeichen, Vorhandensein einer Osteoporose und/ oder weiterer Implantate, Tragedauer, Nebenerkrankungen, ASA-Grad, die Art der Therapie und Komplikationen. Die Auswahl der 25 Patienten beschränkte sich auf o. g. Kriterien und auf Patienten, bei denen ausreichende Daten zur Verfügung standen.

In einer Nachuntersuchungsreihe, die im Text ausführlicher erläutert wird, wurden zusätzliche Parameter und Vergleichswerte gesammelt. Daraus resultieren die entsprechenden vorgestellten Scores und die Diskussionsgrundlage.

3.3 Neue Klassifikation

Neben der direkten Gewalteinwirkung auf den das Implantat tragenden Knochen spielen bei der periprothetischen Fraktur auch andere Faktoren, wie eine vorbestehende Prothesenlockerung, eine wichtige Rolle. Weiterhin ist die vorliegende Knochenqualität bei den überwiegend alten Patienten ein oft entscheidendes Kriterium für den entstehenden Frakturtyp und die zu wählende Therapieform. Auch generalisierte Erkrankungen der Patienten, wie massives Übergewicht, primär chronische Polyarthritiden, idiopathische und kortisonbedingte Osteoporose, spielen eine wichtige Rolle bei der Frakturbehandlung und beeinflussen die zu wählende Versorgungsmaßnahme.

Eine Klassifikation sollte neben einer Differenzierung der verschiedenen Frakturtypen zugleich eine entsprechende Therapieempfehlung für die jeweilige klassifizierte Fraktur enthalten.

Der neuen Klassifikation wird das Einteilungsprinzip der AO mit den Frakturtypen A1-C3 zugrunde gelegt. Die Komplexität der Frakturen und damit der Schwierigkeitsgrad der operativen Versorgung nehmen von A1 nach C3 zu.

Um mit dieser Klassifikation die periprothetischen Frakturen bei Hüft-, Knie-, Schulter- und Ellenbogenprothesen beschreiben zu können, wird der jeweiligen Fraktur der AO-Code des betroffenen Knochens und die Abkürzung der einliegenden Prothese vorangestellt (vgl. Tab. 6).

Unter dem Typ A sind alle einfachen Frakturformen wie Quer-, Schräg- und Spiralbrüche subsummiert. Diaphysäre Brüche bzw. Brüche, die mehr als 5 cm vom Prothesenende entfernt sind, werden als Typ A1, jene im Bereich der Prothesenspitze (bei Schaftprothesen) bzw. weiter als 5 cm vom Gelenkspalt entfernt als Typ A2 und gelenknahe, innerhalb der Prothese oder weniger als 5 cm von dem Gelenkspalt entfernte Frakturen als A3 klassifiziert.

Typ B-Frakturen beinhalten alle Mehrfragment- bzw. Trümmerfrakturen bei – vergleichbar mit Typ A – festsitzender Prothese.

Die Lokalisation der Fraktur ergibt wieder die Unterteilung in B1–B3 entsprechend der Angabe bei Typ A-Frakturen.

Als Typ C werden alle periprothetischen Frakturen bei gelockerter Prothesenkomponente klassifiziert. Prothesennahe einfache Bruchformen werden in C1, komplexe Frakturen in C2 und prothesenferne Brüche in C3 unterteilt.

Die Knochenqualität des frakturierten Röhrenknochens wird durch Beifügung des Kürzels op (= Osteoporose, Osteopenie) mit beurteilt (vgl. Tab. 6).

Hiermit soll durch die Klassifikation bereits auf die erschwerte operative Versorgung bei ausgeprägter Osteoporose hingewiesen werden.

Aus der vorgestellten Klassifikation ergeben sich die nachfolgend im Kapitel (s. u.) angegebenen Therapieempfehlungen.

Klassifikationsschema		
Einliegende Prothese	HP KP SP EP	Hüftprothese Knieprothese Schulterprothese Ellenbogenprothese
AO-Code der langen Röhrenknochen	1 2 3 4	Humerus Radius/ Ulna Femur Tibia/ Fibula
Typ	A - A1 - A2 - A3 B - B1 - B2 - B3 C - C1 - C2 - C3	Einfache Fraktur, fest - diaphysär - Prothesenspitze - innerhalb der Prothese Komplexe Fraktur, fest - diaphysär - Prothesenspitze - innerhalb der Prothese Fraktur bei Prothesenlockerung - einfach, prothesennah - komplex, prothesennah - prothesenfern
Knochenqualität	Op - op* - op** - op***	Osteoporose, Osteopenie - normale Knochenqualität - mäßige Knochenqualität - schlechte Knochenqualität

Tab. 6: Neues Klassifikationssystem

Beispiele:

- Periprothetische Schrägfaktur am Oberschenkelschaft bei einliegender Knieprothese mit mäßiger bis deutlicher Osteoporose: **TYP KP-3-A1 op****
- Periprothetische komplexe Tibiakopffaktur bei Knieprothesenlockerung und massiver Osteoporose: **TYP KP-4-C2 op*****
- Periprothetische komplexe, gelenknahe Fraktur des Humerus bei Ellenbogen-gelenksprothese und leichter Osteoporose: **TYP EP-1-B3 op***

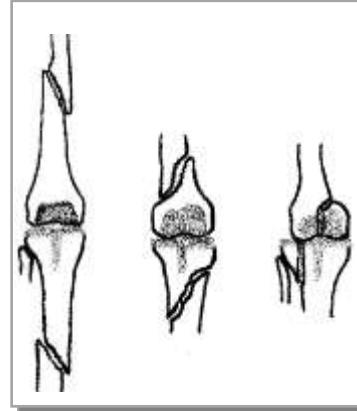
Neue Klassifikation der periprothetischen Frakturen am Beispiel liegender Knieendoprothesen

Typ A

Einfache Fraktur

Prothese fest

- A1** diaphysär, > 5 cm Prothesenende
- A2** Prothesenspitze, > 5 cm Gelenkspalt
- A3** innerhalb der Prothese, gelenknahe
< 5 cm vom Gelenkspalt



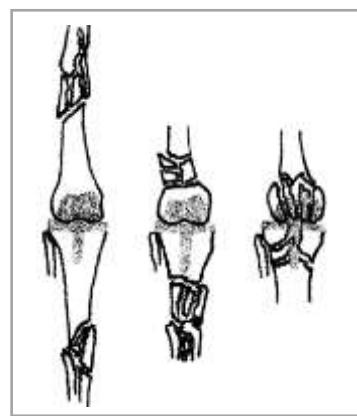
Typ B

komplexe Fraktur

Mehrfragmentfraktur

Prothese fest

- B1** diaphysär, > 5 cm Prothesenende
- B2** Prothesenspitze, > 5 cm Gelenkspalt
- B3** innerhalb der Prothese, gelenknahe
< 5 cm vom Gelenkspalt

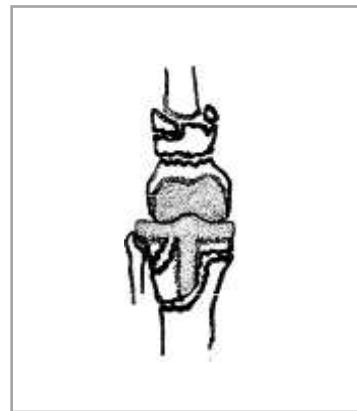


Typ C

Fraktur bei

Prothesenlockerung

- C1** einfache Fraktur prothesennah
- C2** komplexe Fraktur prothesennah
- C3** Fraktur prothesenfern



Klassifikationsbezogene Therapieempfehlung (allgemein)

Typ A

- A1 : wie Schaftfraktur - Plattenosteosynthese
 - Verbundosteosynthese
 - Spongiosoplastik
 - CS-Span
- A2 } : wie suprakondyläre - 95° Kondylenplatte
A3 Fraktur - LIS-System
 - Kondylenabstützplatte
 - retrograde Nagelung (z. B. DFN)
 - evtl. Prothesenwechsel mit Stielfix.
 - Cerclagen

Typ B

- B1 : wie A1
- B2 : wie A2
- B3 : Prothesenwechsel mit Stielfixation

Typ C

- C1 } : Prothesenwechsel
- C2
- C3 : Prothesenwechsel mit Langstielfixation
 → (modulare Tumorprothese/ Femurersatz)

Therapieempfehlung unter Berücksichtigung der Knochenqualität

- op* normale bis leicht verminderte Knochenqualität:
konventionelle Plattenosteosynthese ohne zusätzliche
Zementapplikation, evtl. zementfreie intramedulläre Schienung
- op** mäßig bis deutlich verminderte Knochenqualität:
extra- und/ oder intramedulläre Stabilisierung in Verbundtechnik,
zementfreie Prothesenverankerung
- op*** sehr schlechte Knochenqualität:
Kombination von extra- und intramedulläre Schienung in
Verbundtechnik; eher intramedulläre Stabilisierungsverfahren,
zementierte Langstielpfosten, evtl. Femurersatz

3.4 Klinische Nachuntersuchung

Die klinische Nachuntersuchung erfolgte neben dem Studium der vorliegenden Patientenakten des Krankenhauses Gunzenhausen und der Auswertung der dazugehörigen Röntgenbilder zu einem Teil ambulant und teilweise telefonisch.

Einige Patienten kamen mehrmals zur Nachkontrolle, andere wiederum erschienen, trotz zahlreicher Nachfragen, aus diversen Gründen nicht. Letztere konnten zumindest telefonisch befragt werden und die benötigten Daten liefern. Es konnte jedoch insgesamt keine vollständige Datenerhebung erfolgen, da ein Teil der betreffenden Personen entweder inzwischen verstorben war oder aufgrund fehlender bzw. nicht mehr aktueller Adressen und Telefonnummern unerreichbar blieb.

Die Auswertung erfolgte somit nur an jenen erreichbaren bzw. wieder vorgestellten Patienten. Diese wurden über den Inhalt und das Ziel der Arbeit unter Berücksichtigung des Datenschutzes der erhobenen Daten informiert und erklärten sich damit einverstanden. Die Daten wurden in einer Excel-Datei gespeichert und enthielten die in den Tab. 7 und Tab. 8 aufgeführten Punkte bzw. Fragen.

- Name, Geschlecht, Alter
- Vorbestehender Befund (zementiert / nicht zementiert)
- Hausarzt
- Anamnese
- Diagnose
- Nebenerkrankungen
- Osteoporose (Schweregrad)
- ASA
- Therapie
- Zeitintervall bis zur OP
- OP-Dauer
- Komplikationen
- Blutkonserven
- Dauer des stationären Aufenthaltes
- Prozedere nach Entlassung

Tab. 7: Daten zur Nachuntersuchung

1. Wie geht es Ihnen?
2. Wie (mit welchen Hilfsmitteln) gehen Sie im Augenblick?
3. Können Sie Treppen steigen?
4. Wie lange können Sie am Stück laufen ohne Hilfe anderer?
5. Welche Komplikationen hatten / haben Sie nach Entlassung?
6. Wie stark sind Ihre Schmerzen?
7. Wie stufen Sie Ihre Zufriedenheit ein?
8. Wie ist das Bewegungsausmaß des betreffenden Gelenkes?
9. Welche Therapie haben Sie nach Entlassung erhalten?
10. Können Sie selbständig Schuhe binden?
11. Können Sie sitzen?

Tab. 8: Fragen zur Nachuntersuchung

Die Fragen 4 und 7 aus Tab. 8 wurden, anlehnd an den Score von Merle d'Aubigné, entsprechend einer Skala in Punkte von 0 bis 6 unterteilt (vgl. Tab. 9). Somit bestand eine Basis, um die erreichten Therapieergebnisse qualitativ und quantitativ zu bewerten. Es wurden dazu in der Vergangenheit verschiedenste Scores entwickelt, die individuell bestimmte Variablen berücksichtigen, um das Endergebnis in Prozent oder als Zahl zu erfassen und entsprechende Rückschlüsse zuzulassen.

Der Merle d'Aubigné-Score ist einer der häufigst angewendeten Scores zur Beurteilung des funktionellen Operationsergebnisses, insbesondere der Hüfte. Er wurde hier bewusst gewählt, da eine parallel erstellte Studie mit ppF der Hüfte einen Vergleich ermöglichen sollte.

Score nach Merle d'Aubigné		
Schmerz	sehr stark, andauernd	0
	stark, auch nachts	1
	stark beim Gehen, immobilisierend	2
	erträglich, eingeschränkte Aktivität	3
	gering beim Gehen, kein Ruheschmerz	4
	gering, intermittierend, normale Aktivität	5
Beweglichkeit	keine	6
	Ankylose mit Fehlhaltung	0
	Ankylose leicht, keine Fehlhaltung	1
	Flexion 40°, (Abduktion 0°)	2
	Flexion 40–60°	3
	Flexion 80–90°	4
	Flexion 80–90°, (Abduktion 15°)	5
Gehfähigkeit	Flexion > 90°, (Abduktion 30°)	6
	keine	0
	mit zwei Unterarmgehstützen	1
	mit Spazierstock	2
	mit Spazierstock < 1 Stunde, erschwert ohne Stock	3
	lange mit Spazierstock, hinkend ohne Stock	4
	ohne Spazierstock, leicht hinkend	5
	normal	6

Tab. 9: Score nach Merle d'Aubigné

Erweiterter Score		
Laufstrecke	unmöglich	0
	wenige Meter	1
	bis 15 Minuten	2
	mehr als 15 Minuten, bis 30 Minuten	3
	mehr als 30 Minuten, bis 90 Minuten	4
	etwas eingeschränkt	5
Zufriedenheit	uneingeschränkt	6
	völlig unzufrieden	0
	unzufrieden, deutliche Einschränkungen	1
	unzufrieden, einige Einschränkungen	2
	zufrieden trotz deutlicher Einschränkungen	3
	zufrieden, minimale Einschränkungen	4
	zufrieden	5
	sehr zufrieden	6

Tab. 10: Erweiterter Score

Nach den von Letournel und Matta empfohlenen Kriterien [61, 69] entspricht die maximal erreichbare Punktzahl von 18 (vgl. Tab. 9) einem hervorragenden Ergebnis. Als gut wird ein Ergebnis von minimal 15 Punkten eingestuft. Befriedigend bewertet der Score 12 bis 14 Punkte, 9 bis 11 mäßig und alles, was weniger als 9 Punkte zählt, muss als ungenügendes funktionelles Ergebnis gesehen werden. Die hier vorgestellte erweiterte Version (Merle d'Aubigne und Score aus Tab.10 zusammen) zählt maximal erreichbare 30 Punkte und jeweils einen Zusatzpunkt für positive Antworten auf die Fragen 1, 3, 5, 10 und 11 (vgl. Tab. 8). Insgesamt ergibt dies 35 Punkte, die wie folgt bewertet sind (vgl. Tab. 11).

Punkte	Ergebnis
30 – 35	hervorragend
24 – 29	gut
18 – 23	befriedigend
12 – 17	ausreichend
≤ 11	ungenügend

Tab. 11: Punkteskala Score Merle d'Aubigné (erweitert)

3.5 Datenverarbeitung

Mit Microsoft Office XP Professional erfolgte die Datenerfassung und Verarbeitung des Textes, Letztere in Microsoft Word.

Für die Sammlung, Summen- und weitere Berechnungen einschließlich der Erstellung von Diagrammen wurde Microsoft Excel verwendet.

4. Behandlungsergebnisse periprothetischer Frakturen des Kniegelenks

4.1 Allgemeine Daten

4.1.1 Patientenkollektiv

Im Zeitraum vom 01.01.2004 bis 31.12.2009 wurden in der unfallchirurgischen Abteilung der Kreisklinik Gunzenhausen 67 Patienten auf Grund einer periprothetischen Fraktur stationär behandelt. 65 davon wurden für die Studie ausgewählt, darunter handelte es sich in 40 Fällen um Frakturen bei liegendem Hüftgelenkersatz, 19 Frakturen bei liegender Knieendoprothese und sechs Frakturen bei Knie- und Hüfttotalendoprothese. Eine intraoperative Fraktur und eine Fraktur bei liegender Schulterendoprothese wurden von der Studie ausgeschlossen (vgl. Abb. 14 und Abb. 15).

Aus dieser Gesamtheit werden in folgender Arbeit die Ergebnisse der periprothetischen Frakturen bei liegender Knie- bzw. Knie- und Hüftprothese (interprothetisch) vorgestellt.

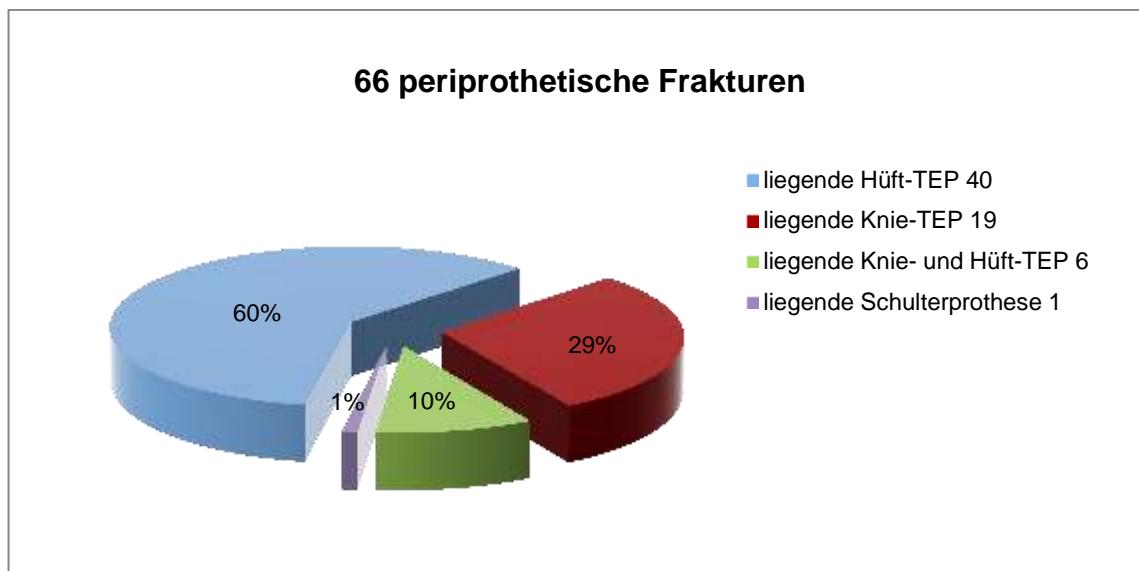


Abb. 14: Häufigkeit der ppF

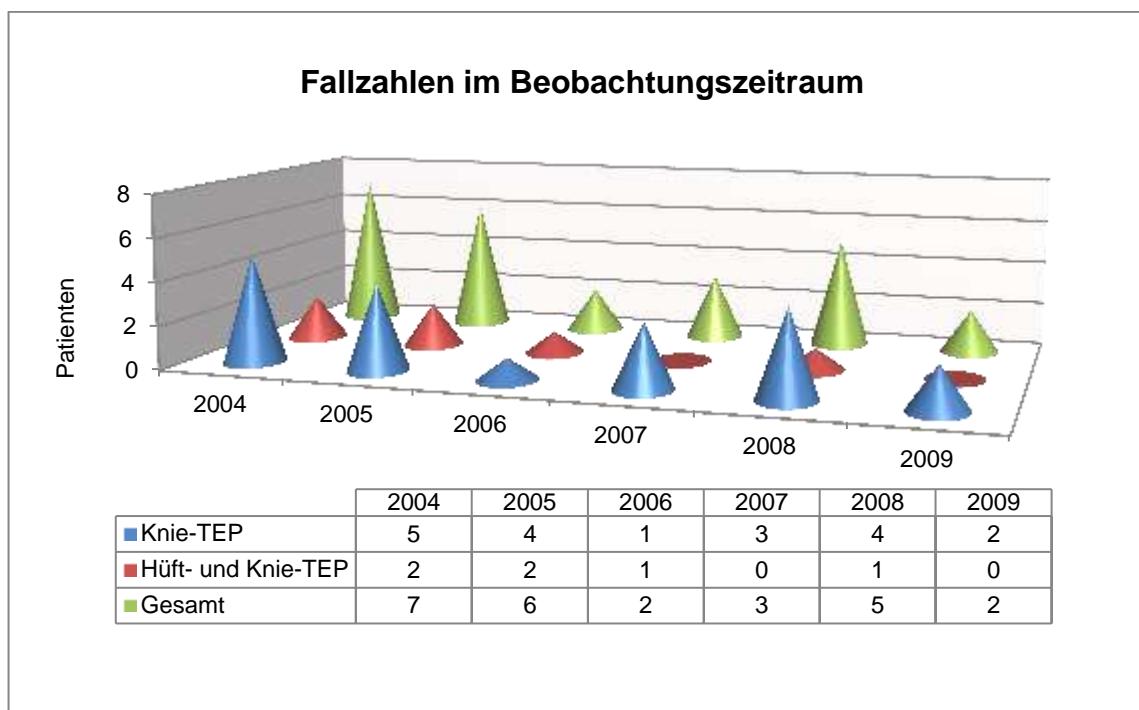


Abb. 15: Fallzahlen im Beobachtungszeitraum

4.1.2 Altersverteilung

Zum Frakturzeitpunkt fand sich bei den 25 in dieser Studie einbezogenen Patienten eine Altersverteilung von 60 bis 97 Jahren. Das Durchschnittsalter lag bei 81 Jahren. Ein Altersgipfel zeigt sich in der Altersgruppe der 70- bis 79-Jährigen mit 40%, knapp vor den 80- bis 89-Jährigen mit 36%. Nahezu 80% der Untersuchten waren 70 bis 89 Jahre alt (Durchschnitt: 80,6 Jahre) (vgl. Abb. 16).

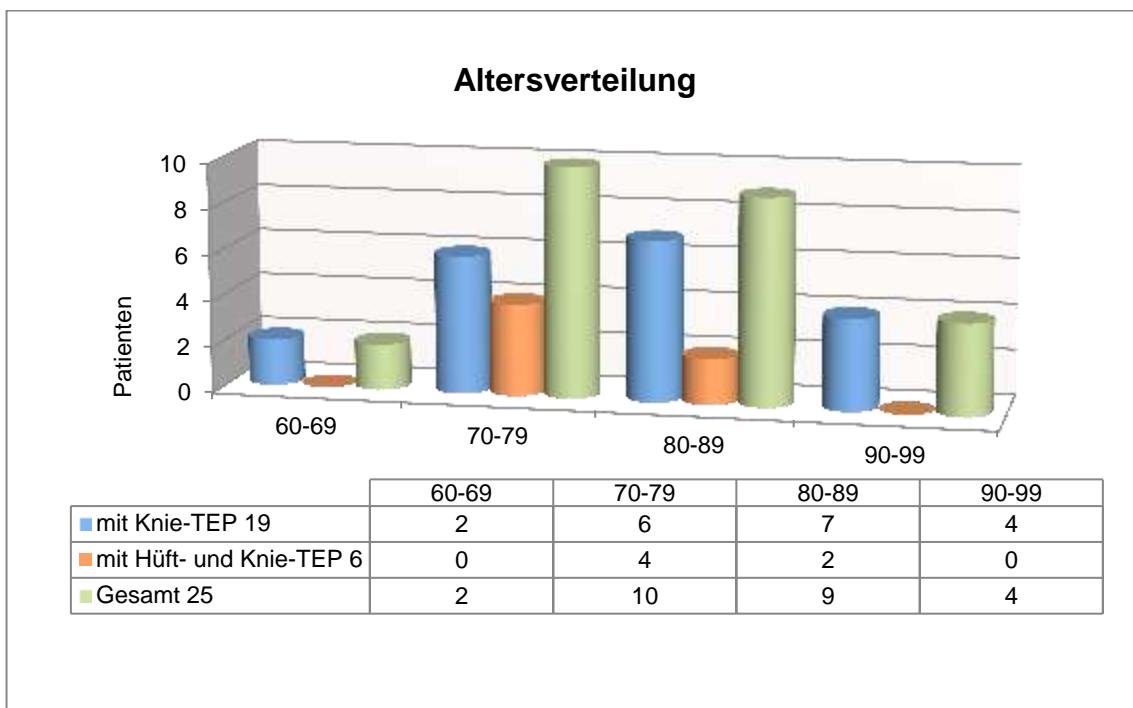


Abb. 16: Häufigkeit der Patienten in Altersgruppen

Das Durchschnittsalter liegt bei den Männern bei 77 Jahren deutlich unter dem der Frauen mit 82 Jahren.

4.1.3 Geschlechtsverteilung

Im untersuchten Patientenkollektiv fanden sich 20 Frauen (80%) und 5 Männer (20%). Frauen sind somit 4-mal häufiger betroffen als Männer (vgl. Abb. 17).

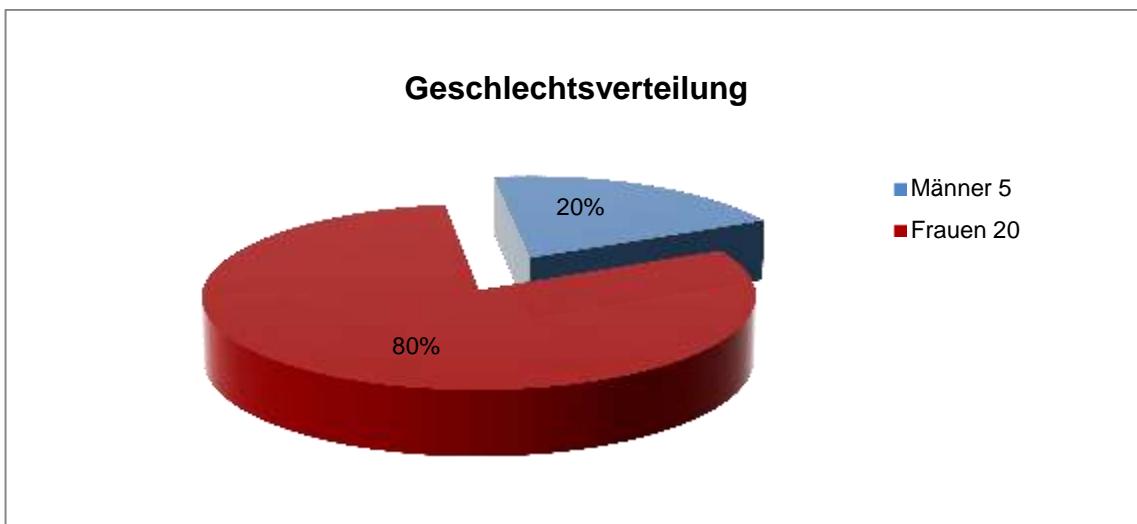


Abb. 17: Geschlechtsverteilung

4.1.4 Seitenverteilung

Im Patientenkollektiv vorliegender Studie war in 18 Fällen die rechte und in 7 Fällen die linke Extremitätenseite befallen.

4.1.5 ASA-Klassifikation

Die präoperative Risikoeinschätzung entsprechend der ASA-Klassifikation bei den 25 Patienten wird im folgenden Diagramm dargestellt:

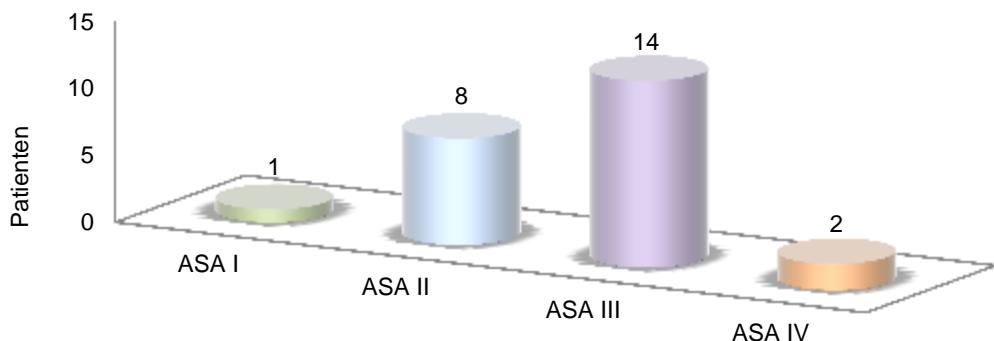


Abb. 18: Risikoeinschätzung entsprechend der ASA-Klassifikation

Wie aufgrund der Risikofaktoren und Begleiterkrankungen nicht anders zu erwarten war, gab es im Kollektiv einen einzigen ASA I Patienten. Acht Patienten waren ASA II, der größte Teil, nämlich 14 Patienten, ASA III und zwei Patienten sogar ASA IV. Bei den zwei Patienten mit einer Einstufung ASA IV handelt es sich um einen multimorbidien Patienten mit einem Non-Hodgkin-Lymphom unter Chemotherapie und einen Patienten mit mehreren Begleiterkrankungen wie pAVK, Herzinsuffizienz, Herzrhythmusstörungen, arterieller Hypertonie, Osteoporose und seniler Demenz.

4.1.6 Begleiterkrankungen

Auf Grund des hohen Lebensalters der Patienten fand sich erwartungsgemäß ein breites Spektrum systemischer Begleiterkrankungen, welche in Tab. 12 aufgeführt sind. Zusätzlich hierzu war eine Patientin präoperativ bettlägerig.

Adipositas	KHK
Arterielle Hypertonie	PCP
Carcinom mit Chemotherapie	Rez. Lungenembolie
Demenz	Niereninsuffizienz
Dauerkortisontherapie	Depression
Diabetes mellitus	Non-Hodgkin-Lymphom
Godamed/ Marcumar	Herzinsuffizienz

Tab. 12: Auflistung der Begleiterkrankungen

Bei 16 Patienten (64%) bestanden mindestens vier Nebendiagnosen und somit Risikofaktoren für die Entwicklung peri- und postoperativer Komplikationen. Tab. 13 zeigt die Häufigkeit des Vorhandenseins von Nebenerkrankungen als Anzahl und prozentualen Anteil des Patientenkollektivs. Bedenkt man die Definition der Multimorbidität als gleichzeitiges Vorhandensein von zwei Erkrankungen bzw. Störungen von Organsystemen, wird die hohe Morbidität des betroffenen Patientenkollektivs deutlich.

Anzahl Nebendiagnosen	Anzahl Patienten	Anteil des Kollektivs
1	1	4%
2	2	8%
3	6	24%
4	6	24%
> 5	10	40%

Tab. 13: Verteilung der Häufung von Nebendiagnosen

4.2 Periprothetische Frakturen bei liegender Knieendoprothese

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Datenanalyse von 25 Patienten mit liegender Knieendoprothese dargestellt, welche retrospektiv anhand der Krankenakten und Röntgenbilder erfasst wurden.

4.2.1 Risikofaktoren für eine periprothetische Fraktur

Wie sich retrospektiv herausstellte, war die vorbestehende Osteoporose ein häufiger Risikofaktor für eine periprothetische Fraktur bei liegender Knieendoprothese. Bei 16 der 25 Patienten konnte radiologisch präoperativ eine auffällige bis stark ausgeprägte Osteoporose gesichert werden. Dies entspricht einer Prävalenzrate von 64%. In über 80% handelt es sich dabei um Frauen.

Bei drei Patienten finden sich in der präoperativen Röntgendiagnostik eindeutig Lockerungszeichen, zumindest eines Prothesenanteiles mit Lysesauum.

Eine primäre chronische Polyarthritis mit Dauerkortikoideinnahme und / oder Diabetes mellitus als weitere prädisponierende Faktoren für die Entwicklung einer solchen Fraktur vorbestehend, fanden sich bei fünf Patienten.

Bereits vorher stattgehabte Operationen bzw. Wechseloperationen bei einer Prothesenlockerung vor der periprothetischen Fraktur waren bei zwei Patienten zu verzeichnen.

Insgesamt fand sich im untersuchten Patientengut bei 23 der Patienten (88%) mindestens einer der oben genannten Risikofaktoren. Zwölf Patienten (48%) hatten einen Risikofaktor, sechs Patienten (24%) hatten zwei Risikofaktoren, und fünf Patienten (20%) waren mit bekannten drei Risikofaktoren vorbelastet. Bei zweien (8%) ließ sich kein Risikofaktor für die Entstehung einer periprothetischen Fraktur ermitteln (vgl. Abb. 19).



Abb. 19: Häufigkeit der Risikofaktoren

4.2.2 Standzeit der Prothese zum Frakturzeitpunkt

Das Spektrum der Standzeiten erstreckt sich über einen breiten Zeitraum. Im kürzesten Fall handelt es sich um einen Sturz drei Wochen nach Erstimplantation, vermutlich im Zuge einer TIA. Die Zahl der Patienten mit einer Tragezeit von weniger als zwei Jahren ist mit 7 relativ hoch. Die Gründe dafür sind unterschiedlich und werden im Diskussionsteil weiter ausgeführt.

In sechs Fällen, bei senil dementen Pflegeheimbewohner(inne)n bzw. inzwischen verstobenen Patienten mit unvollständiger Anamnese, war die Standzeit der Prothesen bei fehlender Anamnesefähigkeit nicht zu eruieren.

Bei 13 Patienten lag die Standzeit unter 15 Jahre mit einer Streuung von 2 bis 14 Jahren bei einem Median von 5 Jahren. In dieser Gruppe war bereits bei einem Patienten ein Prothesenwechsel erfolgt.

Bei immerhin fünf Patienten betrug die Standzeit bereits über 15 Jahren mit einer Streuung bis zu 30 Jahren. In dieser Gruppe war aber bereits bei zwei Patienten eine erneute Operation mit Wechsel von Teilen der Prothese oder komplettem Wechsel notwendig geworden (vgl. Abb. 20).

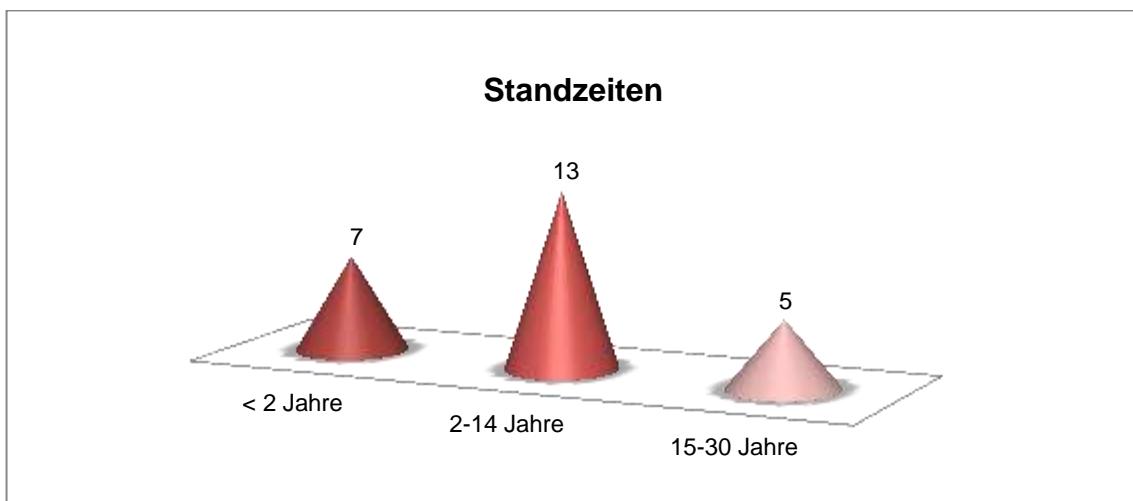


Abb. 20: Standzeiten der Prothese zum Frakturzeitpunkt

4.2.3 Frakturursache

Bei 24 Patienten (96%) war ein Sturz aus mechanischer Ursache als adäquates Trauma in den Krankenakten dokumentiert. Fußballspielen mit dem Enkelkind, Sturz bei Eisglätte oder beim Bettenrichten sind einige Beispiele. Eine Patientin war aus innerer Ursache gestürzt (vgl. Abb. 21).

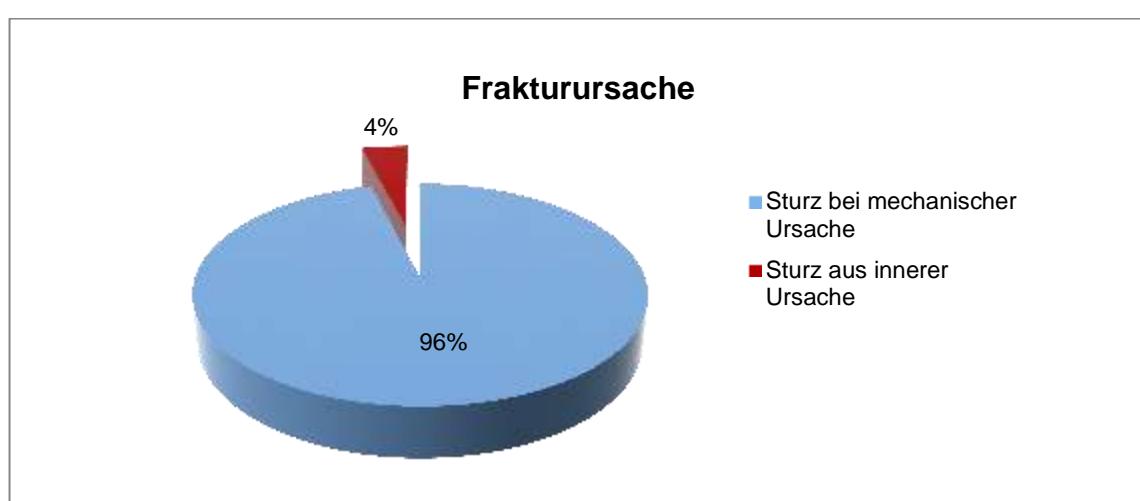


Abb. 21: Frakturursache

Wertet man dies ebenfalls als adäquaten Unfallmechanismus, ließe sich bei allen Patienten ein adäquates Trauma verzeichnen.

4.2.4 Frakturtypen nach der neuen Klassifikation

Als häufigste Form findet sich der Frakturtyp KP 3-A2 gefolgt von Typ KP 3-B2. Bei den insgesamt 25 Frakturen (19 Knie-TEP und 6 Knie- und Hüft-TEP) betrifft es 21-mal den Femur (d. h. KP-3) und 4-mal die Tibia (d. h. KP-4) (vgl. Abb. 22). Wenn man unter den drei Typen unterscheidet, finden sich bei 52% eine Typ A-, bei 36% eine Typ B- und bei 12% eine Typ C-Fraktur (vgl. Abb. 24).

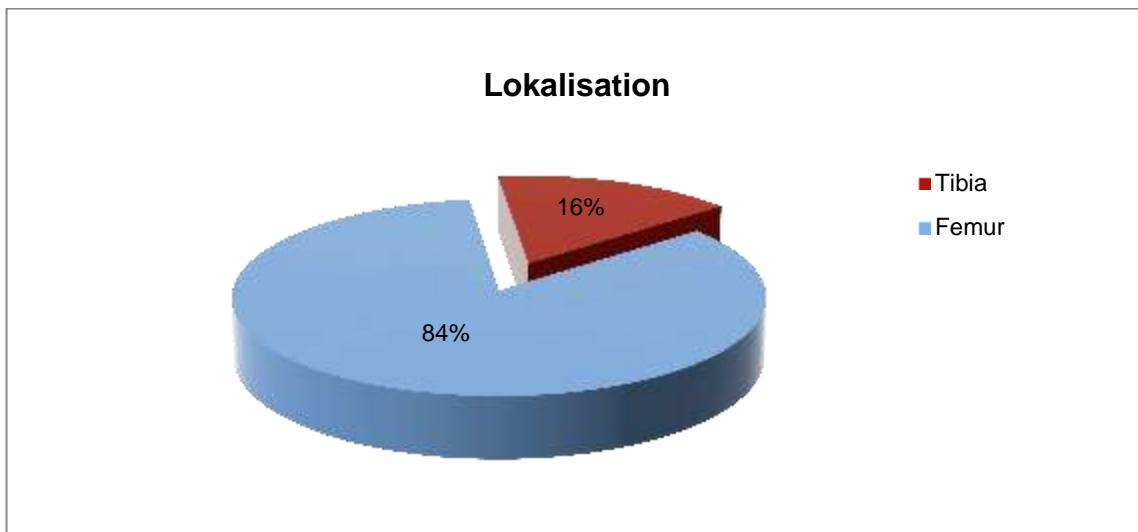


Abb. 22: Lokalisation der 11 Frakturen bei liegender Knieendoprothese

Insgesamt fanden sich vier Typ KP 3-A1, sechs Typ KP 3-A2, eine KP 3-A3, drei KP 3-B1, vier KP 3-B2, eine vom Typ KP 3-B3, eine vom Typ KP 3-C1 und KP 3-C2 und vier, welche die Tibia betrafen, zwei KP 4-A2 und eine vom Typ KP 4-C2 und Typ KP 4-B2 (vgl. Abb. 23).

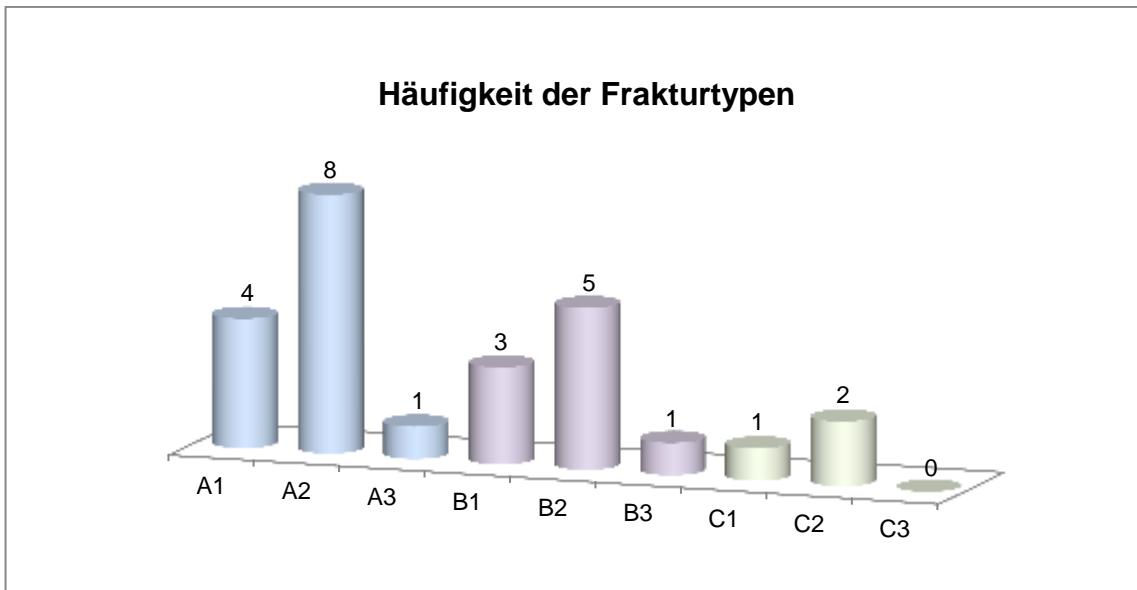


Abb. 23: Häufigkeit der Frakturtypen nach der neuen Klassifikation

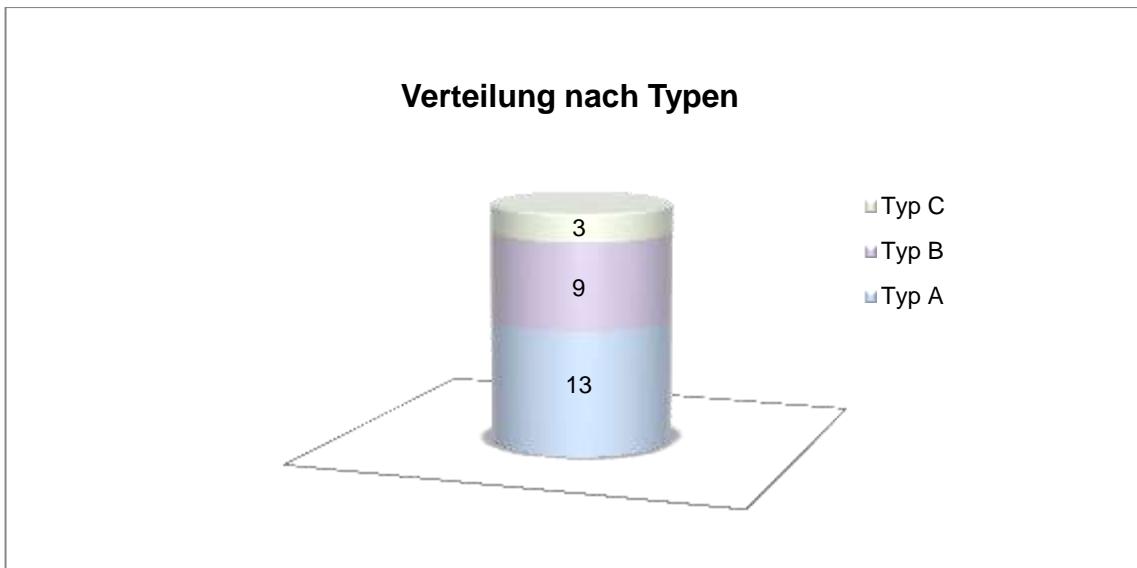


Abb. 24: Häufigkeit nach ABC-Typen

Auffällig ist, dass über 60% der Frakturen die Prothesenspitze bzw. einen Abstand von > 5cm vom Gelenkspalt betreffen, also die Typen A2, B2 und C2.

4.2.5 Angewendete Operationsverfahren

In der nachfolgenden tabellarischen Übersicht finden sich die entsprechenden Operationsverfahren in Zuordnung zum Frakturtyp (vgl. Tab. 14).

Das Verfahren des TEP-Wechsels wurde jeweils bei einer Femur- und einer Tibiafraktur gewählt. Hier stand bereits in der präoperativen Diagnostik eine gesicherte Prothesenlockerung fest. Bei der periprothetischen Femurfraktur wurde eine Langschaft-Femurkomponente (LINK) mit zusätzlicher Plattenosteosynthese in Verbundtechnik durchgeführt (vgl.Bild 2). Bei der periprothetischen Tibiafraktur wurde die Tibiakomponente mit einer zusätzlichen Marknagel-verlängerungskomponente gewechselt.



Bild 2: KP-3-C2 op** Versorgung: Wechsel und Osteosynthese

An dieser Stelle sei auch ein nicht dem Therapiekonzept konformes Beispiel genannt: Bei der Patientin, die seit längerer Zeit bettlägerig und nicht mobilisierbar war, erfolgten die Explantation der Kniestotalendoprothese und der Einbau eines Arthodesenagels (vgl. Bild 3). Andernfalls hätte man sich hier für einen Prothesenwechsel mit Langstielfixation entschieden und ggf. mit einer Verbundosteosynthese unterstützt.



Bild 3: KP-3-B3 op**, versorgt mittels Arthrodesenagel

In 18 Fällen der periprothetischen Frakturen des Femurs und der Tibia bei einliegender Knie-TEP wurde die extramedulläre Stabilisierung mit Plattenosteosynthese gewählt. Dabei entschied man sich u.a. in vier Fällen für die winkelstabile LCP-Platte, fünfmal für das LIS-System und dreimal für die neue NCB-Platte, welche mit den polyaxial einzubringenden Schrauben mit einer 30° Winkelfreiheit für eine derartige Versorgung optimal geeignet ist (vgl. Bild 4, Bild 5).



Bild 4: KP-3-A2 op* schräg, a.p., seitlich präoperativ



Bild 5: KP-3-A2 op* seitlich, a.p.,postoperativ

Bei fünf Patienten wurde die intramedulläre Stabilisierung verwendet. Bei dreien handelte es sich um Femur- und bei zweien um Tibiafrakturen. In einem Fall, bei dem die geschlossene Reposition und Osteosynthese mit einem *Sirus® Femur-Marknagel* erfolgte, wurden wegen der ausgeprägten osteoporotischen Knochenstruktur Modularschrauben für die distale Verriegelung verwendet (vgl. Bild 6).



Bild 6: KP-3-A2 op***, Osteosynthese mit *Sirus Femur-Marknagel*

Bei drei Patienten wurde die intramedulläre Stabilisierung mittels DFN-Nagel durchgeführt. Die periprothetische Tibiafraktur wurde ebenfalls durch die geschlossene Reposition mittels Marknagelosteosynthese (UTN-Nagel) versorgt (vgl. Bild 7).

Frakturtyp	Verfahren	Anzahl
A1	Plattenosteosynthese LCP-Platte, LISS, NCB	4
A2	Plattenosteosynthese LISS	5
	Marknagelosteosynthese(DFN,UTN,Sirus)	3
A3	Plattenosteosynthese	1
B1	Plattenosteosynthese NCB-Platte, CS-Span	3
B2	Plattenosteosynthese +/- CS Span	4
	Marknagelosteosynthese(DFN)	1
B3	Arthrodesenagel	1
C1	Plattenosteosynthese	1
C2	TEP-wechsel mit Marknagelverlängerungskomponente	1
	TEP-Wechsel mit Langschaftfemurkomponente mit zusätzlicher Plattenosteosynthese in Verbundtechnik	1

Tab. 14: Klassifikationsbezogene OP-Verfahren

In 23 Fällen kam also ein Osteosyntheseverfahren zum Tragen, gerade 8% des untersuchten Kollektivs wurde mit einem TEP-Wechsel versorgt (vgl. Abb. 25).



Abb. 25: Operationsverfahren im Vergleich



Bild 7: KP-4-A2 op** seitlich, a.p., Marknagelosteosynthese (UTN)

Insgesamt wurde 18-mal die extramedulläre, fünfmal die intramedulläre Stabilisierung und zweimal der Wechsel angewendet (vgl. Abb. 26).



Abb. 26: OP-Verfahren und Implantate

4.2.6 Verfahrensbezogene Komplikationen

Von den insgesamt 25 versorgten Patienten wurden zwei operativ revidiert. Bei dem Patienten, welcher mit einer Marknagelosteosynthese und distaler Verriegelung mittels Modularschrauben versorgt wurde, erfolgte nach 13 Monaten die

Entfernung der Modularschrauben wegen Traktusirritation. Bei einem anderen erfolgte nach sekundärer Schraubendislokation die Revisionsoperation mit Schraubenwechsel. Drei Patienten (12%) konnten bei Infektion ohne Reoperation erfolgreich behandelt werden. Neurologische Komplikationen oder thromboembolische Ereignisse oder Luxationen gab es postoperativ nicht (vgl.Abb. 27 und Abb. 28).

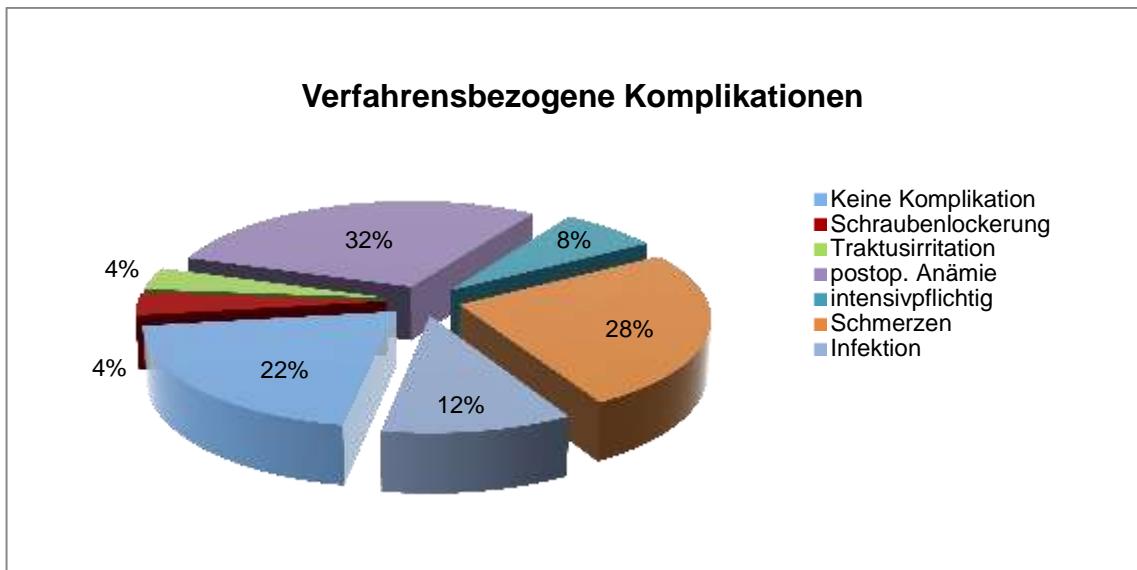


Abb. 27: Verfahrensbezogene Komplikationen

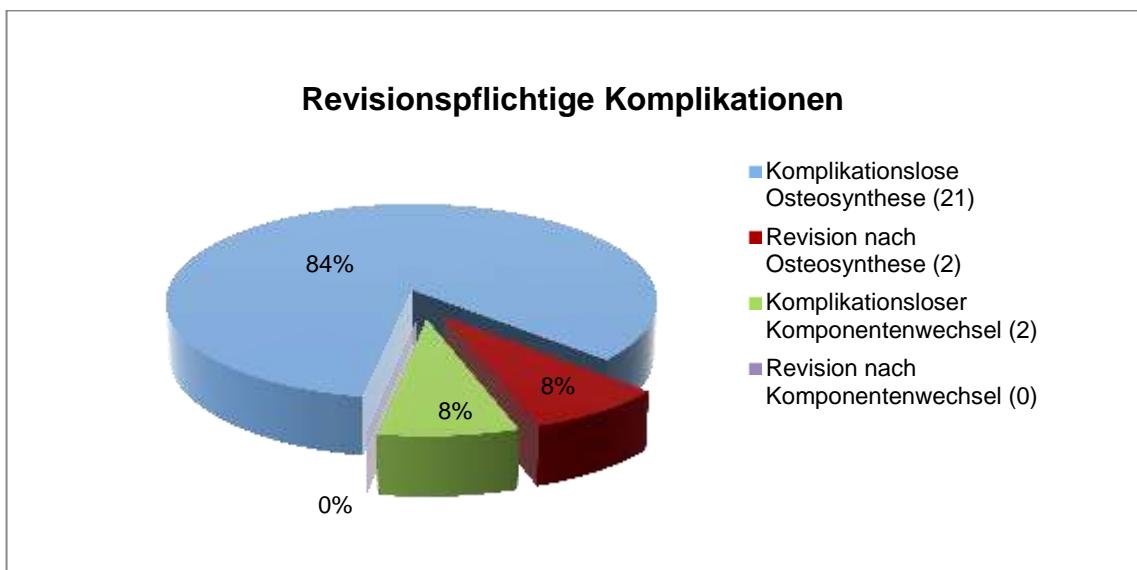


Abb. 28: Revisionspflichtige Komplikationen

4.3 Klinische Ergebnisse

4.3.1 Dauer bis zur operativen Versorgung

Von den insgesamt 25 Patienten wurden alle operativ versorgt. Acht Patienten wurden in einem Zeitraum von weniger als 24 Stunden nach Frakturereignis operativ versorgt. 14 Patienten, wurden 24 bis 48 Stunden nach Aufnahme ins Krankenhaus und lediglich drei Patienten wurden erst nach 48 Stunden osteosynthetisch oder mit TEP-Wechsel versorgt. Hier war entweder aufgrund bestehender Begleiterkrankungen eine präoperative Konditionierung notwendig, oder erforderliche Implantate mussten erst bestellt werden (vgl. Abb. 29).

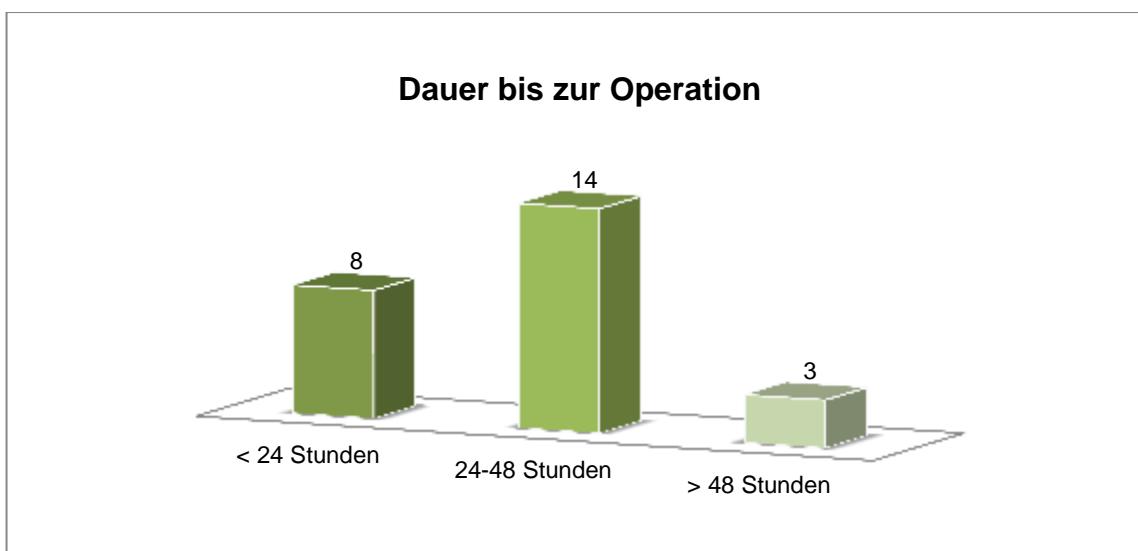


Abb. 29: Dauer bis zur operativen Versorgung

4.3.2 OP-Dauer, Bedarf an Blutkonserven

Bei den insgesamt 25 operativ versorgten Patienten lag die durchschnittliche OP-Zeit bei der primären Versorgung bei 115 Minuten mit einer Spannbreite von 69 bis 182 Minuten (vgl. Abb. 31). Durchschnittlich mussten 3,6 Erythrozytenkonzentrate substituiert werden. Allerdings war auch hier die Verteilung recht unterschiedlich. Immerhin benötigten fünf Patienten kein Fremdblut. Allerdings zählte das Kollektiv auch zwei Patienten, die acht bzw. neun Konserven benötigten - in beiden Fällen war es ein TEP-Wechsel (vgl. Abb. 30). Ergänzend muss hier hinzugefügt werden, dass bei allen operativen Eingriffen bei erwartetem erhöhtem intraoperativen Blutverlust der Cell-Saver zum Einsatz kam.

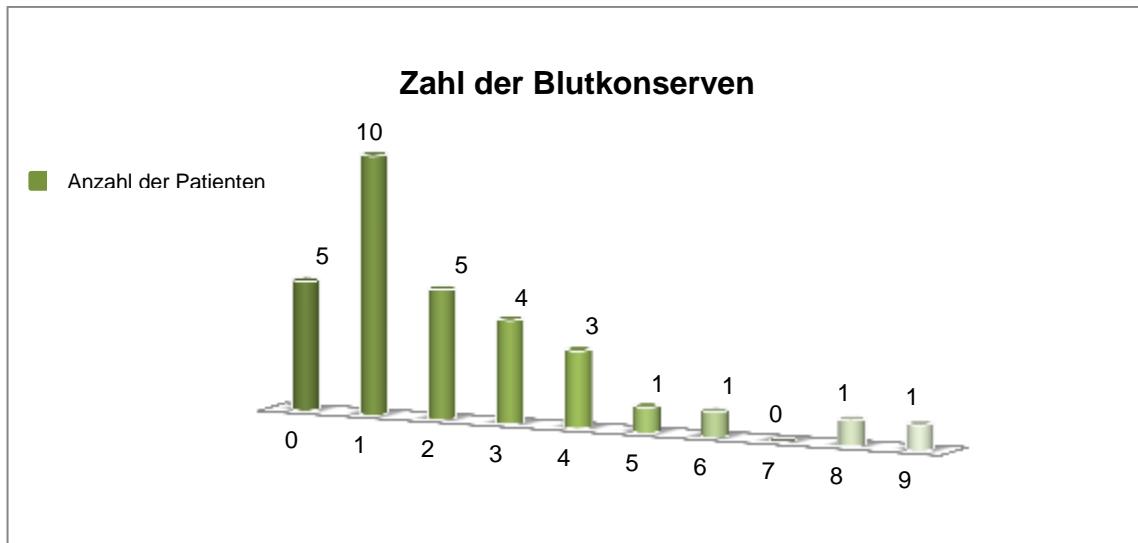


Abb. 30: Zahl der Erythrozytenkonzentrate

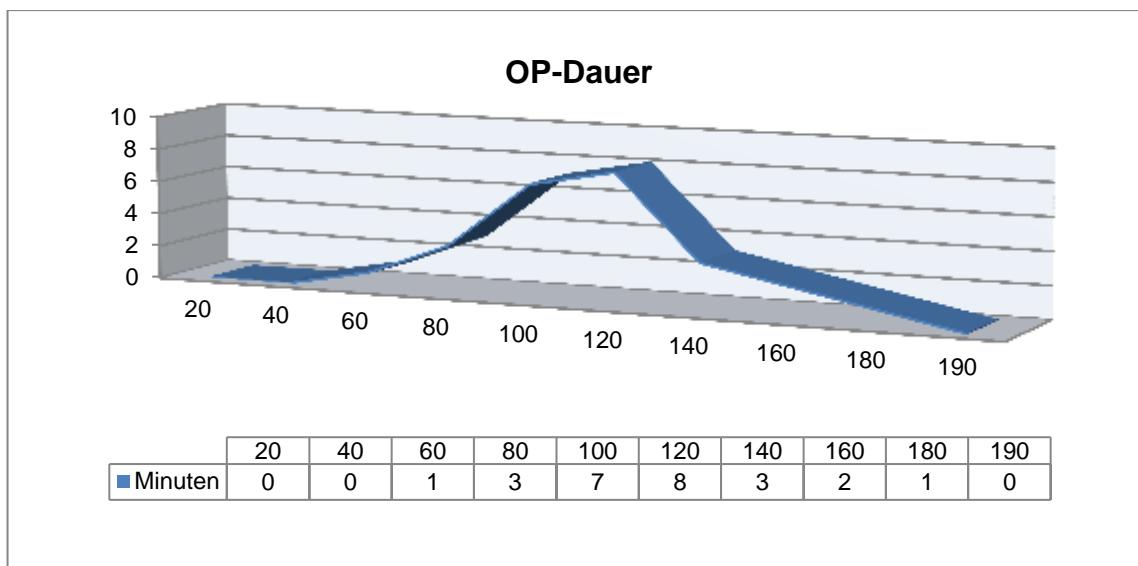


Abb. 31: OP-Dauer

4.3.3 Dauer des stationären Aufenthaltes

Bei der Betrachtung der Dauer des stationären Aufenthaltes sind zwei Gruppen zu unterscheiden. Einen Teilbereich bilden jene Patienten, die kurz nach operativer Versorgung infolge ihrer Komorbiditäten verstorben sind. Hierbei verstarb eine Patientin nach sechs Tagen vermutlich aufgrund einer dekompensierten Herzinsuffizienz. Eine weitere Patientin dieser Gruppe verstarb fünf Tage nach operativer Versorgung und wurde insgesamt acht Tage stationär behandelt.

Die größere Gruppe stellen die operativ versorgten Patienten dar, die in einem stabilen Zustand entlassen wurden. Die Spannweite der Dauer des stationären Aufenthaltes reicht von minimal 6 bis maximal 40 Tagen vgl. Abb. 32). Der Mittelwert liegt bei 25 Tagen. Die Einflussfaktoren sind allerdings vielfältig. Hier spielen das Alter, die Dauer bis zur operativen Versorgung und im Verlauf auftretende Komplikationen eine wichtige Rolle.

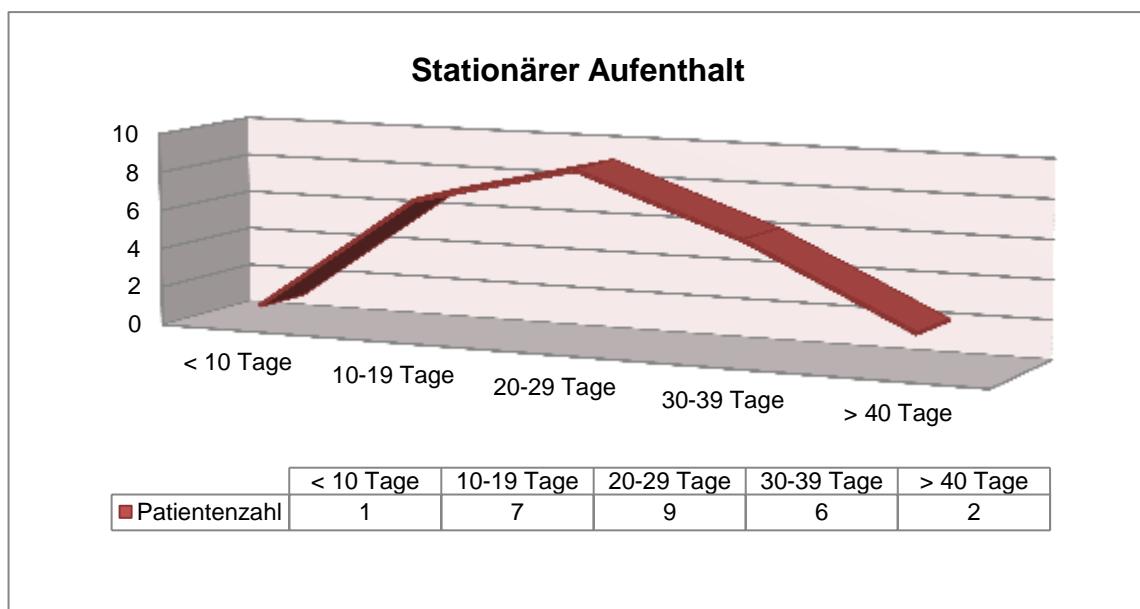


Abb. 32: Stationärer Aufenthalt

4.3.4 Stabilität und Nachbehandlung

Durch die oben genannten Behandlungsverfahren gelang es in sechs Fällen (24%), primäre Belastungsstabilität zu erreichen. In einem Fall handelte es sich um eine Revisionsprothese, im anderen um eine Marknagelosteosynthese. In 18 Fällen (72%) erschien dem Operateur intraoperativ keine ausreichende Stabilität gewährleistet zu sein, und es wurde eine Entlastung festgelegt.

Die Dauer der Entlastung wurde patientenadaptiert gewählt und umfasst Intervalle von 2 bis 8 Wochen. Eine Patientin war primär bettlägerig und konnte auch postoperativ nur im Sitzstuhl mobilisiert werden. 18 Patienten (72%) wurden einer primären Anschlussheilbehandlung zugeführt.

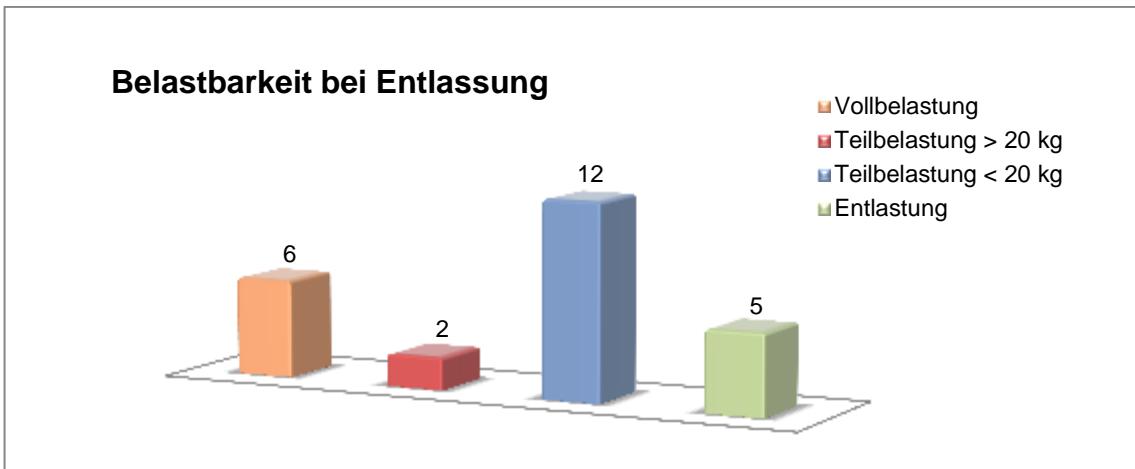


Abb. 33: Belastbarkeit bei Entlassung

4.3.5 Beweglichkeit zum Entlassungszeitpunkt

Die 25 operativ versorgten Patienten wurden gemäß ihrer Möglichkeiten krankengymnastisch beübt, um eine möglichst gute Beweglichkeit zu erzielen. Nur bei einer Patientin war keine Beübung möglich; da sie ohnehin bereits jahrelang bettlägerig war und bei der ein Arthrodesenagel eingebaut worden war.

Über die Hälfte der Patienten erreichten erfreulicherweise eine Beweglichkeit von bis zu 90° und mehr. Allerdings waren es auch vier an sich mobile Menschen, die gerade einmal bis 70° im operierten Gelenk beugen konnten (vgl. Abb. 34). Inwiefern sich die Werte nach den Reha-Maßnahmen womöglich gebessert haben, ist in dieser Statistik nicht erfasst.

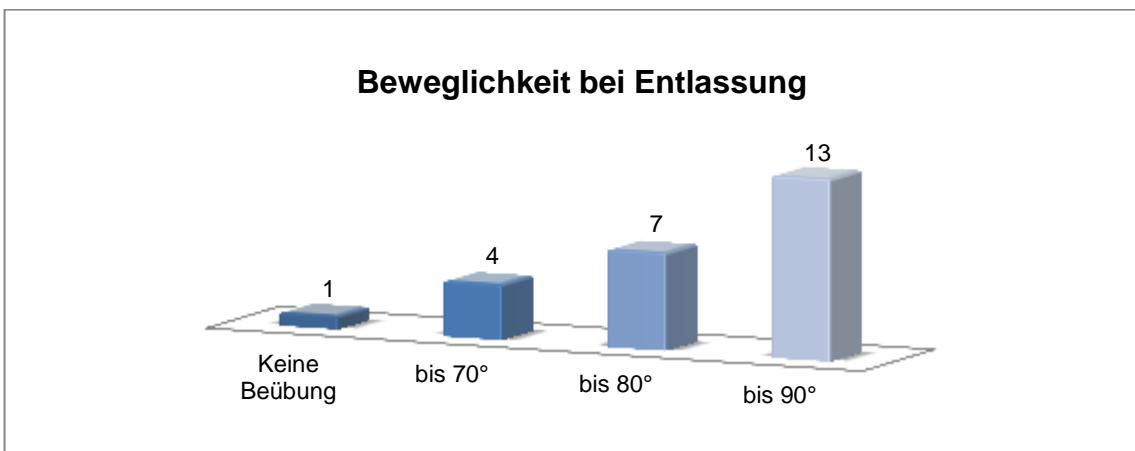


Abb. 34: Beweglichkeit bei Entlassung

4.4 Nachuntersuchung und Ergebnisse

Das hohe Durchschnittsalter eines Kollektivs schmälert aus nachvollziehbaren Gründen die Nachuntersuchungsquote. In der vorliegenden Studie liegt das Durchschnittsalter bei 81 Jahren.

Ein Teil der Patienten war zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bereits verstorben, und bei einem Teil musste die Evaluation aufgrund der Unfähigkeit, ins Krankenhaus zu kommen, telefonisch durchgeführt werden.

Der Nachuntersuchungszeitraum ist teilweise sehr lang, da die Studie Patienten umfasst, die zwischen 2004 und 2009 operiert bzw. behandelt wurden, und die Nachuntersuchung erst in den letzten beiden Jahren stattfand.

Insgesamt betrachtet, ist die Zahl der nachuntersuchten Patienten relativ klein, der Untersuchungszeitpunkt innerhalb der letzten 10 Jahre bezüglich des Frakturzeitpunkts sehr unterschiedlich. Es handelt sich um ein zufällig gemischtes und nicht repräsentatives Patientengut, bei dem alle Vergleiche eher beschreibenden Charakter haben.

4.4.1 Basisdaten

Die Untersuchungsergebnisse beruhen auf einem Kollektiv von 16 Patienten ($n=16$), 64% des Gesamtkollektivs. Dabei fand die Datenerhebung neun Monate bis 5 Jahre nach dem Frakturereignis statt. Der Durchschnitt beträgt insgesamt 2,3 Jahre, der Median liegt bei 2,8 Jahren.

Einige Patienten waren weder telefonisch noch schriftlich erreichbar, so dass sich die Zahl der Verstorbenen nicht genau ermitteln ließ.

4.4.2 Zufriedenheit und Mobilität

Die Patienten wurden befragt, wie sehr sie mit den Ergebnissen des operativen Eingriffs und der Nachbehandlung zufrieden waren. Die Bewertung war von völlig unzufrieden (0 Punkte) bis sehr zufrieden (6 Punkte).

Eine Patientin äußerte, sich einem solchen Eingriff nicht mehr unterziehen zu wollen, da sie erhebliche Komplikationen gehabt habe und nach wie vor unter starken Schmerzen leide.

Eine Patientin war unzufrieden, da sie in ihrer Mobilität stark eingeschränkt sei. Sie war bettlägerig und hatte sich von dem Eingriff eine deutliche Besserung erhofft. Eine andere Patientin könne nur unter starken Analgetika ihren Alltag bewältigen.

Zwei Patienten äußerten sich trotz etlicher Einschränkungen insgesamt zufrieden, bei wenigen Einschränkungen empfanden neun Patienten den Eingriff als gelungen.

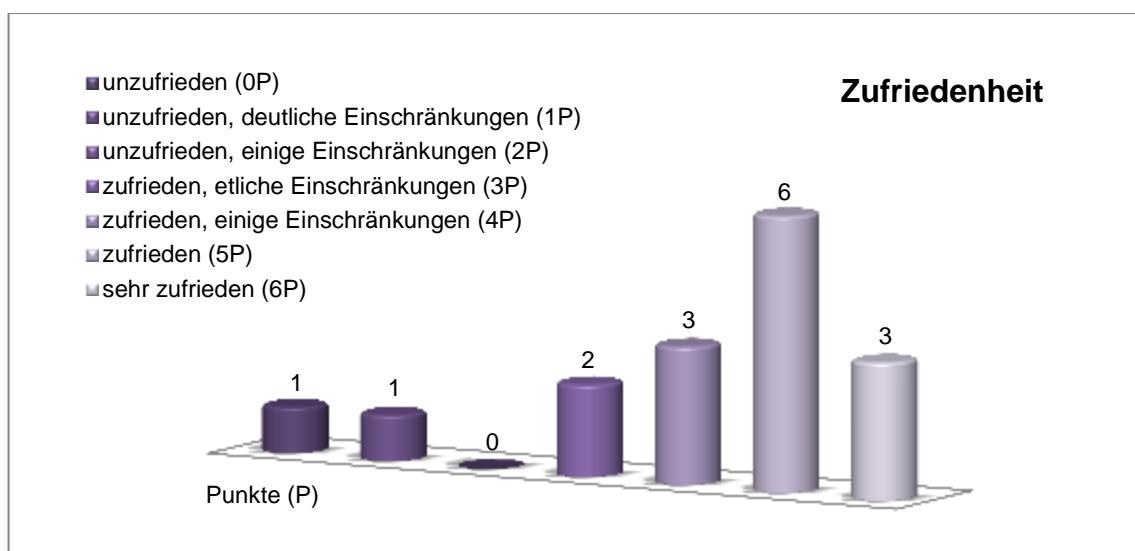
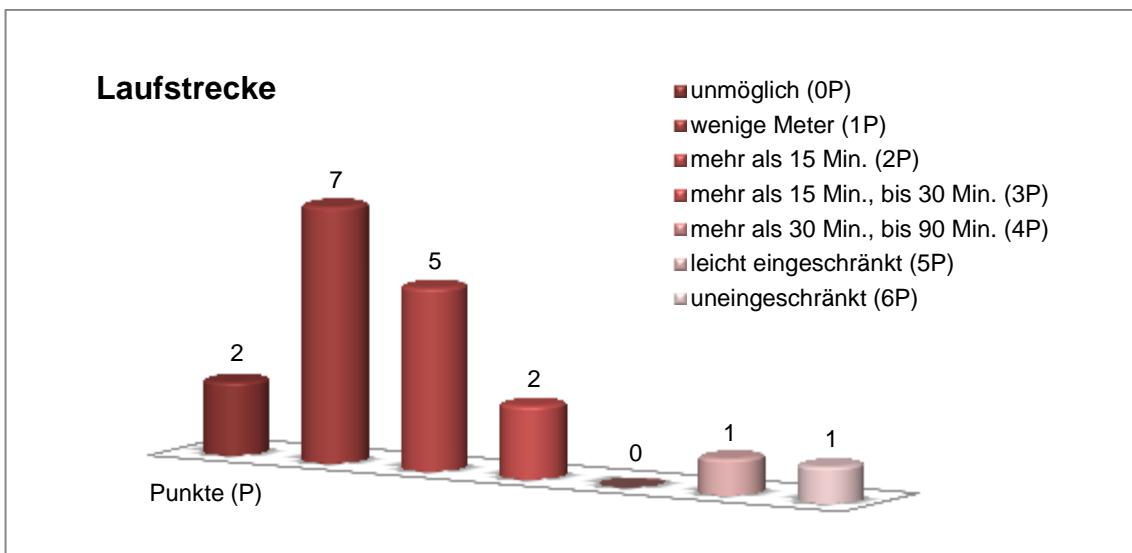


Abb. 35: Zufriedenheit

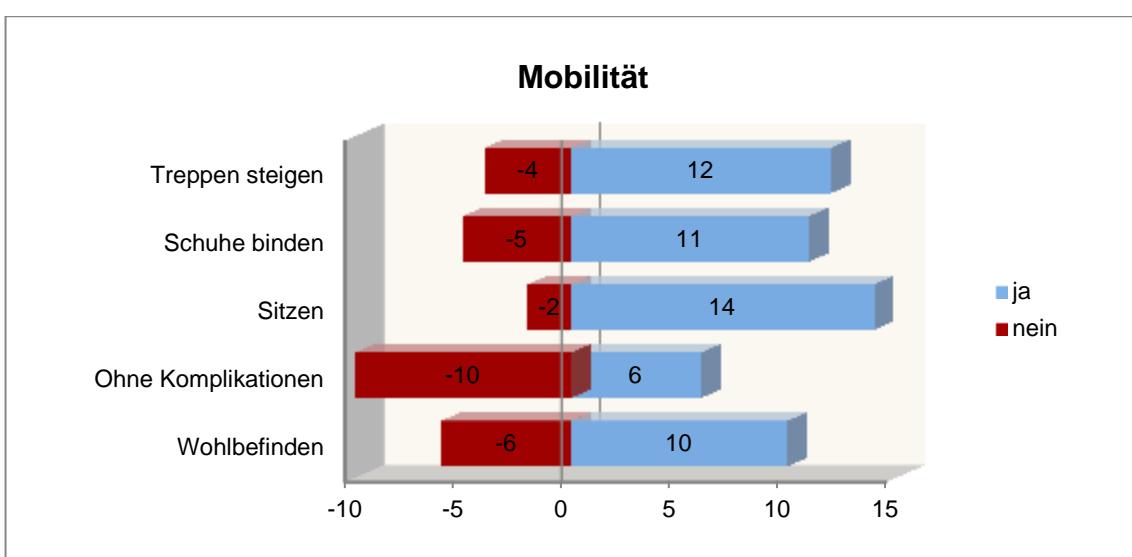
Aus der Graphik in Abb. 35 lässt sich gut erkennen, dass doch ein Großteil der Patienten mit dem Ergebnis zufrieden war.

Die Laufstrecke betreffend, erkennt man eine grundsätzliche Mobilität bei der Mehrheit, allerdings ist ein Laufen von mehr als 30 Minuten nur für einen kleinen Teil der Nachuntersuchten möglich (vgl. Abb. 36).

**Abb. 36: Laufstrecke**

Fünf Fragen sollten die Patienten positiv oder negativ bewerten. Sie zeichnen einen bestimmten Teil unserer Lebensqualität aus. Dieser wird im Falle einer Operation an der unteren Extremität, insbesondere als ppF, gerade hinsichtlich der Mobilität beeinflusst.

Die subjektive Wahrnehmung, aber auch die Erfahrungswerte zu folgenden Fragen, sollten eruiert werden: Wohlbefinden, die Fähigkeit des Treppensteigens, des Sitzens, des Schuhebindens sowie das Vorhandensein von Komplikationen, die nach der OP bzw. nach Entlassung eingetreten sind (vgl. Abb. 37).

**Abb. 37: Mobilität**

4.4.3 Merle d'Aubigné Score – funktionelles Ergebnis

Zur Beurteilung des funktionalen Ergebnisses wurde hier der Score nach Merle d'Aubigné verwendet. Die folgenden Abbildungen zeigen die einzelnen Verteilungen für die Kriterien der Gehfähigkeit, der Schmerzausprägung sowie der Beweglichkeit.

Das Gesamtverteilungsmuster bezüglich der Gehfähigkeit zeigt, dass sich immerhin 31% nur mit Unterarmgehstützen fortbewegen können. 38% des befragten Patientenkollektivs benutzt einen Gehstock, und ganze 13% sind trotz der operativen Versorgung nicht gehfähig und brauchen einen Rollstuhl bzw. bewältigen kurze Strecken mit dem Rollator (vgl. Abb. 38).

Das bedeutet, dass über drei Viertel der Patienten gar nicht oder eingeschränkt gehfähig sind, was in dem Fall keine positive Bilanz ist. Die Aussagekraft ist jedoch insofern relativ, da der Vergleich zum Vorbefund nicht in Betracht gezogen wurde.

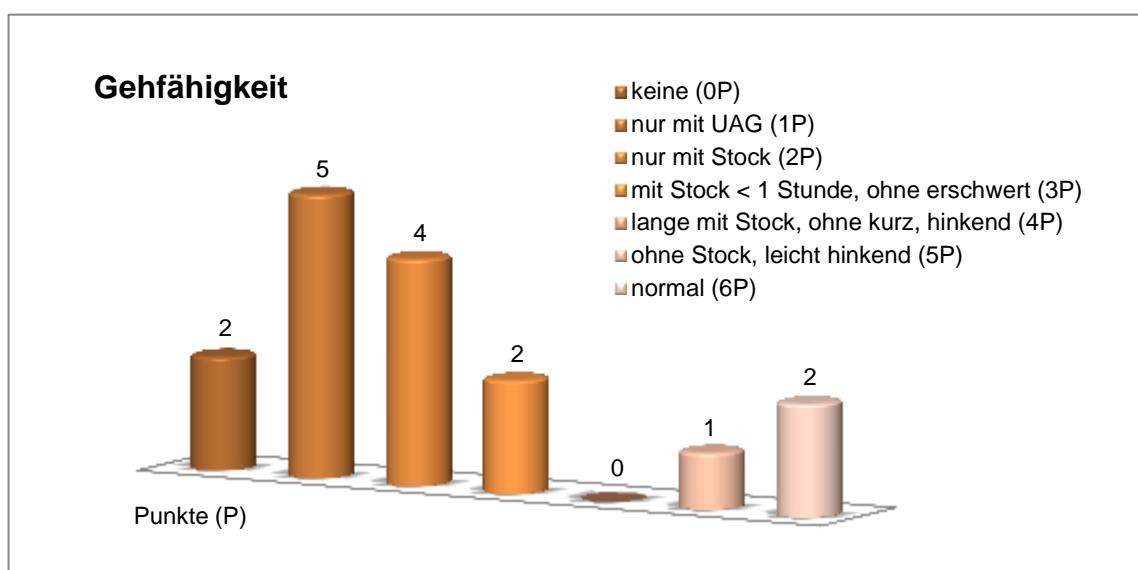


Abb. 38: Gehfähigkeit

Nur ein Patient, also 6% aller Befragten, gab völlige Schmerzfreiheit an. 37% der Befragten berichten über geringe und nicht andauernde Schmerzen. Ein weiterer Patient, somit erneut 6%, klagte über sehr starke, dauerhafte Schmerzempfindungen, 25% klagten über starke Schmerzen. Diese vier Patienten wurden

schmerztherapeutisch gut versorgt, dennoch haben zwei von ihnen laut eigener Aussage permanent Beschwerden vgl. Abb. 39).

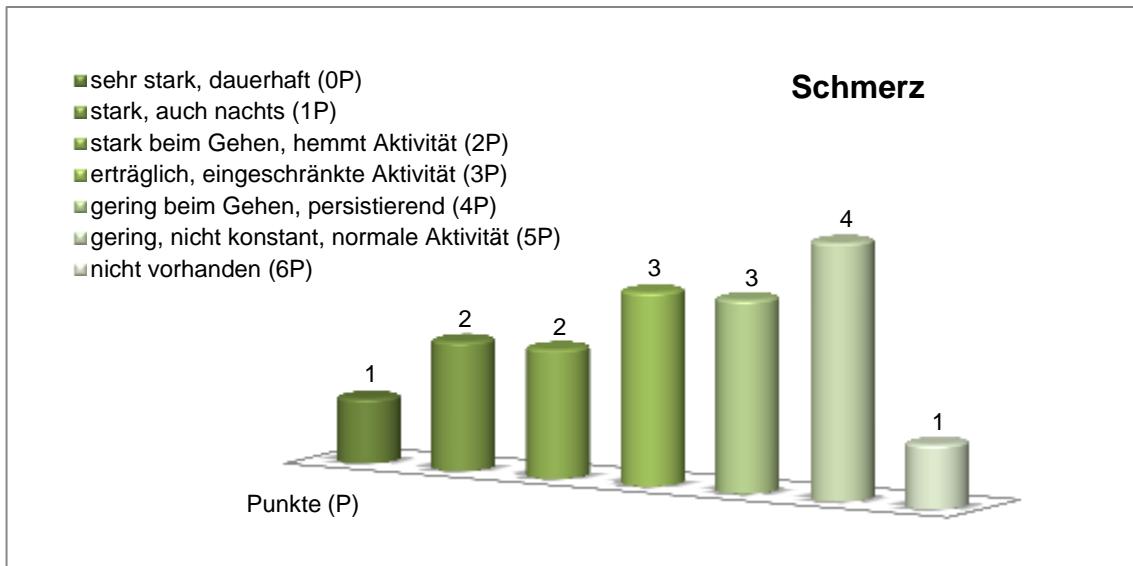


Abb. 39: Schmerz

Als erträglich und leicht einschränkend in Bezug auf die Aktivität beschrieben 19% ihre Beschwerden. Auch hier ist das nur eine Feststellung zu jenem Zeitpunkt und kann in keinem kausalen Zusammenhang zum Eingriff gesehen werden.

Die Beweglichkeit ist noch am ehesten objektivierbar. Auch jene Patienten, die nicht persönlich erscheinen konnten, wurden telefonisch so ausführlich befragt, dass eine zumindest annähernd genaue Angabe zum Bewegungsumfang möglich war.

Da dieser Score primär für die Hüfte Anwendung findet und im Kniegelenk keine Abduktion möglich ist, wird dieses Kriterium insofern modifiziert, als dass es nur die Flexion bewertet.

Abb. 40 zeigt deutlich, dass die Anzahl der Patienten im Bereich ab 60° Flexion um einiges höher ist als mit geringerer Beweglichkeit.

Die meisten Antworten in dieser Studie waren mit 31% im Bereich der Flexion zwischen 60° und 80° mit Berührung der eigenen Füße. Jeweils 5 Punkte erhielten drei Patienten, knapp 19%. Ihr Bewegungsrahmen lag zwischen 80° und 90°.

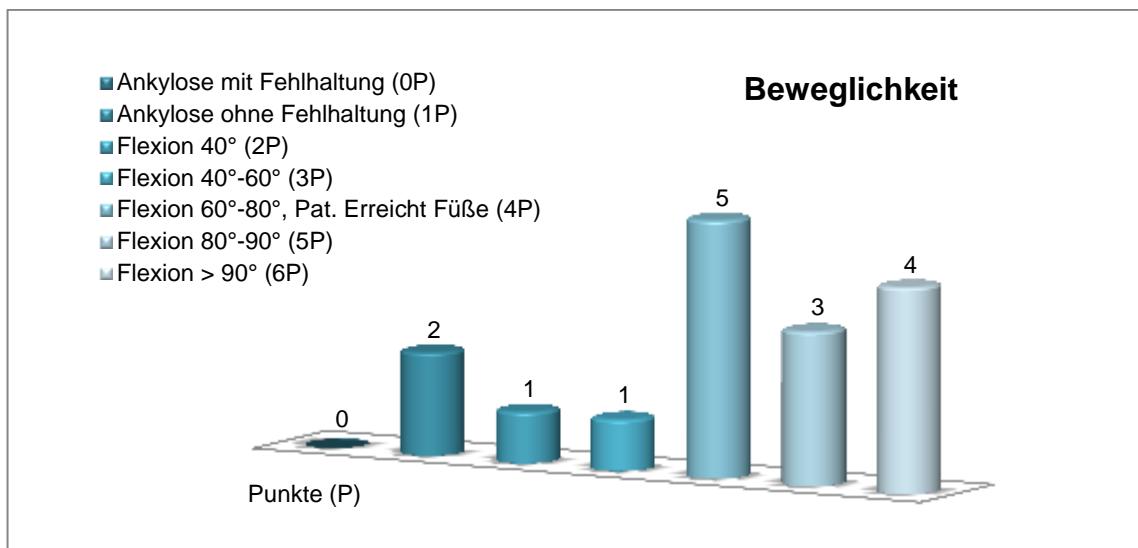


Abb. 40: Beweglichkeit

Die Gehfähigkeit wird im Durchschnitt mit lediglich 2,25 Punkten von möglichen sechs bewertet. In der Kategorie Schmerz zeigen sich relativ gute Werte ab, immerhin 3,31 von sechs Punkten im Schnitt sprechen für mäßige Beschwerden in diesem Bereich. Die Beweglichkeit zeichnete sich mit 4,13 Punkten aus und ist somit ein wichtiges gutes Ergebnis. Insgesamt jedoch sind die funktionellen Resultate bei diesem Nachuntersuchungskollektiv eher mäßig (vgl. Abb. 41).

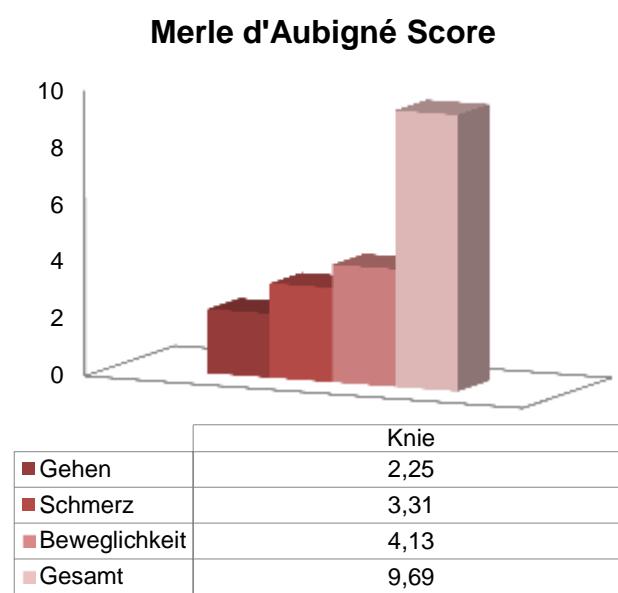


Abb. 41: Merle d'Aubigné Score

Der Score, aufgeteilt nach den Frakturtypen der neuen Klassifikation, zeigt tendenziell gute Ergebnisse der einfachen Brüche bzw. diaphysärer Lokalisation (A1, B1). Aufgrund der geringen Anzahl der Patienten pro Klassifikationstyp sind Schlussfolgerungen nur vorsichtig zu treffen. Die Auswertung basiert oft auf den Ergebnissen nur eines Patienten. Daher kann dieser Wert nur in Kombination mit den anderen Frakturen derselben Kategorie (A, B oder C) gesehen werden.

Gut erkennbar ist insgesamt die Verschlechterung des Wertes bei den C-Frakturen, also den gelockerten Prothesen. Leider betrug hier die Zahl der Befragten zusammen zwei. Immerhin acht Patienten waren in der Summe der Kategorien B1 und B2 vertreten.

5. Diskussion

Periprothetische Frakturen (ppF) weisen in Studien eine Inzidenz von durchschnittlich 1–4%, bei liegender Knie-TEP 0,3–5,5% und nach Revisionseingriffen sogar bis 6% auf, eine exakte Inzidenz ist jedoch nicht bekannt^[36, 106].

Im Vergleich zu vielen anderen Frakturen im Bereich des Oberschenkels ist sie zwar immer noch relativ selten, allerdings wird eine steigende Tendenz verzeichnet. Zudem handelt es sich dabei oft um eine schwerwiegende Diagnose, die den Operateur vor eine große Aufgabe stellt. Häufig wird das Ziel einer Wiederherstellung der ursprünglichen Funktionsfähigkeit der Extremität nicht vollständig erreicht.

Die (Multi-)Morbidität des Patienten, dessen verminderte Fähigkeit zur aktiven Mitarbeit und die Komplexität des Eingriffs sind dabei entscheidende Faktoren. Will man die Ergebnisse verbessern und das Ausmaß der Komplikationen verringern, ist ein überschaubares, klares Akutversorgungskonzept gekoppelt mit einer individuell angepassten Behandlung unverzichtbar.

Fundiertes Wissen über die verschiedenen Therapieformen und entsprechende Erfahrung sowohl theoretisch/ statistisch als auch praktisch, beeinflussen maßgeblich das Ergebnis. Allerdings sind derzeit in den meisten Studien statistische Aussagen in diesem Bereich nicht möglich, da die Patientenkollektive noch zu klein sind. Die Aussagekraft wird zusätzlich durch eine weitere Unterteilung der Fallzahlen zu bestimmten Fragestellungen verringert. Im Hinblick auf die Tatsache, dass nur ganz wenige Studien mit hohen Fallzahlen durchgeführt wurden, und die meisten geringe Fallzahlen verzeichnen^[5, 7, 66, 95], weicht eine Studie mit 25 Patienten im Literaturvergleich nicht nennenswert ab. In einer Metaanalyse aus 55 Studien mit 1.370 Patienten bei Probst et al. z. B. ergibt sich eine durchschnittliche Anzahl von gerade 25 Patienten^[85], bei vielen anderen Studien sind es noch weniger. Dennoch ist auch hier, da es sich um ein nicht repräsentatives, zufällig gemischtes Patientenkollektiv handelt und keine komplexe statistische Aufarbeitung möglich ist, nur eine deskriptive Darstellung möglich, welche aber wohl richtungsweisend ist und Schwierigkeiten bei der Behandlung aufzeigt.

Die Lokalisation der periprothetischen Frakturen dieser 25 Fälle konnte retrospektiv radiologisch beschrieben werden, womit die vorgestellten Klassifikationssysteme hinsichtlich ihrer Reliabilität, Objektivität und Validität demonstriert werden konnten.

Ein direkter Vergleich allerdings zwischen den einzelnen Klassifikationssystemen gestaltet sich aufgrund deren Vielfalt und unterschiedlicher Schwerpunkte sehr schwierig.

5.1 Daten / Fallzahlen

In dieser Arbeit wurden 19 Frakturen bei liegender Kniegelenksprothese und 6 Frakturen bei ipsilateraler Hüft- und Kniegelenks-TEP untersucht. Bei Bauman, Becker und Mackay waren es zwischen 28 und 74 Patienten [5, 7, 66]. Weit darüber liegen beispielsweise Sheng et al. mit einer Metaanalyse von 33 Studien und 1356 Patienten [94].

Dabei ist der Anteil der Frauen mit 20 von 25 signifikant bzw. um das Vierfache höher als bei Männern. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch andere Autoren [32, 104]. Bei Johansson ist der Frauenanteil mit 21 von 35 ebenfalls deutlich erhöht [49], aber bei Bethea und Tower [11, 103] oder bei Beals [6] ist die Geschlechtsverteilung ausgeglichen. In vielen Untersuchungen überwiegt der Anteil der Frauen ums Dreifache [5, 66, 93]. Für den deutlich erhöhten Anteil beim weiblichen Geschlecht wird die Osteoporose als einer der entscheidenden Risikofaktoren für das Entstehen periprothetischer Frakturen verantwortlich gemacht.

Durchschnittlich ereignete sich die Fraktur insgesamt im Alter von 81 Jahren, bei Männern mit 77 Jahren deutlich früher (aber seltener) als bei Frauen mit 82 Jahren. Damit liegen die Zahlen deutlich über den in der Literatur angegebenen – bei Merkel, Siegmetz und Tower tritt die ppF vor allem zwischen dem 65. und 70. Lebensjahr auf [71, 95]. Bei Sheng et al. [93] ist das durchschnittliche Alter 67 Jahre, bei Becker und Mackay beträgt es 72 Jahre [7, 66]. In zwölf Fällen wurden in dieser Studie – bei beiden Geschlechtern gleichermaßen – Mehrfachprothesenträger verzeichnet. Eine positive Korrelation zwischen schlechter Knochenqualität und mehrfachen Prothesen bleibt entgegen der Vermutung aus.

5.1.1 Beschaffenheit und Stabilität

In 17% der Fälle konnte eine Prothesenlockerung festgestellt werden. In der Literatur werden aseptische Lockerungen mit 11–23% beschrieben [6, 36, 95]. In dem Fall lassen sich die Zahlen bestätigen.

Die durchschnittliche Prothesentragzeit betrug 6,9 Jahre, bei Beals et al. war sie mit 4,7 Jahren deutlich geringer, bei zementierten jedoch lag sie zwischen 5 und 8 Jahren. Becker et al. weisen eine mittlere Tragezeit von 6,3 Jahren. [7]. Die neueren Standzeiten sind deutlich länger, in den letzten Jahren lagen sie zwischen 10 und 15 Jahren [17].

Ursache einer ppF ist zumeist ein Bagatelltrauma, z. B. ein Sturz, sowohl aus innerer als auch aus äußerer Ursache, nicht selten in häuslicher Umgebung. Das belegen auch die vorliegenden Untersuchungen mit 96% der Fälle. Frühere Analysen sind dabei vergleichbar [79, 107]. 12% der Patienten wurden erst nach mehr als 48 Stunden operativ versorgt. Im Hinblick auf die Schwere der Verletzung und der Nebenerkrankungen erscheint das relativ lang, zumal längere Liegezeiten eine steigende Letalität zur Folge haben [75].

Wichtig vor dem operativen Eingriff ist jedoch ein stabiler Allgemeinzustand des Patienten, den es im Vorfeld hinsichtlich der häufigen (Ko-)Morbidität zu verbessern gilt.

Zudem sollte bedacht werden, dass die Versorgung einer derartigen Verletzung eine entsprechende Erfahrung und ein hohes Maß an technischen Fähigkeiten und damit gewisse personelle Kapazitäten erfordert.

5.1.2 Letalität

Während des stationären Aufenthaltes lag die Letalität bei den Patienten mit einem Prothesenwechsel bzw. einer Stabilisierung bei 8%, zwei Patienten starben postoperativ. Obwohl das Durchschnittsalter der Patienten sehr hoch war und sie zum Teil zahlreiche Nebendiagnosen aufwiesen (sechs Patienten wurden als ASA IV klassifiziert), verstarb keiner von ihnen intraoperativ. In der Literatur liegen nicht ganz vergleichbare Zahlen vor [14, 99].

Im Nachuntersuchungszeitraum stieg erwartungsgemäß die Letalität. In der vergleichenden Literatur wird sie mit bis zu 34,8% im ersten postoperativen Jahr beschrieben [28, 88].

36% Letalität, allerdings einschließlich jener Patienten, die nicht erreichbar waren, ergibt sich aus der Nachuntersuchung innerhalb des gesamten Zeitraumes. Die Ursachen für einen so hohen Wert liegen sicher im Kollektiv selbst – ein hohes Durchschnittsalter, zum Teil viele Nebenerkrankungen, aber auch die Hypo- bzw. Immobilität mit ihren Folgen.

5.1.3 Nachuntersuchungszeitraum

Prospektive Studien mit einem Kollektiv, dessen Durchschnittsalter hoch ist, gestalten sich bezüglich der Nachuntersuchungsquote aus nachvollziehbaren Gründen schwierig. In der vorliegenden Studie liegt das Durchschnittsalter bei 81 Jahren, das ist markant höher als vergleichbare Studien (zwischen 57 und 68 Jahren) [1, 10, 33].

Die Nachuntersuchungszahlen werden geschmälert durch die Multimorbidität bzw. durch andere Erkrankungen, deren diese Patienten in hohem Alter unterliegen. Daher war auch hier ein Teil der Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bereits verstorben, und bei einem Teil musste die Evaluation telefonisch aufgrund der Unfähigkeit, bedingt durch andere Erkrankungen, ins Krankenhaus zu kommen, durchgeführt werden.

Zudem ist der Nachuntersuchungszeitraum teilweise sehr lang, da die Studie Patienten umfasst, die zwischen 2004 und 2009 operiert bzw. behandelt wurden und die Nachuntersuchung erst in den letzten beiden Jahren stattfand. Zwar sind einige Autoren der Meinung, es sollten mindestens drei Jahre bis zur Nachuntersuchung vergehen [58, 83, 92, 105], mit immerhin durchschnittlich 2,3 Jahren ist jedoch diese Zeit durchaus vergleichbar mit anderen Arbeiten [10, 97].

Bei 16 Patienten ergibt sich eine Nachuntersuchungsquote von 64%. Verglichen mit anderen Studien, bei denen sich die Zahlen zwischen 52% und 79% bewegen [20, 111], liegt diese nahezu in der Mitte.

Insgesamt betrachtet, ist die Zahl der nachuntersuchten Patienten relativ klein, der Untersuchungszeitpunkt innerhalb der letzten 10 Jahre bezüglich des Frakturzeitpunkts sehr unterschiedlich. Es handelt sich um ein zufällig gemischtes und nicht repräsentatives Patientengut, bei dem alle Vergleiche eher beschreibenden Charakter haben.

5.1.4 Kriterien zur Klassifikation

Ein sinnvolles Klassifikationssystem muss zur OP-Vorbereitung und Therapie insbesondere hinsichtlich der Entscheidung, ob ein Prothesenersatz oder eine osteosynthetische Versorgung gewählt werden soll, auf folgende Punkte eingehen: Frakturlokalisierung und -verlauf, Art der Prothese, periprothetische Verteilung des Knochenzements, Knochenstruktur bzw. -atrophie und Prothesenlockerung^[36]. Genau diese Punkte sollen vor allem im Hinblick auf das neue Klassifikationsmodell im Folgenden genauer betrachtet und mit den oben vorgestellten Klassifikationssystemen verglichen werden.

5.1.4.1 Lokalisation

Alle etablierten und im Text vorgestellten Klassifikationssysteme beziehen sich mehr oder weniger präzise auf die Lokalisation der Fraktur, da diese für die Beurteilung und das weitere Prozedere entscheidend ist.

Eine konkrete Angabe liegt beispielhaft bei Duncan (Vancouver-Klassifikation) vor. Diese wird insbesondere für die Klassifikation der proximalen Femurfrakturen verwendet, ist jedoch auch auf das Kniegelenk ausgerichtet: Kondylenmassiv (Typ I), Prothesenschaft (Typ II) und peripher der Prothesenspitze (Typ III) mit einer weiteren Unterteilung, je nach Prothesen- bzw. Knochenfestigkeit. Es konnte eine genaue Einteilung nach dieser Klassifikation vorgenommen werden.

In beiden Systemen ist die Fraktur distal der Prothesenspitze gesondert aufgeführt, ebenso in dem in dieser Studie vorgestellten. In allen drei Einteilungen ist die Zuordnung eindeutig und zeigt auch eine Übereinstimmung.

Über die tatsächliche Notwendigkeit einer Unterteilung ist zu diskutieren. Mehrere Autoren sind der Ansicht, die Versorgung solcher Frakturen sei nur im

Zusammenhang mit gleichzeitiger Prothesenlockerung (was in eine eigene Klassifikationsgruppe fallen würde) relevant und könnte andernfalls unabhängig von ihr erfolgen [36, 54, 100].

Lewis und Rorabeck sowie Felix et al. nehmen Bezug auf Frakturen im Bereich des Knies, wobei erstere lediglich den suprakondylären Bereich beschreiben und dabei auf die Fragestellung der Dislokation und Lockerung eingehen, weniger auf eine Präzisierung der Frakturlokalisation selbst. Es ist natürlich zu überlegen, inwiefern eine tatsächliche Subspezifizierung in diesem ohnehin begrenzten Bereich (suprakondylär) sinnhaft wäre.

Diese ist bei Felix et al. erfolgt und lässt eine präzise Zuordnung zu. Zudem wird in einem weiteren Schritt zwischen fester, lockerer bzw. einer sich intraoperativ ereigneter Fraktur differenziert.

Im Gegensatz zu allen in Betracht gezogenen Modellen ist die hier vorgestellte Klassifikation uneingeschränkt auf diese und andere Gelenke anwendbar und hinsichtlich der Lokalisation klar definiert.

5.1.4.2 Lockerung

Die Implantatlockerung ist, je nachdem, auf welchen Zeitpunkt und in welchem Sinne bezogen, sowohl für den Verlauf als auch für den Zweiteingriff entscheidend.

Mit dem Begriff der Implantatlockerung kann zweierlei gemeint sein: der Verlust an Festigkeit und Adhäsion zum Knochen, aber auch die frakturbedingte Dislokation der Prothese infolge einer ppF mit Verlust an jeglicher Stabilität und Belastungs- bzw. Tragfähigkeit.

Erstere ist ein wichtiger prädisponierender Faktor für das Auftreten einer ppF. Die Implantatlockerrungsrate wird mit 11% - 23% angegeben [6, 95, 36]. Andere Quellen berichten von lediglich 0,6% - 12,4% [34].

Die Ursachen dafür werden in diversen Umbauprozessen und entzündlichen Reaktionen des Gewebes gefunden, welche bei unphysiologischer Knochenbelastung entstehen, wie es bei Endoprothesen aufgrund des veränderten Kraftflusses sein kann. [65, 109].

Implantatdesign und Primärimplantationstechnik sowie eine inadäquate Ausrichtung der mechanischen Beinachse werden zudem für Lockerungen verantwortlich gemacht. Ebenso kommt es infolge dieser Fehlpositionierung zu Abriebpartikeln, welche die Proliferation eines Fremdkörpergranuloms und somit durch den Abtransport über die Lymphgefäße eine aseptische Entzündung bedeuten können [44, 50].

Klinische Zeichen für eine Lockerung sind die Funktionseinschränkung, eine Achsenfehlstellung, die subjektiv wahrgenommene Instabilität sowie der bewegungsabhängige Schmerz. Lysesäume bestätigen radiologisch die Diagnose, ihr Fehlen schließt jedoch eine Lockerung nicht aus, wie intraoperativ mehrfach festgestellt werden konnte.

Radiologische Zeichen wurden in drei Fällen, also 12% in vorliegender Studie beobachtet. Die Zahl von Siegmeth et al. der beobachteten Lockerungsrate beträgt 14,8% [86], die von Bethea et al. 75% [11].

Die frakturbedingte Dislokation ist die zweite Möglichkeit der Lockerung.

Die hier vorgestellte Klassifikation geht genauso wenig wie die Vancouver-Klassifikation auf die Frage ein, ob die Instabilität eine dislokationsbedingte oder gelockerte ist, da es für das weitere Prozedere keine entscheidende Bedeutung hat. Ein gelockertes Implantat ist in jedem Fall instabil und bedarf einer Prothese mit einem längeren zementierten Schaft, so die Ansicht von Siegmeth et al. [95].

5.1.4.3 Frakturmorphologie

Die Frakturmorphologie ist entscheidend für die Wahl des Eingriffs, aber auch für das Risiko möglicher Komplikationen. Dabei spielt die Art der Fraktur eine Rolle, aber auch die Knochenqualität selbst. Letzteres ist häufig eine Richtlinie dafür, ob man sich für ein extramedulläres (Tendenz bei guter Qualität) oder ein intramedulläres (Tendenz bei schlechter Qualität) entscheidet. Im Hinblick auf das durchschnittlich hohe Alter und die nicht zuletzt damit verbundene häufig diagnostizierte Osteoporose müsste im Umkehrschluss mit deutlicher Mehrheit ein intramedulläres Verfahren wie z. B. ein Marknagel oder ein Prothesenwechsel gewählt worden sein. In dieser Studie kann das aber nicht bestätigt werden, mehr als doppelt so häufig entschied man sich für eine Plattenosteosynthese. Der

Plattentherapie geben auch andere Autoren den Vorzug [11, 49, 95]. Das lässt den Schluss zu, dass weitere Kriterien neben der Schwere für die Wahl des Therapieverfahrens relevant sind.

Es gibt nicht viele Möglichkeiten der konservativen Therapie beispielsweise, außer bei inkompletten Frakturen auf Höhe des Prothesenschaftes und isolierten Trochanterabrisse, da andernfalls die Komplikationsrate enorm steigt. Pseudoarthrosen werden bei konservativer Therapie und nicht engmaschiger klinischer und radiologischer Verlaufskontrolle mit 25–42% und konsekutive Prothesenlockerung mit 50% bis sogar 100% in der Literatur beschrieben [95].

Auch in dieser Studie wurden zumindest die Patienten mit ppF des Kniegelenks nicht konservativ behandelt, nicht vorrangig wegen der Art der Fraktur, sondern im Hinblick auf den Allgemeinzustand einiger betreffender Personen und des Risikos einer Verschlechterung aufgrund langer Liegezeiten.

Ob es sich um eine einfache oder eine Mehrfragmentfraktur handelt, ist bei den meisten Klassifikationssystemen von unterrangiger, wenn nicht von gar keiner Bedeutung. Die sog. Vancouver-Klassifikation geht auf diese Unterschiede gar nicht ein, sondern vielmehr auf die Lokalisation und die Frage nach der Stabilität bzw. in einem Fall nach der Knochenqualität. Ähnlich stellt es sich bei der Klassifikation von Felix et al., die daneben noch die intraoperative Fraktur hinzuzieht.

Die vorgestellte Klassifikation unterscheidet zwischen einfachen und Mehrfragmentfrakturen und präzisiert die Therapiemöglichkeiten. In Anbetracht der Tatsache, dass es bis dato keine klaren Richtlinien im Frakturmanagement gibt, ist das ein wichtiger Schritt hinsichtlich der Transparenz und einer besseren Prognose.

5.1.4.4 Osteoporose

Die Knochenqualität ist sowohl für den operativen Eingriff als auch für das Zusammenwachsen der Fraktur als auch die Langlebigkeit des Knochen-Implantat-Komplexes wegweisend. Deshalb wird sie in der hier beschriebenen Klassifikation mit berücksichtigt und nach Schwere eingeteilt. Auch Duncan berücksichtigt diese in seiner Klassifikation. Allerdings verbindet er diese mit einem gelockerten Implantat. Offen bleibt, welche Zuordnung vorliegt, wenn die

Prothese fest und der Knochen osteoporotisch ist. Daher wurden diese zwei Kriterien – Knochenqualität und Lockerung – in der neuen Frakteureinteilung getrennt. Die Spezifizierung der Osteoporose ist dabei zwar auch beim operativen Eingriff zu berücksichtigen, weitaus höhere Bedeutung erlangt sie jedoch bei der weiteren Behandlung. Wesentlich bessere Ergebnisse können angesichts dieses Faktors erzielt werden mit entsprechender Nachsorge und einer angepassten Aufbelastung und ggf. medikamentöser Unterstützung.

In vorliegender Studie wurde 16-mal Osteoporose (64%) in unterschiedlichen Schweregraden dokumentiert. Vier Patienten hatten demnach leichte, sieben mittlere und fünf schwere Osteoporose. Dass dies ein Problem darstellt, bestätigen auch zahlreiche andere Studien [4]. Daher darf dieser Aspekt in der Gesamtbeurteilung und zur Wahl der Therapie – des OP-Verfahrens und der Nachbehandlung – nicht fehlen.

5.2 Therapie und Ergebnisse im Vergleich

5.2.1 Angewandte Verfahren im Vergleich

Wie bereits im Vorfeld erwähnt, sind die Klassifikationssysteme derart unterschiedlich, dass sie einen Vergleich im klassischen Sinne nicht ermöglichen. Die angewandten Behandlungsverfahren werden im Folgenden dargestellt.

Im Hinblick auf die Therapieauswahl herrscht zumindest bezüglich der konservativen Therapie Einigkeit. Sie sollte wegen der häufigen und zahlreichen Komplikationen nur nach strenger Indikation erfolgen. In dieser Untersuchungsgruppe hat sich kein Patient dieser Therapieform unterziehen müssen.

Von den ppF bei liegender Knieendoprothese war nach neuer Klassifikation der Typ A am häufigsten, gefolgt vom Typ B, beide am ehesten im Bereich der Prothesenspitze, mehr als 5 cm vom Gelenkspalt entfernt.

In 18 Fällen (72%) wurden extramedulläre Stabilisierungsverfahren als Plattenosteosynthese (LCP-Platte, LISS oder NCB), in fünf Fällen (20%) intramedulläre Stabilisierungsverfahren (Marknagel, Arthrodesenagel) und bei zwei Patienten (8%) ein TEP-Wechsel vorgenommen.

Der letztgenannte TEP- oder Komponentenwechsel, der bei Lockerungen oder Dislokationen angebracht ist, sollte vor allem mit langstieligen Revisionsimplantaten vorgenommen werden, um die notwendige Stabilität durch frakturferne Abstützung und intramedulläre Schienung zu erreichen [95]. Allerdings bezweifeln andere Autoren den Nutzen einer längeren Prothese, da die Zunahme der mechanischen Belastung im Bereich der neuen Prothesenspitze sehr groß sei [39, 45, 72]. Andere Autoren wiederum empfehlen einen Prothesennagel [85].

Bei intramedullären Verfahren im Falle einer fest sitzenden Prothese wird unter anderem der retrograde Verriegelungsnagel empfohlen. Hierbei stellen der interkondyläre Abstand und das Notchdesign der Knieprothese limitierende Faktoren dar [97].

Auch die Arthrodese soll eine gute Möglichkeit darstellen, Patienten schnell zu mobilisieren. Allerdings ist diese Option kein Eingriff der ersten Wahl, jedoch effizient nach fehlgeschlagener Kniegelenksendoprothetik, zumal die Patienten aufgrund der geringen Schmerzen sehr zufrieden sind [23, 60].

Suprakondyläre Frakturen werden in der Regel mit LISS, DCP oder auch retrogradem Femurmarknagel versorgt. Der Nachteil wird in der Denudierung von Fragmenten gesehen, die mit verzögerter Frakturheilung, Pseudarthrosen und möglichen Infektionen einhergehen können.

Bei Merkel et al. [71] wurden bei dreien von acht Patienten mit periprothetischer Fraktur bei Knieendoprothese eine Platte, bei weiteren dreien ein Fixateur externe und bei einem Schrauben verwendet. Ein Patient ist verstorben.

In einer Untersuchung von Wick et al. [106] wurden in 50% ein Nagel und in 50% ein LISS gewählt.

Der Vorteil der Revisionsschäfte liegt in der höheren Belastbarkeit des Femurs über eine distale Verankerung im intakten Knochen. Trümmerfrakturen als schwerwiegendste Variante, werden in der Regel ebenfalls mit einem Schaftwechsel versehen, da sie grundsätzlich mit einer Prothesenlockerung einhergehen. Zusätzliche Maßnahmen wie Cerclagen kommen ebenfalls stabilisierend zum Einsatz sowie Spongiosaanlagerungen als osteoadaptive Komponente [24, 59].

In der hier vorgenommenen Klassifikation wird bei jeglicher Prothesenlockerung, zusammengefasst unter dem Frakturtyp C, ein Prothesenwechsel empfohlen, womit ein Übereinstimmen der Therapieempfehlung gegeben ist und die neue Klassifikation sogar eine Vereinfachung bei der Einteilung darstellt.

Letzten Endes zeigt sich aber, dass es bislang noch keine klaren Leitlinien gibt, was die Vorgehensweise bei periprothetischen Frakturen insgesamt angeht.

5.2.2 OP-Zeitpunkt

Die Mehrzahl der operativ Versorgten aus dem hier erhobenen Kollektiv, nämlich 14 Patienten (56%) unterzog sich 24 bis 48 Stunden nach Aufnahme im Krankenhaus dem Eingriff. Acht (32%) Patienten wurden bereits innerhalb der ersten 24 Stunden operiert und drei (12%) Patienten kamen erst 48 Stunden oder später auf den OP-Tisch.

Wie bereits beschrieben, war bei Letzteren häufig aufgrund ihrer bestehenden Vorerkrankungen zuerst eine präoperative Konditionierung erforderlich.

Angesichts des Schweregrades der Verletzung erscheint die Zeit bis zum Eingriff recht lang. Erstrebenswert ist eine frühestmögliche Operation im Hinblick auf die Tatsache, dass bereits Immobilisationszeiten ab dem zweiten Tag die Letalität steigern [75].

Eine sofortige Operation sieht Martinek hingegen nur bei offenen Frakturen und Gefäßverletzungen und bevorzugt ansonsten eine sekundäre Versorgung [68].

Olerud empfiehlt im Hinblick auf die zunehmende Schwellung und die schlechteren Ausgangsvoraussetzungen der OP einen bald möglichsten Eingriff [80].

Häufig wird der günstigste Zeitraum der primären Stabilisierung innerhalb der ersten 8 Stunden genannt. Allerdings hält Diezemann dagegen, dass allein durch die Dauer der Operation diese Zeitvorgabe nicht eingehalten werden kann [25].

Zu bedenken ist bei der Diskussion über den Zeitpunkt des operativen Eingriffs, dass der Patient zunächst stabil und angesichts seiner Vorerkrankungen, die in höherem Lebensalter zunehmen, überhaupt OP-fähig ist. Zum anderen bedarf

diese nach wie vor seltene Komplikation eines hohen Geschicks und großer Erfahrung des Operateurs, und somit kann deren limitierte Zahl den zeitlichen Vorgaben nicht immer standhalten.

5.2.3 Komplikationen

In der Literatur beträgt die Komplikationsrate plattenosteosynthetischer Verfahren bis zu 37,7% bei einer Mortalität von 15,6% [76].

Im Kollektiv dieser Studie verstarben zwei Patienten einige Tage nach dem Eingriff. Das ist mit 8% gerade die Hälfte der angegebenen Größen. Die Revisionsrate von 25–50% [2] kann der hier erhobenen Statistik nicht entnommen werden, sie liegt mit zwei Patienten ebenfalls bei gerade einmal 8% [6].

Die Gesamtkomplikationsrate für die operative Versorgung der periprothetischen Frakturen wird in der Literatur mit bis zu 60% angegeben. Dabei spielen insbesondere sekundäre Dislokationen, Pseudarthrosen, Prothesenlockerungen, aber auch Infektionen die Hauptrolle [8, 86, 95, 97].

Die Gesamtsumme der verfahrensbezogenen Komplikationen der Untersuchungsgruppe dieser Arbeit liegt bei 40%. Zählt man Infektionen wie z. B. Harnwegsinfekte, Nachblutungen, Wundheilungsstörungen oder internistische Krankheitsbilder wie Pneumonie oder Herzinsuffizienz hinzu, welche in den Tabellen nicht dargestellt wurden, kommt man auf knapp 56%. Trotzdem liegt dieser Wert weit unter dem statistischen. Das Ergebnis ist aber angesichts der geringen Fallzahlen relativ zu sehen und ist nicht in dem Sinne vergleichbar.

Es gibt auch Arbeiten, wie jene von Neubauer und Mitarbeitern beispielsweise, deren Rate bei 37,7% liegt [76], was wiederum den hier ermittelten Werten näher kommt, gleichzeitig aber die Breite der Ergebnisse verdeutlicht.

Die Rate der Reoperationen bei Beals et al. betrug 10% [6]. Dennoch erscheint auch dieser Prozentsatz sehr hoch und sollte kritisch gesehen werden.

Postoperativ war mit 12% eine relative hohe Anzahl an Infektionen des operierten Areals zu verzeichnen, insbesondere bei C-Frakturen. Die in der Literatur erwähnten Infektionsraten liegen zwischen 2% und 27,6% [85].

Abschließend zu diesem Thema sei betont, dass angesichts der vielen verschiedenen Behandlungswege, Frakturklassifikationen und meist niedriger Fallzahlen der direkte Vergleich einzelner Komplikationen, aber auch anderer Aspekte, äußerst wage bzw. kaum möglich ist.

5.2.4 Nachuntersuchung

Der Nachuntersuchungszeitraum von immerhin insgesamt fünf Jahren mit einem durchschnittlichen zeitlichen Abstand von 2,3 und einem Median von 2,8 Jahren ist, wie bereits in Kapitel 4.4.1 beschrieben, gut vergleichbar mit existierenden Arbeiten.

Sie gestaltete sich insofern schwierig, dass die Patienten mit durchschnittlich 81 Jahren relativ alt waren. Die Nachuntersuchungsquote war somit durch deren Morbidität, Letalität und teilweisen Immobilität geschmälert und das Nachuntersuchungsverfahren musste eingeschränkt werden. Dennoch konnten 64% der Patienten aus vorliegender Studie erreicht werden, was ebenfalls, verglichen mit anderen Studien, keine allzu großen Diskrepanzen aufweist.

Erfreulich und überraschend war der hohe Anteil zufriedener Patienten, der mit 14 bei gut 88% lag. Davon waren zwei Patienten (12,5%) trotz deutlicher Einschränkungen der Meinung, wie die anderen Zufriedenen den Eingriff rückblickend zu befürworten.

Zu diesem Thema interessierte hier auch das Ausmaß der Mobilität der befragten Patienten, da dies ein maßgeblicher Faktor für eine gute Lebensqualität ist. 14 Patienten (88%) gaben an, sitzen zu können, die meisten davon auch über einen längeren Zeitraum. Schuhe binden konnten 11 der Befragten (69%), 12 (75%) konnten selbstständig Treppen steigen, wobei sie teilweise den Handlauf zu Hilfe nahmen oder die Treppen einzeln bestiegen. Die Beurteilung des funktionalen Ergebnisses erfolgte über den Merle d'Aubigné Score.

Zusammengefasst ergeben sich folgende Durchschnittswerte der Punktverteilungen für die einzelnen Kriterien: Beim Gehen erreicht das Kollektiv dieser Arbeit von möglichen 6 Punkten gerade einmal 2,2, Schmerz liegt bei 3,3 und die Beweglichkeit bei 4,1 Punkten. Daraus ergibt sich ein Score nach Merle d'Aubigné von 9,7. Im Hinblick auf die Wertung liegt dies knapp im Bereich „mäßig“.

Der erweiterte Score beinhaltet zusätzlich den Aspekt der Zufriedenheit und der Laufstrecke. Letztere hat einen Punktewert von gerade einmal 2,1. Daraus kann man schließen, durch die Abb. 35 und Abb. 36 ergänzt, dass viele Patienten zwar ein Mindestmaß an Laufstrecke bewältigen können und über eine gewisse Mobilität verfügen, jedoch die Vielzahl größere Strecken nicht mehr gehen können.

Bei der Zufriedenheit werden ganze 4,2 Punkte erreicht, wobei man bedenken muss, dass dies ein rein subjektiver Wert ist.

Alles zusammengezählt beträgt der erweiterte Score ohne Zusatzpunkte 15,9 und insgesamt 19,2. Nach hier vorliegender Einteilung, in der wichtige Faktoren, welche Lebensqualität auszeichnen, enthalten sind, ist dies befriedigend.

Sieben von 16 Patienten (44%) hatten einen Wert von elf oder mehr Punkten, also mindestens ein mäßiges Ergebnis nach Merle d'Aubigné Score. Bei Winckler zählt man 50% ^[108], bei Balz 62% zufriedene Patienten ^[4].

Elf der Nachuntersuchten (69%) benötigten Gehhilfen, vergleichbare Untersuchungen weisen Zahlen von 55% ^[9] bzw. 68% ^[93] auf, und 12% waren nur mit Rollstuhl mobil.

Die Ursachen des verbesserungsfähigen Resultats dieser Studie können vielfältig sein. Das hohe Alter der Patienten und deren Vorerkrankungen sowie die nicht selten vorbestehende Mobilitätseinschränkung, die schwerwiegende Komplikation der ppF, der zum Teil langsame Heilungsprozess und viele weitere Faktoren fließen in das Ergebnis mit ein.

5.3 Das neue Klassifikationsmodell

Die Ansprüche an ein gutes Klassifikationsmodell sind Logik, Überschaubarkeit, genaue und eindeutige Zuteilungsmöglichkeiten und eine entsprechende klare Therapieempfehlung. In den letzten 10 Jahren wurde vorwiegend die Vancouver-Klassifikation insbesondere bei ppF der Hüfte und die Klassifikation nach Su et al. für ppF des Knies verwendet, gefolgt von der nach Lewis und Rorabeck vor den anderen vorgestellten, wobei Erstere durch die größte Spezifität gegenüber den anderen genannten punkten [37, 97, 101].

Abgesehen davon sollte ein Einteilungssystem gut einprägsam sein. Zu viele Unterteilungen haben sich als ungünstig herausgestellt, da mit zunehmender Zahl der Untergruppen die volle Klassifikation umso weniger übereinstimmt [63].

Nutzen hat die Klassifikation im klinischen Alltag umso mehr, je ausgeprägter und genauer die radiologischen Unterscheidungsmerkmale zuzuordnen sind [67].

Erschwerend bezüglich einer klaren Definition sind u. a. Röntgenaufnahmen mit schlechter Bildqualität und unterschiedliche Erfahrungsgrößen der Befundenden. Möglicherweise besteht eine Verbesserung durch dreidimensionale Bilder [12].

Eine Erhöhung der Übereinstimmung kann laut Rassmussen et al. durch Schulungen in der Klassifikation erzielt werden [89].

Dennoch muss jede Klassifikation immer wieder geprüft und aktualisiert werden, da sich neue Erkenntnisse durch Langzeitstudien ergeben, diagnostische Verfahren modernisieren und neue OP-Techniken sowie Therapiemodelle entwickeln.

Die in dieser Arbeit vorgestellte Klassifikation hat, ähnlich der nach Duncan und Masri, zunächst einen alphanumerischen Aufbau, der mit dem Schweregrad der Fraktur korreliert, beginnend mit der einfachen Fraktur (A) über die komplexe und Mehrfragmentfraktur (B) bis hin zur Lockerung.

Die zweite Unterteilung von 1 bis 3 definiert die Lokalisation der Fraktur. Somit ist sie gut einprägsam und leicht zu merken. Bei der Beschreibung der Fraktur bezieht sich diese Arbeit zunächst auf das Gelenk (z. B. KP für Fraktur im Bereich des Kniegelenks). Die anschließende Nummerierung kennzeichnet den Knochen (z. B. 3 für Femur). Zuletzt wird der Grad der Osteoporose als wichtiger

therapeutischer und prognostischer Faktor bestimmt. Dies bietet eine übersichtliche Möglichkeit, die periprothetische Fraktur klar zu definieren und sich ggf. auch international zu verständigen. Somit erfüllt sie entscheidende Kriterien einer modernen und nützlichen Klassifikation. Auch alle in vorliegender Untersuchung vorgekommenen Frakturen ließen sich speziell einer Typisierung zuordnen.

Viele Autoren vernachlässigen die Einschätzung der Knochenqualität im Hinblick auf das weitere Prozedere [4, 8, 74]. Dabei ist dies die häufigste generalisierte Knochenerkrankung. Der Verlust der mechanischen Fähigkeit des Knochens hat ein höheres Frakturrisiko bei Unfällen sowie bei alltäglichen Beanspruchungen als auch peri- und postoperativ bei chirurgischen Eingriffen am Knochen. Osteoporotische Knochenverhältnisse als Ursache für schlechte Therapieergebnisse werden mehrfach in der Literatur beschrieben [36].

Die Frage nach dem Grad der Knochensalzminderung vermittelt Abschätzungen, ob spezielle Prothesen verwendet werden sollten oder die Anwendung anderer Verfahren, wie z. B. einer Anlagerung von Knochenersatzmaterialien notwendig ist.

Wie bereits in Kapitel 5.1.4.4 beschrieben, wurden im Kollektiv dieser Arbeit 16 Fälle (64%) mit Osteoporose unterschiedlicher Ausprägung gezählt. Auf diese wird in dem hier vorgestellten Klassifikations- bzw. Therapiemodell im Stufenschema entsprechend Rücksicht genommen.

Der hohe Anteil weiblicher Patienten mit 80% in dieser Studie, vergleichbar mit anderen Autoren, lässt sich nicht zuletzt durch den Zusammenhang mit einer vorhandenen Osteoporose erklären [22, 76].

Die Klassifikation nach Duncan beinhaltet sowohl die Frakturlokalisation und Prothesenstabilität, als auch die Knochenqualität, diese allerdings nur im Prothesenbereich. Im hier vorgestellten Modell spielt diese auch peripher davon eine Rolle, da hierbei die Meinung vertreten wird, dass Osteoporose generell auf den Verlauf Einfluss nimmt.

Bei ganzen 12% der in dieser Studie untersuchten Patienten wurde eine Prothesenlockerung festgestellt. In der Nachuntersuchungsgruppe konnte nahezu derselbe Prozentsatz gezählt werden. Diese enorm hohe Zahl impliziert die Not-

wendigkeit einer Verbesserung in diesem Bereich, aber auch ein entsprechendes Eingehen auf diese Verhältnisse. Interessant, und an dieser Stelle nebenbei erwähnt, ist die Tatsache, dass beide Nachuntersuchten (100%) mit Prothesenlockerung (Typ C) eine starke bis sehr starke Osteoporose aufwiesen.

Dass die Prothesenlockerung einen prädisponierenden Faktor für eine ppF darstellt, muss an dieser Stelle nicht mehr diskutiert werden. Vielmehr geht es um die Entscheidung des Therapieverfahrens, bei dem die Meinungen auseinander zu gehen scheinen. Wie in Kapitel 5.2.1 dargestellt, reicht die Breite der Empfehlungen vom Prothesennagel über den Wechsel auf zementierte Implantate bis hin zu generell längeren Schäften.

In der neuen Klassifikation sind vorbestehende Lockerungen als Typ C eingestuft. Dabei wird ein Prothesenwechsel empfohlen, bei prothesenfernen Frakturen mit Langstielfixation.

In der Nachuntersuchung nach Merle d'Aubigné Score zeigte sich ein gespaltenes Ergebnis mit 31% jener, die ungenügend, 44% mäßig und 25% befriedigend bewertet werden. Angesichts des relativ schlechten Gesamtergebnisses und zahlreicher weiterer Einflussgrößen lässt sich daraus keine Konsequenz auf die Richtigkeit des Therapieverfahrens ableiten.

Man kann bei verschiedenen Verfahren von übersehenen Lockerungen ausgehen. Selten wird auch bedacht, dass eine bis dato festsitzende Schaftprothese, die sich durch die Fraktur gelockert hat, ohne Wechseloperation selbst bei guter Frakturkonsolidierung kaum Chancen hat, stabil zu bleiben [4, 6].

Die Therapie sollte in erster Linie darauf ausgerichtet sein, eine anatomisch korrekte Lage der Fragmente, ein schnelles Abheilen der Fraktur mit früher Mobilisation bei zügigem Aufbau der Belastung, wenig Komplikationen sowie eine Wiederherstellung des präoperativen Funktionszustandes zu erreichen.

Abhängig ist die Wahl des Verfahrens dabei von der Lokalisation, der Art der Fraktur bzw. ihrer Stabilität, der Knochenqualität und letzten Endes vom Gesundheitszustand des Patienten.

Für das Gesamtergebnis ebenso wichtig ist die Nachbehandlung. 10% des nachuntersuchten Kollektivs erhielten keine rehabilitative oder krankengymnastische Behandlung, 21% lediglich KG, und 69% gingen im Anschluss an den stationären Aufenthalt in eine rehabilitative Einrichtung. In diesem Bereich besteht die Möglichkeit, das funktionelle Ergebnis zu optimieren.

Allerdings darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die Patienten mit ihrem immer höheren Lebensalter und somit häufigeren und zunehmenden Nebenerkrankungen dem Erfolg Grenzen setzen.

Trotz der Bemühungen, ein ideales Klassifikationssystem zu entwickeln, bleibt die Vorgabe, dass jeder Fall individuell bewertet und eingeschätzt werden sollte und eine Risiko-Nutzen-Abwägung bezüglich angebotener Behandlungsmöglichkeiten stattfinden muss.

6. Zusammenfassung

Die periprothetische Fraktur stellt eine zwar seltene, aber schwerwiegende Komplikation dar, für die es viele verschiedene, aber wenig einheitliche und hilfreiche Klassifikationen gibt.

In dieser Arbeit wurde ein in Anlehnung an die AO-Klassifikation neues Klassifikationssystem vorgestellt, welches auf einem alphanumerischen Code beruht und vier Kriterien – Lokalisation, Lockerung, Frakturnmorphologie und Knochenqualität – mit einbezieht und zudem daraus eine Therapieempfehlung ableitet. Dieses wurde mit den gängigen bestehenden Modellen verglichen und seine Anwendungsfähigkeit geprüft.

25 Patienten der Kreisklinik Gunzenhausen mit periprothetischen Frakturen des Kniegelenks im Zeitraum vom 01.01.2004 bis 31.12.2009 wurden retrospektiv in die Untersuchung eingeschlossen und konnten nach dem neuen Klassifikationsschema eindeutig zugeordnet werden: drei C-Frakturen (gelockerte Prothesenkomponente), neun vom Typ B (Mehrfragment- bzw. Trümmerfrakturen, nicht gelockert) und drei vom Typ A (einfache Fraktur). Davon waren es vier Tibiafrakturen und 21 Frakturen am Femur. 64% der Patienten wiesen eine radiologisch erkennbare verminderte Knochenqualität, welche im Klassifikationsschema durch op* für leichte Osteoporose (vier Patienten), op** für mittlere (sieben Patienten) und op*** für starke Osteoporose (fünf Patienten) kenntlich gemacht wurde. Die durchgeführten Operationen entsprechen den im neuen Klassifikationsschema angegebenen Therapieempfehlungen. Die Zahl der Komplikationen war verhältnismäßig gering, verfahrensbezogen lagen die postoperative Anämie mit 32% und Infektion mit 12% vorne. Zwei Patienten nach Osteosyntheseverfahren mussten bei Traktusirritation bzw. Schraubenlockerung revidiert werden.

In einer Nachuntersuchung wurden quantitativ und qualitativ Funktionalität und Zufriedenheit bei 16 Patienten ermittelt. Mittels Merle d'Aubigné Score (max.18 Punkte) und eigenem erweiterten Score waren dabei maximal 35 Punkte erreichbar.

Trotz eingeschränkter Gehfähigkeit, zum großen Teil nur mit Hilfsmitteln, zeigte sich eine insgesamt gute Zufriedenheit. Die Lebensqualität im Hinblick auf Schmerzen wurde durch adäquate analgetische Medikation deutlich verbessert. Der Score nach Merle d'Aubigné, welcher die gleichwertigen Kriterien Gehfähigkeit, Beweglichkeit und Schmerzen beinhaltet, zeigte mit 9,7 Punkten eher ernüchternde Ergebnisse, insbesondere durch die geringe Gehfähigkeit geschmälert.

Die vier zentralen Kriterien der neuen Klassifikation wurden mit den Nachuntersuchungsergebnissen verglichen. Sie sollten sinnvoller und unabdingbarer Bestandteil einer Überlegung bei der Wahl des adäquaten Therapieverfahrens sein. Auf die Osteoporose als Risikofaktor wird generell zu wenig eingegangen, ihr Vorhandensein bzw. das Ausmaß hat aber für das Therapieverfahren und die Nachbehandlung entscheidende Bedeutung.

Eine erfolgreiche Therapie führt über eine klare und eindeutige Zuteilung innerhalb eines Klassifikationsmodells, das aussagekräftig und überschaubar ist. Die hier vorgestellte Klassifikation zeichnet sich durch universelle Anwendbarkeit und Reproduzierbarkeit aus und ist als Grundlage eines Behandlungskonzepts hervorragend geeignet.

7. Literaturverzeichnis

- 1 Aldinger PR, Breusch SJ, Lukoschek M, Mau H, Ewerbeck V, Thomsen M
A ten- to 15-year follow-up of the cementless spotorno stem
J Bone Joint Surg Br 85(8): 209-214 (2003)
- 2 Aoanjrr – Australian orthopaedic association national joint replacement registry
<http://www.dmac.adelaide.edu.au/aoanjrr/publications> (2009)
- 3 Ayers DC, Dennis DA, Johanson NA, Pellegrini jr VD
Common Complications of Total Knee Arthroplasty.
J Bone Joint Surg 1997; 79-A (2): 278-311.
- 4 Balz F, Kelsch G, Nothwang J, Ulrich C
Femurfrakturen bei einliegender Hüft- oder Kniegelenksendoprothese
Der Unfallchirurg 283: 151-152 (2001)
- 5 Bauman RD, Lewallen DG, Hanssen AD
Limitations of structural allograft in revision total knee arthroplasty.
Clin Orthop Relat Res, 467(3):818-824 (2009)
- 6 Beals RK, Tower SS
Periprosthetic fractures of the femur (An Analysis of 93 Fractures)
Clin Orthop Rel Res 327: 238-246 (1996)
- 7 Becker R, John M, Neumann WH
Clinical outcomes in the revision of unicondylar arthroplasties to bicondylar arthroplasties. A matched-pair study. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery – Including Arthroscopy and Sports Medicine; 124(10): 702-707 (2004)
- 8 Berkhoff M, Meenen NM, Katzer A, Jungbluth KH
Erfahrungen mit der Plattenosteosynthese bei der Behandlung peri- und subprothetischer Femurfrakturen; Unfallchirurgie 21(5): 233-239 (1995)
- 9 Bernd L, Blasius K, Cotta H
Möglichkeiten der Therapie von Femurfrakturen bei einliegender Hüfttotalendoprothese; Z. Orthop Ihre Grenzgeb 127: 291-295 (1989)
- 10 Berry DJ
Treatment of Vancouver B3 periprosthetic femur fractures with a fluted tapered stem; Clin Orthop 417: 224-231 (2003)
- 11 Bethea JS, De Andrade JR, Fleming LL, Lindenbaum SD, Welch RB
Proximal femoral fractures following total hip arthroplasty
Clinical Orthopedics and Related Research 170: 95-106 (1982)

- 12 Bigliani LU, Bernstein J, Burstein AH, et al.**
Correspondence ; J Bone Joint Surg 76A: 789-793 (1994)
- 13 Bohm P and Bischel O**
The use of tapered stems for femoral revision surgery.
Clin Orthop 420: 148-159 (2004)
- 14 Bovy P, Jolly S, Dropsy S and Sacre F**
Results of rehabilitation on quality of walking and outcome in elderly patients following femoral neck fracture. Development after one year.
Ann Readapt Med Phys 45(1): 19-25 (2002)
- 15 BQS Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH**
Qualität sichtbar machen. BQS-Qualitätsreport 2003
Online veröffentlicht unter: www.bqs-qualitaetsreport.de/2003/ergebnisse
- 16 BQS Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH**
Qualität sichtbar machen. BQS-Qualitätsreport 2002
Online veröffentlicht unter: www.bqs-qualitaetsreport.de
- 17 BQS Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH**
Qualität sichtbar machen. BQS-Qualitätsreport 2008
Online veröffentlicht unter: www.bqs-qualitaetsreport.de
- 18 Burnett RS, Bourne RB**
Periprosthetic fractures of the tibia and patella in total knee arthroplasty
Instr Course Lect 53:217-235 (2004)
- 19 Chen FS, Scher DM, Clancy RB, Ayesha V-Y, DiCesare PE**
In vitro and in vivo activation of polymorphonuclear leukocytes in response to particulate debris; J Biomed Mater Res 48:904-912 (1999)
- 20 Christie M J, DeBoer DK, Tingstad EM, Capps M, Brinson MF, Trick LW**
"Clinical experience with a modular noncemented femoral component in revision total hip arthroplasty: 4- to 7-year results", J Arthroplasty 15(7): 840-848 (2000)
- 21 Crossett LS, Sinha RK, Sechriest VF et al.**
Reconstruction of a ruptured patellar tendon with achilles tendon allograft following total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 84-A: 1354–1361 (2002)
- 22 Culp RW, Schmidt RG, Hanks G, Mak A, Esterhai JL Jr., Heppenstall RB**
Supracondylar fractures of the femur following prosthetic knee arthroplasty
Clin Orthop relat res 222: 212-222 (1987)
- 23 Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie**
22.-25.10.2008, Berlin: Ist die Kniegelenksartrodese nach infizierter Knie TEP mit einem zementfreien Arthrodesenagel erfolgreich?
<http://www.egms.de/en/meetings/dkou2008/08dkou606.shtml>

- 24 Della Torre P, Aglietti P, Altissimi M**
Results of rigid fixation in 54 supracondylar fractures of the femur
Arch. Orthop. Traumat. Surg. 97: 177-183 (1980)
- 25 Diezemann ED, Kuner EH, Hoos R**
Entwicklung in der Behandlung distaler Oberschenkelfrakturen
Unfallchirurgie 2: 177-182 (1976)
- 26 DiGioia AM, Rubash HE**
Periprosthetic fractures of the femur after total knee arthroplasty – a literature review and treatment algorithm.
Clinical Orthopedics and Related Research, 271: 135-142 (1991)
- 27 Duncan CP, Masri BA**
Fractures of the femur after hip replacement
Instr Course Lect 25: 293-304 (1995)
- 28 Elliott J, Beringer T, Kee F, Marsh D, Willis C and Stevenson M**
Predicting survival after treatment for fracture of the proximal femur and the effect of delays to surgery; J Clin Epidemiol 56(8): 788-795 (2003)
- 29 Erhardt JB, Kuster MS**
Periprothetische Frakturen am Kniegelenk; Orthopäde 39: 97-108 (2010)
- 30 Erhardt JB, Grob K, Roderer G et al**
Treatment of periprosthetic femur fractures with the non-contact bridging plate: a new angular stable implant. Arch Orthop Trauma Surg 128:409-416 (2007)
- 31 Felix NA, Stuart MJ, Hanssen AD**
Periprosthetic fractures of the tibiaassociated with total knee arthroplasty
Clinical Orthopaedics and Related Research 345: 113-124 (1997)
- 32 Figgie MP, Goldberg VM, Figgie HE Sobel M**
The results of treatment of supracondylar fracture above total knee arthroplasty; J Arthroplasty 5(3): 267-276 (1990)
- 33 Garcia-Cimbrelo E, Cruz-Pardos A, Madero R and Ortega-Andreu M**
Total hip arthroplasty with use of the cementless Zweymüller Alloclassic system. A ten to thirteen-year follow-up study
J Bone Joint Surg Am 85-A(2): 296-303 (2003)
- 34 Gärtner V, Scharf H-P**
Revisionsendoprothetik am Kniegelenk
Orthopädie und Unfallchirurgie up2date 3: 233-246 (2008)
- 35 Grace JN, Sim FH**
Fracture of the patella after total knee arthroplasty
Clin Orthop Relat Res 230: 168-175 (1988)

36 Gruner A, Hockertz T, Reilmann H

Die periprothetische Fraktur – Klassifikation, Management, Therapie

Der Unfallchirurg 107: 35-49 (2004)

37 Gumpenberg von S, Scherer M, Ouchmaev A

Einfluss der Patientenmultimorbidität auf die differenzierte Therapie bei der Versorgung periprothetischer Femurfrakturen

German medical science [Meeting Abstract/ DGU] (2003)

www.egms.de/en/meetings/dgu2003/03dgu0119.shtml

38 Haidukewych GJ, Jacofsky DJ, Hanssen AD

Treatment of periprosthetic fractures around a total knee arthroplasty

J Knee Surg 16:111–117 (2003)

39 Hansen M, Degreif J, Runkel M et al.

Die Versorgung von Femurfrakturen bei Hüftendoprothese. Erste Ergebnisse mit einem elastisch stielverlängertem Prothesenschaft

Unfallchirurg 24: 154-161 (1998)

40 Hansis, M

Anerkannte, heute gültige Indikation und Prinzipien der konventionellen

Plattenosteosynthesen bei Frakturen der langen Röhrenknochen

OP-Journal 13: 264-267 (1997)

41 Heineck J, Rein S

Periprothetische kniegelenksnahe Fraktur. Klassifikation der operativen Therapie

Klinik für Unfall- und Wiederherstellungs chirurgie, Universitätsklinik, Dresden

s.o. Trauma Berufskrankh 11(2): 179-182 (2009)

42 Hockertz TJ, Gruner A, Reilmann H

Treatment of femoral fracture after total knee arthroplasty with the LIS system: a new method – ein neuer Therapieansatz; Unfallchirurg 102(10): 811-814 (1999)

43 Hopf C, Hopf T, Rompe JD

Behandlungskonzepte von Femurfrakturen nach totalendoprothetischen Ersatz des Hüft- oder Kniegelenks: intra- oder extramedulläre Stabilisierung

Unfallchirurg 99: 31-37 (1996)

44 Huiskes R

The current state and future of cemented and noncemented total hip replacement.

Post graduate Lectures, 1. European Cong. of Orthopaedics Masson: 52-64 (1993)

45 Iesaka K, Kummer FJ, Di Cesare PE

Stress risers between two ipsilateral intramedullary stems: a finite-element and biomechanical analysis; J Arthroplasty 20(3): 386-391 (2005)

- 46 Salem KH, Maier D, Keppler P, Kinzl L, Gebhard F**
Limb Malalignment and Functional Outcome After Antegrade Versus Retrograde Intramedullary Nailing in Distal Femoral Fractures. Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care; 61(2):375-381 (2006)
- 47 Jabczenski FF and Crawford M (1995)**
Retrograde intramedullary nailing of supracondylar femur fractures above total knee arthroplasty. A preliminary report of four cases J. Arthroplasty 10: 95-101
- 48 Jerosch J, Fuchs S, Heisel J**
Knieendoprothetik – eine Standortbestimmung: 1-13, In: Knie-TEP Revisionseingriffe, Jörg Jerosch (Hrsg.), Thieme Verlag (1997)
- 49 Johansson JE, McBroom R, Barrington TW, Hunter G**
Fracture of the ipsilateral femur in patients with total hip replacement The Journal of Bone and Joint Surgery 63: 1435-1442 (1981)
- 50 Josten C, Schmidt C**
Postoperative Komplikationen in der Unfallchirurgie
Der Chirurg 80:790-806 (2009)
- 51 Jürgens C, Porté T, Grimme C**
Besondere Indikationen für die Anwendung des winkelstabilen Fixateurs interne am Femur. Trauma Berufskrankheiten 1: 387-391 (1999)
- 52 Kawamura H, Dunbar MJ, Murray P, Bourne RB and Rorabeck CH**
"The porous coated anatomic total hip replacement. A ten to fourteen-year follow-up study of a cementless total hip arthroplasty."
J Bone Joint Surg Am 83-A(9): 1333-1338 (2001)
- 53 Keating EM, Haas G, Meding JB**
Patella fracture after post total knee replacements (2003)
Clin Orthop Relat Res 416: 93-97
- 54 Kelley SS**
Periprosthetic femoral fractures Journal of the American Academy of Orthopedic Surgeons 2: 164-172 (1994)
- 55 Knutson K, Lewold S, Lidgren L, Robertson O**
The Swedish knee arthroplasty register – a nationwide study of 30003 knees 1976-1992; Acta Orthop. Scandinavica 65(4): 375-386 (1994)
- 56 Kobbe P, Hockertz TJ, Reilmann H**
Periprothetische Frakturen; OP-Journal 22: 22-26 (2006)
- 57 Kurtz S, Mowat F, Ong K, Chan N, Lau E, Halpern M**
Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002; J Bone Joint Surg Am;87(7):1487-1497 (2005)

58 Kwong LM, Miller AJ and Lubinus P

A modular distal fixation option for proximal bone loss in revision total hip arthroplasty: a 2- to 6-year follow-up study; J Arthroplasty 18(3 Suppl 1): 94-97 (2003)

59 Laros GS

Supracondylar fractures of the femur: Editorial comment and comparative results.
Clin. Orthop. 138: 9-12 (1979)

60 Lehner B, Weiss S, Bischel O, Suda A

Ist die Kniegelenksartrodese nach infizierter Knie TEP mit einem zementfreien
Arthrodesenagel erfolgreich? Online veröffentlicht unter:
<http://www.egms.de/de/meetings/dkou2008/08dkou606.shtml>

61 Letournel E

Acetabulum fractures: Classification and management
Clin Orthop and Related Research 151: 81-106 (1980)

62 Lewis PL, Rorabeck CH

Periprosthetic fractures In: Revision Total Knee Arthroplasty, 275-295
Edited by Engh GA, Rorabeck CH, Baltimore, Williams and Wilkins (1997)

63 Lichtenhahn P, Fernandez DL, Schatzker J

Analyse zur „Anwenderfreundlichkeit“ der AO-Klassifikation für Frakturen
Helv Chir Acta 58: 919-24 (1992)

64 Lonner JH, Siliski JM, Scott RD

Prodromes of failure in total knee arthroplasty. J Arthroplasty 14 (1999) 488-492

65 Lukowsky A

Die Bedeutung von Schaftdesign und Prothesenposition für den periprothetischen
Knochenumbau – eine radiologische und densitometrische Studie.
Medizinische Dissertation, MLU Halle - Wittenberg (2003)

66 Mackay DC, Siddique MS

The results of revision knee arthroplasty with and without retention of secure
cemented femoral components; J Bone Joint Surg Br., 85(4):517-520 (2003)

67 Martin JS, Mash JL

Current classification of fractures. Rationale and utility
Radiol Clin North Am 35(3): 491-506 (1997)

68 Martinek H, Schmid L

Frakturen des distalen Oberschenkels und ihre Behandlung mit der Kondylenplatte;
Chirurg 49: 382-389 (1978)

69 Matta JM, Anderson L, Epstein H, Hendricks P

Fractures of the acetabulum, a retrospective analysis
Clin Orthop 205: 230-249 (1986)

- 70 Menth – Chiari WA, Wozasek GE, Vecsei V**
Retrograde Nailing of supracondylar femoral fractures in patients with total hip arthroplasty: a preliminary report. J Trauma 41(6):1059-63 (1996)
- 71 Merkel KD, Johnson EW Jr.**
Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty
The Journal of Bone and Joint Surgery 68 (1): 29-43 (1986)
- 72 Mittlmeier T, Beck M**
Retrograde medullary locking nail in periprosthetic distal femoral fracture after condylar knee joint replacement. Unfallchirurg 108(6): 497-501 (2005)
- 73 Mittlmeier T, Stöckle U, Perka C, Schaser KD**
Periprothetische Frakturen nach Knieendoprothetik.
Der Unfallchirurg 108: 481-496 (2005)
- 74 Mont MA, Maar DC**
Fractures of the ipsilateral femur after hip arthroplasty. A statistical analysis of outcome based on 487 patients.
The Journal of Arthroplasty 9(5): 511-519 (1994)
- 75 Nast D, Taeger G, Bardenheuer M**
Indikationsbegrenzung beim alten und multimorbidem Patienten
Unfallchirurg 103: 168-171 (2000)
- 76 Neubauer T, Wahler G, Kohlmann J et al.**
Periprosthetic femoral fractures after hip arthroplasty
Eur J Trauma, Suppl. 1: 194-198 (2001)
- 77 Neugebauer R**
Evidentes und Neues in der Hüft- und Knieendoprothetik.
Was leistet die Endoprothetik an der Hüfte? (2008)
<http://www.aekv-regensburg.de/html/downloads/hueftendoprothetik.pdf>
- 78 Nicholls RL, Green D, Kuster MS**
Patella intraosseous blood flow disturbance during a medial or lateral arthrotomy in total knee arthroplasty: a laser Doppler flowmetry study
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 14: 411-416 (2006)
- 79 Nielsen BF, Petersen VS, Varmarken JE**
Fracture of the femur after knee arthroplasty
Acta Orthop Scand 59(2): 155-157 (1988)
- 80 Olerud S**
Operative treatment of supracondylar-condylar fractures of the femur.
Technique and results in fifteen cases; J Bone Jt. Surg. 54: 1015-1032 (1972)

- 81 Ortiguera CJ, Berry DJ**
Patellar fracture after total knee arthroplasty
J Bone Joint Surg Am 84-A: 532-540 (2002)
- 82 Oxborrow NJ, Stone MH**
A new method of treatment for periprosthetic supracondylar fractures of the femur for prostheses with a stemmed femoral component
J Arthroplast 12(5): 596- 597 (1997)
- 83 Park YS, Lee JY, Yun SH, Jung MW and Oh I**
Comparison of hydroxyapatite-and porous-coated stems in total hip replacement;
Acta Orthop Scand 74(3): 259-263 (2003)
- 84 Pfeil J, Spitz J**
Diagnostik der Prothesenlockerung. Orthop. Klinik Wiesbaden. Vortrag auf der Tagung des Berufsverbandes deutscher Nuklearmediziner (2003)
- 85 Probst A, Schneider T, Hankemeier S, Brug E**
Der Prothesennagel – primär belastungsstables Implantat bei peri- und subprothetischen Frakturen des Femurs. Unfallchirurg 106: 722-731 (2003)
- 86 Pütz M, Volkmann R, Eingartner C, Weller S**
Osteosynthese periprosthetic Femurfrakturen mittels langschäftiger Revisionsendoprothese. Akt Traumatol 26: 199-204 (1996)
- 87 Ritter MA, Keating EM, Faris PM, Meding JB**
Rush rod fixation of supracondylar fractures above total knee arthroplasties.
The Journal of Arthroplasty 10(2): 213-216 (1995)
- 88 Roberts SE and Goldacre MJ**
Time trends and demography of mortality after fractured neck of femur in an English population, 1968-98: database study; Bmj 327: 771-775 (2003)
- 89 Roffman M, Mendes DG**
Fracture of the femur after total hip arthroplasty
Orthopedics 12: 1067-1070 (1989)
- 90 Rorabeck CH, Taylor JW**
Classification of periprosthetic fractures complicating total knee arthroplasty.
Orthop Clin North Am 30:209-214 (1999)
- 91 Rorabeck CH, Taylor JW**
Periprosthetic fractures of the femur complicating totals knee arthroplasty.
Orthop Clin North Am 30:265-277 (1999)
- 92 Scholz R, Pretzsch M, Matzen P and von Salis-Soglio G**
Treatment of periprosthetic femoral fractures associated with total hip arthroplasty. Z Orthop Ihre Grenzgeb 141(3): 296-302 (2003)

- 93 Sheng P, Lehto M, Kataja M, Halonen P, Moilanen T, Pajamäki J**
Patient outcome following revision total knee arthroplasty: A meta-analysis.
International Orthopaedics; 28(2):78-81 (2004)
- 94 Sheth NP et al.**
Periprosthetic Patellar Fractures; J Bone Joint Surg, Am 89:2285-96 (2007)
- 95 Siegmeth A, Menth-Chiari W, Wozasek GE, Vécsei V**
Die periprothetische Femurschaftfraktur. Indikation und Ergebnisse bei 51 Patienten; Unfallchirurg 101: 901-906 (1998)
- 96 Smith WJ, Martin SL, Mabrey ID**
Use of a supracondylar nail for treatment of a supracondylar fracture of the femur following total knee arthroplasty; J Arthroplasty 11: 210-213 (1996)
- 97 Spitaler R, Reichetseder J, Rappold G, Leixnering M, Hertz H**
Periprothetische Femurfraktur bei ipsilateraler Hüft- bzw. Knieendoprothese:
Das Akutversorgungskonzept – ein operativer Algorithmus
Akt Traumatol 33: 272-280 (2003)
- 98 Su ET, DeWal H, Di Cesare PE**
Periprosthetic femoral fractures above total knee replacements.
J Am Acad Orthop Surg. 12(1): 12-20 (2004)
- 99 Su H, Aharonoff GB, Hiebert R, Zuckerman JD and Koval KJ**
In-hospital mortality after femoral neck fracture: do internal fixation and hemiarthroplasty differ?; Am J Orthop 32(3): 151-155 (2003)
- 100 Szyszkowitz R, Boldin Ch**
Die periprothetische Fraktur – eine Herausforderung für die Unfallchirurgie
Eur J Trauma 1: 139-143 (2001)
- 101 Tauber G, Winter E, Weise K**
Periprothetische Femurfrakturen bei einliegender Hüfttotalendoprothese
Trauma Berufskrankheit 4: 255-259 (2002)
- 102 Tharani R, Nakasone C, Vince KG**
Periprosthetic fractures after total knee arthroplasty
J Arthroplasty 20(2): 27-32 (2005)
- 103 Tower SS, Beals RK**
Fractures of the femur after hip replacement
Orthopedic Clinics of North America 30(2): 235-247 (1999)
- 104 Wang JW, Wang CJ**
Supracondylar fractures of the femur above total knee arthroplasties with cortical allograft struts; The Journal of Arthroplasty 17(3): 365-372 (2002)

105 Weeden SH and Paprosky WG

Minimal 11-year follow-up of extensively porous-coated stems in femoral revision total hip arthroplasty; J Arthroplasty 17(4 Suppl 1): 134-137 (2002)

106 Wick M, Müller EJ, Kutscha-Lissberg F, Hopf F, Muhr G

Die operative Versorgung suprakondylärer Femurfrakturen bei liegender Knieendoprothese – "less invasive stabilization system" (LISS) oder retrograder Marknagel?; Unfallchirurg 107: 181-188 (2004)

107 Wick M, Müller EJ, Muhr G

Suprakondyläre Femurfrakturen bei Knieendoprothesen
Unfallchirurg 104: 410-413 (2001)

108 Winckler St, Baranowski D, Neumann H, Brug E

Behandlungskonzept und Ergebnisse peri-/subprothetischer Frakturen
Zentralblatt für Chirurgie 117: 143-150 (1992)

109 Wirtz DC, Niethard FU

Hüftendoprothesenlockerung – eine Standortbestimmung
Z Orthop 135: 270-280 (1997)

110 Wu CC, Au MK, Wu SS, Lin LC

Risk factors for postoperative femoral fracture in cementless hip arthroplasty
J Formos Med Assoc 98(3): 190-194 (1999)

111 Xenos JS, Callaghan JJ, Heekin RD, Hopkinson WJ, Savory CG, Moore MS

The porous-coated anatomic total hip prosthesis, inserted without cement.
A prospective study with a minimum of ten years of follow-up
J Bone Joint Surg Am 81(1): 74-82 (1999)

8. Anhang

8.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: 1976 Revisions-OP	5
Abb. 2: Revisions-OP 1994 in Deutschland (Jerosch und Mitarbeiter)	6
Abb. 3: Revisions-OP 1999-2009 in Australien Knie-TEP	6
Abb. 4: Fraktursache ppF	8
Abb. 5: Klassifikation und Therapieempfehlung nach Lewis und Rorabeck (1997)	12
Abb. 6: Klassifikation nach Lewis und Rorabeck	13
Abb. 7: Klassifikation nach Su et al.	13
Abb. 8: Klassifikation ppF Patella (Ortiguera und Berry)	16
Abb. 9: Kriterien extramedullärer Plattenosteosynthese	20
Abb. 10: Fehlermöglichkeiten der Plattenosteosynthese	20
Abb. 11: Kriterien intramedullärer Stielfixation	22
Abb. 12: Fehlermöglichkeiten innerer Stielfixation	23
Abb. 13: Therapie periprothetischer Patellafrakturen	25
Abb. 14: Häufigkeit der ppF	39
Abb. 15: Fallzahlen im Beobachtungszeitraum	39
Abb. 16: Häufigkeit der Patienten in Altersgruppen	40
Abb. 17: Geschlechtsverteilung	41
Abb. 18: Risikoeinschätzung entsprechend der ASA-Klassifikation	41
Abb. 19: Häufigkeit der Risikofaktoren	44
Abb. 20: Standzeiten der Prothese zum Frakturzeitpunkt	45
Abb. 21: Fraktursache	45
Abb. 22: Lokalisation der 11 Frakturen bei liegender Knieendoprothese	46
Abb. 23: Häufigkeit der Frakturtypen nach der neuen Klassifikation	47
Abb. 24: Häufigkeit nach ABC-Typen	47

Abb. 25: Operationsverfahren im Vergleich.....	51
Abb. 26: OP-Verfahren und Implantate.....	52
Abb. 27: Verfahrensbezogene Komplikationen.....	53
Abb. 28: Revisionspflichtige Komplikationen	53
Abb. 29: Dauer bis zur operativen Versorgung.....	54
Abb. 30: Zahl der Erythrozytenkonzentrate	55
Abb. 31: OP-Dauer.....	55
Abb. 32: Stationärer Aufenthalt	56
Abb. 33: Belastbarkeit bei Entlassung.....	57
Abb. 34: Beweglichkeit bei Entlassung	57
Abb. 35: Zufriedenheit.....	59
Abb. 36: Laufstrecke	60
Abb. 37: Mobilität	60
Abb. 38: Gehfähigkeit	61
Abb. 39: Schmerz	62
Abb. 40: Beweglichkeit.....	63
Abb. 41: Merle d'Aubigné Score.....	63

8.2 Bildverzeichnis

Bild 1: periprothetische Fraktur rechtes Knie a.p., seitlich	9
Bild 2: KP-3-C2 op** Versorgung: Wechsel und Osteosynthese	48
Bild 3: KP-3-B3 op**, versorgt mittels Arthrodesenagel	49
Bild 4: KP-3-A2 op* schräg, a.p., seitlich präoperativ	49
Bild 5: KP-3-A2 op* seitlich, a.p.,postoperativ	50
Bild 6: KP-3-A2 op***, Osteosynthese mit Sirus Femur-Marknagel	50
Bild 7: KP-4-A2 op** seitlich, a.p., Marknagelosteosynthese (UTN)	52

8.3 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Klassifikation nach Duncan (Vancouver-Klassifikation)	10
Tab. 2: Klassifikation nach Neer et al.	11
Tab. 3: Klassifikation mit Therapieempfehlung bei ppF der Tibia, Felix et al. (1997)	15
Tab. 4: Klassifikation ppF Patella (Goldberg et al.)	15
Tab. 5: Klassifikation ppF Patella (Ortiguera und Berry)	16
Tab. 6: Neues Klassifikationssystem.....	31
Tab. 7: Daten zur Nachuntersuchung	35
Tab. 8: Fragen zur Nachuntersuchung	35
Tab. 9: Score nach Merle d'Aubigné	36
Tab. 10: Erweiterter Score	37
Tab. 11: Punkteskala Score Merle d'Aubigné (erweitert).....	37
Tab. 12: Auflistung der Begleiterkrankungen	42
Tab. 13: Verteilung der Häufung von Nebendiagnosen	43
Tab. 14: Klassifikationsbezogene OP-Verfahren.....	51

Danksagung

Ich möchte mich ganz herzlich bei Herrn Prof.Dr. med. B. Füchtmeier für seine Betreuung und stetige Hilfs- und Diskussionsbereitschaft und Motivation während der ganzen Zeit bedanken.

Mein besonderer Dank im Rahmen dieser Arbeit gilt Herrn Dr. Wilhelm Nothofer. Ohne seine Unterstützung und sein Engagement wäre diese Arbeit nicht zustande gekommen.

Mein großer Dank gilt Frau Dr. Irini Mouka, die mir organisatorisch, moralisch und mit vielen guten Ratschlägen und als Freundin unentwegt zur Seite stand.

Vor allem möchte ich meinem Ehemann Ivo danken, der mich motiviert hat, oft auf mich verzichten musste und doch nie seinen Glauben an mich verlor.

Meiner Schwester Sonja möchte ich am meisten und von ganzem Herzen für ihre liebevolle Hilfsbereitschaft, unermüdliche und tatkräftige Unterstützung, ihr Verständnis und wertvolle Ideen danken, die entscheidend zur Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen haben.