

Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie an der
Universität Tübingen

**Arbeitsunfähigkeit und Minderung der Erwerbsfähigkeit
in Abhängigkeit der Arbeitsschwere nach der REFA-
Klassifikation und dem Typ der Tibiakopffraktur**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

vorgelegt von

Abele, Charlotte Ricarda

2017

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. U. Stöckle

2. Berichterstatter: Professor Dr. M. Rieger

Tag der Disputation: 19.09.2017

Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung	9
1.1	Ätiologie der Tibiakopffraktur	9
1.2	Klassifikation der Tibiakopffraktur	10
1.2.1	AO-Klassifikation	10
1.2.2	Schatzker-Klassifikation	14
1.2.3	Weitere Klassifikationen	15
1.3	Epidemiologie	16
1.4	Diagnostik	17
1.5	Therapie	18
1.5.1	Konservative Therapie	18
1.5.2	Operative Therapie	19
1.5.3	Operationsnachbehandlung und Rehabilitation	24
1.6	Ziel der Dissertation	25
2	Patienten/Material und Methoden	26
2.1	Patientenkollektiv/Ein- und Ausschlusskriterien	26
2.2	Klassifikation der Frakturen	27
2.3	Fragebögen/Scores	27
2.3.1	REFA-Klassifikation	28
2.3.2	Minderung der Erwerbsfähigkeit	29
2.3.3	Lysholm-Gillquist-Score	29
2.3.4	SF-36-Fragebogen	30
2.4	Röntgenologische Auswertung	33
2.4.1	Radiologische Bestimmung der Arthrosegrade	33
2.4.2	Radiologische Beinachsenvermessung	34
2.5	Körperliche Untersuchung der Patienten	38
2.6	Statistische Auswertung	38
2.7	Bewertung der Ethikkommission	39
3	Ergebnisse	40
3.1	Patienten	40

3.1.1	Geschlechterverteilung	40
3.1.2	Alter	40
3.1.3	Nachuntersuchungszeitpunkt.....	41
3.2	Fraktur.....	41
3.2.1	Seite der Verletzung	41
3.3	Unfall-/Verletzungsursachen	41
3.3.1	Einteilung nach der AO-Klassifikation	42
3.4	Radiologisch bestimmte Beinachsen	43
3.4.1	Gesamtbetrachtung ohne Patienten mit erfolgter Umstellungsosteotomie	44
3.4.2	Identische Beinachsen der betroffenen und unverletzten Seite	47
3.4.3	Valgusabweichung der betroffenen Seite	49
3.4.4	Varusabweichung der betroffenen Seite	51
3.4.5	Achsfehlstellung der unverletzten Seite bei gerader Beinachse der betroffenen Seite	53
3.5	Radiologische Klassifikation der Arthrose (Kellgren / Lawrence)	55
3.6	Krankenhausverweildauer.....	57
3.7	Rehabilitation	58
3.7.1	Stationäre und ambulante Rehabilitation	58
3.7.2	Physiotherapie	59
3.8	Sportliche Aktivität.....	61
3.9	Arbeit.....	62
3.9.1	Einteilung nach der REFA-Klassifikation.....	62
3.9.2	Arbeitsunfähigkeit, Arbeitszeitenänderung, Umschulung.....	64
3.9.3	Minderung der Erwerbsfähigkeit	67
3.10	Körperliche Untersuchungsergebnisse	69
3.10.1	Bewegungsumfänge	69
3.10.2	Ausmessung Beinumfang	69
3.11	Lysholm-Gillquist-Score	70
3.12	SF-36-Fragebogen.....	78
3.12.1	Vergleich B-/C-Typ Frakturen	78
3.12.2	Vergleich weibliche und männliche Studienteilnehmer	80

3.12.3	Körperliche und psychische Summenskala	81
3.12.4	SF-36 bei Beinachsabweichung.....	83
3.13	Patienten mit erfolgter Umstellungsosteotomie	85
4	Diskussion	91
5	Zusammenfassung	106
6	Literaturverzeichnis	108
7	Erklärung zum Eigenanteil.....	118
8	Anhang	119
9	Danksagung	136

Abkürzungsverzeichnis:

aFTW	Anatomischer femorotibialer Winkel
AGES	Allgemeine Gesundheitswahrnehmung
aLDFW	Anatomischer lateraler distaler Femurwinkel
aLDTW	Anatomischer lateraler distaler Tibiawinkel
AMA	Anatomic-mechanical Angle, Winkel zwischen der anatomischen und mechanischen Femurachse
aMPTW	Anatomischer medialer proximaler Tibiawinkel
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese
a.-p.	Anterior-posterior
bzw.	Beziehungsweise
CPM	Continuous Passive Motion
CT	Computertomographie
DRG	Diagnosis-related Groups
EMRO	Emotionale Rollenfunktion
HTO	High Tibial Osteotomy
JLCA	Joint Line Convergence Angle
Kg	Kilogramm
KÖFU	Körperliche Funktionsfähigkeit
KÖRO	Körperliche Rollenfunktion
LISS	Less Invasive Stabilisation System
MAD	Mechanical Axis Deviation
Max	Maximum
MdE	Minderung der Erwerbsfähigkeit
Min	Minimum
mLDFW	Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel
mLDTW	Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel
mLPFW	Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel
mm	Millimeter
mMPTW	Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel
mTFA	Mechanical Tibio-femoral Angle

MW	Mittelwert
n.s.	Nicht signifikant
OKS	Oxford-Knee-Score
PSYC	Psychisches Wohlbefinden
REFA	Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (früher: Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung)
SCHM	Körperliche Schmerzen
SD	Standardabweichung
SOFU	Soziale Funktionsfähigkeit
SF-12	Short-Form-12-Fragebogen
SF-36	Short-Form-36-Fragebogen
VITA	Vitalität
z.B.	Zum Beispiel

1 Einleitung

1.1 Ätiologie der Tibiakopffraktur

Bei der Tibiakopffraktur handelt es sich um eine schwere Verletzung des Bewegungsapparates. Häufig wird sie durch ein Hochrasanz-(High-energy) - Trauma bei Verkehrsunfällen (PKW, Motorrad) oder sportlichen Aktivitäten (Skifahren, Fußballspielen, Fahrradfahren) verursacht. Auch durch Niedrig-Rasanz-(Low-Energy)-Traumata wie Stürzen aus mittlerer oder niedriger Höhe kann sie verursacht sein [3-10].

Im Rahmen von High-Energy-Traumata kommt es häufiger zu Trümmer- und Luxationsfrakturen, die oft von schweren Haut-, Weichteil- und Bänderverletzungen begleitet sind [9-11]. Verletzungen, welche die Menisken und/oder Kreuzbänder betreffen, werden in verschiedenen Arbeiten mit einem Anteil von 40-90% häufig beschrieben [12-14]. Begleitverletzungen in Form von Gefäß- und/oder Nervenverletzungen im Rahmen von Tibiakopffrakturen sind eher selten [15, 16].

Durch die etwas geringere Knochendichte des lateralen Tibiaplateaus und der physiologischen Valgusstellung der Femurkondylen [17] kommt es im Rahmen von axialen Stauchungen häufiger zu Impressionsfrakturen der lateralen Gelenkfläche als der medialen [9, 18]. Dabei bleiben die Kreuzbänder und die für die Stabilität relevanten Strukturen der Gelenkkapsel aber meist intakt, so dass es sich in diesen Fällen um relativ stabile Frakturen handelt [11]. Diese Form der Fraktur tritt gehäuft bei älteren Patienten, die bereits an Osteoporose leiden, auf und ist dabei eher durch Low-Energy-Traumen verursacht [19].

1.2 Klassifikation der Tibiakopffraktur

Eine der gebräuchlichsten Klassifikationen Europas zur Einteilung der Tibiakopffrakturen stellt die AO-Klassifikation (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) dar [20]. Weitere Klassifikationen sind die Schatzker-Klassifikation [21], die Tscherne-Klassifikation [11] und die Klassifikation nach Hohl und Moore [22, 23]. Alle Klassifikationssysteme haben als Ziel die vorliegende Fraktur exakt zu beurteilen, als Grundlage zur weiteren Behandlungsplanung zu dienen und eine Prognose für den Krankheitsverlauf und das Ergebnis zu geben.

1.2.1 AO-Klassifikation

Die AO-Klassifikation leitet sich von der 1990 von Müller et al. veröffentlichten Klassifikation der Frakturen langer Knochen ab [20, 24]. Diese Klassifikation beruht auf einem bis zu 5-stelligen Zahlen- und Buchstabencode, welcher die Lokalisation, die Morphologie und den Schweregrad der Fraktur beschreibt. Jeder Fraktur des menschlichen Körpers ist somit eine Kombination aus zwei Ziffern, einem Buchstaben und einer oder zwei weiteren Ziffern zugeordnet.

Die erste Ziffer beschreibt die betroffene Körperregion und ist im Falle des Unterschenkels die Zahl 4. Die zweite Position des Codes wird ebenfalls durch eine Zahl beschrieben und gibt die Lokalisation innerhalb der betroffenen Körperregion (1=proximal, 2=diaphysär, 3=distal) an. An dritter Stelle steht ein Buchstabe, der die Komplexität der Fraktur beschreibt. Bei Schaftbrüchen steht der Buchstabe A für einfache Brüche, der Buchstabe B für Keilfrakturen und C für komplexe Frakturen. Bei Gelenkfrakturen steht A für extraartikuläre Frakturen, B für partielle Gelenkbeteiligung und C für eine vollständige Gelenkfraktur. Die vierte Position wird wieder durch eine Zahl besetzt, welche anhand der Fragmentqualität und -quantität den Schweregrad der Frakturen beschreibt (1=leicht, 2=mittel, 3=schwer).

Tibiakopffrakturen sind somit zu klassifizieren als AO-41 (Unterschenkel=4, proximal=1) und lassen sich weiter in A-, B- und C-Frakturen unterteilen. Durch

die weitere Unterteilung anhand der exakten Lokalisation im Gelenkbereich und dem Schweregrad der Fraktur ergeben sich bis zu 27 verschiedene Untergruppen [20, 24].

Die Untergruppe der Typ-A-Frakturen stellen extraartikuläre Frakturen dar, welche in die Klassen A1, A2 und A3 eingeteilt werden können. A1-Frakturen zeichnen sich durch einen alleinigen Ausriss der Eminentia intercondylaris der Tibia aus. Die Klasse A2 beinhaltet einfache metaphysäre Frakturen und die Klasse A3 mehrfragmentäre metaphysäre Frakturen [20, 24].

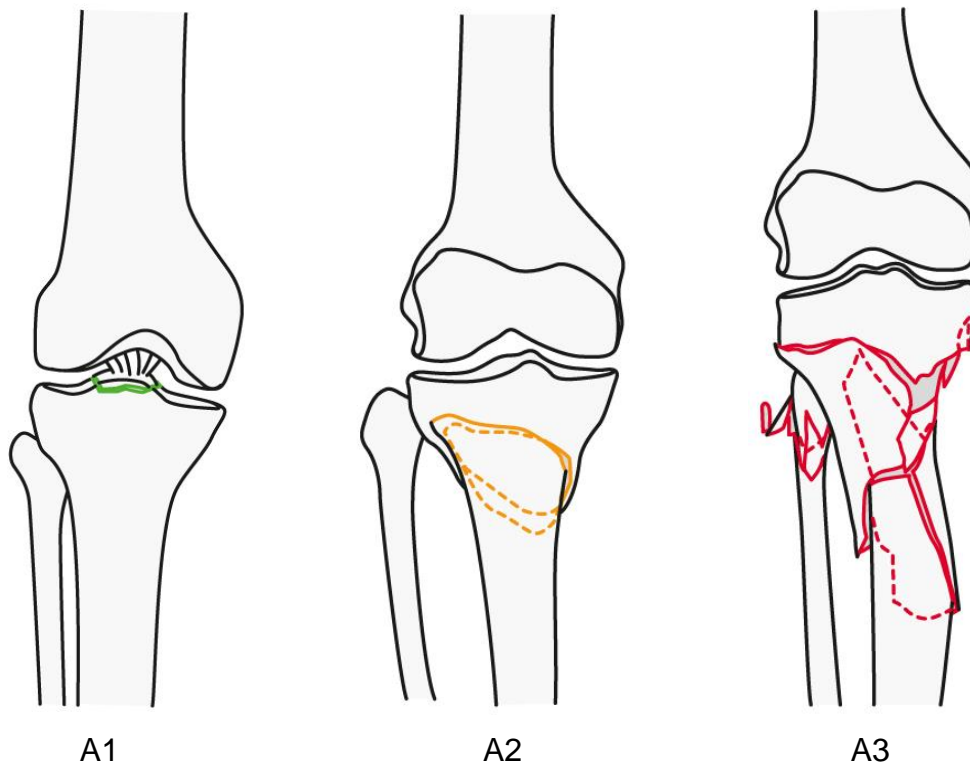


Abbildung 1 AO-Klassifikation der Tibiakopffraktur, Typ A1, A2, A3; Copyright by AO Foundation, Switzerland [1]

Die Untergruppe der Typ-B-Frakturen beinhaltet partielle artikuläre Frakturen. B1-Frakturen sind reine Spaltungsbrüche der lateralen oder medialen Gelenkfläche oder verlaufen schräg mit Beteiligung der Eminentia intercondylaris oder eines Teils der Gelenkfläche. B2-Frakturen beschreiben lateral oder medial begrenzte bzw. komplette Impressionsfrakturen. Bei der Klasse B3 handelt es sich um eine Kombination aus den Klassen B1 und B2 und somit um Spalt- Impressions-Frakturen, die entweder die laterale oder mediale Gelenkfläche betreffen oder schräg unter Beteiligung der Eminentia intercondylaris bzw. eines Teils der Gelenkfläche verlaufen [20, 24].

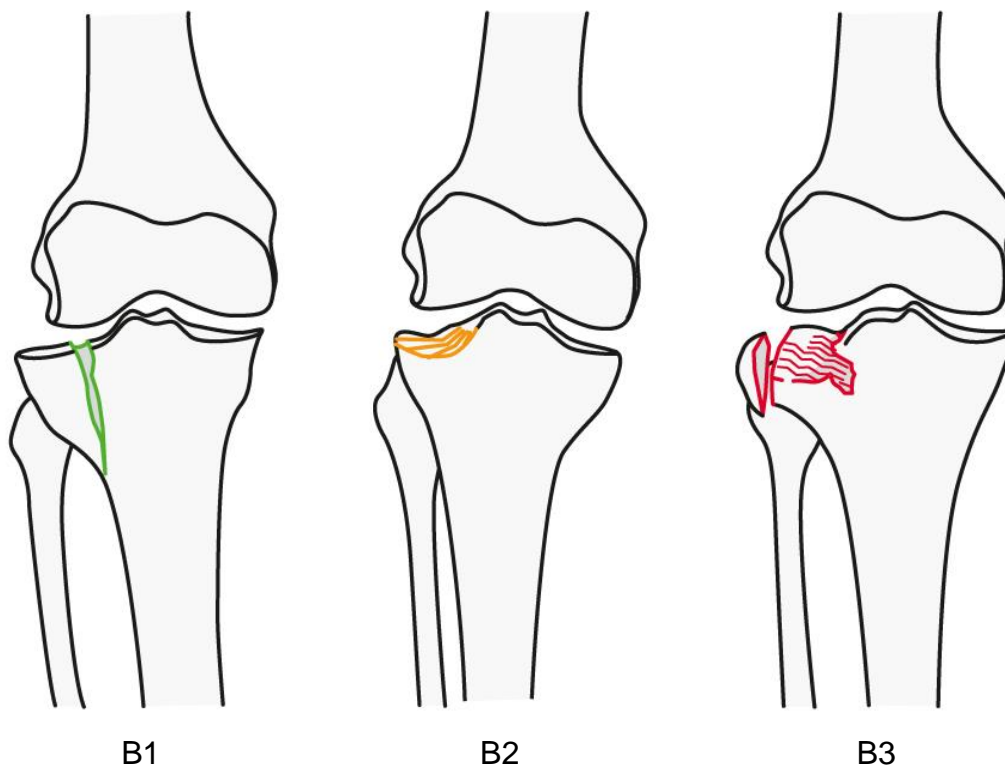


Abbildung 2 AO-Klassifikation der Tibiakopffraktur, Typ B1, B2 und B3; Copyright by AO Foundation, Switzerland [1]

Die Untergruppe der C-Frakturen schließt alle vollständigen artikulären Frakturen ein. C1-Frakturen sind gekennzeichnet durch einen sowohl artikulär als auch metaphysär einfachen Bruchspaltverlauf, zur weiteren Unterteilung wird eine mögliche Dislokation eines oder beider Kondylen beschrieben. Die Klasse der C2-Frakturen beinhaltet artikulär einfache, aber metaphysär mehrfragmentäre Frakturen, weiter unterteilt durch die Komplexität der vorliegenden Knochenfragmente. Die Klasse C3 beschreibt Frakturen, welche durch eine vollständige mehrfragmentäre Gelenkbeteiligung und Trümmersituation gekennzeichnet sind [20, 24].

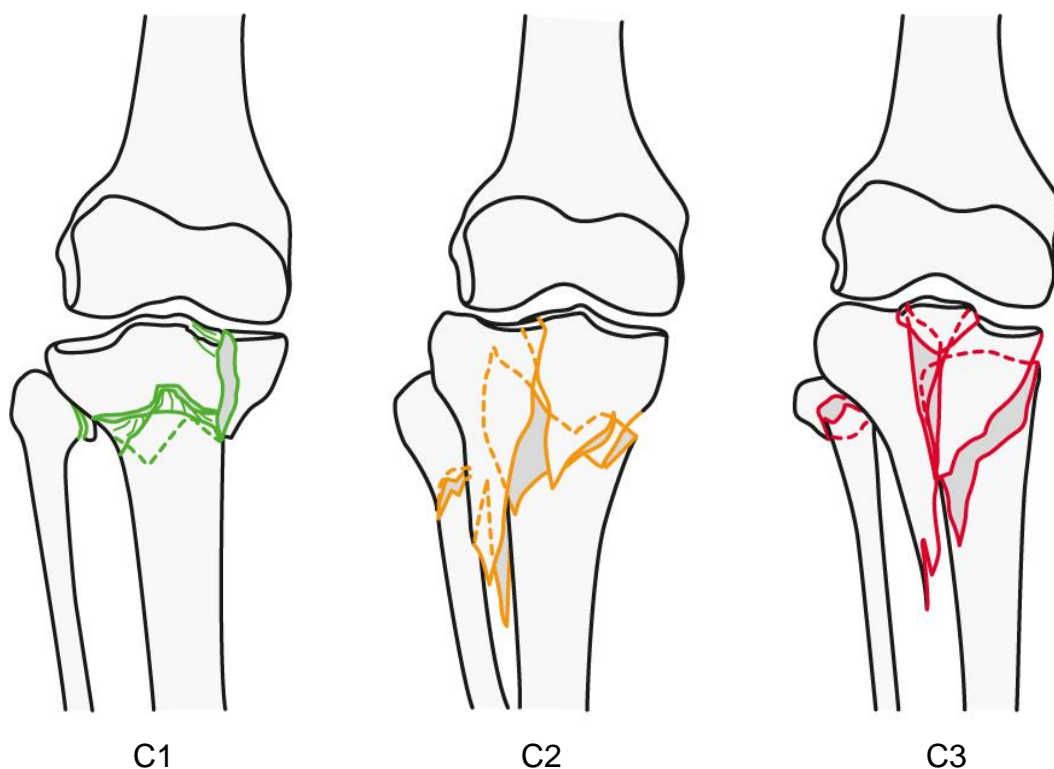


Abbildung 3 AO-Klassifikation der Tibiakopffraktur, Typ C1, C2 und C3; Copyright by AO Foundation, Switzerland [1, 2]

1.2.2 Schatzker-Klassifikation

Schatzker et al. veröffentlichten im Jahr 1979 eine Klassifikation der Tibiakopffrakturen, welche bis heute vor allem im angloamerikanischen Raum verwendet wird [21]. Die Klassifikation besteht aus sechs Klassen und ist dadurch von großer Bedeutung, da sie als eine der ersten Klassifikationen zwischen lateralen und medialen Tibiaplateau-Frakturen unterschied. Typ I ist definiert als reiner Spaltbruch des lateralen Tibiaplateaus, Typ II stellt eine kombinierte Spalt-Impressionsfraktur des lateralen Tibiaplateaus dar. Bei der Typ-III-Fraktur handelt es sich um eine partielle Impressionsfraktur des lateralen Plateaus. Der Typ IV beschreibt Frakturen, bei denen das mediale Tibiaplateau betroffen ist. In Typ V eingeschlossen sind Frakturen, die beide Kondylen der proximalen Tibia betreffen, aber bei denen die Metaphyse und die Diaphyse unverletzt bleiben. Bei Typ-VI-Frakturen handelt es sich um Frakturen, welche durch ihren Verlauf durch die Metaphyse selbige von der Diaphyse abtrennen und damit die schwerste Form der Tibiakopffrakturen darstellen. Die Schatzker-Klassifikation dient dazu, die vorliegende Fraktur in ihrem Ausmaß genau zu beurteilen, einen Behandlungsplan zu entwerfen und eine Prognose für den Patienten abgeben zu können. Wie bei Markhardt et al. (2009) beschrieben, liegt das Hauptziel bei Typ-I, II und III-Frakturen in der exakten Rekonstruktion der Gelenkfläche und des Knorpels, außerdem erhöht sich bei medialen Typ-IV-Frakturen durch den zugrundeliegenden Unfallmechanismus die Wahrscheinlichkeit für Begleitverletzungen der Arteria und Vena poplitea. Bei Typ V und VI-Frakturen bestimmen die begleitenden Weichteilverletzungen und –schwellungen das operative Vorgehen wesentlich [25].

In der folgenden Abbildung 4 sind die verschiedenen Frakturtypen dargestellt.

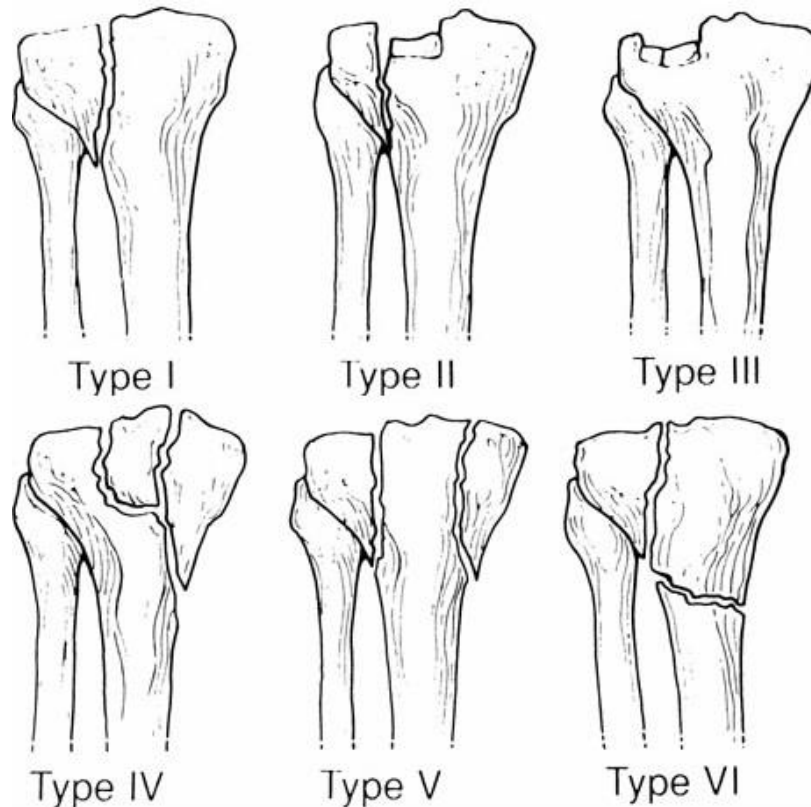


Abbildung 4 Schatzker-Klassifikation der Tibiakopffraktur, Quelle: <http://www.orthopaedicsone.com/display/Clerkship/Tibial+Plateau+Fractures> (Zugriff 18.01.2016), Das Copyright unterliegt der Creative Commons Lizenz (license permits anyone to copy, distribute, and display your work, work remix, tweak, and build upon your work, without commercial use) [26]

1.2.3 Weitere Klassifikationen

Moore-Klassifikation:

Tibiakopf-Luxationsfrakturen werden durch die Klassifikation nach Moore eingeteilt. Es werden fünf verschiedene Typen unterschieden. Typ I beschreibt eine mediale Spaltfraktur, Typ II eine komplette Fraktur einer Kondyle. Bei Typ III handelt es sich um einen knöchernen Abriss des lateralen Kapsel-Band-Apparates. Typ IV ist eine Randimpression oft kombiniert mit einer komplexen Verletzung der Bänder. Typ V stellt eine sogenannte „Four-part-fracture“ dar, bei der es sich um einen komplizierten Trümmerbruch mit begleitendem Eminentia intercondylaris-Ausriss handelt [22, 23].

Luo-Klassifikation:

Die Klassifikation nach Luo aus dem Jahr 2010 basiert auf der CT-Diagnostik. Das Tibiaplateau wird in drei Säulen unterteilt (medial, lateral, posterior). Aus den beteiligten Säulen leitet sich die operative Therapie ab. Entsprechend dieser Theorie sind unterschiedliche Zugänge zur Plattenosteosynthese der medialen, lateralen respektive posterioren Säule empfohlen [27].

Die Datenlage in der Literatur beschreibt eine nur begrenzte Vergleichbarkeit der verschiedenen Klassifikationen. Bei der Schatzker- und AO-Klassifikation sind die Übereinstimmungsraten für die Intra- und Inter-Oberserver Variabilität dabei am Höchsten [28-30].

1.3 Epidemiologie

Mit einem Anteil von 1-2% aller Frakturen sind Tibiakopffrakturen eher seltene Frakturen des Menschen [31]. Der Häufigkeitsgipfel dieser Frakturform liegt zwischen dem 40. und 70. Lebensjahr. Das Durchschnittsalter der Männer zum Zeitpunkt der Tibiakopffraktur liegt dabei etwas niedriger als das Durchschnittsalter der Frauen [19, 32]. Die männlichen Patienten sind häufig jüngere, sportlich aktive und mitten im Arbeitsleben stehende Menschen. Aufgrund der Schwere dieser Verletzung hat sie oft weitreichende Folgen auf das Arbeitsleben und die Freizeitgestaltung der betroffenen Patienten [3].

In einer Arbeit von Elsoe et al., welche die Epidemiologie der Tibiakopffraktur untersuchten, stellen Typ-B3-Frakturen nach der AO-Klassifikation mit knapp 35% den am häufigsten vorkommenden Frakturtyp dar. Am zweithäufigsten kommen hier Typ-C3-Frakturen nach der AO-Klassifikation (17,5%) vor. Typ-A-Frakturen nach der AO-Klassifikation sind mit insgesamt 8,4% eher seltenere Frakturformen [32].

1.4 Diagnostik

Die Diagnostik der Tibiakopffraktur setzt sich zusammen aus der Anamnese, der klinischen Beurteilung des Patienten, einer radiologischen Diagnostik und in speziellen Fällen einer Arthroskopie.

Im Rahmen der Anamnese kann der durch den Patienten oder eine beobachtende Person geschilderte Unfallhergang wichtige Hinweise auf den Unfallmechanismus und das zu erwartende Ausmaß und die Schwere der Verletzung bzw. der beteiligten Strukturen geben.

Die klinische Beurteilung beinhaltet eine ausführliche Inspektion des betroffenen Beines, bei der besondere Beachtung auf die Beurteilung des Haut- und Weichteilstatus gelegt wird, um offene Frakturen oder begleitende Weichteilverletzungen und/oder –schwellungen, bis hin zu einem drohenden Kompartmentsyndrom, schnell zu erkennen und eine adäquate Behandlung in die Wege leiten zu können. Bei Verdacht auf ein Kompartmentsyndrom sollte eine Kompartimentdruckmessung erfolgen oder im Zweifel die frühzeitige Dermatofasziotomie angestrebt werden. Weiterhin wird der Status der peripheren Sensibilität, Durchblutung und Motorik durch eine körperliche Untersuchung erhoben. Dabei kann bei nicht eindeutig palpablen Fußpulsen eine Doppler-Untersuchung oder bei Verdacht auf eine Gefäßverletzung eine CT-Angiografie entscheidende Hinweise auf eine eingeschränkte Durchblutung geben. Die Beurteilung der Kapsel- und Bandstabilität des Kniegelenks ist schmerzbedingt meist nur eingeschränkt möglich [33].

Im Rahmen der Bildgebung erfolgt in erster Linie die konventionelle Röntgendiagnostik in zwei Ebenen (anterior-posteriorer (a.p.) und lateraler Strahlengang). Zur genaueren Beurteilung der Fraktursituation des Kniegelenks wurde vor Etablierung der Computertomographie (CT) zusätzlich eine axiale oder 45°-Schrägaufnahme oder weitere Spezialaufnahmen (gehaltene Aufnahme zur Beurteilung der Bandstabilität) angefertigt.

Zur exakten Bewertung und Klassifikation der Fraktur gilt heutzutage die Computertomographie als Standarddiagnostik. Mit ihr ist eine Beurteilung der

Knochenverhältnisse möglich und sie besitzt durch die Möglichkeit der 3-D-Rekonstruktion einen hohen Stellenwert für die Operationsplanung.

Die Magnetresonanztomographie (MRT) dient vor allem der Beurteilung nicht knöcherner Strukturen wie z.B. den Bändern und Menisken und zum Nachweis sogenannter „Bone-bruise-Läsionen“. Dabei handelt es sich um Mikroverletzungen des Knochens, welche durch Stauchung oder Prellung der Gelenkfläche entstehen können [33, 34].

Darüber hinaus steht zur Beurteilung der intraartikulären Strukturen die Arthroskopie zur Verfügung. Sie wird vor allem intraoperativ im Rahmen minimal invasiver Operationstechniken angewendet [33].

1.5 Therapie

Die Behandlung der Tibiakopffraktur orientiert sich an den Therapieprinzipien: anatomische Gelenkflächenrekonstruktion, Wiederherstellung der korrekten Beinachse sowie übungsstabile Osteosynthese.

1.5.1 Konservative Therapie

Die Indikation für das konservative Vorgehen im Rahmen einer Tibiakopffraktur ist dann zu stellen, wenn eine nicht oder nur gering dislozierte stabile Frakturform (einfacher Spaltbruch, kleinste Impressionen des Plateaus) vorliegt. Bei Vorliegen von Kontraindikationen für eine Operation, wie zum Beispiel einem hohen allgemeinen Narkoserisiko durch schwere kardiovaskuläre Vorerkrankungen oder andere bestehende Systemerkrankungen, kann ebenfalls ein konservatives Vorgehen gewählt werden. Allerdings besteht bei Gelenkfrakturen ein erhöhtes Risiko für eine posttraumatische Gonarthrose und bei Frakturen, die potentiell instabil sind, besteht die Gefahr der sekundären Dislokation der Fragmente mit nachfolgender Achsfehlstellung, weshalb ein operatives Vorgehen bevorzugt wird [8].

Das praktische Vorgehen bei der konservativen Therapieform reicht vom Anlegen einer Kniegelenksorthese oder einer Oberschenkelschiene über die Ruhigstellung in einem Oberschenkelgipsverband bis hin zu einer

Extensionsbehandlung. Wichtig ist in allen Fällen eine frühzeitige passive und später aktive Mobilisierung der Extremität um Beugekontrakturen, funktionelle Einschränkungen und irreversible Knorpelschäden als Folgeschäden zu verhindern [21, 35, 36]. Hierfür besteht die Möglichkeit einer motorisierten Bewegungsschiene und einer physiotherapeutischen Mitbehandlung. Ziel dabei ist, die volle Kniegelenksstreckung und eine Kniegelenksbeugung von 90° zu erreichen. Im Behandlungsverlauf kann über eine mehrwöchige Teilbelastung von 15-20 Kilogramm Körpergewicht an Unterarmgehstützen schließlich die Vollbelastung wiedererlangt werden. Außerdem zu beachten ist eine sorgfältige Thromboseprophylaxe zur Verhinderung tiefer Beinvenenthrombosen und Embolien sowie eine ausreichende medikamentöse Analgesie [17, 33, 34, 37].

1.5.2 Operative Therapie

Indikationen:

Bei allen dislozierten und instabilen Tibiakopffrakturen besteht die Indikation zur operativen Therapie. Ziel dabei ist es, eine übungsstabile Osteosynthese nach den oben genannten Therapieprinzipien durchzuführen, um das Risiko von Folgeschäden zu verhindern [17, 19, 37].

Lagerung:

Die Lagerung des Patienten ist abhängig vom gewählten operativen Zugangsweg und kann in Rückenlage erfolgen. Um intraoperativ eine bessere Übersichtlichkeit herzustellen und den Blutverlust zu minimieren, wird eine Blutsperre angelegt, deren Druck 400 mmHg nicht übersteigen und möglichst kurz aktiv sein sollte. Ist ein dorsaler Zugang geplant, sollte der Patient in Bauch- oder Seitenlage gelagert werden [17, 19, 37].

Operative Zugangswege:

Der laterale Zugang erfolgt über einen anterolateralen Hautschnitt zwischen der Tuberositas tibiae und dem Fibulaköpfchen.

Bei Frakturen, die eher das postero-laterale Tibiaplateau betreffen, eignet sich der posterolaterale Zugang besser. Hier sind unterschiedliche operative Methoden beschrieben. Entweder wird die proximale Fibula nach Darstellung des N. peroneus osteotomiert mit anhaftendem Lig. Collaterale laterale nach proximal angehoben [38] (Lobenhoffer-Zugang) oder es wird ein modifizierter Zugang weiter posterior gewählt und medial sowie lateral des M. biceps femoris gearbeitet [39] (Frosch-Zugang). Somit wird der Blick auf das hintere Tibiaplateau frei und kann mit einer Platte fixiert oder abgestützt werden [17, 39, 40].

Verläuft der Frakturspalt im anteromedialen Gebiet, kann ein anteromedialer Zugang gewählt werden, der eine Spaltung des medialen Retinakulums und die Ablösung des Pes anserinus beinhaltet [11, 41, 42].

Bei Frakturen mit posteromedialen Verlauf eignen sich vor allem der posteromediale oder der direkte posteriore Zugang. Der Schnitt verläuft beim posteromedialen Zugang hinter dem Epicondylus medialis parallel zum Hinterrand des Innenbandes. Er bietet vor allem den Vorteil des geringeren Risikos für Wundheilungsstörungen, sowie eine gute Übersichtlichkeit zur genauen Wiederherstellung der Gelenkfläche und zur optimalen Fixation der Fraktur [11, 17, 42]. Der direkte posteriore Zugang erfolgt in Bauchlagerung des Patienten und der Hautschnitt verläuft über dem proximalen medialen Musculus gastrocnemius. Wie bei Galla und Lobenhoffer (2003) beschrieben, verhilft dieser Zugang zu einem sehr guten Ergebnis der Plattenosteosynthese im Hinblick auf die Fixation des Frakturfragments entgegen der Dislokationsrichtung [43].

Als weiterer Zugangsweg wird zudem der anteriore Zugang beschrieben, bei dem die Versorgung der Fraktur durch die z-förmige Durchtrennung der Patellarsehne ermöglicht wird. Im Anschluss an die Frakturversorgung werden die Sehnenenden wieder miteinander vernäht und gegebenenfalls durch eine Draht-Cerclage gesichert [44].

Operationstechniken:

Um ein Abschwellen der Weichteile vor der definitiven Operation zu ermöglichen, kann deshalb für einen Zeitraum von bis zu zehn Tagen nach dem Unfallereignis eine externe Stabilisierung der Fraktur mittels Gips- oder Kunststoffschiene oder durch einen gelenkübergreifenden Fixateur externe erforderlich sein [8, 45]. Indiziert ist diese Art der Versorgung vor allem bei offenen Frakturen, bei dislozierten Frakturen, bei bestehendem Kompartmentsyndrom und begleitenden Gefäß-/Nervenverletzungen. Der Hybridfixateur, als Sonderform des Fixateur externe, der aus einem Ringfixateur am Tibiakopf und zwei Schanz-Schrauben am Tibiaschaft besteht, bietet die Möglichkeit der Ausbehandlung im Fixateur [17, 19, 46].

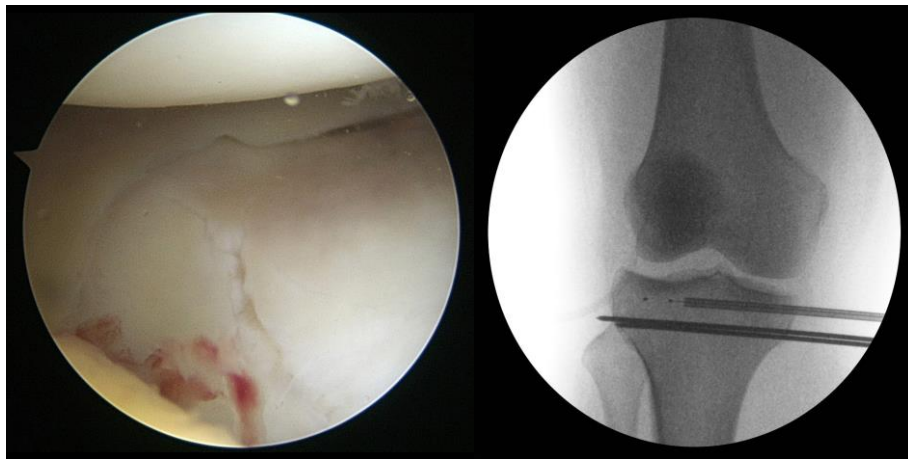
Bei isolierten Spaltbrüchen wie z.B. den Typ B1-Frakturen nach der AO-Klassifikation wird die Reposition in der Regel arthroskopisch kontrolliert und mit kanülierten Schrauben realisiert (Abbildung 5). Bei Impressionsfrakturen oder kombinierten Spalt-Impressionsfrakturen (AO-Klassifikation Typ B2 und B3) werden die Frakturfragmente der Gelenkfläche angehoben. Als Zugang hierfür wird entweder der Frakturspalt selbst gewählt oder es erfolgt die Anlage eines Kortikalis-Fensters, um die Fraktur aufzustößeln. Neuere Studien beschreiben als Verfahren die Ballonaugmentation als Repositionstechnik bei Tibiakopffrakturen als knorpelschonendere Alternative [47]. Entsteht bei diesen Verfahren ein Hohlraum im Knochen, kann dieser entweder mit autologer Spongiosa, welche vom Beckenkamm entnommen wird, oder mit allogener Spongiosa oder Knochenersatzmaterialien wie z.B. Kalzium-Phosphat oder Hydroxylapatit-Verbindungen aufgefüllt werden [48, 49]. Die abschließende Abstützung der Fraktur erfolgt durch eine winkelstabile Platte und/oder einer Spongiosa-Zugschraube [19, 47].

Bei bikondylären Frakturen (AO-Klassifikation Typ C-Frakturen/Schatzker V/VI) kann sowohl ein lateraler als auch zusätzlich ein medialer Zugang notwendig werden, um die Fraktur zu reponieren und das mediale Fragment im Sinne einer Doppelplattenosteosynthese fixieren zu können (Abbildung 6) [2, 17].



A

B



C

D



E

Abbildung 5 A: Röntgen Kniegelenk in 2 Ebenen, Verdichtung im lateralen Tibiaplateau, B: CT-Aufnahme Kniegelenk, Impression laterale Gelenkfläche (AO 41 B2, Schatzker III), C: Arthroskopische Ansicht der imprimierten lateralen Gelenkfläche, D: intraoperative Bildwandlerkontrolle der Ballonosteoplastie, E: Fixierung der Reposition mittels zweier freier Schrauben [2] Verwendung und Druck der Abbildungen 5A-E mit freundlicher Genehmigung des Springer Medizin Verlags, Tiergartenstr. 17, 69121 Heidelberg, Germany

Neben der anatomischen winkelstabilen oder konventionellen Plattenosteosynthese, die aus einer Neutralisationsplatte und intrafragmentärer Zugschraube oder aus einer vorgebogenen Kompressionsplatte besteht, wird als weitere Operationstechnik das Less Invasive Screw System (LISS) angewendet. Das LIS-System besteht aus einer formstabilen Platte und winkelstabilen Schrauben. Die Anwendung des LIS-Systems erfolgt bei langstreckigen Frakturen, die bis in die distale Tibia auslaufen. Zudem kommt es durch die Konstruktion im Sinne eines Fixateur interne zu geringeren Perfusionsstörungen des betroffenen Periosts und Knochens [8, 17].

Die Kontrolle der Reposition der Fraktur erfolgt bei allen OP-Verfahren intraoperativ mittels Bildwandler bzw. bei Gelenkfrakturen durch direkte Sicht auf die Gelenkfläche.



Abbildung 6 A: Bikondyläre Tibiakopffraktur (AO 41 C3) mit Schaftsprennung, B: Versorgung mit Doppelplattenosteosynthese und Kompartmentspaltung [2] Verwendung und Druck der Abbildungen 6A-B mit freundlicher Genehmigung des Springer Medizin Verlags, Tiergartenstr. 17, 69121 Heidelberg, Germany

1.5.3 Operationsnachbehandlung und Rehabilitation

Um eine optimale Rehabilitation und ein bestmögliches funktionelles Ergebnis zu erzielen, kann frakturabhängig frühfunktionell (geringe Schwellung, sichere und unauffällige Wundheilung) und unter adäquater medikamentöser Analgesie, eine motorbetriebene passive Bewegungsschiene (CPM) eingesetzt werden. Zusätzlich sollte durch eine physiotherapeutische Behandlung die aktive und passive Bewegung gefördert werden. Liegende Redon-Drainagen werden je nach geförderter Menge an Blut und Wundsekret nach ein bis drei Tagen entfernt. Ebenso wie bei einem konservativen Management ist eine Thromboseprophylaxe eine unerlässliche Behandlungsmaßnahme, welche das Risiko der Entstehung tiefer Beinvenenthrombosen und Embolien verringern soll [17, 37].

Am ersten oder zweiten postoperativen Tag kann in Abhängigkeit der Wundverhältnisse eine Mobilisierung an Unterarmgehstützen erfolgen. Hierbei ist zu beachten, dass bei entsprechender Gelenkbeteiligung des Tibiaplateaus für bis zu acht Wochen eine Teilbelastung der betroffenen Extremität von 15-20 kg erforderlich ist. Die Aufbelastung ist abhängig von der zugrundeliegenden Fraktur, der operativen Stabilisierung und der Frakturheilung [17, 33, 34].

1.6 Ziel der Dissertation

Ziel der Studie war es, die Arbeitsunfähigkeitsdauer in Abhängigkeit von der Arbeitsschwere nach REFA-Klassifikation und dem Typ der Tibiakopffraktur zu ermitteln sowie die Höhe einer verbleibenden Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) zu erheben.

Als sekundäre Fragestellung wurden die klinischen Ergebnisse mittels der Aktivitäts- und Lebensqualitätscores (Lysholm-Gillquist-Score, SF-36-Fragebogen) in Abhängigkeit der Tibiakopffraktur und der vermessenen Beinachsen beurteilt [50-53].

Im Rahmen der Studie wurden folgende Hypothesen aufgestellt und untersucht:

- 1.) Patienten mit Tibiakopffraktur und mit leichter körperlicher Arbeit werden eine geringere Arbeitsunfähigkeitsdauer haben als Patienten mit schwerer körperlicher Arbeit.
- 2.) Die Arbeitsunfähigkeitsdauer hängt vom Typ der Tibiakopffraktur ab.
- 3.) Eine Tibiakopffraktur führt bei Patienten mit einer höheren körperlichen Arbeitsbelastung häufiger zu einer Umschulung oder Berentung.
- 4.) Die Höhe der MdE hängt vom Typ und damit der Schwere der Tibiakopffraktur ab.
- 5.) Das klinische Ergebnis hängt vom Typ der Tibiakopffraktur ab.
- 6.) Eine posttraumatische Beinachsdeformität bedingt ein schlechteres klinisches Ergebnis.

2 Patienten/Material und Methoden

2.1 Patientenkollektiv/Ein- und Ausschlusskriterien

Von November 2009 bis Dezember 2012 wurden in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen bei 124 Patienten Tibiakopffrakturen operativ versorgt. Als Einschlusskriterien wurden eine bestehende Arbeitsfähigkeit zum Zeitpunkt des Unfalls und ein Alter zwischen 18 und 65 Jahren definiert. Als Ausschlusskriterien galten das Vorliegen eines Polytraumas und das Vorbestehen und/oder gleichzeitiges Bestehen einer Verletzung der gleichen Extremität sowie Kettenverletzungen.

In die retrospektive Untersuchung konnten unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien n=61 Patienten eingeschlossen werden. Von sechs Patienten lagen keine Kontaktdaten vor, noch konnten diese über den Hausarzt oder über das Einwohnermeldeamt in Erfahrung gebracht werden. Zehn der 61 eingeschlossenen Patienten gaben an, kein Interesse an einer Studienteilnahme zu haben, zwei Patienten befanden sich während des Erhebungszeitraums im Ausland und vier Patienten gaben an, aus beruflichen Gründen keine Zeit für eine Studienteilnahme zu haben. Es konnten letztlich 39 Patienten (Follow-up-Rate von 64%) durchschnittlich 29,7 Monate nach dem Unfallereignis nachuntersucht werden.

Von den 63 ausgeschlossenen Patienten waren 42 Patienten zum Unfallzeitpunkt 65 Jahre alt oder älter und vier Patienten waren zum Untersuchungszeitpunkt unter 18 Jahren alt. Bei neun der ausgeschlossenen Patienten ereignete sich die Tibiakopffraktur im Rahmen eines Polytraumas, fünf Patienten hatten Kettenverletzungen, bei zwei Patienten bestanden posttraumatische Veränderungen der gleichen Extremität und ein Patient war bereits vor der Tibiakopffraktur querschnittsgelähmt (Abbildung 7).

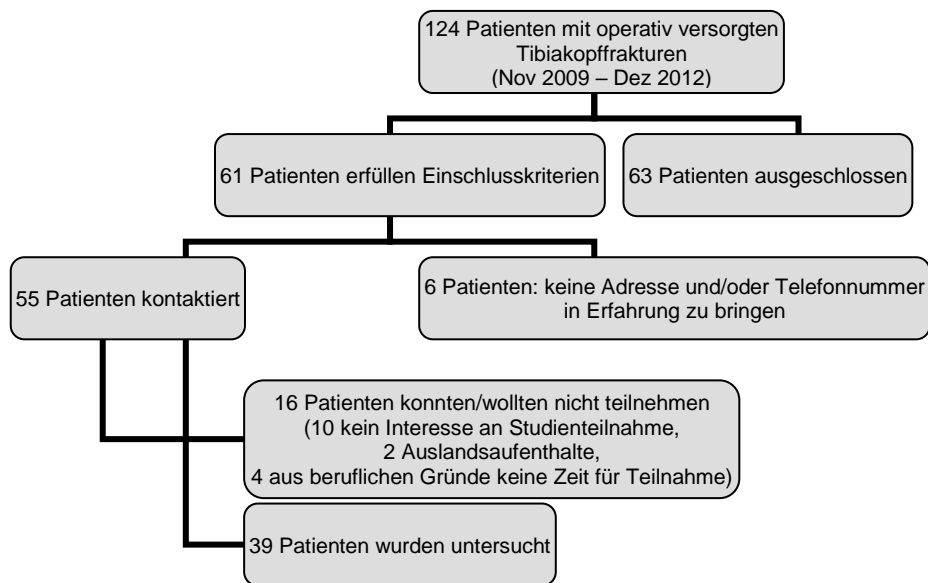


Abbildung 7 Patientenflussdiagramm

2.2 Klassifikation der Frakturen

Die Klassifikation der Tibiakopffrakturen erfolgte anhand der präoperativ angefertigten Röntgenaufnahmen des betroffenen Kniegelenks nach der AO-Klassifikation.

2.3 Fragebögen/Scores

Die Befragung der Patienten erfolgte anhand eines für die Studie zusammengestellten Fragebogens zur Berufstätigkeit, der Arbeitsunfähigkeits- und Rehabilitationsdauer, dem Vorliegen einer Minderung der Erwerbsfähigkeit, der sportlichen Aktivität vor und nach dem Unfallereignis und dem subjektiven Empfinden der körperlichen Fitness (Anhang). Die Arbeitsschwere wurde anhand der REFA-Klassifikation (Tabelle 1) [54-56] kategorisiert. Das klinische Ergebnis wurde anhand des Lysholm-Gillquist-Scores ermittelt. Die Erfassung der Lebensqualität und der körperlichen Aktivität erfolgte anhand des SF-36 (Short Form Health Survey) [52].

2.3.1 REFA-Klassifikation

Der REFA-Verband ist eine der ältesten gemeinnützigen Organisationen Deutschlands, die sich mit den Themen Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung beschäftigt. Auf diesen Gebieten werden zahlreiche Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten sowie Unternehmensberatung angeboten [57]. Der Begriff REFA lässt sich von der 1924 in Berlin als „Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung“ gegründeten Organisation ableiten und wurde aufgrund der großen Bekanntheit als Name für den Verband beibehalten und ist heute in Deutschland und 40 weiteren Ländern eine eingetragene Marke [58].

Der REFA-Verband hat zur Beurteilung der körperlichen Arbeitsschwere eine Klassifikation veröffentlicht, welche die Arbeitsbelastung in fünf Grade einteilt. Berücksichtigt werden dabei die benötigte Kraft zur Durchführung, die Zeitdauer sowie die Frequenz der ausgeübten Tätigkeiten [54, 55, 57-60].

Tabelle1 Klassifikation der Arbeitsbelastung nach REFA-Leitlinien(nach [54, 55, 57, 58, 60])

Grad	Arbeitsbelastung	Beispiel
0	Arbeit ohne spezielle körperliche Beanspruchung	Arbeit ohne körperliche Belastung, wie z.B. reine Schreibtischarbeit
1	Arbeit mit geringer körperlicher Beanspruchung	Bearbeitung von leichten Werkgegenständen; ebenso langes Stehen oder häufiges Gehen
2	Arbeit mit mittlerer körperlicher Beanspruchung	Bedienung von Geräten zwischen 1 und 3 kg; Tragen von Lasten zwischen 10 und 15 kg; Treppensteigen oder Steigen von Leitern ohne zusätzliche Last
3	Arbeit mit schwerer körperlicher Beanspruchung	Tragen von Lasten zwischen 20 und 30 kg; Schaufel-arbeiten, Graben, Holzarbeiten, Treppensteigen oder Steigen von Leitern mit mittlerer Tragelast, mäßige Arbeit in angespannter Körperhaltung
4	Arbeit mit schwerster körperlicher Beanspruchung	Tragen von Lasten mit mehr als 50 kg, Treppensteigen oder Steigen von Leitern mit schwerer Tragelast, schwere Arbeit in angespannter Körperhaltung

2.3.2 Minderung der Erwerbsfähigkeit

Bei der Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) handelt es sich um einen Begriff der gesetzlichen Unfallversicherung, der im Siebten Buch des Sozialgesetzbuchs (SGB VII) verankert ist. Die MdE bezieht sich immer auf die im Versicherungsfall entstandene Einschränkung der physischen und psychischen Leistungsfähigkeit des Patienten. Das Ausmaß der Minderung der Erwerbsfähigkeit wird in Prozent gemessen. Die Höhe der MdE richtet sich dabei nicht nach dem tatsächlichen Einkommensverlust des Versicherten, sondern soll einen Ausgleich für die Minderung der Erwerbsfähigkeit des Patienten darstellen [61]. Besteht bei einem Patienten bereits vor einem erneuten Versicherungsfall eine MdE, so werden die Prozentsätze der einzelnen Versicherungsfälle nicht addiert, sondern entsprechend jeder einzeln festgestellten Minderung der Erwerbsfähigkeit Rentenansprüche bezahlt [61-63].

2.3.3 Lysholm-Gillquist-Score

Die Kniegelenksfunktion wurde anhand des Lysholm-Gillquist-Scores [51] bewertet. Im Rahmen dieses Fragebogens wurden die Patienten nach Schmerzen, dem Bestehen eines Instabilitätsgefühls und ob sie eine Atrophie der Oberschenkelmuskulatur oder eine Schwellung des Kniegelenks bemerkt hätten, gefragt. Weiterhin erfasst der Score die Kniegelenksfunktion im täglichen Leben mit Treppensteigen, der Fähigkeit des Patienten in die Hocke zu gehen, sowie dem Bestehen eines Hinkens und dem Benötigen einer Gehhilfe. Die Ergebnisse können Werte zwischen 0 und 100 annehmen. Ein sehr gutes Ergebnis wird bei Werten zwischen 91 und 100, ein gutes zwischen 84 und 90, ein mäßiges zwischen 65 und 83 und ein schlechtes bei Werten unter 65 Punkten erreicht [51]. Ein vollständiger Fragebogen befindet sich im Anhang. Der Score wurde sowohl für den Nachuntersuchungszeitpunkt als auch retrospektiv für die Zeit vor der Tibiakopffraktur erhoben.

2.3.4 SF-36-Fragebogen

Der SF-36 Health Survey gilt international als einer der am häufigsten verwendeten Fragebögen zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität unabhängig von Lebensalter, Geschlecht und dem momentanen Gesundheitszustand [64-71]. Der Fragebogen enthält 36 Fragen, die zum Teil binär über die Antwortmöglichkeiten „ja“ und „nein“ zu beantworten sind und teilweise über ein bis zu sechsstufiges Antwortschema verfügen. Jeder Antwortmöglichkeit ist ein bestimmter Wert zugeordnet. Daraus lassen sich acht verschiedene Skalen oder Dimensionen des subjektiven Gesundheitsempfindens des Patienten berechnen [52, 65]. Eine Übersicht über die acht Skalen/Dimensionen hierzu findet sich in Tabelle 2.

In der Handanweisung zum SF-36 Fragebogen von M. Bullinger und I. Kirchberger werden 3 Interpretationsansätze beschrieben, auf die im Folgenden kurz eingegangen wird [52, 65]:

1. Bestimmung der Relation zwischen ermitteltem Skalenwert eines Patienten/einer Population und den Normwerten einer Skala.
2. Gegenüberstellung von ermittelten Skalenwerten eines Patienten/einer Population und Skalenwerten einer alters- und geschlechtsspezifischen Referenzgruppe. Dabei kann der Vergleich zu einer Gruppe mit derselben Erkrankung oder zur gesunden Vergleichsgruppe erfolgen.
3. Vergleich klinisch erhobener Befunde des Gesundheitszustands mit den ermittelten Skalenwerten des Patienten.

Zusätzlich kann durch eine Transformation der Daten eine Standardisierung erfolgen. Dabei werden aus den ermittelten Skalenwerten und den Skalenwerten der Normpopulation, sowie der Standardabweichung der Normpopulation über folgende Formel die auf 0 standardisierten z-Werte berechnet [52]:

$$\text{z-Wert} = \frac{\left(\begin{array}{c} \text{arithmetisches Mittel} \\ \text{der ermittelten Skalenwerte - arithmetisches Mittel} \\ \text{der Skalenwerte der Normpopulation} \end{array} \right)}{\text{Standardabweichung der Normpopulation}}$$

Erhält man positive z-Werte sind die ermittelten Skalenwerte folglich höher als die Werte der Normpopulation. Negative z-Werte lassen sich als Hinweis auf eine niedrigere Lebensqualität des untersuchten Patientenkollektivs im Vergleich zur Normpopulation interpretieren [52].

Anhand der z-Werte der acht Skalen lassen sich die körperliche und psychische Summenskala berechnen. Dafür werden die z-Werte zuerst mit den entsprechenden körperlichen und psychischen Regressionskoeffizienten aus der amerikanischen Normstichprobe multipliziert und dann addiert. Anschließend werden die erhaltenen Rohwerte der Summenskalen so transformiert, dass sie Mittelwerte von 50 und Standardabweichungen von 10 erhalten. Dafür wird jeder Rohwert mit 10 multipliziert und zum erhaltenen Wert 50 addiert. Bei Erreichen höherer Werte im Vergleich zur Normstichprobe kann von einem besseren körperlichen und psychischen Gesundheitszustand ausgegangen werden [52].

Eine deutsche Version des SF-36-Fragebogens findet sich im Anhang dieser Dissertation.

Tabelle 2 Dimensionen, Fragenanzahl und Inhalt der acht Skalen des SF-36-Fragebogens
 [52, 65, 71]

Dimension	Fragenanzahl	Inhalt
Körperliche Funktionsfähigkeit	10	Ausmaß, in dem der Gesundheitszustand körperliche Aktivitäten wie Selbstversorgung, Gehen, Treppensteigen, Bücken, Heben und mittelschwere oder anstrengende Tätigkeiten beeinträchtigt.
Körperliche Rollenfunktion	4	Ausmaß, in dem der körperliche Gesundheitszustand die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigt, z.B. weniger schaffen als gewöhnlich, Einschränkungen in der Art der Aktivität oder Schwierigkeiten bestimmte Aktivitäten auszuführen
Körperliche Schmerzen	2	Ausmaß an Schmerzen und Einfluss der Schmerzen auf die normale Arbeit, sowohl im als auch außerhalb des Hauses
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	5	Persönliche Beurteilung der Gesundheit, einschließlich aktueller Gesundheitszustand, zukünftige Erwartungen und Widerstandsfähigkeit gegenüber Erkrankungen.
Vitalität	4	Sich energiegeladener und voller Schwung fühlen versus müde und erschöpft sein.
Soziale Funktionsfähigkeit	2	Ausmaß, in dem die körperliche Gesundheit oder emotionale Probleme normale soziale Aktivitäten beeinträchtigen
Emotionale Rollenfunktion	3	Ausmaß, in dem emotionale Probleme die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigen; u.a. weniger Zeit aufbringen, weniger schaffen und nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten
Psychisches Wohlbefinden	5	Allgemeine psychische Gesundheit, einschließlich Depression, Angst emotionale und verhaltensbezogene Kontrolle, allgemeine positive Stimmung

2.4 Röntgenologische Auswertung

2.4.1 Radiologische Bestimmung der Arthrosegrade

Im Rahmen der radiologischen Verlaufskontrolle wurde von allen Patienten eine Röntgenaufnahme des verletzten Kniegelenks in a.p. und seitlichem Strahlengang gemacht. Zusätzlich erhielten alle Studienteilnehmer eine Ganzbeinaufnahme. Die Bestimmung des Arthrosegrades des betroffenen und unverletzten Kniegelenks erfolgte mittels der Klassifikation nach Kellgren und Lawrence [53]. Dafür werden die Bildung von Osteophyten, die Gelenkspaltweite bzw. das Vorliegen einer Verschmälerung des Gelenkspalts, die Sklerosierung und die Deformierung des Gelenks beurteilt und in fünf Schweregrade eingeteilt (Tabelle 3).

Tabelle 3 Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence [53]

Grad	Merkmale
0 (keine Arthrose)	Keine Veränderungen
1 (fragliche Arthrose)	Fragliche Verschmälerung des Gelenkspalts, Osteophytenbildung möglich
2 (leichtgradige Arthrose)	leichte Gelenkspaltverschmälerung, mäßige subchondrale Sklerosierung, Osteophytenbildung
3 (mittelgradige Arthrose)	Deutliche Gelenkspaltverschmälerung, mögliche Deformierung von Tibia und/oder Femur, deutliche subchondrale Sklerosierung, multiple Osteophyten
4 (hochgradige Arthrose)	Starke Gelenkspaltverschmälerung bis hin zu aufgehobenem Gelenkspalt, Deformierung von Tibia und/oder Femur, Gelenkdestruktion und Subluxation möglich, ausgeprägte Osteophytenbildung

2.4.2 Radiologische Beinachsenvermessung

Zur Beinachsenvermessung der betroffenen und unverletzten Seite wurde die digitale Planungssoftware mediCAD (Hectect, Landshut, Deutschland) verwendet.

Eine einheitliche Definition der Winkel, die die Achsverhältnisse der unteren Extremität beschreiben erfolgte durch D. Paley [72, 73].

Definiert sind eine Reihe anatomischer und mechanischer Winkel (aFTW, aDFW, aMPTW, aLDTW, mLPFW, mLDFW, mLDTW, AMA, JLCA). Der Buchstabe a steht dabei für anatomisch, der Buchstabe m für mechanisch, um eine Unterscheidung zwischen ähnlichen anatomischen und mechanischen Winkel treffen zu können [72]. Eine Übersicht über die Normwerte der ausgemessenen Winkel finden sich in der Tabelle 4:

Tabelle 4 Normwerte der anatomischen und mechanischen Winkel der unteren Extremität [72-77]

Messgröße	Abkürzung	Normbereich
Anatomischer femorotibialer Winkel	aFTW	173-175°
Anatomischer lateraler distaler Femurwinkel	aLDFW	81 ± 2°
Anatomischer medialer proximaler Tibiawinkel	aMPTW	87 ± 3°
Anatomischer lateraler distaler Tibiawinkel	aLDTW	89 ± 3°
Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel	mLPFW	87 ± 3°
Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel	mLDFW	87 ± 3°
Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel	mMPTW	87 ± 3°
Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel	mLDTW	89 ± 3°
Mechanical tibio-femoral angle	mTFA	-1,0 ° ± 2,2°
Winkel zwischen der anatomischen und mechanischen Femurachse	AMA	6 ± 1°

Die mechanische Belastungsachse (Mikulicz-Linie) ist definiert als eine Linie, die das Hüftkopfbereich mit dem Zentrum des Sprunggelenks verbindet und im physiologischen Zustand im Mittel $4 \pm 2\text{mm}$ medial des Kniegelenkszentrums verläuft. Kommt es zu einer Abweichung der Mikulicz-Linie und damit einem Kreuzen des Kniegelenks lateral oder medial des Mittelpunktes besteht eine Valgus- oder Varusfehlstellung. Diese Abweichung wird als MAD (Main axis deviation) bezeichnet. Mittlerweile hat sich allerdings eher die Definition der Varusabweichung mittels Bestimmung des mTFA etabliert [72, 78].

Varusabweichung der unteren Extremität:

Nach der Definition von D. Paley besteht eine Varusabweichung der unteren Extremität bei einer MAD von mehr als 15mm medial des Kniegelenkszentrums. Unter Verwendung des mTFA wird die Varusabweichung mit einem negativen Wert beschrieben [72, 78]. Ist die Varusabweichung femoral bedingt, liegt der mL DFA über seinem Normwert von $87,5 \pm 2^\circ$. Liegt eine tibiale Ursache der Achsabweichung vor, ist der mMPTA geringer als sein Normwert von $87,5 \pm 2^\circ$. Ist die Fehlstellung intraartikulär verursacht resultierte in der Regel eine Erhöhung des JLCA, dies gilt auch für die unten beschriebene Valgusabweichung [72, 78].

Valgusabweichung der unteren Extremität:

Bei einer Valgusabweichung der unteren Extremität beträgt die MAD mehr als 10mm nach lateral des Kniegelenkszentrums. Der mTFA nimmt positive Werte an [72, 78]. Ist die Valgusfehlstellung femoral bedingt, liegt der mL DFA unter seinem Normwertbereich. Ist der mMPTA größer als sein definierter Normbereich ($87,5 \pm 2^\circ$), ist die Valgusabweichung tibial bedingt [72, 78].

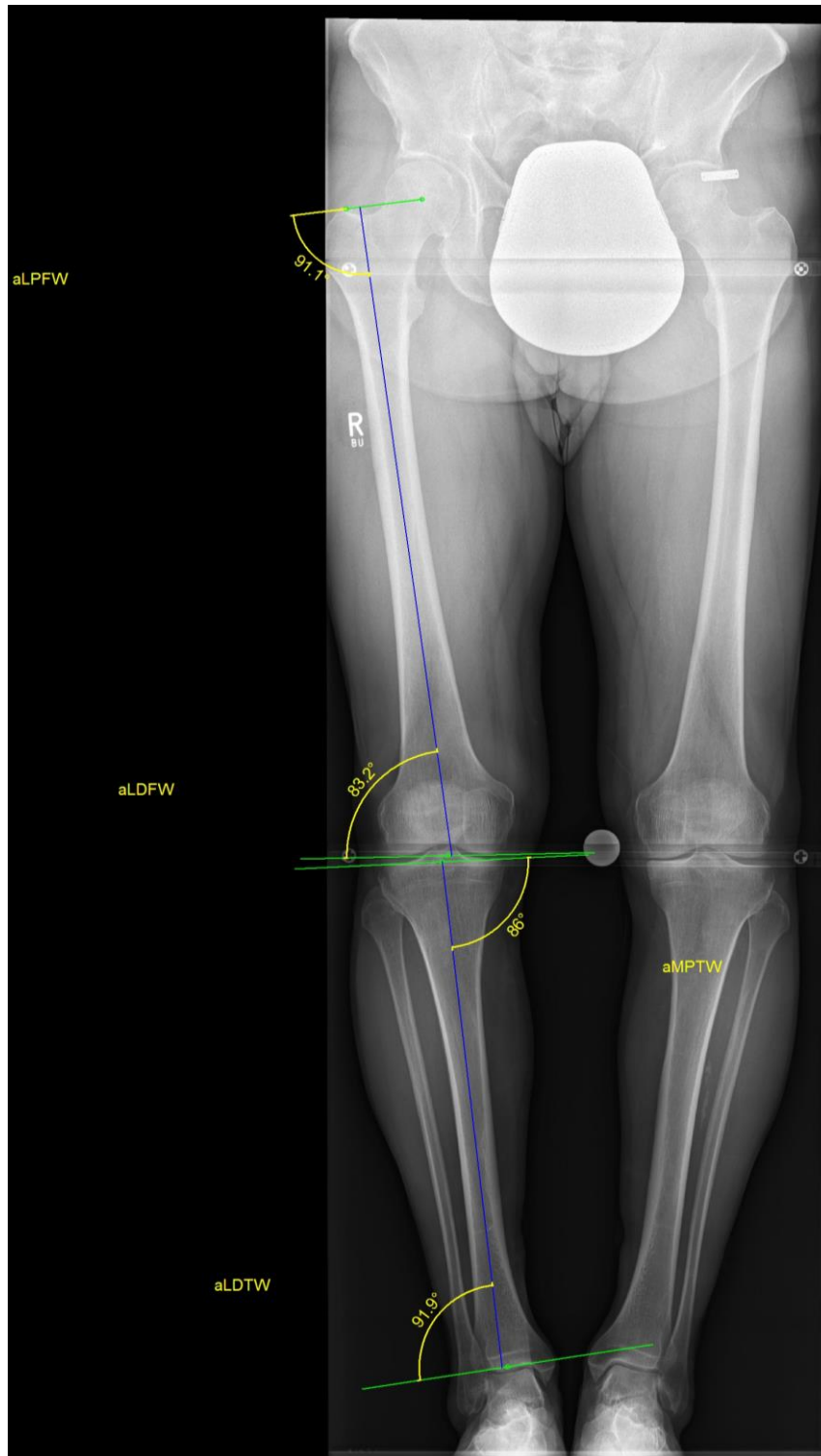


Abbildung 8 Ausmessung anatomischer Winkel der unteren Extremität mit der Planungssoftware mediCAD; aFTW = Anatomischer femorotibialer Winkel, aLDFW = Anatomischer lateraler distaler Femurwinkel, aLDTW = Anatomischer lateraler distaler Tibiawinkel, aMPTW = Anatomischer medialer proximaler Tibiawinkel; eigenes Bildmaterial

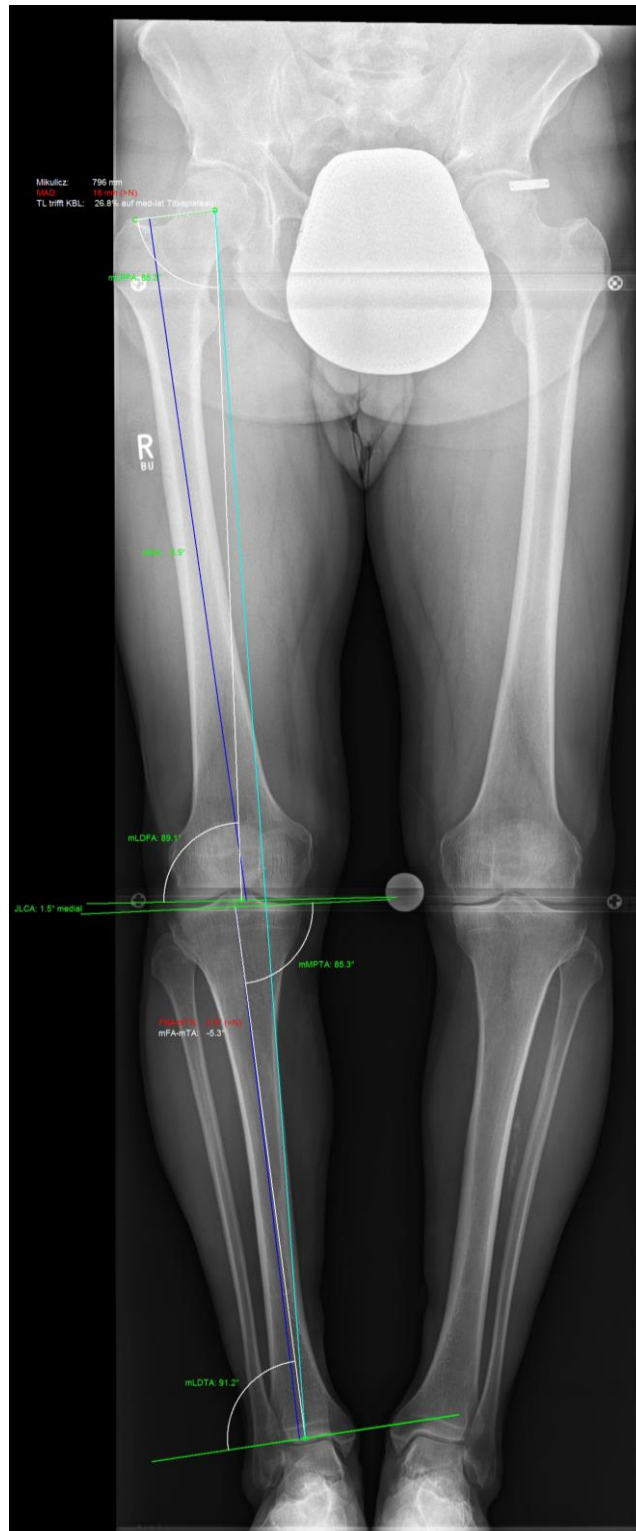


Abbildung 9 Ausmessung mechanischer Winkel der unteren Extremität mit der Planungssoftware mediCAD; mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel, mLPFW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel, mTFA = mechanical tibio-femoral angle; eigenes Bildmaterial

2.5 Körperliche Untersuchung der Patienten

Im Rahmen der körperlichen Untersuchung wurden bei allen Patienten die Oberschenkelumfänge 20 cm und 10 cm oberhalb des Kniegelenkspalts, die Unterschenkelumfänge 15 cm unterhalb des Kniegelenkspalts, sowie der Umfang über der Kniescheibe am betroffenen und unverletzten Bein gemessen. Dafür wurden nach Aufsuchen und Tasten des Kniegelenkspalts die Abstände (20cm, 10cm und 15cm) mit Hilfe eines Maßbandes gemessen und die entsprechenden Stellen mit einem Stift markiert. Anschließend erfolgten die Umfangsmessungen an den vorher markierten Stellen ebenfalls mittels eines Maßbandes.

Die Bestimmung der Beweglichkeit des Kniegelenks erfolgte nach der Neutral-0-Methode mit Hilfe eines Winkelmessers.

2.6 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mit SPSS (IBM SPSS Statistics 22 und 23 für Windows). Die Angabe der Daten erfolgt als arithmetische Mittelwerte bei Normalverteilung mit Standardabweichung oder als Median bei schiefer Verteilung. Die statistische Testung auf Korrelation erfolgte mittels der Korrelationskoeffizienten nach Pearson und Spearman. Zum Vergleich der Mittelwerte unabhängiger normalverteilter Stichproben wurde der student's t-Tests verwendet. Für nicht normalverteilte Ergebnisse erfolgte die statistische Testung anhand des Mann-Whitney U Tests. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt. Im Rahmen der Datenanalyse erfolgte eine statistische Beratung und Supervision durch das Institut für klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Universität Tübingen.

2.7 Bewertung der Ethikkommission

Die Freigabe zur Durchführung der Studie (Projektnummer 230/2013BO2) erfolgte am 06.06.2013 durch die Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität Tübingen.

3 Ergebnisse

3.1 Patienten

In dieser Studie wurden die Daten von insgesamt 39 Patienten erfasst. Alle vorgelegten Fragebögen wurden vollständig ausgefüllt, alle Scores konnten erhoben und ausgewertet werden. Die radiologische Verlaufskontrolle mit Anfertigung der Ganzbeinstandaufnahmen zur Beinachsenvermessung liegt für alle 39 Patienten vor.

3.1.1 Geschlechterverteilung

Unter den 39 untersuchten Patienten befanden sich 17 (43,6%) weibliche und 22 (56,4%) männliche Patienten. (Verhältnis männlich : weiblich = 1,3 : 1).

3.1.2 Alter

Das Alter der Patienten zum Nachuntersuchungszeitpunkt lag im Median bei 48,5 Jahren (Min 22, Max 64). Eine Übersicht über die Altersverteilung der Studienteilnehmer ist in Abbildung 10 dargestellt.

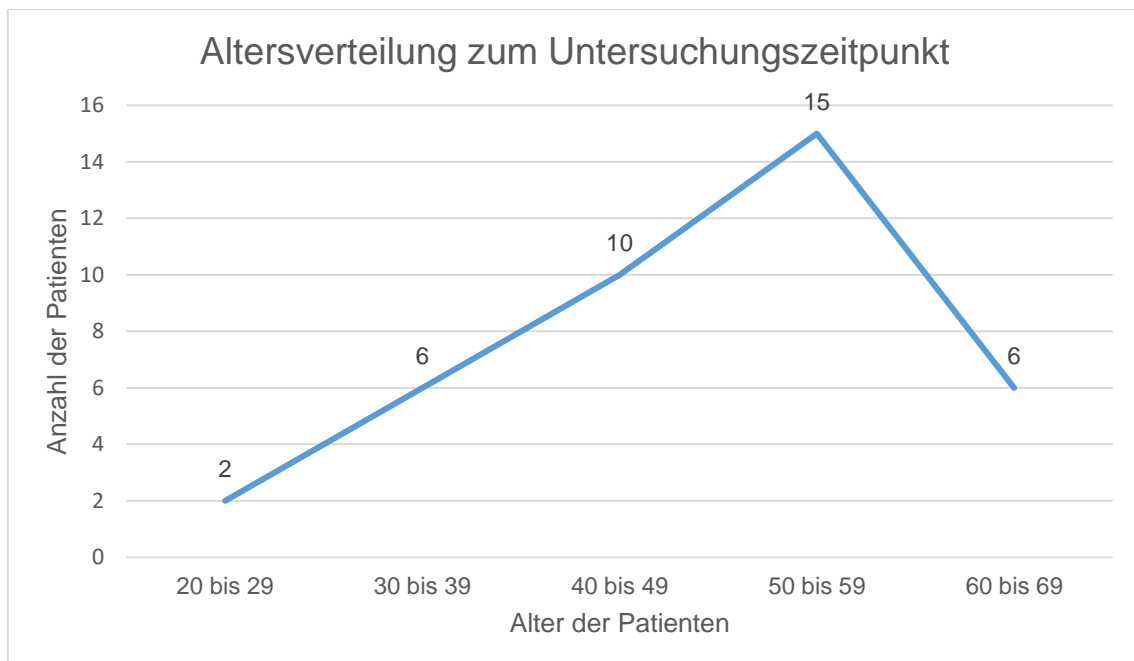


Abbildung 10 Altersverteilung

3.1.3 Nachuntersuchungszeitpunkt

Die mediane Zeitdauer zwischen der operativen Versorgung der Patienten und der Nachuntersuchung betrug $29,7 \pm 10,4$ Monate (Min 10, Max 47). Bei 27 (69,2%) Patienten war zum Untersuchungszeitpunkt bereits eine Metallentfernung durchgeführt worden. Aufgrund einer behandlungsbedürftigen Valgusfehlstellung wurde bei vier (10,3%) Patienten postoperativ eine varisierende Umstellungsosteotomie durchgeführt. Diese Patienten sind in die Gesamtauswertung miteinbezogen, werden aber in einem eigenen Kapitel noch separat betrachtet.

3.2 Fraktur

3.2.1 Seite der Verletzung

Bei 27 (69,2%) der 39 Patienten ereignete sich die Tibiakopffraktur auf der linken Seite, bei 12 (30,8%) Patienten auf der rechten Seite. Es ergibt sich ein Verhältnis von linke Seite : rechte Seite = 2,25 : 1.

3.3 Unfall-/Verletzungsursachen

Zu den häufigsten Unfallarten zählen in unserer Studie mit einer Anzahl von 16 Fällen (41,0%) die Sportunfälle. Neun (23,1%) Patienten zogen sich die Fraktur im Rahmen eines Verkehrsunfalls zu, drei (7,7%) Patienten erlitten einen Haushaltsunfall und elf (28,2%) Patienten verletzten sich im Rahmen eines sonstigen Unfallmechanismus, am häufigsten durch einen Sturz aus geringer Höhe zum Beispiel beim Spaziergehen oder bei der Gartenarbeit. Außerdem wurden zwei Reitunfälle (Stürze aus mittlerer Höhe) und eine Fraktur aufgrund des Anhebens eines schweren Gegenstandes unter der Rubrik „sonstige Unfallmechanismen“ eingeordnet (Abbildung 11).

Bei insgesamt 13 (33,3%) Fällen handelte es sich um Arbeits- oder Wegeunfälle.

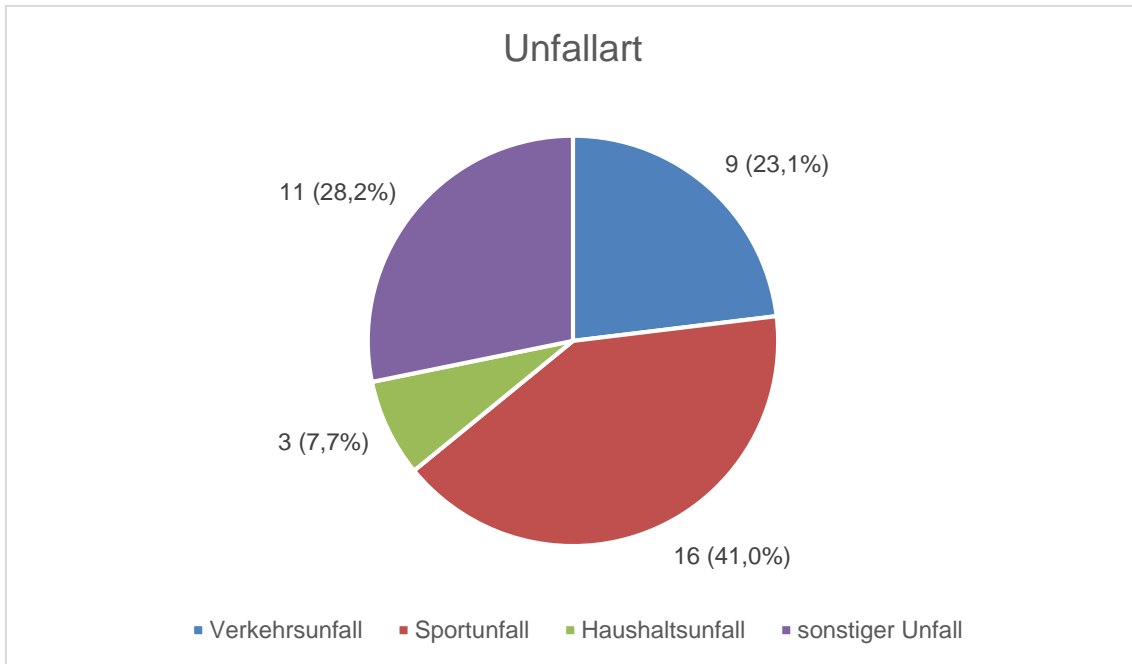


Abbildung 11 Unfallarten

3.3.1 Einteilung nach der AO-Klassifikation

Nach der AO-Klassifikation erlitten 20 (51,3%) Patienten eine Typ-B-Fraktur und 19 (48,7%) Patienten eine Typ-C-Fraktur. Typ-A-Frakturen kamen bei unseren Studienteilnehmern nicht vor. In den Untergruppen der B- und C-Frakturen ergab sich folgende Verteilung:

Tabelle 5 Verteilung der Tibiakopffrakturtypen nach der AO-Klassifikation [1, 20]

AO-Klassifikation	Anzahl der Patienten
B1	2 (5,1%)
B2	5 (12,8%)
B3	13 (33,3%)
C1	3 (7,7%)
C2	5 (12,8)
C3	11 (28,2%)

3.4 Radiologisch bestimmte Beinachsen

Bei der Auswertung der Ergebnisse der Beinachsenvermessung anhand der Ganzbeinstandaufnahmen wurden die Ergebnisse der vier Patienten mit varisierender Umstellungsosteotomie der verletzten Seite nicht berücksichtigt. Die Auswertung dieser Patienten erfolgte in einem gesonderten Kapitel (3.13).

In der folgenden Tabelle ist die Verteilung der ausgemessenen Beinachsen in Bezug auf die unverletzte und betroffene Seite dargestellt. Dabei ergeben sich fünf Untergruppen, die in den folgenden Kapiteln einzeln betrachtet werden.

Tabelle 6 Beinachsenverhältnisse der betroffenen und unverletzten Seite (N= Anzahl der Patienten)

Achse	Anzahl Patienten	Unverletzte Seite	Betroffene Seite
Identische Beinachse beidseits (Gesamt N=17)	3	Gerade Beinachse	Gerade Beinachse
	5	Valgusabweichung	Valgusabweichung
	9	Varusabweichung	Varusabweichung
Valgus betroffene Seite (Gesamt N=7)	4	Gerade Beinachse	Valgusabweichung
	3	Varusabweichung	Valgusabweichung
Varus betroffene Seite (Gesamt N=4)	2	Gerade Beinachse	Varusabweichung
	2	Valgusabweichung	Varusabweichung
Achsfehlstellung der unverletzten Seite, bei gerader Beinachse der betroffenen Seite (Gesamt N=7)	3	Valgusabweichung	Gerade Beinachse
	4	Varusabweichung	Gerade Beinachse
Umstellungsosteotomien (Gesamt N=4)	1	Varusabweichung	Varusabweichung
	1	Valgusabweichung	Valgusabweichung
	1	Gerade Beinachse	Varusabweichung
	1	Valgusabweichung	Gerade Beinachse

3.4.1 Gesamtbetrachtung ohne Patienten mit erfolgter Umstellungsosteotomie

Die Auswertung der radiologisch gemessenen Winkel erfolgte ohne Einbeziehung der Patienten, die nach der Tibiakopffraktur eine Umstellungsosteotomie erhielten.

Tabelle 7 Radiologisch bestimmter mTFA (mechanische Tibiofemorale Winkel) der betroffenen und unverletzten Seite zum Nachuntersuchungszeitpunkt (N= Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung) [72-74]

Messgröße	Betroffene Seite		Unverletzte Seite	
	N=	MW ± SD	N=	MW ± SD
mTFA im Normbereich	10	-0,9 ± 0,6	9	-0,8 ± 0,7
mTFA > 0	12	3,3 ± 2,8	10	0,9 ± 0,8
mTFA < -2	13	-3,8 ± 1,7	16	-3,9 ± 2,2

Im T-Test der verbundenen Stichproben lagen keine signifikanten Differenzen der Mittelwerte des mTFA zwischen der betroffenen und unverletzten Seite vor.

Tabelle 8 Radiologische Bestimmung der mechanischen Winkel der unteren Extremität der betroffenen und unverletzten Seite (N=Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel, mLPFW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel [72-74])

Winkel	Betroffene Seite		Unverletzte Seite	
	N=	MW ± SD	N=	MW ± SD
mLPFW 84-90°	13	87,6 ± 1,3	18	87,2 ± 1,9
mLPFW < 84°	4	79,4 ± 2,8	7	81,3 ± 1,7
mLPFW > 90°	14	92,1 ± 2,3	10	92,3 ± 2,0
mLDFW 84-90°	29	86,9 ± 1,4	31	87,3 ± 1,5
mLDFW < 84°	2	83,5 ± 0,6	0	-
mLDFW > 90°	4	91,2 ± 0,7	4	91,4 ± 1,3
mMPTW 84-90°	25	86,8 ± 1,6	32	87,4 ± 1,7
mMPTW < 84°	2	82,0 ± 1,4	1	82,5 ± 0
mMPTW > 90°	8	92,1 ± 3,2	2	92,5 ± 0,4
mLDTW 86-92°	21	88,4 ± 2,1	21	89,2 ± 2,1
mLDTW < 86°	10	83,0 ± 2,3	11	83,8 ± 2,3
mLDTW > 92°	4	95,5 ± 2,8	3	94,0 ± 1,5

Im T-Test verbundener Stichproben zeigte sich eine signifikante Differenz der Mittelwerte des mLPFW der betroffenen und unverletzten Seite ($p < 0,05$). Alle Differenzen der Mittelwerte des mLDFW, mMPTW und mLDTW waren nicht signifikant.

Der JLCA lag mit einem Mittelwert von $1,6 \pm 1,5^\circ$ auf der verletzten Seite und einem Mittelwert von $1,7 \pm 1,1^\circ$ auf der gesunden Seite, beidseits im Normbereich ($0-2^\circ$).

Weder in der Betrachtung der Mittelwerte aller im Normbereich liegenden gemessenen Winkel in den Untergruppen der B- und C-Frakturen noch in der Anzahl der Patienten und den Mittelwerten der oberhalb bzw. unterhalb des Normbereich liegenden Winkel konnten wesentlichen Unterschiede festgestellt werden.

3.4.2 Identische Beinachsen der betroffenen und unverletzten Seite

Tabelle 9 Beinachsenverhältnisse bei Patienten mit identischer Beinachse der betroffenen und unverletzten Seite

Anzahl der Patienten (Gesamt 17)	Unverletzte Seite	Betroffene Seite
3	Gerade Beinachse	Gerade Beinachse
5	Valgusabweichung	Valgusabweichung
9	Varusabweichung	Varusabweichung

AO-Klassifikation:

Bei zehn Patienten trat eine Typ-B-Fraktur auf, bei sieben Patienten eine Typ-C-Fraktur. Die Verteilung der Untergruppen ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 10 AO-Klassifikation der Tibiakopffraktur [1, 20] bei Patienten mit identischer Beinachse der betroffenen und unverletzten Seite

AO-Klassifikation	Anzahl der Patienten
B1	1 (5,9%)
B2	2 (11,8%)
B3	7 (41,2%)
C1	1 (5,9%)
C2	1 (5,9%)
C3	5 (29,4%)

Mechanische Winkel:

In der Betrachtung der mechanischen Winkel zeigte sich nur eine signifikante Differenz der Mittelwerte der betroffenen und unverletzten Seite für den mLPFW ($p < 0,05$). Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen dargestellt.

Tabelle 11 Radiologisch bestimmter mTFA (mechanische Tibiofemorale Winkel) der betroffenen und unverletzten Seite zum Nachuntersuchungszeitpunkt (N= Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung) [72-74]

Messgröße	Betroffene Seite		Unverletzte Seite	
	N=	MW ± SD	N=	MW ± SD
mTFA im Normbereich	3	-0,7 ± 1,1	3	-1,5 ± 0,4
mTFA > 0	5	2,8 ± 1,8	5	1,2 ± 0,9
mTFA < -2	9	-3,7 ± 1,6	9	-4,6 ± 2,6

Tabelle 12 Radiologische Bestimmung der mechanischen Winkel der unteren Extremität der betroffenen und unverletzten Seite (N=Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel, mLPFW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel [72-74])

Winkel	Betroffene Seite		Unverletzte Seite	
	N=	MW ± SD	N=	MW ± SD
mLPFW 84-90°	8	87,1 ± 1,4	11	87,8 ± 1,7
mLPFW < 84°	1	79,1	3	81,3 ± 2,3
mLPFW > 90°	8	92,1 ± 2,2	3	92,2 ± 2,9
mLDFW 84-90°	14	87,1 ± 1,1	14	87,5 ± 1,6
mLDFW < 84°	0	-	0	-
mLDFW > 90°	3	91,3 ± 0,8	3	90,8 ± 0,6
mMPTW 84-90°	12	86,8 ± 1,3	17	87,5 ± 1,9
mMPTW < 84°	1	83,0	0	-
mMPTW > 90°	4	91,1 ± 1,0	0	-
mLDTW 86-92°	8	88,9 ± 1,9	9	88,5 ± 2,1
mLDTW < 86°	6	83,5 ± 1,4	7	84,4 ± 1,0
mLDTW > 92°	3	96,1 ± 3,2	1	94,0

3.4.3 Valgusabweichung der betroffenen Seite

Bei elf der 39 untersuchten Patienten bestand postoperativ eine anhand radiologischer Ausmessungen bestimmte Valgusfehlstellung. Bei vier dieser zehn Patienten war die Fehlstellung derart ausgeprägt, dass zum Untersuchungszeitpunkt bereits eine varisierende Umstellungsosteotomie durchgeführt worden war. Die Auswertung dieser vier Patienten erfolgt in einem gesonderten Kapitel.

AO-Klassifikation:

Bei drei Patienten lag eine Typ-B-Fraktur vor, bei vier Patienten eine Typ-C-Fraktur.

Tabelle 13 AO-Klassifikation der Tibiakopffraktur [1, 20] bei Patienten mit Valgusabweichung der betroffenen und unverletzten Seite

AO-Klassifikation	Anzahl der Patienten
B1	1 (14,3%)
B2	0
B3	2 (28,6%)
C1	1 (14,3%)
C2	1 (14,3%)
C3	2 (28,6%)

Mechanische Winkel:

Für die sieben Patienten mit Valgusabweichung der betroffenen Seite ergaben sich die in der folgenden Tabelle dargestellten Mittelwerte \pm Standardabweichungen für die mechanischen Winkel der unteren Extremität.

Im T-Test der gepaarten Stichproben für die Werte des mTFA zeigte sich eine signifikante Differenz der Mittelwerte zwischen der betroffenen und unverletzten Seite.

Tabelle 14 Radiologisch bestimmter mTFA (mechanische Tibiofemorale Winkel) der betroffenen und unverletzten Seite zum Nachuntersuchungszeitpunkt (N= Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung) [72-74]

Messgröße	Betroffene Seite		Unverletzte Seite	
	N=	MW ± SD	N=	MW ± SD
mTFA im Normbereich	0	-	4	-0,8 ± 0,7
mTFA > 0	7	3,6 ± 3,4	0	-
mTFA < -2	0	-	3	-3,6 ± 0,9

Tabelle 15 Radiologische Bestimmung der mechanischen Winkel der unteren Extremität der betroffenen und unverletzten Seite (N=Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel, mLPFW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel [72-74])

Winkel	Betroffene Seite		Unverletzte Seite	
	N=	MW ± SD	N=	MW ± SD
mLPFW 84-90°	3	86,8 ± 1,7	5	86,3 ± 3,0
mLPFW < 84°	2	77,7 ± 2,0	1	79,4
mLPFW > 90°	2	93,9 ± 5,0	1	95,5
mLDFW 84-90°	6	85,9 ± 2,0	6	86,4 ± 1,0
mLDFW < 84°	1	83,1	0	-
mLDFW > 90°	0	-	1	93,2
mMPTW 84-90°	4	87,8 ± 1,4	5	87,0 ± 1,9
mMPTW < 84°	0	-	1	82,5
mMPTW > 90°	3	93,7 ± 5,3	1	92,7
mLDTW 86-92°	5	88,1 ± 1,4	5	89,8 ± 2,4
mLDTW < 86°	1	85,9	0	-
mLDTW > 92°	1	93,7	2	94,1 ± 2,2

In der Betrachtung der mechanischen Winkel zeigte sich nur eine signifikante Differenz der Mittelwerte der betroffenen und unverletzten Seite für den mMPTW ($p < 0,05$).

3.4.4 Varusabweichung der betroffenen Seite

AO-Klassifikation:

Bei allen vier Patienten lag eine Typ-C-Fraktur vor.

Tabelle 16 AO-Klassifikation der Tibiakopffraktur [1, 20] bei Patienten mit Valgusabweichung der betroffenen und unverletzten Seite

AO-Klassifikation	Anzahl der Patienten
B1	0
B2	0
B3	0
C1	1 (25%)
C2	2 (50%)
C3	1 (25%)

Mechanische Winkel:

Für die vier Patienten mit Varusabweichung der betroffenen Seite ergaben sich die in der folgenden Tabelle dargestellten Mittelwerte \pm Standardabweichungen für die mechanischen Winkel der unteren Extremität.

Im gepaarten T-Test zeigten sich keine signifikanten Differenzen der Mittelwerte des mTFA.

Tabelle 17 Radiologisch bestimmter mTFA (mechanische Tibiofemorale Winkel) der betroffenen und unverletzten Seite zum Nachuntersuchungszeitpunkt (N= Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung) [72-74]

Messgröße	Betroffene Seite		Unverletzte Seite	
	N=	MW ± SD	N=	MW ± SD
mTFA im Normbereich	0		2	-0,7 ± 0,3
mTFA > 0	4	-4,0 ± 2,3	2	0,2 (konstant)
mTFA < -2	0		0	

Tabelle 18 Radiologische Bestimmung der mechanischen Winkel der unteren Extremität der betroffenen und unverletzten Seite (N=Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel, mLPFW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel [72-74])

Winkel	Betroffene Seite		Unverletzte Seite	
	N=	MW ± SD	N=	MW ± SD
mLPFW 84-90°	1	84,9	1	84,1
mLPFW < 84°	1	83,0	1	81,4
mLPFW > 90°	2	91,5 ± 1,6	2	91,5 ± 1,6
mLDFW 84-90°	4	87,1 ± 5,2	4	86,7 ± 1,4
mLDFW < 84°	0	-	0	-
mLDFW > 90°	0	-	0	-
mMPTW 84-90°	3	86,1 ± 2,5	3	87,2 ± 1,3
mMPTW < 84°	1	81,0	0	-
mMPTW > 90°	0	-	1	92,2
mLDTW 86-92°	3	89,3 ± 1,8	3	88,7 ± 2,8
mLDTW < 86°	1	80,4	1	77,6
mLDTW > 92°	0	-	0	-

Im gepaarten T-Test zeigten sich keine signifikanten Differenzen der Mittelwerte der mechanischen Winkel der unteren Extremität zwischen betroffener und unverletzter Seite.

3.4.5 Achsfehlstellung der unverletzten Seite bei gerader Beinachse der betroffenen Seite

AO-Klassifikation:

Bei vier Patientin lag eine Typ-B-Fraktur vor, bei drei Patienten eine Typ-C-Fraktur.

Tabelle 19 AO-Klassifikation der Tibiakopffraktur [1, 20] bei Patienten mit Achsfehlstellung der unverletzten Seite bei gerader Beinachse der betroffenen Seite

AO-Klassifikation	Anzahl der Patienten
B1	0
B2	2 (28,6%)
B3	2 (28,6%)
C1	0
C2	1 (14,3%)
C3	2 (28,6%)

Mechanische Winkel:

Es zeigten sich keine signifikanten Differenzen zwischen den Mittelwerten des mTFA der betroffenen und unverletzten Seite.

Tabelle 20 Radiologisch bestimmter mTFA (mechanische Tibiofemorale Winkel) der betroffenen und unverletzten Seite zum Nachuntersuchungszeitpunkt (N= Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung) [72-74]

Messgröße	Betroffene Seite		Unverletzte Seite	
	N=	MW ± SD	N=	MW ± SD
mTFA im Normbereich	7	-0,6 ± 0,5	0	-
mTFA > 0	0	-	3	0,7 ± 0,6
mTFA < -2	0	-	4	-2,5 ± 0,2

Es bestanden keine signifikanten Unterschiede der mechanischen Winkel der unteren Extremität der betroffenen und unverletzten Seite.

Tabelle 21 Radiologische Bestimmung der mechanischen Winkel der unteren Extremität der betroffenen und unverletzten Seite (N=Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel, mLPFW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel [72-74])

Winkel	Betroffene Seite		Unverletzte Seite	
	N=	MW ± SD	N=	MW ± SD
mLPFW 84-90°	3	88,8 ± 1,0	2	85,6 ± 0,6
mLPFW < 84°	0	-	1	82,5
mLPFW > 90°	4	91,7 ± 1,6	4	91,9 ± 1,0
<hr/>				
mLDFW 84-90°	6	86,5 ± 1,7	7	88,1 ± 1,2
mLDFW < 84°	0	-	0	-
mLDFW > 90°	1	90,9	0	-
<hr/>				
mMPTW 84-90°	6	87,2 ± 1,1	7	87,6 ± 1,6
mMPTW < 84°	0	-	0	-
mMPTW > 90°	1	90,5	0	-
<hr/>				
mLDTW 86-92°	5	89,0 ± 2,0	5	89,3 ± 2,2
mLDTW < 86°	2	81,9 ± 4,9	2	84,2 ± 1,0
mLDTW > 92°	0	-	0	-

3.5 Radiologische Klassifikation der Arthrose (Kellgren / Lawrence)

Die folgende Tabelle 22 zeigt die Verteilung der Arthrosegrade auf der betroffenen und unverletzten Seite.

22 Kreuztabelle Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence [53] auf der betroffenen und unverletzten Seite, Anzahl der Patienten und Anteile in Prozent

		Arthrosegrad betroffene Seite				Gesamtsumme
		0	1	2	3	
Arthrosegrad unverletzte Seite	0	1 (2,6%)	6 (15,4%)	5 (12,8%)	1 (2,6%)	13 (33,3%)
	1	0	9 (23,1%)	12 (30,8%)	3 (7,7%)	24 (61,5%)
	2	0	0	2 (5,1%)	0	2 (5,1%)
	Gesamtsumme	1 (2,6%)	15 (38,5%)	19 (48,7%)	4 (10,3%)	39 (100%)

Eine Arthrose im Stadium 4 nach Kellgren und Lawrence konnte bei unseren Studienteilnehmern weder auf der unverletzten noch auf der betroffenen Seite erhoben werden.

Bei 12 Patienten (30,8%) ergab sich kein Unterschied hinsichtlich der Arthrosegrade auf der betroffenen und unverletzten Seite. Bei 18 Patienten (46,2%) lag der Arthrosegrad auf der betroffenen Seite um ein Grad höher als auf der unverletzten Seite, bei 8 Patienten (20,5%) um zwei Grad und bei einem Patienten (2,6%) um 3 Grad.

Bei der Betrachtung der Untergruppen zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Patienten mit B- und C-Typ-Frakturen. Es ergab sich für die betroffene Seite folgende Verteilung:

23 Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence [53] in Abhängigkeit vom Frakturtyp nach der AO-Klassifikation auf der betroffenen Seite (N=Anzahl der Patienten)

	Typ-B-Frakturen	Typ-C-Frakturen
Arthrosegrad	N	N
0	1 (5,0%)	0
1	8 (40%)	7 (36,8%)
2	8 (40%)	11 (57,9%)
3	3 (15%)	1 (5,3%)

Zudem erfolgte eine differenzierte Auswertung nach dem Alter der Patienten in 10-Jahres-Schritten. Hierbei zeigte sich, dass bei den Patienten mit zunehmendem Alter auch auf der unverletzten Seite zunehmend Arthrosezeichen festgestellt werden konnten. Zwischen den jüngeren (30-49 Jährige) und älteren (50-69 Jährige) Patienten ergaben sich keine wesentlichen Unterschiede in der Verteilung der Arthrosegrade auf der verletzten Seite. Die Tabelle 24 gibt einen Überblick über alle Ergebnisse.

24 Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence [53], unverletzte und betroffene Seite, 10-Jahres-Altersgruppen (N=Anzahl der Patienten)

		Grad 0 (Anzahl der Patienten)	Grad 1	Grad 2	Grad 3
20-29 Jahre (n=2)	unverletzte Seite	2 (100%)	0	0	0
	betroffene Seite	1 (50%)	1 (50%)	0	0
30-39 Jahre (n=6)	unverletzte Seite	3 (50%)	3 (50%)	0	0
	betroffene Seite	0	2 (33,3%)	3 (50%)	1 (16,7%)
40-49 Jahre (n=10)	unverletzte Seite	3 (30%)	7 (70%)	0	0
	betroffene Seite	0	6 (60%)	3 (30%)	1 (10%)
50-59 Jahre (n=15)	unverletzte Seite	5 (33,3%)	10 (66,7%)	0	0
	betroffene Seite	0	6 (40%)	8 (53,3%)	1 (6,7%)
60-69 Jahre (n=6)	unverletzte Seite	0	4 (66,7%)	2 (33,3%)	0
	betroffene Seite	0	1 (16,7%)	4 (66,7%)	1 (16,7%)

Tabelle 25 Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence [53] in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse für die unverletzte und betroffene Seite (N=Anzahl der Patienten)

		Grad 0 (Anzahl der Patienten)	Grad 1	Grad 2	Grad 3
Valgus-abweichung (n=7)	unverletzte Seite	2 (28,6%)	5 (71,4%)	0	0
	betroffene Seite	0	3 (42,9%)	4 (57,1%)	0
Varus-abweichung (n=4)	unverletzte Seite	2 (50,0%)	2 (50,0%)	0	0
	betroffene Seite	0	2 (50,0%)	2 (50,0%)	0
Identische Beinachsen (n=17)	unverletzte Seite	5 (29,4%)	10 (58,8%)	2 (11,8%)	0
	betroffene Seite	1 (5,9%)	5 (29,4%)	10 (58,8%)	1 (5,9%)
Gerade Beinachse betroffene Seite, Fehlstellung der unverletzten Seite (n=7)	unverletzte Seite	3 (42,9%)	4 (57,1%)	0	0
	betroffene Seite	0	2 (28,6%)	2 (28,6%)	3 (42,9%)
Umstellungs-osteotomien (n=4)	unverletzte Seite	1 (25,0%)	3 (75,0%)	0	0
	betroffene Seite	0	3 (75,0%)	1 (25,0%)	0

3.6 Krankenhausverweildauer

Die stationäre Verweildauer betrug im Median 12 Tage (Min 4, Max 84), dabei zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen B-Frakturen mit einer Verweildauer von im Median 10 Tagen (Min 4, Max 21) und C-Frakturen mit einer Verweildauer von im Median 20 Tagen (Min 5, Max 84). Der Unterschied in der Verweildauer zwischen B- und C-Frakturen lag bei $9,1 \pm 4,1$ Tagen ($p < 0,05$).

In der getrennten Betrachtung der Patienten, die einen Arbeits- oder Wegeunfall hatten und somit berufsgenossenschaftlich versichert waren, lag die Verweildauer für diese Patienten mit im Median 19 Tagen (Min 8, Max 42) um $5,3 \pm 4,6$ Tage ($p > 0,05$) höher als bei Patienten, die nicht berufsgenossenschaftlich versichert waren. Bei nicht berufsgenossenschaftlich versicherten Patienten lag die mittlere Verweildauer bei 10 Tagen (Min 4, Max 84). Die Verteilung der

Frakturen auf die Gruppen der B- und C-Typ-Frakturen nach der AO-Klassifikation ist bei den berufsgenossenschaftlich-versicherten und nicht-berufsgenossenschaftlich versicherten Patienten ähnlich (Tabelle 26).

26 Verteilung der Frakturtypen nach der AO-Klassifikation [1, 20] bei berufsgenossenschaftlich und nicht-berufsgenossenschaftlich versicherten Patienten

AO-Klassifikation	Anzahl berufsgenossenschaftlich-versicherter Patienten	Anzahl nicht-berufsgenossenschaftliche-versicherte Patienten
B	6 (46,2%)	14 (53,8%)
B1	1 (7,7%)	1 (3,8%)
B2	2 (15,4%)	3 (11,5%)
B3	3 (23,1%)	10 (38,5%)
C	7 (53,8%)	12 (46,2%)
C1	3 (23,1%)	3 (11,5%)
C2	4 (30,8%)	2 (7,7%)
C3	0	7 (26,9%)

3.7 Rehabilitation

3.7.1 Stationäre und ambulante Rehabilitation

Zwölf Patienten nahmen postoperativ an einem stationären oder ambulanten Rehabilitationsprogramm (Anschlussheilbehandlung) teil, welches durchschnittlich 21 Tage dauerte. Bei fünf der acht Patienten, die eine stationäre Rehabilitation erhielten, ereignete sich die Fraktur im Rahmen eines Arbeits- oder Wegeunfall. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied in der Dauer der stationären oder ambulanten Rehabilitation (Anschlussheilbehandlung) zwischen den Patienten, die berufsgenossenschaftlich versichert waren, und denen die nicht-berufsgenossenschaftlich versichert waren.

Tabelle 27 Übersichtstabelle über die mediane Dauer der Anschlussheilbehandlung in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse für berufsgenossenschaftlich und nicht-berufsgenossenschaftlich versicherte Patienten (Min=Minimum, Max=Maximum)

	Valgusabweichung	Varusabweichung	Identische Beinachsen	Gerade Beinachse betroffene Seite, Fehlstellung unverletzte Seite	Umstellungsosteotomien
Anzahl Nicht-BG-Patienten	2	1	1	0	2
Dauer der Anschlussheilbehandlung (Median (Min, Max) in Tagen)	49 (21, 56)	21	21	-	28 (21, 35)
Anzahl BG-Patienten	1	1	2	1	1
Dauer der Anschlussheilbehandlung (Median (Min, Max) in Tagen)	21	21	23 (21, 25)	21	15

3.7.2 Physiotherapie

Alle untersuchten Patienten nahmen entweder an einer Anschlussheilbehandlung teil und/oder erhielten eine physiotherapeutische Nachbehandlung. Für die 31 Patienten, die eine physiotherapeutische Nachbehandlung in Anspruch nahmen, betrug die Anzahl der wahrgenommenen Termine im Median 25, bei einem Minimum von 6 Terminen und einem Maximum von 330 Terminen. Einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$) konnte man beim Vergleich der Patienten mit B- und C-Typ-Frakturen feststellen. Während Patienten mit B-Frakturen im Median 18 Termine (Min 6, Max 56) wahrnahmen, benötigten Patienten mit C-Frakturen mit im Median 50 Terminen (Min 10, Max 330) eine deutlich intensivere und längere physiotherapeutische Nachbehandlung.

Kein statistisch signifikanter Unterschied zeigte sich in der Anzahl der wahrgenommenen Physiotherapietermine der neun berufsgenossenschaftlich versicherten Patienten (Median 20 Termine, Min 15, Max 330) im Vergleich zu den 22 Patienten, die nicht berufsgenossenschaftlich versichert waren (Median 27,5 Termine, Min 6, Max 240).

Im Rahmen der Nachuntersuchung wurden die Patienten gefragt, wie sie selbst ihre körperliche Fitness zum Untersuchungszeitpunkt, zum Verletzungszeitpunkt und in diesem Vergleich bewerten würden. 72% der Studienteilnehmer gaben an, sich weniger fit zu fühlen; dabei zeigte sich kein Unterschied zwischen B- und C-Frakturen.

In der folgenden Tabelle ist die mediane Anzahl der Physiotherapietermine nach den Beinachsenverhältnissen aufgeschlüsselt.

Tabelle 28 Übersichtstabelle über die mediane Anzahl der Physiotherapietermine in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse für berufsgenossenschaftlich und nicht-berufsgenossenschaftlich versicherte Patienten (Min=Minimum, Max=Maximum)

	Valgusabweichung	Varusabweichung	Identische Beinachsen	Gerade Beinachse betroffene Seite, Fehlstellung unverletzte Seite	Umstellungsosteotomien
Anzahl Nicht-BG-Patienten	4	2	12	0	1
Anzahl der Physiotherapietermine (Median (Min, Max))	90,5 (24, 240)	170 (100, 240)	21 (6, 50)	-	10
Anzahl BG-Patienten	2	0	2	6	2
Anzahl der Physiotherapietermine (Median (Min, Max))	19 (18, 20)	-	30 (20, 40)	48 (15, 330)	57,7 (15, 100)

Vergleicht man die Ergebnisse der Patienten mit postoperativ unterschiedlichen Beinachsen der beiden Extremitäten (Valgusabweichung, Varusabweichung der verletzten Seite und Fehlstellung der unverletzten Seite bei gleichzeitig gerader Beinachse der verletzten Seite) mit den Ergebnissen der Patienten mit identischen Beinachsen nach dem Frakturereignis, dann ergibt sich eine signifikant höhere Anzahl an Physiotherapieterminen für die Patienten mit unterschiedlichen Beinachsen ($p < 0,05$).

3.8 Sportliche Aktivität

Von den 39 befragten Patienten gaben 29 (74,4%) an, sich vor ihrer Tibiakopffraktur regelmäßig mit im Median 180 min pro Woche (Min 15, Max 420) im Rahmen einer Ausdauersportart körperlich betätigt zu haben. Sechs Patienten gaben an, postoperativ keinen Ausdauersport mehr zu betreiben. Drei Patienten, die präoperativ keinen Ausdauersport betrieben hatten, betätigten sich postoperativ regelmäßig im Rahmen einer Ausdauersportart. Somit gaben 26 (66,6%) Patienten an, zum Untersuchungszeitpunkt regelmäßig im Median 180 min (Min 40, Max 420) Ausdauersport pro Woche zu betreiben. Präoperativ trainierten 23 Patienten ausschließlich eine Ausdauersportart, postoperativ taten dies 17 Patienten. Sechs Patienten, die präoperativ Ausdauersport betrieben, trainierten gleichzeitig auch in einer Kraftsportart. Postoperativ taten dies neun Patienten. Insgesamt gaben sieben (17,9%) Patienten an, vor ihrer Verletzung Kraftsport betrieben zu haben, im Median 60 min (Min 30, Max 370) pro Woche. Zum Untersuchungszeitpunkt gaben 13 (33,3%, 6 B-Typ-Frakturen, 7 C-Typ-Frakturen) an, regelmäßig Kraftsport zu betreiben, dabei lag der Median bei 60 min pro Woche (Min 30, Max 300). Postoperativ gaben vier Patienten an, ausschließlich in einer Kraftsportart tätig zu sein, präoperativ war dies nur ein Patient (Tabelle 29).

29 Mediane wöchentliche Dauer mit der Ausdauer- bzw. Kraftsportarten ausgeübt wurden für das gesamte Patientenkollektiv und die Untergruppen der B-Typ- und C-Typ-Frakturen (N= Anzahl der Patienten)

	Gesamt		B-Typ-Frakturen		C-Typ-Frakturen	
	N	Median	N	Median	N	Median
Ausdauersport vor Fraktur	29	180	15	150	14	180
Ausdauersport nach Fraktur	26	180	11	150	15	180
Kraftsport vor Fraktur	7	60	3	60	4	75
Kraftsport nach Fraktur	13	60	6	60	7	120

3.9 Arbeit

3.9.1 Einteilung nach der REFA-Klassifikation

Vor der Fraktur gingen 25 Patienten (65,8%) einem Beruf mit einer niedrigen Arbeitsschwere (REFA-Klassifikation 0 und 1) nach. Eine Patientin befand sich sowohl vor dem Unfall als auch zum Untersuchungszeitpunkt in Mutterschutz und wurde somit nicht in die Auswertung miteinbezogen. Damit ergibt sich präoperativ folgende Verteilung:

REFA 0 13 (34,2%) Patienten, REFA 1 zwölf (31,6%) Patienten, REFA 2 sechs (15,8%) Patienten, REFA 3 sechs (15,8%) Patienten, REFA 4 ein (2,5%) Patient, eine Patientin in Mutterschutz. Um eine bessere Übersichtlichkeit zu erhalten, wurden die REFA-Stadien 0 und 1 (niedrige Arbeitsbelastung), sowie die Stadien 2, 3 und 4 (höhere Arbeitsbelastung) zusammengefasst.

Zum Untersuchungszeitpunkt mussten fünf Patienten die Arbeitsschwere ihres Berufes um ein oder zwei Klassen reduzieren (zwei Patienten von REFA-Klasse 1 zu 0, ein Patient von REFA-Klasse 2 auf 1, ein Patient von REFA-Klasse 3 auf 2 und ein Patient von REFA-Klasse 3 auf 1). Zwei Patienten kehrten nach ihrer Rehabilitation nicht wieder in ihren Beruf zurück und ließen sich berenten. Eine der beiden Patientinnen schied aufgrund ihres Alters aus der Arbeitstätigkeit aus, die zweite Patientin aufgrund der Schwere ihrer Verletzung und der Höhe der

körperlichen Belastung in ihrem Beruf als Gesundheits- und Krankenpflegerin. Es ergibt sich zum Untersuchungszeitpunkt die nachfolgende Verteilung: REFA 0: n=14 (35,9%) Patienten, REFA 1: n=12 (30,8%) Patienten, REFA 2: n=6 (15,8%) Patienten, REFA 3: n=3 (7,7%) Patienten, REFA 4: n=1 (2,5%) Patient, eine Patientin in Mutterschutz und zwei (5%) Patienten berentet (Abbildung 12).

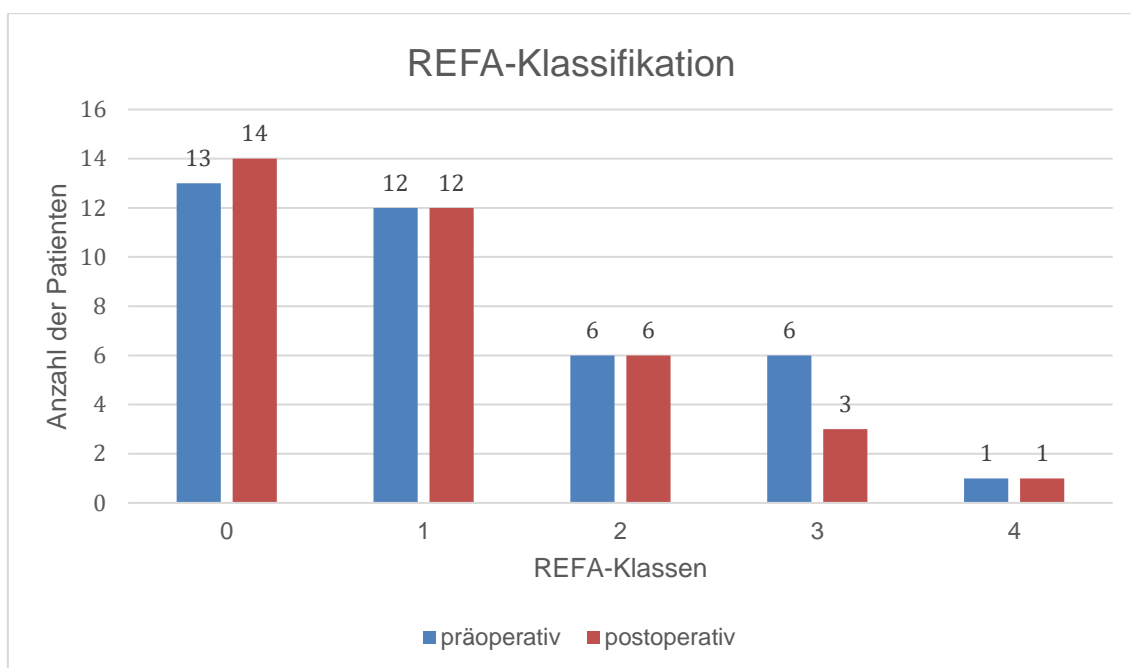


Abbildung 12 Einteilung nach der REFA-Klassifikation [54, 55, 57, 58, 60] prä- und postoperativ

REFA-Klassifikation in Bezug auf die Beinachsenverhältnisse:

Von den sieben Patienten mit Valgusabweichung mussten zum Untersuchungszeitpunkt zwei Patienten ihre Arbeitsschwere um jeweils eine REFA-Klasse reduzieren (ein Patient von REFA 3 auf REFA 2 und ein Patient von REFA 1 auf REFA 0). Von den vier Patienten mit Varusabweichung reduzierte ein Patient die Arbeitsschwere um zwei REFA-Klassen (REFA 3 auf REFA 1). Einer der 17 Patienten mit identischer Beinachse auf beiden Seite reduzierte die Arbeitsschwere um eine REFA-Klasse (REFA 2 auf REFA 1) und zwei Patienten ließen sich nach der Tibiakopffraktur in den Ruhestand versetzen. Einer der sieben Patienten mit gerader Beinachse der betroffenen Seite und

Achsabweichung der unverletzten Seite musste seine Arbeitsschwere um eine REFA-Klasse verringern (REFA 1 auf REFA 0).

3.9.2 Arbeitsunfähigkeit, Arbeitszeitenänderung, Umschulung

In der gesamten Studienpopulation betrug die Arbeitsunfähigkeit im Median 120 Tage (Min 10, Max 700), bei den Patienten mit Typ-B-Frakturen 91 Tage (Min 10, Max 365) und bei Patienten mit Typ-C-Frakturen 140 Tage (Min 21, Max 700). Daraus ergab sich ein Unterschied von im Median 49 Tagen (n.s.).

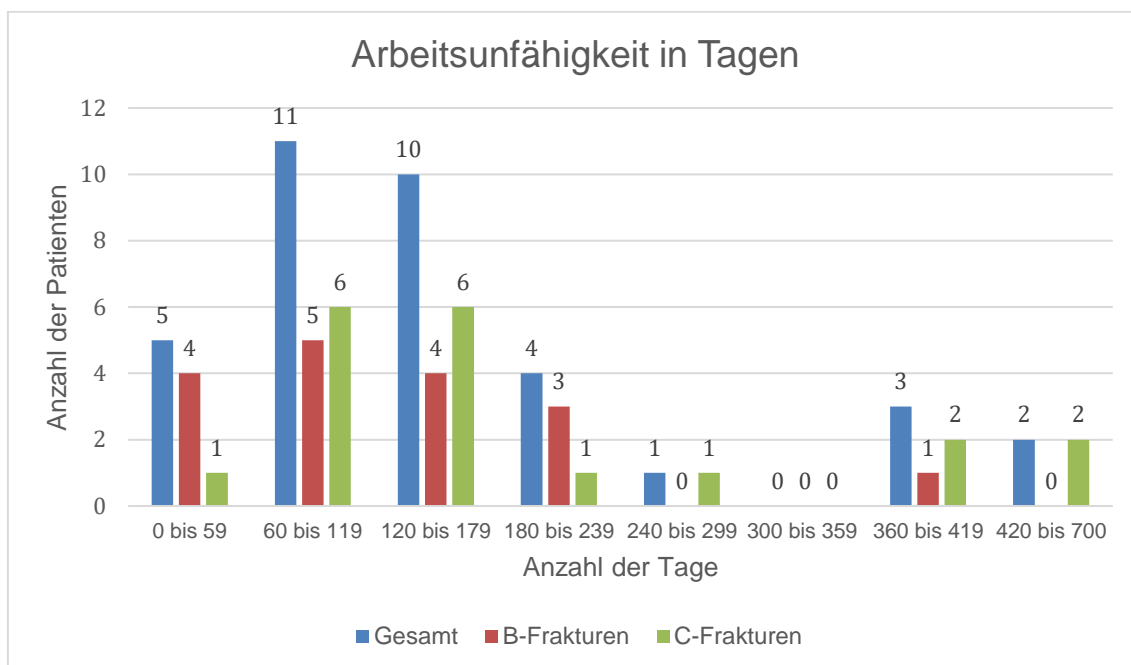


Abbildung 13 Arbeitsunfähigkeit in Tagen

Die Arbeitszeit vor dem Unfallereignis betrug bei der Gesamtheit der Studienteilnehmer im Median 40 Stunden pro Woche. Vier (10,3%) Patienten (drei mit Typ C-Frakturen, einer mit Typ B-Fraktur) mussten ihre Arbeitszeit (im Mittel um 10,5 Stunden/Woche) reduzieren. Zwei dieser Patienten gingen präoperativ einem Beruf mit einer Arbeitsbelastung der Klasse 3 nach REFA nach und reduzierten zusätzlich zu ihrer wöchentlichen Arbeitszeit auch die Arbeitsschwere um eine bzw. zwei Klassen. Die beiden anderen Patienten, die

ihre wöchentliche Arbeitszeit reduzierten, gaben eine Arbeitsschwere der Klasse 0 bzw. 1 nach REFA an und mussten ihre Arbeitsschwere nicht reduzieren.

Zwei Patienten wurden nach der Rehabilitation berentet. Ein Patient wurde postoperativ umgeschult, da es ihm aufgrund seiner funktionellen Einschränkung nicht mehr möglich war, in seinem ursprünglichen Beruf tätig zu sein.

Die Arbeitsunfähigkeitszeiten bei niedriger Arbeitsbelastung (REFA 0 und 1) waren im Vergleich zu höherer Arbeitsbelastung (REFA 2, 3 und 4) signifikant kürzer ($p < 0,05$). Bei zusätzlicher Beachtung des Frakturtyps ergibt sich die durchschnittlich längste Arbeitsunfähigkeitsdauer für Patienten mit C-Typ-Frakturen, die einen Beruf ausüben, der nach der REFA-Klassifikation in die Klassen 2, 3 oder 4 eingeteilt werden konnte.

Tabelle 30 Arbeitsunfähigkeitsdauer in Abhängigkeit der REFA-Klassifikation [54, 55, 57, 58, 60] in Tagen für das Gesamtkollektiv und die Untergruppen der B-Typ- und C-Typ-Frakturen (N=Anzahl der Patienten, Min=Minimum, Max=Maximum)

REFA-Klassifikation	Gesamt		B-Typ-Frakturen		C-Typ-Frakturen	
	N	Median (Min, Max)	N	Median (Min, Max)	N	Median (Min, Max)
0 und 1	23	90 (10, 390)	11	84 (10, 182)	12	90 (21, 390)
2, 3 und 4	13	180 (90, 700)	6	172,5 (90, 365)	7	210 (120, 700)

Arbeitsunfähigkeit in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse:

Tabelle 31 Mediane Arbeitsunfähigkeit in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse in Tagen bei Patienten mit Valgusabweichung, Varusabweichung, identischen Beinachsen beidseits, gerader Beinachse der betroffenen Extremität und Fehlstellung der unverletzten Seite und Patienten mit durchgeführter Umstellungsosteotomie (Min=Minimum, Max=Maximum)

	Valgusabweichung	Varusabweichung	Identische Beinachsen	Gerade Beinachse betroffene Seite, Fehlstellung unverletzte Seite	Umstellungsosteotomien
Anzahl der Patienten	7	4	17	7	4 (1 Patientin im Mutterschutz)
Arbeitsunfähigkeit in Tagen Median (Min, Max)	150 (42, 700)	83,5 (70, 425)	120 (21, 365)	120 (49, 390)	180 (10, 240)

Die Unterschiede der medianen Arbeitsunfähigkeitsdauer der oben dargestellten Untergruppen der Patienten mit verschiedenen Beinachsenverhältnisse konnten in statistischen Test nicht als signifikant gewertet werden.

3.9.3 Minderung der Erwerbsfähigkeit

Von 13 berufsgenossenschaftlich versicherten Patienten wurden vier Patienten (30,8%) hinsichtlich ihrer Verletzung begutachtet. Ihnen wurde im Rahmen dieses Gutachtens eine Minderung der Erwerbsfähigkeit von durchschnittlich $22,5 \pm 9,6\%$ bescheinigt.

Tabelle 32 Minderung der Erwerbsfähigkeit bei B-Typ- und C-Typ-Frakturen, (N=Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung)

	Typ-B-Frakturen		Typ-C-Frakturen	
	N	MW \pm SD (in %)	N	MW \pm SD (in %)
Minderung der Erwerbsfähigkeit	2	20 \pm 14,1	2	25 \pm 7,1

Eine Patientin, deren Tibiakopffraktur sich nicht im Rahmen eines Arbeits- bzw. Wegeunfalls ereignete, gab an postoperativ eine Teilerwerbsminderungsrente ohne Angabe der genauen Höhe zu erhalten.

Zwei weiteren Patienten wurde postoperativ ein Grad der Behinderung von jeweils 20 zugesprochen. Bei beiden Patienten lag eine C3-Typ-Fraktur nach der AO-Klassifikation vor.

Minderung der Erwerbsfähigkeit, Grad der Behinderung und Teilerwerbsminderungsrente in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse:

Tabelle 33 Minderung der Erwerbsfähigkeit (in %), Grad der Behinderung und Teilerwerbsminderungsrente in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse (MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung)

	Valgusabweichung	Varusabweichung	Identische Beinachsen	Gerade Beinachse betroffene Seite, Fehlstellung unverletzte Seite	Umstellungsosteotomien
Anzahl der Patienten	2	0	0	2	0
Minderung der Erwerbsfähigkeit (MW±SD in %)	15 ± 7,1	-	-	30 ± 0	-
Anzahl der Patienten	1	0	1	0	0
Grad der Behinderung	20	-	20	-	-
Anzahl der Patienten	0	0	1	0	0
Teilerwerbsminderungsrente	-	-	Keine Angabe zur Höhe	-	-

3.10 Körperliche Untersuchungsergebnisse

3.10.1 Bewegungsumfänge

Bei 36 Patienten lag kein Streckdefizit im Kniegelenk vor, drei Patienten wiesen ein Streckdefizit von 5-10° auf der betroffenen Seite auf. Der Bewegungsumfang im Kniegelenk lag auf der unverletzten Seite im Mittel bei 130°, auf der betroffenen Seite geringfügig niedriger mit im Mittel 125°.

Tabelle 34 Bewegungsumfänge des Kniegelenks der betroffenen Seite und die Differenz zur unverletzten Seite in Grad, Mittelwerte (MW) ± Standardabweichung (SD), gesamte Patienten und aufgeteilt nach Typ B- und Typ-C-Frakturen

	Gesamt		Typ-B-Frakturen		Typ-C-Frakturen	
	MW ± SD	Differenz zur unverletzten Seite	MW ± SD	Differenz zur unverletzten Seite	MW ± SD	Differenz zur unverletzten Seite
Streckung in °	-0,8 ± 3,7	1,4	-0,3 ± 1,1	0,3	-1,0 ± 5,5	2,6
Beugung in °	124,6 ± 10,1	6,0	125,5 ± 8,3	3,3	123,6 ± 11,7	8,9

3.10.2 Ausmessung Beinumfangfänge

Bei der körperlichen Untersuchung mit der Erhebung der Umfänge am Oberschenkel 10cm und 20cm oberhalb des Kniegelenkspalts und am Unterschenkel 15cm unterhalb des Kniegelenkspalts ließen sich sowohl bei den weiblichen Studienteilnehmern als auch bei den männlichen Studienteilnehmern auf der betroffenen Seite etwas geringere Umfänge ausmessen. Dabei lagen die Differenzen bei den Männern im Mittel zwischen 0,25 und 0,54 cm zwischen unverletzter und betroffener Seite und bei den Frauen zwischen 0,52 und 1,29 cm. Bei der Umfangmessung über der Kniescheibe hingegen konnten auf der betroffenen Seite die größeren Umfänge (im Mittel 0,9 cm bei den Männern und 0,14 cm bei den Frauen) gemessen werden.

Tabelle 35 Mittelwerte (MW) ± Standardabweichung (SD) der Ausmessung der unteren Extremität der betroffenen Seite und die Differenz zur unverletzten Seite in der Gruppe der Frauen und Männer

Position der Messung	Frauen		Männer	
	MW ± SD	Differenz zur unverletzten Seite	MW ± SD	Differenz zur unverletzten Seite
20cm oberhalb des Kniegelenkspalts	49,4 ± 6,2	-1,3	52,5 ± 5,0	-0,5
10cm oberhalb des Kniegelenkspalts	43,9 ± 5,2	-0,8	46,5 ± 3,9	-0,3
Über der Kniescheibe	38,6 ± 3,3	0,1	42,3 ± 2,6	0,9
15cm unterhalb des Kniegelenkspalts	37,6 ± 4,3	-0,5	40,9 ± 3,2	0,4

3.11 Lysholm-Gillquist-Score

Der Lysholm-Gillquist-Score lag präoperativ im Median bei einem Wert von 100; Bei der Nachuntersuchung lag dieser Wert bei 73,0 Punkten. Dabei konnten präoperativ 92,3% der Patienten ein sehr gutes Ergebnis erzielen, postoperativ hingegen ergab sich bei 71,8% der Patienten ein mäßiges bis schlechtes Ergebnis. Unterschiede zeigten sich dabei postoperativ zwischen B- und C-Typ-Frakturen; während die Patienten mit B-Frakturen in 35% ein gutes oder sehr gutes Ergebnis und in 65% ein mäßiges oder schlechtes Ergebnis erzielten, ergab die Auswertung des Scores bei C-Frakturen in 78,9% ein mäßiges oder schlechtes Ergebnis und in 21,1% der Fälle ein gutes oder sehr gutes Ergebnis (Abbildung 14 und Abbildung 15).

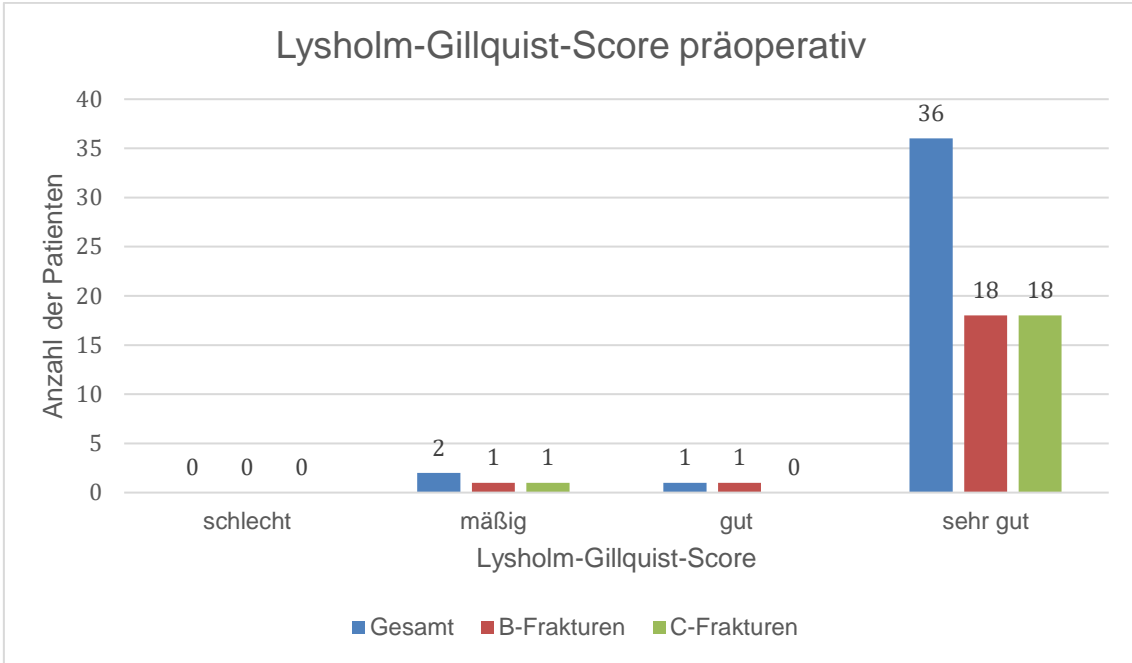


Abbildung 14 Lysholm-Gillquist-Score [51] präoperativ

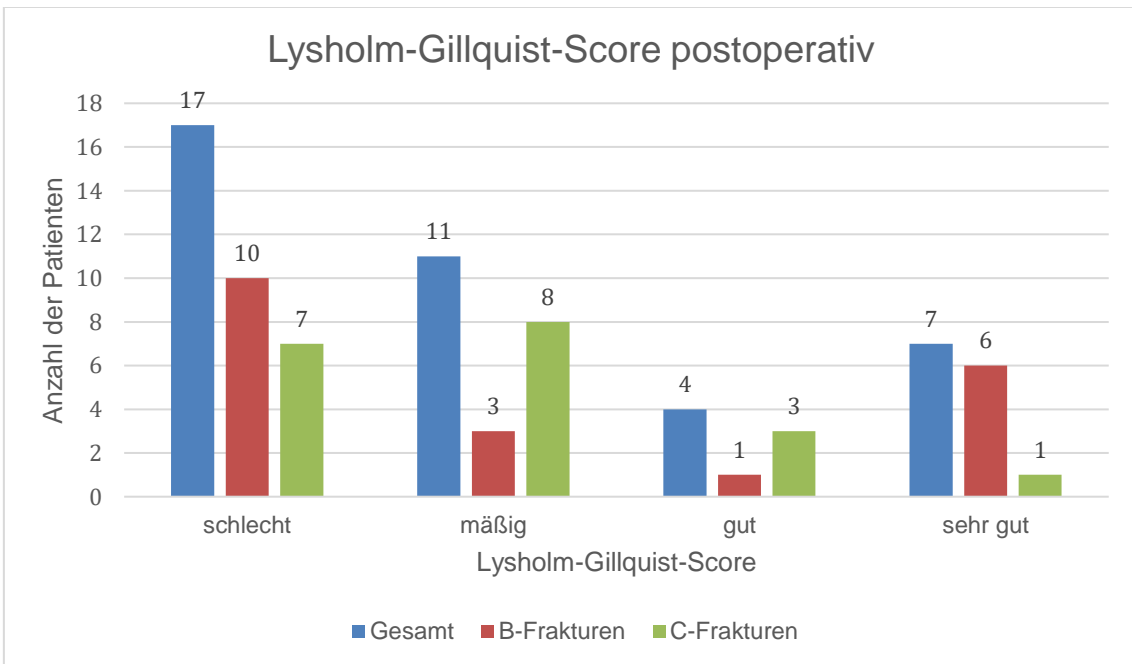


Abbildung 15 Lysholm-Gillquist-Score [51] postoperativ

Im Rahmen des Lysholm-Gillquist-Scores wurden die Unterpunkte ‚Schmerzen‘ und ‚Instabilitätsgefühl‘ gesondert ausgewertet. Dabei zeigte sich, dass nur 18% der Patienten zum Untersuchungszeitpunkt keine Schmerzen hatten, ein Drittel gab an gelegentliche und leichte Schmerzen zu verspüren. Bei etwa 50% der Patienten traten Schmerzen unter Belastung auf. 58,4 % der Patienten empfanden ein Instabilitätsgefühl unterschiedlichen Ausmaßes. Patienten mit B-Frakturen gaben in 30% der Fälle an, zum Untersuchungszeitpunkt keine Schmerzen mehr zu haben, 20% der Patienten hatten gelegentliche und leichte Schmerzen, bei 50% traten die Schmerzen unter Belastung auf. Patienten mit C-Frakturen gaben nur in 5,3% der Fälle an, nie unter Schmerzen zu leiden, 47,7% verspürten gelegentliche und leichte Schmerzen (Abbildung 16 und Abbildung 17). Hinsichtlich des Instabilitätsgefühls fielen keine relevanten Unterschiede zwischen B- und C-Frakturen auf (Abbildung 18 und Abbildung 19).

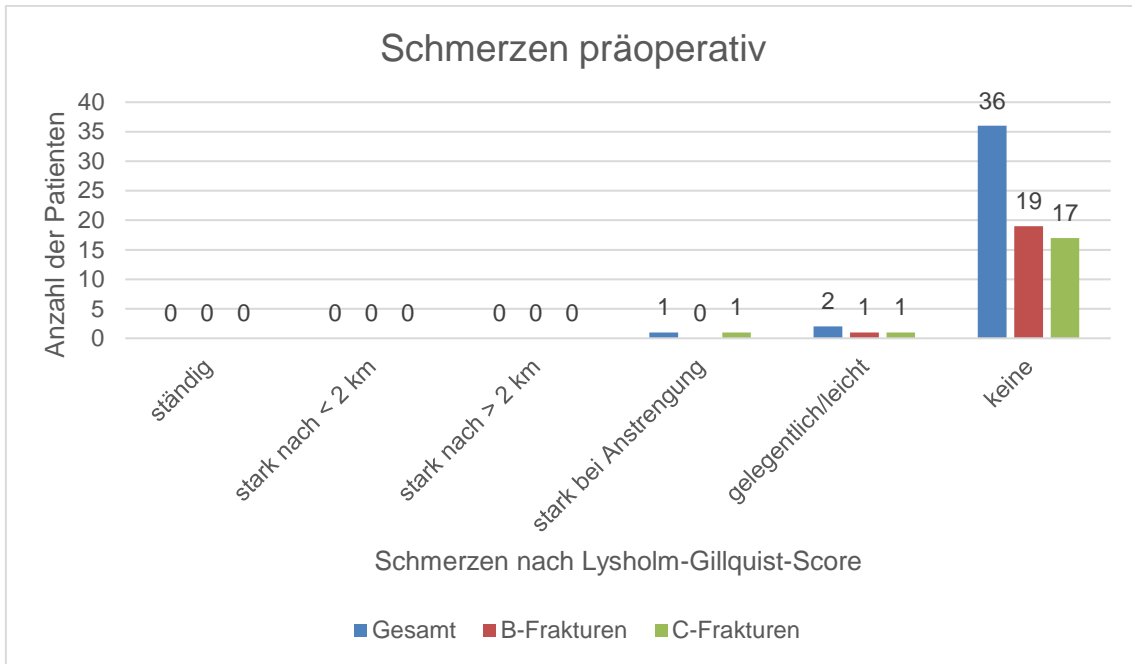


Abbildung 16 Schmerzen nach Lysholm-Gillquist-Score [51] präoperativ

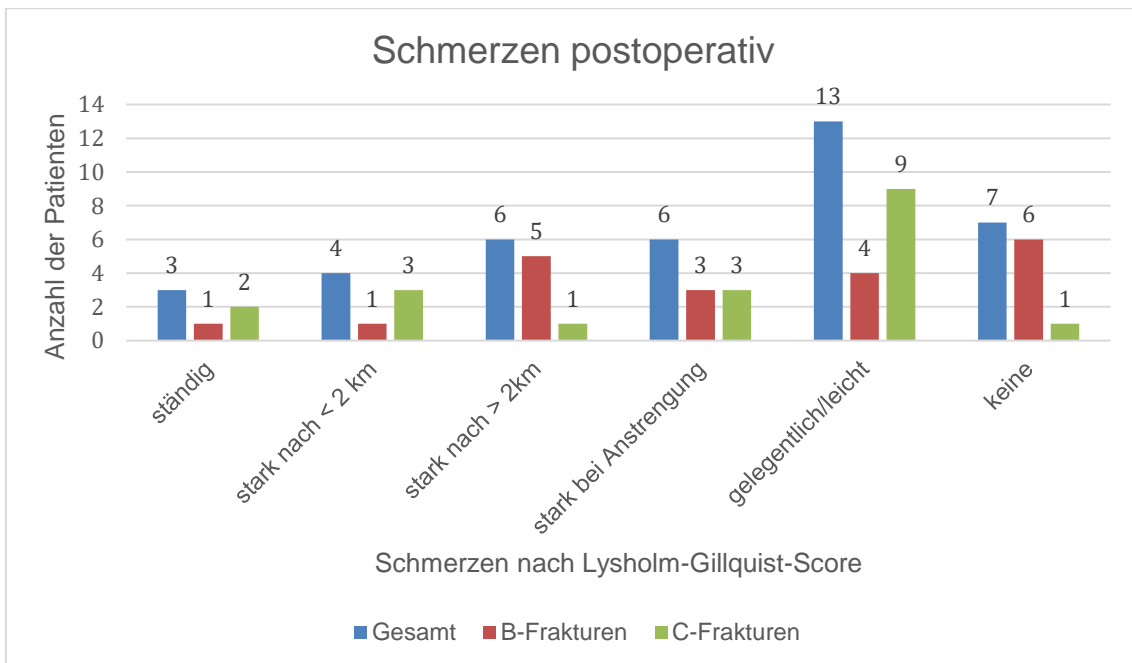


Abbildung 17 Schmerzen nach Lysholm-Gillquist-Score [51] postoperativ

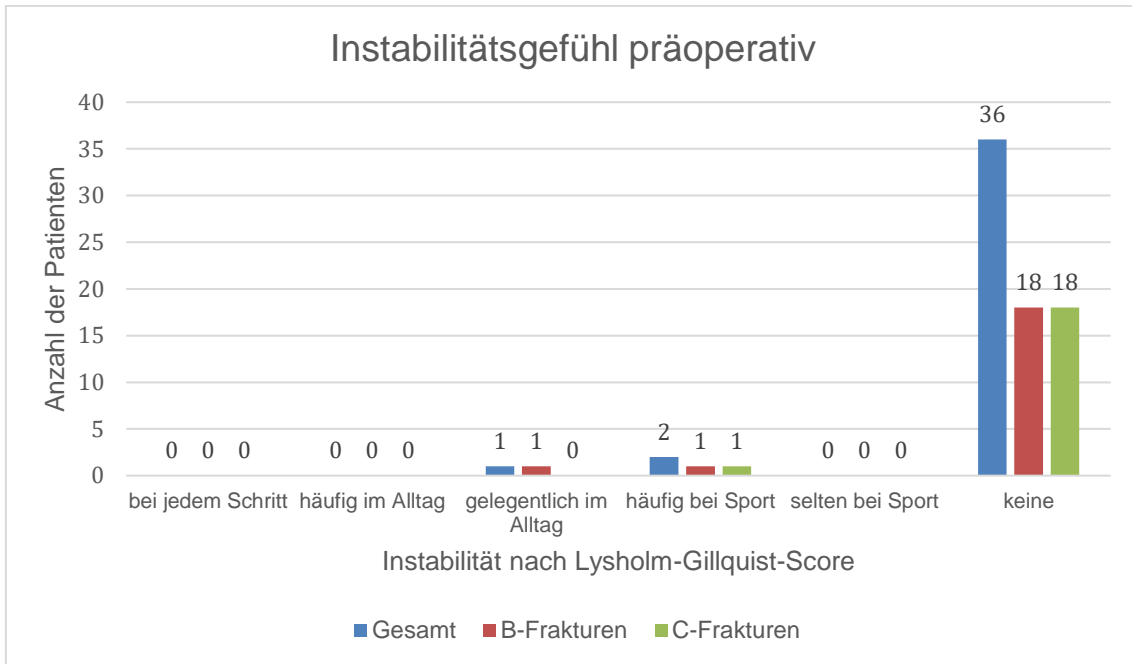


Abbildung 18 Instabilitätsgefühl nach Lysholm-Gillquist-Score [51] präoperativ

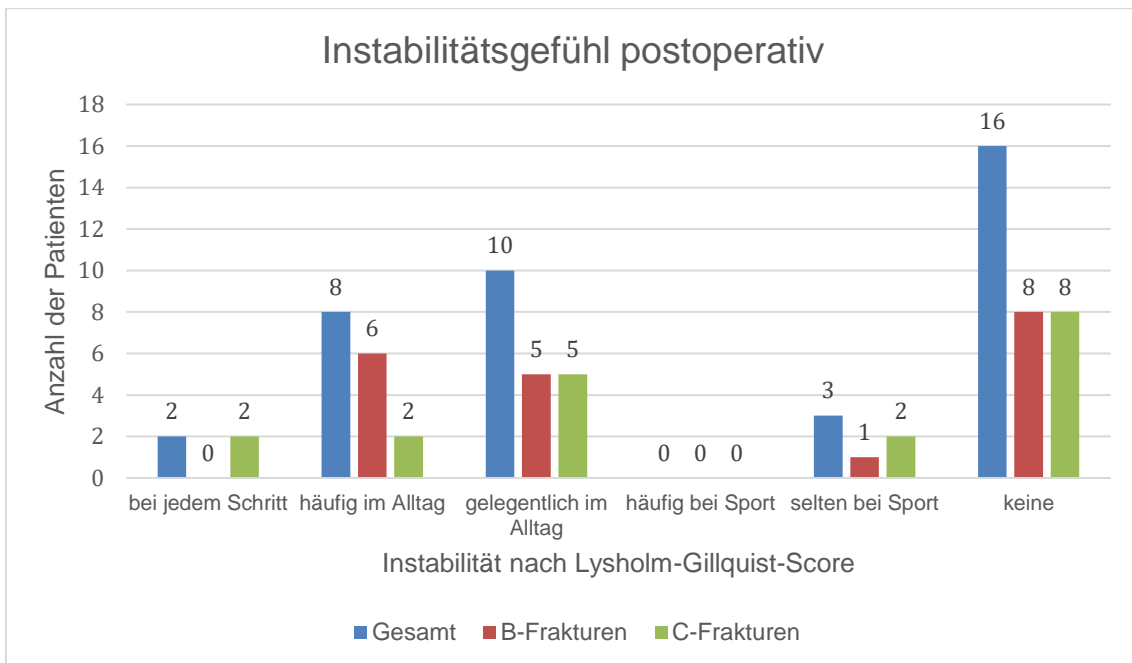


Abbildung 19 Instabilitätsgefühl nach Lysholm-Gillquist-Score [51] postoperativ

Lysholm-Gillquist-Score in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse:

Tabelle 36 Lysholm-Gillquist-Score [51] vor der Tibiakopffraktur und zum Untersuchungszeitpunkt in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse (Min=Minimum, Max=Maximum)

	Valgusabweichung	Varusabweichung	Identische Beinachsen	Gerade Beinachse betroffene Seite, Fehlstellung unverletzte Seite	Umstellungsosteotomien
Anzahl der Patienten	7	4	17	7	4
Lysholm-Gillquist-Score vor Fraktur Median (Min, Max)	100 (69, 100)	100 (97, 100)	100 (80, 100)	100 (92, 100)	100 (100, 100)
Lysholm-Gillquist-Score nach Fraktur Median (Min, Max)	46,0 (23, 80)	68,5 (48, 88)	80,0 (24, 100)	59,0 (28, 90)	67,5 (30, 97)

Die Unterschiede der Werte des Lysholm-Gillquist-Scores zum Zeitpunkt nach der Tibiakopffraktur zwischen den einzelnen Untergruppen in Abhängigkeit der Beinachsen sind im statistischen Test als nicht signifikant zu werten. Als statistisch signifikant konnten die Unterschiede der Mittelwerte des Lysholm-Gillquist-Scores vor und nach der Fraktur in den einzelnen Untergruppen gewertet werden. Einzige Ausnahme dabei stellen die Patienten mit erfolgter Umstellungsosteotomie dar. Hier konnte keine Signifikanz der Ergebnisse festgestellt werden.

Tabelle 37 Lysholm-Gillquist-Score Kategorien [51] vor der Tibiakopffraktur in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse

Lysholm-Gillquist-Score vor der Fraktur	Valgusabweichung, N=7	Varusabweichung, N=4	Identische Beinachse, N=17	Gerade Beinachse betroffene Seite, Achsabweichung unverletzte Seite, N=7	Umstellungsosteotomie, N=4
Sehr gut	5 (71,4%)	4 (100%)	16 (94,1%)	7 (100%)	4 (100%)
Gut	1 (14,3%)	-	-	-	-
Mäßig	1 (14,3%)	-	1 (5,9%)	-	-
Schlecht	-	-	-	-	-

Tabelle 38 Lysholm-Gillquist-Score Kategorien [51] nach der Tibiakopffraktur in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse

Lysholm-Gillquist-Score nach der Fraktur	Valgusabweichung, N=7	Varusabweichung, N=4	Identische Beinachse, N=17	Gerade Beinachse betroffene Seite, Achsabweichung unverletzte Seite, N=7	Umstellungsosteotomie, N=4
Sehr gut	-	-	6 (35,3%)	-	1 (25,0%)
Gut	-	1 (25,0%)	1 (5,9%)	2 (28,6%)	-
Mäßig	3 (42,9%)	1 (25,0%)	5 (29,4%)	1 (14,3%)	1 (25,0%)
Schlecht	4 (57,1%)	2 (50,0%)	5 (29,4%)	4 (57,1%)	2 (50,0%)

Der Median des Lysholm-Gillquist-Scores lag bei Patienten mit Arthrosezeichen (auf der betroffenen Seite) des Grad 1 bei 55 (Min 24, Max 100), bei Grad 2 bei 80 (Min 23, Max 99) und bei Grad 3 bei 45,5 (Min 28, Max 59) (Tabelle 39).

Tabelle 39 Lysholm-Gillquist-Score [51] in Abhängigkeit der Arthrosegrade des Kniegelenks der betroffenen Seite nach Kellgren und Lawrence [53] (N=Anzahl der Patienten)

Lysholm-Gillquist-Score	Arthrosegrade			
	Grad 0 (N=)	Grad 1 (N=)	Grad 2 (N=)	Grad 3 (N=)
Sehr gut	0	2	5	0
Gut	0	1	3	0
Mäßig	0	3	8	0
Schlecht	1	9	3	4

3.12 SF-36-Fragebogen

3.12.1 Vergleich B-/C-Typ Frakturen

Der SF-36 Fragebogen wurde von allen 39 untersuchten Patienten vollständig ausgefüllt. Die Auswertung erfolgte als Gesamtbetrachtung und in den Untergruppen der Patienten mit B- und C-Frakturen, sowie aufgeteilt nach Frauen und Männern (Tabelle 40):

Tabelle 40 SF-36 Subskalen Normstichprobe [52], Gesamtbetrachtung, B-Frakturen, C-Frakturen (MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung)

	Normstichprobe [52]	Gesamt	B-Frakturen	C-Frakturen
	MW ± SD	MW ± SD	MW ± SD	MW ± SD
Körperliche Funktionsfähigkeit	85,7 ± 22,1	70,0 ± 28,5	70,0 ± 29,1	70,0 ± 28,8
Körperliche Rollenfunktion	83,7 ± 31,7	69,9 ± 42,9	71,3 ± 45,4	68,4 ± 41,5
Körperliche Schmerzen	79,1 ± 27,4	63,2 ± 26,6	63,8 ± 27,7	62,5 ± 26,1
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	68,1 ± 20,2	72,8 ± 19,1	69,0 ± 21,7	76,7 ± 15,9
Vitalität	63,3 ± 18,5	53,6 ± 17,5	55,0 ± 20,0	52,1 ± 14,9
Soziale Funktionsfähigkeit	88,8 ± 18,4	91,9 ± 19,0	98,1 ± 6,2	85,5 ± 25,9
Emotionale Rollenfunktion	90,4 ± 25,6	82,1 ± 37,4	80,0 ± 38,1	84,2 ± 37,5
Psychisches Wohlbefinden	73,9 ± 16,4	75,9 ± 16,1	76,2 ± 18,8	75,6 ± 13,1

Es zeigen sich in der Gesamtbetrachtung in drei („Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“, „Soziale Funktionsfähigkeit“, „Psychisches Wohlbefinden“) von acht Subskalen höhere Mittelwerte als in der Normbevölkerung. In den fünf anderen Skalen erreichten die Studienteilnehmer einen zum Teil deutlich niedrigeren Mittelwert, was darauf schließen lässt, dass die Studienteilnehmer im Vergleich zur Normbevölkerung ein erniedrigtes Gesundheitsempfinden haben. Der Unterschied in den Ergebnissen in der Kategorie „Soziale Funktionsfähigkeit“ zwischen den B- und C-Typ-Frakturen ist signifikant ($p < 0,05$).

Im Rahmen der Auswertung wurden zusätzlich die z-Werte für jede Subskala berechnet und grafisch dargestellt (Abbildung 20). Aus dem Vorliegen der negativen z-Werte, vor allem in den Subskalen, welche die körperliche Funktionsfähigkeit, Vitalität und die Schmerzen beschreiben, kann interpretiert werden, dass die Teilnehmer unserer Studie eine geringere Lebensqualität empfinden als die Probanden der Normbevölkerung.

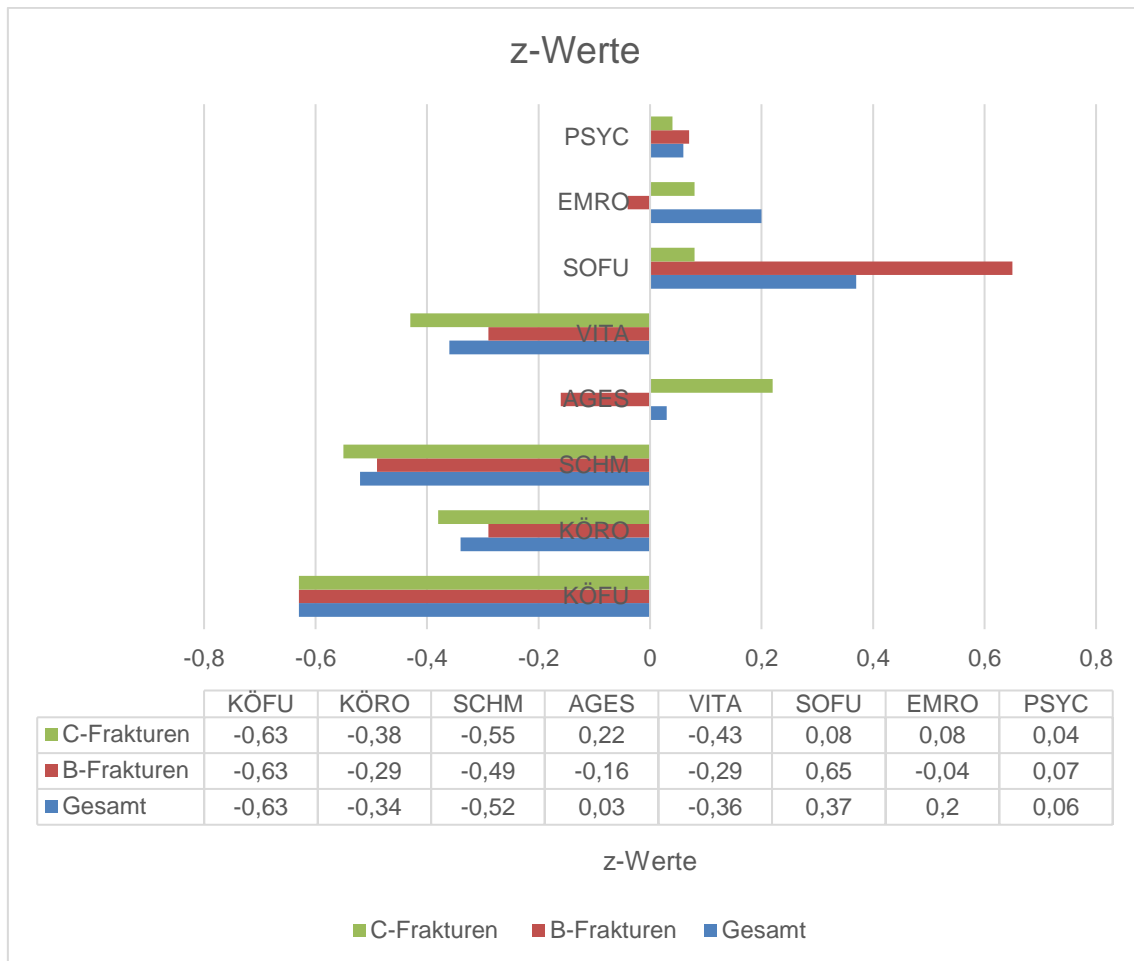


Abbildung 20 SF-36 z-Werte Gesamtstudienteilnehmer, B-Frakturen, C-Frakturen (KÖFU = Körperliche Funktionsfähigkeit, KÖRO = Körperliche Rollenfunktion, SCHM = Körperliche Schmerzen, AGES = Allgemeine Gesundheitswahrnehmung, VITA = Vitalität, SOFU = Soziale Funktionsfähigkeit, EMRO = Emotionale Rollenfunktion, PSYC = Psychisches Wohlbefinden [52, 65]

3.12.2 Vergleich weibliche und männliche Studienteilnehmer

Es zeigt sich, dass die errechneten Mittelwerte der Frauen in sechs Subskalen niedriger liegen als bei den Männern. Lediglich in den Skalen „Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ und „Emotionale Rollenfunktion“ erzielten die Frauen höhere Werte als die Männer. Dabei liegen die Werte in der Skala „Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ bei beiden Geschlechtern über dem Mittelwert der vergleichbaren Normbevölkerung. Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass die gemessene subjektive „Lebensqualität“ der Frauen in sechs Lebensqualitätsskalen niedriger ist als die der Männer. Allerdings konnte im

Rahmen statistischer Tests keine Signifikanz für diese Ergebnisse nachgewiesen werden (Tabelle 41).

Tabelle 41 SF-36 Subskalen [52, 65] Gesamtbetrachtung, Frauen, Männer (MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n.s. = nicht signifikant)

	Frauen	Männer	Mittelwertdifferenz
	MW ± SD	MW ± SD	
Körperliche Funktionsfähigkeit	64,1 ± 31,9	74,5 ± 25,4	10,4 (n.s.)
Körperliche Rollenfunktion	64,7 ± 46,8	73,9 ± 40,4	9,2 (n.s.)
Körperliche Schmerzen	56,0 ± 30,4	68,7 ± 22,4	12,7 (n.s.)
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	75,8 ± 17,8	70,4 ± 20,0	-5,4 (n.s.)
Vitalität	50,0 ± 19,2	56,4 ± 16,1	6,4 (n.s.)
Soziale Funktionsfähigkeit	91,9 ± 21,2	92,0 ± 18,4	0,1 (n.s.)
Emotionale Rollenfunktion	82,4 ± 39,3	81,8 ± 36,7	-0,5 (n.s.)
Psychisches Wohlbefinden	75,1 ± 17,9	76,5 ± 14,9	1,5 (n.s.)

3.12.3 Körperliche und psychische Summenskala

Aus den acht Subskalen wurden für die Gesamtstudienteilnehmer, sowie für die Untergruppen B-/C-Frakturen und die beiden Geschlechter die körperliche und psychische Summenskala gebildet. Dabei zeigen sich im Vergleich zur deutschen Normstichprobe [79] bei den körperlichen Summenskalen in allen Untergruppen deutlich niedrigere Werte. Vor allem der besonders niedrige Wert der weiblichen Studienteilnehmer ist dabei auffällig. Die errechneten Werte der psychischen Summenskalen sind in allen Gruppen höher als der Wert der deutschen Normstichprobe. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die

Patienten unserer Studie vor allem im Bereich der „körperlichen Lebensqualität“ gegenüber der Normbevölkerung eine Einschränkung verspüren. Die „psychische Lebensqualität“ scheint dabei nicht beeinträchtigt zu sein.

Tabelle 42 SF-36 Fragebogen, Körperliche und psychische Summenskala, Studienteilnehmer Gesamt und in Untergruppen im Vergleich zur deutschen Normstichprobe [52, 65, 79]

	Körperliche Summenskala	Psychische Summenskala
Deutsche Normstichprobe [79]	50,0	50,0
Gesamt	44,3	52,9
B-Frakturen	44,1	53,3
C-Frakturen	44,4	52,2
Frauen	41,5	54,6
Männer	45,6	52,6

3.12.4 SF-36 bei Beinachsabweichung

Die Auswertung des SF-36 erfolgte in den Untergruppen der Patienten mit identischer Beinachse, mit Valgus- und Varusabweichung und mit gerader Beinachse der betroffenen Seite und Achsabweichung der unverletzten Seite. Für die acht Subskalen des SF-36 ergaben sich dabei die in der folgenden Tabelle aufgeführten Mittelwerte. Zum Vergleich sind die Mittelwerte der Normbevölkerung ebenfalls mit eingetragen:

Tabelle 43 Mittelwerte der SF-36-Subskalen, Mittelwerte Normbevölkerung [52, 65], Patienten mit Valgusabweichung, Varusabweichung, identischer Beinachse beidseits, gerader Beinachse der betroffenen Seite und Achsabweichung der unverletzten Seite und Patienten mit durchgeführter Umstellungsosteotomie (MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung)

	Normbevölkerung	Valgusabweichung	Varusabweichung	Identische Beinachse	Gerade Beinachse betroffene Seite, Achsabweichung unverletzte Seite	Umstellungsosteotomie
	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD
Körperliche Funktionsfähigkeit	85,71±22,1	45,7±18,1	81,3±10,3	82,1±27,4	62,9±29,1	62,5±35,2
Körperliche Rollenfunktion	83,7±31,73	39,3±49,7	93,8±12,5	80,9±37,0	71,4±41,9	50,0±57,7
Körperliche Schmerzen	79,08±27,38	47,3±8,9	64,8±23,2	71,9±25,3	45,6±26,5	82,8±34,5
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	68,05±20,15	51,6±21,5	77,0±10,8	81,4±16,2	68,1±15,2	77,0±11,5
Vitalität	63,27±18,47	38,6±8,9	55,0±12,2	60,0±15,6	54,3±14,0	50,0±33,4
Soziale Funktionsfähigkeit	88,76±18,4	83,9±21,4	100±0	93,4±18,9	100±0	78,0±35,9
Emotionale Rollenfunktion	90,35±25,62	47,6±50,4	100±0	92,2±25,1	85,7±37,8	75,0±50,0
Psychisches Wohlbefinden	73,88±16,38	56,0±7,7	76,0±9,8	85,9±8,5	71,4±17,8	76,0±22,6

Es zeigt sich, dass die Mittelwerte aller acht Subskalen der Patienten mit Valgusfehlstellung deutlich unter denen der Normbevölkerung liegen. Das lässt darauf schließen, dass die Lebensqualität dieser Patienten unter der Normbevölkerung liegt. Auch in fünf der acht Subskalen bei Patienten mit durchgeführter Umstellungsosteotomie lagen die Mittelwerte unter denen der Normbevölkerung. Bei Patienten mit gerader Beinachse der verletzten Seite und Achsfehlstellung der gesunden Seite lagen die Mittelwerte in sechs Subskalen unter denen der Normbevölkerung.

3.13 Patienten mit erfolgter Umstellungsosteotomie

Aufgrund einer behandlungsbedürftigen Valgusfehlstellung wurde bei vier (10,3%) Patienten postoperativ eine varisierende Umstellungsosteotomie durchgeführt. Die Eingriffe erfolgten im Median 16 Monate (Min 10, Max 18 Monate) nach dem Frakturereignis. Bei den betroffenen Patienten handelte es sich um zwei Frauen und zwei Männer, mit einem Durchschnittsalter von $44,3 \pm 6,2$ Jahren zum Unfallzeitpunkt.

Radiologisch vermessene Beinachsen vor und nach der Umstellung:

Die Valgusabweichung nach der Tibiakopffraktur zeigte sich in den radiologisch bestimmten Werten für den mTFA und ist in der folgenden Tabelle 44 dargestellt.

Tabelle 44 Mittelwert (MW) \pm Standardabweichung (SD) des mechanischen femoro-tibialen Winkels (mTFA) nach der Tibiakopffraktur und vor erfolgter Umstellungsosteotomie (N = Anzahl der Patienten)

Winkel/Messgröße	N=	MW \pm SD
mTFA > 1° auf der betroffenen Seite	4	5,2 \pm 1,9

Für die mechanischen Winkel der unteren Extremität ergaben sich folgende Werte auf der betroffenen Seite nach der Tibiakopffraktur und vor der varisierenden Umstellungsosteotomie:

Tabelle 45 Mittelwerte \pm Standardabweichung des mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel, mLPFW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel und die mittlere Abweichung zu den Patienten ohne Achsabweichung nach der Tibiakopffraktur auf der betroffenen Seite (N= Anzahl der Patienten) [73, 74, 80]

Winkel/Messgröße	N=	MW \pm SD
mLPFW 84-90°	1	84,5
mLPFW < 84°	2	80,8 \pm 2,0
mLPFW > 90°	1	92,5
mLDFW 84-90°	4	86,2 \pm 1,7
mLDFW < 84°	0	-
mLDFW > 90°	0	-
mMPTW 84-90°	2	88,6 \pm 1,3
mMPTW < 84°	0	-
mMPTW > 90°	2	96,2 \pm 3,5
mLDTW 86-92°	0	-
mLDTW < 86°	3	83,7 \pm 2,6
mLDTW > 92°	1	93,3

Nach erfolgter varisierender Umstellungsosteotomie (zum Nachuntersuchungszeitpunkt) ergaben sich folgende Werte für die radiologisch bestimmten Winkel und Achsverhältnisse der unteren Extremität:

Tabelle 46 Mittelwerte (MW) ± Standardabweichung (SD) der Main axis deviation (MAD) und des mechanischen tibiofemorales Winkels (mTFA) auf der betroffenen und auf der unverletzten Seite und die mittlere Differenz zu Patienten ohne Achsabweichung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (N=Anzahl der Patienten) [73, 74, 80]

Messgröße	Betroffene Seite		Unverletzte Seite	
	N=	MW ± SD	N=	MW ± SD
mTFA im Normbereich	4	-2,1 ± 5,0	2	-1,7 ± 1,6
mTFA > 1°	0	-	2	3,8 ± 0,2
mTFA < -3,4°	0	-	0	-

Tabelle 47 Mittelwerte (MW) ± Standardabweichung (SD) des mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel, mLPFW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel und die mittlere Abweichung zu den Patienten ohne Achsabweichung zum Nachuntersuchungszeitpunkt auf der betroffenen und unverletzten Seite (N=Anzahl der Patienten) [73, 74, 80]

	Betroffene Seite		Unverletzte Seite	
	N=	MW ± SD	N=	MW ± SD
mLPFW 84-90°	0	-	1	84,5
mLPFW < 84°	3	79,3 ± 2,9	2	78,8 ± 5,3
mLPFW > 90°	1	90,2	1	90,2
<hr/>				
mLDFW 84-90°	4	86,4 ± 1,8	4	86,9 ± 1,8
mLDFW < 84°	0	-	0	-
mLDFW > 90°	0	-	0	-
<hr/>				
mMPTW 84-90°	2	85,6 ± 2,1	1	90,6
mMPTW < 84°	1	80,6	0	-
mMPTW > 90°	1	90,4	3	90,6 ± 0,4
<hr/>				
mLDTW 86-92°	1	86,9	2	91,4 ± 0,4
mLDTW < 86°	2	79,2 ± 8,8	2	81,0 ± 2,1
mLDTW > 92°	1	94,3	0	-

Frakturklassifikation:

In einem Fall handelte es sich um eine B2-Fraktur, in zwei Fällen um eine B3-Fraktur und in einem weiteren Fall um eine C3-Fraktur.

Arbeitsunfähigkeit:

Eine der Patientinnen befand sich zum Zeitpunkt des Frakturereignisses im Mutterschutz und konnte somit keine Angaben zur Arbeitsunfähigkeitsdauer angeben. Bei den drei anderen Patienten betrug die mediane Arbeitsunfähigkeitsdauer 180 Tage (Min 10, Max 240 Tage). Die durchschnittliche wöchentliche Arbeitszeit änderte sich bei drei von vier Patienten nicht und betrug durchschnittlich $41,7 \pm 7,6$ Stunden. Die Patientin, die sich zum Unfallzeitpunkt in Mutterschutz befand, verringerte im Verlauf ihre wöchentliche Arbeitszeit von 41 auf 30 Stunden; dies ist allerdings nicht durch die gesundheitliche Situation der Patientin verursacht, sondern erfolgte aus persönlichen Gründen.

Bei der Betrachtung der Arbeitsschwere nach der REFA-Klassifikation ergab sich folgende Verteilung sowohl vor dem Unfallereignis als auch zum Untersuchungszeitpunkt:

Tabelle 48 Verteilung der REFA-Klassifikation [54, 55, 57, 58, 60] vor dem Unfallereignis und zum Untersuchungszeitpunkt

REFA-Klassifikation	Anzahl der Patienten, N=
0	2 (50%)
1	1 (25%)
2	1 (25%)

Minderung der Erwerbsfähigkeit:

Bei zwei Patienten ereignete sich die Fraktur in Rahmen eines Arbeitsunfalls. Keiner der Patienten hatte zum Untersuchungszeitpunkt ein Verfahren zur Begutachtung der Minderung der Erwerbsfähigkeit angestrebt.

Krankenhausverweildauer, Rehabilitation und Physiotherapie:

Bei zwei Patienten, deren Fraktur sich im Rahmen eines Arbeitsunfalls ereignete, lag die Krankenhausverweildauer mit 14 bzw. 21 Tagen deutlich höher als bei den zwei Patienten (jeweils 10 Tage), die nicht berufsgenossenschaftlich versichert waren.

Die beiden berufsgenossenschaftlich versicherten Patienten nahmen zudem an einem stationären Rehabilitationsprogramm teil, das 21 bzw. 35 Tage dauerte. Eine weitere Patientin erhielt eine 15-tägige ambulante Rehabilitation.

Drei Patienten (zwei berufsgenossenschaftlich versichert und der Patient, der an keine ambulante oder stationäre Rehabilitation teilnahm) nahmen im Verlauf im Median 15 Physiotherapietermine (Min 10, Max 100 Termine) wahr. Auf die Frage nach der subjektiv empfundenen Fitness zum Untersuchungszeitpunkt im Vergleich zu der Zeit vor der Tibiakopffraktur gaben alle vier Patienten an, sich körperlich weniger fit zu fühlen.

Lysholm-Gillquist-Score:

Für die Zeit vor der Tibiakopffraktur erzielten alle vier Patienten 100 Punkte und damit ein sehr gutes Ergebnis im Lysholm-Gillquist-Score. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (nach erfolgter Umstellungsosteotomie) betrug der Median 67,5 Punkte (Min 30, Max 97 Punkte) und es ergab sich folgende Verteilung in der Einteilung des Scores:

Tabelle 49 Lysholm-Gillquist-Score [51], Verteilung der Patienten mit erfolgter Umstellungsosteotomie

Lysholm-Gillquist-Score	Anzahl der Patienten, N=
Sehr gut	1 (25%)
Gut	0
Mäßig	1 (25%)
Schlecht	2 (50%)

Arthrosegrade:

Bei zwei der Patienten lag sowohl auf der betroffenen als auch auf der unverletzten Seite ein Arthrosegrad nach Kellgren und Lawrence von 1 vor. Bei einem Patienten lag auf der unverletzten Seite ein Arthrosegrad von 1 und auf der betroffenen Seite von 2 vor. Bei einem weiteren Patienten betrug der Arthrosegrad der unverletzten Seite 0 und der betroffenen Seite 1.

4 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass die Arbeitsunfähigkeitsdauer sowohl von der Arbeitsschwere (nach der REFA-Klassifikation) als auch von der postoperativen Beinachse abhängt. Das erreichte klinische Ergebnis war bei Valgusabweichung schlechter. Die Hypothese, dass das Ausmaß der Berentung vom Frakturtyp abhängt, konnte nicht bestätigt werden.

In der Literatur sind die Angaben darüber, wie viele Patienten nach der Tibiakopffraktur wieder in ihren davor ausgeübten Beruf zurückkehren bzw. den Beruf mit gleicher Arbeitszeit und Intensität ausüben, sehr häufig verschieden. Eine einheitliche Klassifikation der Arbeitsschwere fand bisher nicht statt. Durch die Anwendung der REFA-Klassifikation bei Patienten nach Korrekturosteotomien wurde eine einfache Klassifikation in der internationalen Literatur eingeführt [54, 55, 60].

Bei den Patienten, die an der Studie von Attmanspacher et al. (2002) teilnahmen, wurden die Tibiakopffrakturen arthroskopisch-radiologisch gestützt operiert und die Patienten im Durchschnitt nach 48 Monaten nachuntersucht. Alle Patienten konnten zum Untersuchungszeitpunkt wieder in ihrem ursprünglichen Beruf tätig sein und die Arbeitsunfähigkeit lag bei 12 Wochen [81]. Im Gegensatz zu den vorliegenden Ergebnissen wurde zur Beschreibung der Fraktur die Klassifikation nach Tscherne und Lobenhoffer verwendet [11]. Vergleicht man diese Klassifikation mit der AO-Klassifikation, so entspricht der Fraktur-Typ P4 der C-Fraktur. In der gesamten Gruppe waren diese Frakturtypen nicht enthalten und vorwiegend die Typ-P2-Fraktur mit Impressionen vertreten, die durch Aufstößelung reponiert werden konnte. Somit sind die deutlich besseren klinischen Ergebnisse wie auch die geringere Arbeitsunfähigkeitszeit auf die geringere Schwere der Verletzung zurückzuführen. In einer Studie von Stevens et al. (2001), die Patienten mit operativ versorgten Tibiakopffrakturen nach frühestens fünf Jahren nachuntersuchten, wurde der Einfluss von Alter wie auch der Frakturtyp analysiert. In der Gruppe über 40 Jahren hatte der Frakturtyp keinen Einfluss auf das Ergebnis. In der Gruppe der unter 40-jährigen konnten 84% der untersuchten Patienten wieder in ihrem ursprünglichen Beruf tätig sein,

68% der Patienten gingen dabei einer Vollzeitarbeit nach, 16% einer Teilzeitbeschäftigung. In der Gruppe der über 40-jährigen Patienten kehrten 48% in eine Vollzeitbeschäftigung zurück und 9% in eine Teilzeitbeschäftigung. Somit kehrten 43% der über 40-jährigen Patientin in dieser Studie nicht wieder in eine Berufstätigkeit zurück. Eine genauere Angabe zum ausgeübten Beruf und der Arbeitsschwere wurde in dieser Arbeit nicht gemacht [82]. Auch in den von uns erhobenen Daten waren alle fünf Patienten, die ihre Arbeitsschwere reduzieren mussten zum Unfallzeitpunkt über 45 Jahre alt (durchschnittlich $50,8 \pm 4,8$ Jahre) und unterstützen die Ergebnisse von Stevens et al. [82], dass das Alter einen Faktor darstellt, der die Arbeitsfähigkeit nach einer Tibiakopffraktur einschränkt. In der Arbeit von Dehn (2002), die 240 Patienten frühestens 12 Monate nach dem Frakturereignis untersuchte, wurden die Berufsgruppen wie folgt eingeteilt: Selbstständige (6%), Arbeiter (8%), Rentner (37%), Auszubildende/Schüler/Studenten (5%), Angestellte (17%), Hausfrau (8%) und Beamte (2%). Postoperativ mussten nur 5,3% der Patienten ihren Beruf wechseln und nur ein Patient in dieser Studie ließ sich in den Vorruhestand versetzen. Dabei handelte es sich um Patienten aus den Berufsgruppen der Angestellten, Selbstständigen und Auszubildenden, von denen in sechs von sieben Fällen eine operative Behandlung erfolgte. Das Durchschnittsalter dieser Patienten lag mit 32 Jahren allerdings deutlich niedriger als das Durchschnittsalter der Patienten, die in unserer Studie ihre Arbeitsschwere reduzieren mussten [83]. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass in der Untersuchung von Dehn bei fünf der sieben Patienten, die ihren Beruf wechseln mussten, Begleitverletzungen der gegenseitigen Extremität, des Rumpfes oder in zwei Fällen ein Polytrauma auftraten, wohingegen die von uns untersuchten Patienten isolierte Tibiakopffrakturen erlitten [83]. In der Studie von Kraus et al. (2012), welche sich mit der Fragestellung nach der sportlichen Aktivität nach operativ versorgter Tibiakopffraktur beschäftigte, wurden 89 Patienten durchschnittlich 52,8 Monate nach dem Frakturereignis untersucht. Hier mussten 4,5% der Patienten ihren Beruf aufgeben oder in eine körperlich weniger belastende Arbeitstätigkeit wechseln, jedoch ohne genaue Angabe der Arbeitsschwere [3]. Van Dreumel et al. (2015) untersuchten in ihrer Arbeit das

Ergebnis nach operativ versorgter Tibiakopffraktur und erhoben dafür die Daten von 71 Patienten ein Jahr nach dem Frakturereignis, von denen 39 Patienten zum Unfallzeitpunkt einer Arbeit nachgingen. Nach durchschnittlich 5,6 Monaten konnten 77% der Patienten in eine Teilzeitbeschäftigung zurückkehren und nach durchschnittlich 6,8 Monaten konnten 64% wieder eine Vollzeitbeschäftigung aufnehmen. Drei der 39 Patienten konnten aufgrund der Einschränkungen durch ihre Fraktur nicht wieder in die Berufstätigkeit zurückkehren [84]. Uruuela et al. (2013) berichteten in ihrer retrospektiven Studie, über das Ergebnis zwölf Monate postoperativ nach versorgter Tibiakopffraktur, von einem ähnlich hohen Anteil (76%) der Patienten, die wieder in ihren Beruf zurückkehren konnten, ohne Angabe zur Arbeitsschwere [85]. In der Arbeit von Roßbach et al. (2014), in der auch Patienten mit Mehrfachverletzung (59%) und Zustand nach Polytraumatisierung (33,3%) berücksichtigt sind, wird berichtet, dass nur 51,2% der Patienten wieder in ihren angestammten Beruf zurückkehren konnten, 21% der Patienten ließen sich berenten, 12,2% der Patienten wurden erwerbsunfähig und 7,3% der Patienten nahmen an Umschulungsmaßnahmen teil [86].

In unserer Studie konnten 31 (81,6%) Patienten ihren ursprünglichen Beruf mit gleichbleibender wöchentlicher Arbeitszeit und Arbeitsschwere wiederergreifen. Fünf (12,8%) Patienten mussten postoperativ ihre körperliche Arbeitsbelastung um 1-2 REFA-Klassen reduzieren. Ein Patient in unserer Studie wurde postoperativ umgeschult. Dabei konnten unsere Hypothesen, dass eine höhere Arbeitsbelastung häufiger zu einer Umschulung des Patienten oder einer Verrentung führt, nicht belegt werden. Eine mögliche Ursache liegt dabei in der insgesamt geringen Anzahl an Patienten, welche nicht wieder in ihren angestammten Beruf zurückkehren konnten. Einen weiteren Faktor könnte dabei auch die Tatsache spielen, dass nur ein Drittel der teilnehmenden Patienten einer Arbeit mit höherer Arbeitsbelastung (REFA 2, 3 oder 4) nachgingen. Weiterhin erhielten alle Studienteilnehmer eine Nachbehandlung in Form einer Anschlussheilbehandlung oder ambulanten Physiotherapie, was sich positiv auf den Heilungsverlauf und die Arbeitsfähigkeit der Patienten ausgewirkt haben könnte.

Die Angaben zur Arbeitsunfähigkeitsdauer nach einer Tibiakopffraktur in der Literatur sind unterschiedlich und schwanken je nach Studie im Mittel zwischen 12 und 37 Wochen. Dabei sind in vielen Arbeiten im Gegensatz zu unserer Studie Patienten mit Begleitverletzungen und Polytraumatisierung mit eingeschlossen und stellen einen Faktor dar, der die Arbeitsunfähigkeitsdauer verlängern kann und eine Objektivierung erschwert [81, 83, 86-88]. Einen signifikanten Unterschied in der Dauer der Arbeitsunfähigkeit zwischen Typ-B- und Typ-C-Frakturen stellte Litz (2005) in seiner Arbeit fest [87]. In dieser Arbeit wurden die Behandlungsergebnisse auf eine Abhängigkeit der Ursache und des Versicherungsverhältnisses der Patienten untersucht. Hier waren sowohl operativ als auch konservativ versorgte Frakturen eingeschlossen. Mit 40,5 Wochen lag die Arbeitsunfähigkeitsdauer bei Typ-C-Frakturen in der Arbeit von Litz (2005) im Durchschnitt deutlich höher als bei Typ-B-Frakturen mit durchschnittlich 21,9 Wochen und Typ-A-Frakturen mit durchschnittlich 21,1 Wochen [87]. Eine ähnliche Tendenz wiesen die von uns erhobenen Daten auf. Zwischen den Frakturtypen zeigte sich ein Unterschied (Typ-B-Frakturen 91 Tage, Typ-C-Frakturen 140 Tage). Insgesamt lag die mittlere Arbeitsunfähigkeitsdauer bei 120 Tagen. Die schlechteren Ergebnisse in der vorgestellten Arbeit könnten durch die unterschiedliche Behandlungsstrategie bedingt sein. Ein konservatives Vorgehen bei auch höhergradigen Frakturformen setzt sicherlich eine noch längere Teilbelastung voraus. Daraus kann wiederum ein negativer Effekt auf die Arbeitsunfähigkeit resultieren. Die Hypothese, dass eine posttraumatische Achsfehlstellung ein schlechteres klinisches Ergebnis bedingt, kann dadurch unterstrichen werden, dass die Arbeitsunfähigkeitsdauer bei Patienten mit posttraumatischer Valgusfehlstellung (mit und ohne erfolgter varisierender Umstellungsosteotomie) im Median deutlich länger war, als bei den übrigen Studienteilnehmern. Auffallend dabei ist die deutlich niedrigere Arbeitsunfähigkeitsdauer bei Patienten mit posttraumatischer Varusfehlstellung der betroffenen Extremität. Dies könnte allerdings bedingt sein durch die kleine Anzahl (N=4) an Patienten mit Varusfehlstellung, aber auch durch einen wesentlichen Einfluss des lateralen Tibiaplateaus und der Rekonstruktion auf das Ergebnis.

Die Angaben zum Anteil der Arbeitsunfälle schwankt in der Literatur zwischen 6,2% (Dehn (2002)) [83] und 26% (Muggler et al. (1975)) [89] und lag in der Arbeit von Moslehi (2006) bei 15,1% [90]. Mit einem Anteil von 33,3% (13 Patienten) waren die Arbeits- oder Wegeunfälle in unserer Studie somit deutlich häufiger als in den angegebenen Studien. Dies ist sicherlich eine logische Folge der Klinikstruktur in Deutschland mit dem Vorhandensein der Berufsgenossenschaftlichen Unfallkliniken. Die vorliegenden Daten stammen aus einer solchen. Von diesen 13 Patienten wurde vier Patienten (30,8%) im Rahmen einer Begutachtung eine Minderung der Erwerbsfähigkeit in Mittel von $22,5 \pm 9,6\%$ zugesprochen. Das Alter dieser Patienten lag im Median bei 52 Jahren (Min 33, Max 56 Jahre) und könnte somit einen Faktor darstellen, der den Erhalt einer MdE nach einer Tibiakopffraktur beeinflusst. Dehn (2002) beschreibt in ihrer Arbeit einen geringen Anteil von 4,4% der untersuchten Patienten, die eine Teilinvaliditätsrente erhielten [83]. Das Durchschnittsalter lag hier mit 26,6 Jahren relativ niedrig. Alle Patienten waren zum Unfallzeitpunkt berufstätig, wobei sich ein Patient posttraumatisch beruflich umorientieren musste. Bei mehreren dieser Patienten traten Begleitverletzungen auf. Litz (2005), der in seiner Arbeit die Ergebnisse nach Tibiakopffraktur hinsichtlich des bestehenden Versicherungsverhältnisses (berufsgenossenschaftlich-versichert versus gesetzlich versichert) untersuchte, berichtete von einem hohen Anteil von 32,2% der Patienten, denen eine Minderung der Erwerbsfähigkeit zugesprochen wurde [87]. Hierbei zeigt sich ein deutlich höherer Anteil an Patienten mit C-Typ-Frakturen. Mehr als doppelt so viele Patienten, die sich beruflich umorientierten, berufsunfähig wurden oder eine MdE erhielten, waren dabei berufsgenossenschaftlich versichert. Wie in der vorliegenden Arbeit stammen auch diese Daten aus einer Berufsgenossenschaftlichen Klinik.

Die Krankenhausverweildauer unserer Patienten lag in der Gesamtbetrachtung im Median bei zwölf Tagen und damit vergleichbar zu den in der Literatur gefundenen Angaben. Die Krankenhausaufenthaltsdauer nach operativ versorgter Tibiakopffraktur schwankt in verschiedenen Studien zwischen 10 und

28 Tagen [32, 86, 88, 90, 91]. In der Literatur finden sich nur selten Angaben über eine gesonderte Betrachtung der Krankenhausaufenthaltsdauer der einzelnen Frakturtypen. In der Arbeit von Litz (2005) wurde bereits eine signifikant länger Krankenhausaufenthaltsdauer nach Tibiakopffraktur bei Typ-C-Frakturen im Vergleich zu den anderen Fraktur-Typen gezeigt [87]. Wir konnten in unserer Studie ebenfalls einen signifikanten Unterschied der Krankenhausaufenthaltsdauer zwischen den Frakturtypen beobachten. Patienten mit Typ-B-Frakturen hatten im Mittel eine Verweildauer von 10 Tagen, Patienten mit Typ-C-Frakturen von 20 Tagen. Es zeigte sich zudem, dass Patienten, deren Tibiakopffraktur sich im Rahmen eines Arbeits-/Wegeunfalls ereignet hatte mit im Median 19 Tagen (Min 8, Max 42) eine deutlich längere, wenn auch nicht signifikant verlängerte, Krankenhausverweildauer hatten als Patienten, die nicht berufsgenossenschaftlich versichert waren (Median 10, Min 4, Max 48). Die Verteilung der Frakturtypen war in diesen beiden Gruppen ähnlich.

In einer Studie von Gerich et al. (2001) zeigte sich eine Abhängigkeit der Krankenhausaufenthaltsdauer nach Tibiakopffraktur vom Alter der Patienten (bei über 60-jährigen Patienten längere Verweildauer). Mit den von uns erhobenen Daten konnten wir dies nicht unterstützen, die Krankenhausverweildauer lag bei Patienten über 50 Jahren mit im Median 12 Tagen (Min 7, Max 30) gleich hoch wie bei den unter 50-jährigen Patienten (Min 4, Max 84) [92].

Roßbach et al. beschrieben als weiteren Faktor für einen längeren Krankenhausaufenthalt das Vorliegen von Kettenverletzungen oder Polytraumata [86]. Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch Dehn (2002) in ihrer Arbeit, die Patientendaten nach Tibiakopffraktur mit der internationalen Literatur vergleicht [83]. In mehreren Studien zeigte sich, dass eine konservativ behandelte Tibiakopffraktur mit einer kürzeren Krankenhausverweildauer einhergeht als eine operativ behandelte Tibiakopffraktur [83, 87]. Als mögliche Gründe für eine verlängerte Liegedauer werden hier das Auftreten von Komplikationen nach operativer Frakturversorgung (z.B. Wundinfektionen, Kompartmentsyndrom) angegeben [93-95].

Ein weiterer entscheidender Faktor für die Liegedauer ist das geltende Vergütungssystem in den einzelnen Zeiträumen und Ländern. Während früher eine Vergütung nach Tagen erfolgte, wird heute durch das DRG-System (Diagnosis-related Groups) über eine Fallpauschale abgerechnet. In den Berufsgenossenschaftlichen Kliniken wurde von Tagessätzen auf Fallpauschalen erst im Jahr 2016 umgestellt. Somit muss postuliert werden, dass die Patienten mit entsprechendem Versicherungsstatus schon aufgrund der Vergütungssituation länger bzw. kürzer im Krankenhaus verblieben sind.

In der Literatur sind wenige Angaben zur Rehabilitation und physiotherapeutischen Nachbehandlung operativ versorgter Tibiakopffrakturen zu finden. In zwei Studien (Roßbach et al. (2014) [86] und Dehn (2002) [83]) erhielten 93% bzw. 79,1% der Patienten nach operativ versorgter Tibiakopffraktur eine Rehabilitationsmaßnahme und die physiotherapeutische Nachbehandlungen wurden nach 57,7 bzw. 19 Wochen beendet.

In unserer Studie nahmen alle Patienten (100%) an einer physiotherapeutischen Nachbehandlung teil. Diese erfolgte entweder in Form einer Anschlussheilbehandlung und/oder einer ambulanten Physiotherapie. Signifikant geringer war dabei die Anzahl der wahrgenommenen Physiotherapietermine der Patienten mit Typ-B-Frakturen als die der Patienten mit Typ-C-Frakturen. Dies unterstützt die Hypothese, dass die Nachbehandlung mit zunehmender Schwere der Verletzung langwieriger und intensiver wird. Wenn davon ausgegangen wird, dass pro Woche im Durchschnitt ein bis zwei Physiotherapiesitzungen stattfinden, liegen die von uns erhobenen Ergebnisse im Bereich der in der Literatur angegebenen Ergebnisse.

Sechs (50%) der zwölf Patienten, die eine Anschlussheilbehandlung erhielten, waren berufsgenossenschaftlich versichert. In unseren Ergebnissen zeigte sich außerdem eine signifikant längere und intensivere physiotherapeutische Nachbehandlung bei Patienten, die posttraumatische eine Differenz der Beinachsen aufwiesen.

Unseren Ergebnissen zufolge stellt das Alter keinen Faktor dar, der eine Nachbehandlung verlängert; hierzu wurden keine Angaben in der internationalen Literatur gefunden.

Dass eine höhere Arbeitsbelastung eine längere Nachbehandlung bedingt, konnte in unserer Studie nicht bestätigt werden. Zwar lag der Median der Anzahl der Physiotherapietermine bei Patienten mit niedriger Arbeitsbelastung (REFA 0 und 1) mit 24,5 Terminen unter dem Median der Patienten mit hoher Arbeitsbelastung (REFA 2, 3 und 4) von 30 Terminen. Allerdings konnte dieses Ergebnis nicht als signifikant gewertet werden. Auch hierzu konnten in der Literatur keine vergleichbaren Ergebnisse gefunden werden.

Die durchschnittlichen Ergebnisse des Lysholm-Gillquist-Score nach Tibiakopffraktur schwanken in der Literatur zwischen 63,5 und 94,5 Punkten. Der Wert des Lysholm-Gillquist-Scores lag bei unseren Patienten im Median bei 73 Punkten, was einem mäßigen Ergebnis entspricht. 71,8% der Patienten hatte ein mäßiges bis schlechtes Ergebnis.

In den Studien von Partenheimer et al. (2007) und Eggli et al. (2008) wurden ausschließlich Patienten mit Typ-C-Frakturen untersucht, was die Vergleichbarkeit mit anderen Studien, in denen der Lysholm-Gillquist-Score nicht differenziert nach Typ-B- und Typ-C-Frakturen ausgewertet wurde, einschränkt [96, 97]. In der Arbeit von Eggli et al. (2008) wurde mit insgesamt 14 Patienten eine relativ kleine Gruppe an Patienten zwischen einem und drei Jahren posttraumatisch nachuntersucht. Hier wurde angegeben, dass es sich im Wesentlichen um low- bis moderate-energy Traumata handelte [96]. Partenheimer et al. (2007) untersuchte 62 Patienten 11-13 Monate nach dem Frakturereignis ohne Angabe ob und in welchem Umfang eine Nachbehandlung der Patienten stattfand [97]. Unsere Patienten mit Typ-C-Frakturen zeigten im Lysholm-Gillquist-Score deutlich schlechtere Ergebnisse (in 78,9% ein mäßiges oder schlechtes Ergebnis) als die Patienten in den oben genannten Arbeiten von Eggli et al. (durchschnittlich 83,5 Punkte mit einer Spanne von 64,5-92,0) [96] und Partenheimer et al. (durchschnittlich 87,2 Punkte mit einer Spanne von 45-100) [97]. In ihrer Untersuchung betrachteten Müller et al. (2014) die Ergebnisse

des Lysholm-Gillquist-Scores in den Untergruppen der Typ-B- und Typ-C-Frakturen und fanden dabei keine signifikanten Unterschiede, allerdings erzielten auch hier die Patienten mit C-Typ-Frakturen das schlechteste Ergebnis [98]. Kraus et al. (2012) beschrieben ebenfalls signifikant schlechtere Werte des Lysholm-Gillquist-Scores bei Patienten mit C-Typ-Frakturen [3]. Im Gesamtkollektiv lag der Durchschnitt bei 76,6 Punkten und somit einem mäßigen Ergebnis. Auch Tscherne et al. (1993) kamen zu dem Ergebnis, dass Patienten mit höhergradigen Frakturformen im Lysholm-Gillquist-Score schlechter abschnitten [11]. Außerdem stellten sie in ihrer Arbeit mit einem Gesamtpatientenkollektiv von 190 Patienten fest, dass Patienten mit isolierten Tibiakopffrakturen mit im Durchschnitt 78,0 Punkten ein deutlich besseres Ergebnis erzielten als Patienten mit Mehrfachverletzungen oder Polytrauma mit durchschnittlich 56,0 Punkten [11]. Vergleichbar dazu erzielten die Patienten in der Studie von Rossbach et al. (2014) durchschnittlich 63,0 Punkte, auch hier waren Patienten mit Mehrfach-/Kettenverletzungen und Polytraumata eingeschlossen [86].

Gute bis sehr gute Ergebnisse im Lysholm-Gillquist-Score erreichten dagegen die Patienten in den Studien von Müller et al. (2014) und Loibl et al. (2013) mit durchschnittlich 84,4 bzw. 94,5 Punkten [4, 98]. Alle Patienten fuhrten vor dem Trauma Ski und/oder zogen sich die Tibiakopffraktur im Rahmen eines Skiunfalls zu. Somit kann von einem relativ jungen (Alter durchschnittlich 43,3 bzw. 52,2 Jahre), sportlich aktivem und körperlich fittem Patientenkollektiv ausgegangen werden, was das gute Abscheiden in den funktionellen Scores erklären könnte. In zwei weiteren Studien zeigte sich allerdings keine Korrelation des Lysholm-Gillquist-Scores mit dem Alter der Patienten [92, 97]. Partenheimer et al. (2007) und Gerich et al. (2001) verglichen eine ältere Patientengruppe nach Tibiakopffraktur mit einer jüngeren Patientengruppe mit vergleichbaren Frakturformen und -behandlungen. In beiden Gruppen wurden annähernd gleiche Werte von durchschnittlich 87,0 bzw. 80,0 Punkten erreicht [92, 97].

Die Hypothese, dass die funktionellen Ergebnisse abhängig vom Typ der Tibiakopffraktur sind, konnten wir durch die Ergebnisse des Lysholm-Gillquist-Scores in Zusammenschau mit der signifikant längeren

Krankhausaufenthaltsdauer und Rehabilitationsdauer für Typ-C-Frakturen gegenüber Typ-B-Frakturen sowie der tendenziell längeren Arbeitsunfähigkeit bei Patienten mit Typ-C-Frakturen mit unseren Daten stützen. Patienten mit Typ-C-Frakturen hatten im Lysholm-Gillquist-Score mit 78,9% häufiger ein mäßiges oder schlechtes Ergebnis als Patienten mit Typ-B-Frakturen (65,0%).

Siegler et al. (2011) untersuchten in ihrer Arbeit das Auftreten von Arthrosezeichen im mittelfristigen Verlauf nach operativer Tibiakopffrakturversorgung [99]. Durchschnittlich erreichten die Patienten hier Werte von 86,0 Punkten. Patienten ohne Arthrosezeichen erzielten mit durchschnittlich 93,0 Punkten allerdings ein deutlich besseres Ergebnis als Patienten mit Arthrosezeichen mit durchschnittlich 81,4 Punkten. Diese Beobachtung konnten wir in unseren Ergebnissen nicht unterstützen.

Das Problem der posttraumatischen Arthroseentwicklung wird in der Literatur häufig beschrieben und diskutiert. Hierzu stellten Schulitz et al. (1973) fest, dass die Entwicklung einer Arthrose ein vielschichtiger Vorgang ist. Dabei spielen Faktoren wie das Alter des Patienten, die Genauigkeit der Reposition, das Behandlungsverfahren, eine Achsabweichung, genetische Faktoren, vorbestehende Schäden im betroffenen Gelenk und Begleitverletzungen eine Rolle bei der Entstehung einer posttraumatischen Arthrose [100]. In den Veröffentlichungen von Muggler et al. (1978) und Burri et al. (1979) wird zudem beschrieben, dass bei einem Drittel aller Erwachsenen über 45 Jahren eine Arthroseentwicklung radiologisch nachgewiesen werden kann, ohne dass dem Betroffenen ein traumatisches Ereignis des betroffenen Gelenks widerfahren ist [89, 101]. Auch in unseren Ergebnissen zeigen sich mit steigendem Alter auch auf der unverletzten Seite eine Zunahme der Arthrosezeichen.

In der Literatur finden sich deutliche Unterschiede in den Angaben zum Vorhandensein einer Arthrose des betroffenen Kniegelenks. Die Anteile der Patienten mit Arthrose schwanken zwischen 17% und 71% [84, 87, 89, 99, 102-108]. Attmanspacher et al. (2002) und Mattiassich et al. (2014) beschreiben in ihren Studien jeweils eine Progredienz der Arthroseentwicklung im Langzeitverlauf [81, 88]. Alle Tibiakopffrakturen in diesen Studien wurden

operativ versorgt. Bei Tscherne und Lobenhofer (1993) wurden operativ und konservativ versorgte Patienten nachuntersucht und auch hier zeigte sich eine Zunahme der Arthrosezeichen im posttraumatischen Verlauf. Zudem wurde beschrieben, dass bei den Patienten mit deutlicher Zunahme der Arthrose ein komplexes Frakturmuster, eine Achsabweichung oder eine posttraumatische Stufenbildung der Gelenkfläche vorlag [11].

In unserer Studie konnten radiologisch bei 38 von 39 Patienten auf der verletzten Seite Zeichen einer Arthrose gezeigt werden. Es zeigten sich weder zwischen den Arthrosegraden und dem Typ der Tibiakopffraktur, noch zwischen den Werten des Lysholm-Gillquist-Scores und dem Schweregrad der Arthrose signifikante Korrelationen.

Vergleichbar zu den Ergebnissen unserer Studie konnten weder in der Arbeit von van Dreumel et al. (2015) noch in der Arbeit von Moslehi (2006) signifikante Korrelationen zwischen den radiologischen Ergebnissen und dem funktionellen Outcome bzw. dem subjektiven Wohlbefinden der Patienten hergestellt werden [84, 90]. In beiden Studien waren nur Patienten mit operativ versorgten Tibiakopffrakturen eingeschlossen. Auch in der Untersuchung von Friedl et al. (1987) zeigte sich nur eine eingeschränkte Korrelation zwischen dem Beschwerdebild der Patienten und der Arthroseschwere, wohingegen das funktionelle Ergebnis durchaus mit den radiologischen Untersuchungsergebnissen korrelierte [109]. Als weiteren Aspekt der Arthroseentwicklung beschrieb Litz (2005) in seiner Arbeit ein signifikantes Auftreten der Arthrose in Abhängigkeit der Frakturlokalisierung (am häufigsten bei lateraler und bikondylärer Frakturlokalisierung) [87].

Die Angaben zum Anteil der Beinachsenabweichung nach einer Tibiakopffraktur schwanken in der Literatur zwischen 6,0 und 56,6% [10, 81, 90-92, 99, 103, 106, 107, 110, 111]. Ruffolo et al., Gaudinez et al., Sieglar et al., Moslehi, Rossbach et al. und Zimmermann et al. schlossen in ihre Studien nur Patienten mit operativ versorgter Tibiakopffraktur ein [86, 90, 99, 111-113]. DeCoster et al. untersuchten ausschließlich Patienten, die konservativ behandelt wurden und Jensen et al. (1990) beobachteten konservativ und operativ versorgte Patienten [91, 103]. In

den Studien, in denen die Achsabweichung radiologisch festgestellt wurde, wurde sie in Beziehung zu den Achsverhältnissen der Gegenseite gesetzt [10, 86, 91, 92, 99, 107, 110, 111]. In einigen Studien wurde die Achsabweichung anhand klinischer Kriterien bestimmt [81, 83, 90].

In den Studien von Ruffolo et al. (2015), Siegler et al. (2011), DeCoster et al. (1988), Moslehi (2006), Rossbach et al. (2014), Dehn (2002) und Zimmermann et al. (2014) überwiegt der Anteil der Valgus-Abweichungen den der Varus-Abweichungen [83, 86, 90, 99, 103, 112, 113]. Auch in den von uns erhobenen Daten überwiegt die Anzahl der Valgus-Abweichungen der betroffenen Extremität mit (28,2%) die Anzahl der Varusabweichungen mit 10,3%. 36,6% unserer Patienten mit posttraumatischer Valgusabweichung unterzogen sich einer varisierenden Umstellungsosteotomie. Auch in der Studie von Rossbach et al. (2014) wurden fünf Patienten mit Valgusabweichung im posttraumatischen Verlauf durch eine Umstellungsosteotomie behandelt [86]. Diese Patienten zeigten trotz radiologisch schlechterer Gelenkverhältnissen nur unwesentlich schlechtere Ergebnisse im Lysholm-Gillquist-Score (durchschnittlich 58,1 Punkte) und SF-36-Fragebogen [86]. Auch bei uns lag der Median des Lysholm-Gillquist-Scores der Patienten nach erfolgter Umstellungsosteotomie mit 67,5 Punkten nur weniger niedriger als beim Restkollektiv mit im Median 73,0 Punkten. Auffallend in unseren Untersuchungen war ein deutlich schlechteres Ergebnis im Lysholm-Gillquist-Score für die Patienten mit posttraumatischer Valgusabweichung (Median 46,0 Punkte) im Vergleich zu den anderen Untergruppen. Das beste Ergebnis im Lysholm-Gillquist-Score erzielten die Patienten mit beidseits identischer Beinachse (Median 80,0 Punkte). Weiterhin zeigten die Patienten auch in der Auswertung des SF-36-Fragebogens in allen acht Subskalen deutlich niedrigere Werte als die Normbevölkerung. Keine der anderen untersuchten Untergruppen lag in allen Subskalen unter den Werten der Normbevölkerung. Die mediane Arbeitsunfähigkeit nach dem Frakturereignis war bei den Patienten mit Valgusabweichung (mit und ohne erfolgte Umstellungsosteotomie) deutlich länger als in den anderen Untergruppen. Dies kann als weiterer Hinweis auf ein funktionell und klinisch schlechteres Ergebnis bei Patienten mit Valgusfehlstellung nach Tibiakopffraktur gesehen werden und

somit die Hypothese, dass eine posttraumatische Achsfehlstellung ein schlechteres klinisches Ergebnis bedingt, unterstreichen.

In der Arbeit von Manidakis et al. (2010) wird berichtet, dass bei 9,6% der untersuchten Patienten (sowohl operativ als auch konservativ versorgte Tibiakopffrakturen) eine Varusfehlstellung und bei 8,8% eine Valgusfehlstellung vorlag [106]. Zwei der Patienten mit Varusfehlstellung erhielten im Verlauf eine Umstellungsosteotomie [106]. Auch in der Arbeit von Jensen et al. (1988), die die Spätfolgen nach Tibiakopffrakturen untersuchte, kam es bei 44,3% der Patienten zu einer Achsabweichung der betroffenen Extremität (ohne Differenzierung zwischen Valgus- und Varusabweichung) [114]. Allerdings kam es nur bei zwei Patienten (2,8%) zu einer posttraumatischen Umstellungsosteotomie [114]. Der durchweg geringe Anteil an Patienten, die eine derart ausgeprägte Achsfehlstellung aufweisen, dass eine Umstellungsosteotomie erfolgen muss, deckt sich mit den von uns erhobenen Daten [11, 86, 106, 114].

Rademakers et al. (2007), die in ihrer Arbeit das Langzeit-Outcome nach operativ-versorgter Tibiakopffraktur beobachteten und die Patienten im Mittel nach 14 Jahren nachuntersuchten, beschreiben eine signifikante Häufung an Arthrosezeichen bei Patienten mit einer Achsabweichung von über fünf Grad im Vergleich zu Patienten mit gerader Beinachse [107]. Moslehi (2006) beschreibt in seiner Arbeit ebenfalls ein gehäuftes Auftreten von radiologischen Arthrosezeichen bei Patienten mit Achsfehlstellungen der unteren Extremität [90]. Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen auch Tscherne et al. (1993) in ihrer Untersuchung des klinischen, funktionellen und radiologischen Ergebnisses nach operativ oder konservativ versorgter Tibiakopffraktur. Auch Gerich et al. (2001), die in ihrer Arbeit das Ergebnis nach operativ versorgter Tibiakopffraktur bei älteren Patienten (> 60 Jahre) mit dem bei jüngeren Patienten (< 60 Jahre) verglichen, stellten eine höhere Tendenz bei der Gruppe der älteren Patienten hin zu Achsabweichungen und damit verbundener Arthrosebildung fest [92]. Das Auftreten von Beinachsenabweichungen nach Tibiakopffrakturen wird, wie bereits oben gezeigt, in den meisten Studien, die sich mit dem posttraumatischen Verlauf beschäftigen, beschrieben. Allerdings schwanken die Häufigkeitsangaben recht stark, was bedingt sein kann durch die

unterschiedlichen Methoden mit denen eine Achsabweichung gemessen werden kann.

In vielen Studien wird beschrieben, dass die Lebensqualität nach operativer Versorgung von Frakturen an Extremitäten und Stamm initial eingeschränkt wird [115-126]. Bei weiterer Betrachtung kam es im posttraumatischen Verlauf häufig wieder zu einem leichten Anstieg der Lebensqualität, wenn auch einige Jahre nach dem Frakturereignis weiter Einschränkungen in der Lebensqualität der Patienten zu beobachten sind [116, 127-129]. Alle erwähnten Studien bestimmten die Lebensqualität mit Hilfe des SF-36 [52] oder des EQ-5D („Euro Quality of life 5D“) [130]. In der Arbeit von Weigel et al. (2002), welche die Kniefunktion im Langzeitverlauf nach Hochrasanz-Tibiakopffrakturen untersuchte, zeigten sich bei den 24 untersuchten Patienten im Vergleich zur altersentsprechenden Normbevölkerung ähnliche Werte [10]. Bei 14 dieser Patienten lag ein SF-36-Fragebogen aus der Zeit vor der Tibiakopffraktur vor. Hier zeigte sich postoperativ keinerlei Verschlechterung des Ergebnisses [10]. Rossbach et al. (2014) berichten in ihrer Arbeit, dass 70% der untersuchten Patienten ein gutes bis sehr gutes Ergebnis im SF-36-Fragebogen erzielten [86]. Außerdem korrelierten hier die Ergebnisse des Lysholm-Gillquist-Scores mit denen des SF-36. Daraus wurde gefolgert, dass ein höheres körperliches Aktivitätsniveau zu einer höheren Lebensqualität führt. Weiterhin wurden in dieser Arbeit die Ergebnisse der Röntgenuntersuchung zum Nachuntersuchungszeitpunkt zu den Ergebnissen des SF-36 in Beziehung gesetzt. Auch hier zeigte sich eine positive Korrelation [86]. Jöckel et al. (2013) untersuchten ihre Patienten sechs Wochen, drei, sechs und zwölf Monate nach operativer Frakturversorgung [110]. Die Lebensqualität wurde anhand des SF-12 gemessen, einer verkürzten Version des SF-36-Fragebogens. Hierbei zeigte sich ein deutlicher Anstieg der körperlichen und psychischen Komponente im Verlauf der Nachuntersuchungen, ebenso wie in den erhobenen funktionellen Scores [110]. In der Studie von Stevens et al. (2001) wurden über 40-Jährige Patienten mit Patienten unter 40-Jährigen Patienten nach operativ versorgter Tibiakopffraktur verglichen [82]. Dabei zeigte sich, dass 92% der unter 40-

Jährigen im Vergleich zur gleichaltrigen Normbevölkerung ähnliche Werte im SF-36 erreichten, aber nur 52% der über 40-Jährigen. Zudem stellten sie fest, dass 55% der Patienten nach Hochrasanz-Trauma, aber nur 33% nach Niedrigrasanz-Trauma signifikant niedrigere Werte in den Subskalen des SF-36 erreichten als die vergleichbare Normbevölkerung [82].

In der vorliegenden Arbeit zeigten die Patienten deutlich niedrigere Werte in der physischen Komponente des SF-36 als die vergleichbare Normbevölkerung, allerdings lagen sie in der psychischen Komponente über den Ergebnissen der Normbevölkerung. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch Weigel et al. (2002). Auch hier lagen die Ergebnisse der körperlichen Komponente unter denen der Normbevölkerung und das allgemeine Gesundheitsempfinden über dem der Normbevölkerung [10]. Unseren Untersuchungen zufolge zeigte sich kein signifikanter Unterschied in den Ergebnissen des SF-36 für Patienten mit B- und C-Typ-Frakturen. Auffällig in den ausgewerteten Ergebnissen ist, dass Patienten mit posttraumatischer Valgusabweichung wesentlich schlechtere Werte in allen acht Subskalen des SF-36 erreichten als die Normbevölkerung und in sechs Subskalen als die anderen Studienteilnehmer. In der Literatur konnten keine vergleichbaren Ergebnisse für eine differenzierte Betrachtung der Frakturtypen und posttraumatischen Achsverhältnisse gefunden werden.

5 Zusammenfassung

In der retrospektiven Untersuchung konnten 39 Patienten durchschnittlich 29,7 Monate nach dem Unfallereignis nachuntersucht werden. Das Durchschnittsalter der 17 untersuchten Frauen zum Unfallzeitpunkt lag bei 50,6 Jahren, das der 22 untersuchten Männer bei 42,3 Jahren.

Die Arbeitsunfähigkeitsdauer lag bei Patienten mit Typ-B-Frakturen im Median deutlich höher als bei Patienten mit Typ-C-Frakturen (91 versus 140 Tage). Bei einer geringen Arbeitsschwere (REFA 0 oder 1) war die Arbeitsunfähigkeit signifikant niedriger als bei höherer Arbeitsschwere (REFA 2, 3 und 4). Die im Median längste Arbeitsunfähigkeitsdauer erreichten Patienten mit Typ-C-Frakturen und höhergradiger Arbeitsschwere. Vier Patienten mussten ihre Arbeitszeit (im Mittel um 10,5 Stunden/Woche) reduzieren. Durch Umgestaltung des Arbeitsplatzes oder einen Arbeitsplatzwechsel kam es bei insgesamt fünf Patienten zu einer Reduktion der Arbeitsschwere nach der REFA-Klassifikation um 1-2 Klassen bei vollschichtiger Arbeitsfähigkeit. Zwei Patienten wurden nach der Rehabilitation berentet. In einem Drittel der Fälle (n=13) handelte es sich um einen Arbeits-/Wegeunfall. Knapp einem Drittel dieser Patienten wurde eine MdE in Höhe von durchschnittlich $22,5 \pm 9,6\%$ zugesprochen.

Vier Patienten erhielten aufgrund einer massiven posttraumatischen Valgusfehlstellung eine varisierende Umstellungsosteotomie. Patienten mit Valgusfehlstellung (ohne (n=6) und mit Umstellungsosteotomie (n=4)) erzielten in den funktionellen Scores deutlich schlechtere Ergebnisse und hatten eine längere Arbeitsunfähigkeit und Rehabilitationsdauer als die übrigen Patienten.

Der Lysholm-Gillquist-Score sank im Median von 100 (Min 69, Max 100) auf 73 (Min 23, Max 100) Punkte. Während die Patienten mit Typ-B-Frakturen in 65% ein mäßiges/schlechtes Ergebnis erzielten, ergab sich bei Patienten mit Typ-C-Frakturen sogar in 78,9% ein mäßiges/schlechtes Ergebnis.

Tibiakopffrakturen bedingen eine langwierige Rehabilitation. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit hängt wesentlich vom Frakturtyp und dem zuvor ausgeübten Beruf, sowie der damit verbundenen Arbeitsschwere ab. Außerdem konnten wir zeigen, dass das funktionelle Outcome abhängig vom Typ der Fraktur und der posttraumatischen Beinachsenverhältnisse ist und tendenziell bei Typ-C-

Frakturen als schlechter bewertet werden kann als bei Typ-B-Frakturen ebenso wie bei Patienten mit posttraumatischer Valgusfehlstellung der betroffenen Extremität im Vergleich zu Patienten mit identischer Beinachse beider Beine.

6 Literaturverzeichnis

1. Müller, M.E., *Müller AO Classification of Fractures Long bones* AO Publishing, 2006.
2. Kraus, T.M., et al., [*Pearls and pitfalls for the treatment of tibial head fractures*]. Orthopade, 2016.
3. Kraus, T.M., et al., *Return to sports activity after tibial plateau fractures: 89 cases with minimum 24-month follow-up*. Am J Sports Med, 2012. **40**(12): p. 2845-52.
4. Loibl, M., et al., *Sports activity after surgical treatment of intra-articular tibial plateau fractures in skiers*. Am J Sports Med, 2013. **41**(6): p. 1340-7.
5. Goga, I.E. and P. Gongal, *Severe soccer injuries in amateurs*. Br J Sports Med, 2003. **37**(6): p. 498-501.
6. Hunter, R.E., *Skiing injuries*. Am J Sports Med, 1999. **27**(3): p. 381-9.
7. Stenroos, A., et al., *Tibial fractures in alpine skiing and snowboarding in Finland: a retrospective study on fracture types and injury mechanisms in 363 patients*. Scand J Surg, 2015.
8. Gruner, A., T. Hockertz, and H. Reilmann, [*Proximal tibial fractures*]. Unfallchirurg, 2000. **103**(8): p. 668-84.
9. Berkson, E.M. and W.W. Virkus, *High-energy tibial plateau fractures*. J Am Acad Orthop Surg, 2006. **14**(1): p. 20-31.
10. Weigel, D.P. and J.L. Marsh, *High-energy fractures of the tibial plateau. Knee function after longer follow-up*. J Bone Joint Surg Am, 2002. **84-A**(9): p. 1541-51.
11. Tscherne, H. and P. Lobenhoffer, *Tibial plateau fractures. Management and expected results*. Clin Orthop Relat Res, 1993(292): p. 87-100.
12. Fischbach, R., et al., [*Magnetic resonance tomography in the diagnosis of intra-articular tibial plateau fractures: value of fracture classification and spectrum of fracture associated soft tissue injuries*]. Rofo, 2000. **172**(7): p. 597-603.
13. Gardner, M.J., et al., *The incidence of soft tissue injury in operative tibial plateau fractures: a magnetic resonance imaging analysis of 103 patients*. J Orthop Trauma, 2005. **19**(2): p. 79-84.

14. Shepherd, L., et al., *The prevalence of soft tissue injuries in nonoperative tibial plateau fractures as determined by magnetic resonance imaging*. J Orthop Trauma, 2002. **16**(9): p. 628-31.
15. Schulak, D.J. and D.R. Gunn, *Fractures of tibial plateaus. A review of the literature*. Clin Orthop Relat Res, 1975(109): p. 166-77.
16. Howard, P.W. and G.S. Makin, *Lower limb fractures with associated vascular injury*. J Bone Joint Surg Br, 1990. **72**(1): p. 116-20.
17. Galla, M. and P. Lobenhoffer, *Orthopädie und Orthopädische Chirurgie Knie S.448-461 Herausgeber Wirth, C.J. Zichner, L. Kohn, D. Orthopädie und Orthopädische Chirurgie Knie*. 2005: Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, New York.
18. Moore, T.M., M.J. Patzakis, and J.P. Harvey, *Tibial plateau fractures: definition, demographics, treatment rationale, and long-term results of closed traction management or operative reduction*. J Orthop Trauma, 1987. **1**(2): p. 97-119.
19. Grifka, J. and M. Kuster, *Orthopädie und Unfallchirurgie S. 815-821 Herausgeber Joachim Grifka und Markus Kuster, Orthopädie und Unfallchirurgie 2011: Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York*.
20. Müller, M.E., *The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones S.148-169*. 1990: Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York London Paris Tokyo Hong Kong Barcelona.
21. Schatzker, J., R. McBroom, and D. Bruce, *The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968--1975*. Clin Orthop Relat Res, 1979(138): p. 94-104.
22. Hohl, M. and J.V. Luck, *Fractures of the tibial condyle; a clinical and experimental study*. J Bone Joint Surg Am, 1956. **38-A**(5): p. 1001-18.
23. Moore, T.M., *Fracture--dislocation of the knee*. Clin Orthop Relat Res, 1981(156): p. 128-40.
24. Müller, M.E., et al., *Manual of INTERNAL FIXATION S.1-3*. 1991: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
25. Markhardt, B.K., J.M. Gross, and J.U. Monu, *Schatzker classification of tibial plateau fractures: use of CT and MR imaging improves assessment*. Radiographics, 2009. **29**(2): p. 585-97.
26. *Schatzker-Klassifikation der Tibiakopffraktur, Das Copyright unterliegt der Creative Commons Lizenz Zugriff 18.01.2016*
<http://www.orthopaedicsone.com/display/Clerkship/Tibial+Plateau+Fractures>

27. Luo, C.F., et al., *Three-column fixation for complex tibial plateau fractures*. J Orthop Trauma, 2010. **24**(11): p. 683-92.
28. Charalambous, C.P., et al., *Inter- and intra-observer variation of the Schatzker and AO/OTA classifications of tibial plateau fractures and a proposal of a new classification system*. Ann R Coll Surg Engl, 2007. **89**(4): p. 400-4.
29. Maripuri, S.N., et al., *The classification systems for tibial plateau fractures: how reliable are they?* Injury, 2008. **39**(10): p. 1216-21.
30. Walton, N.P., et al., *AO or Schatzker? How reliable is classification of tibial plateau fractures?* Arch Orthop Trauma Surg, 2003. **123**(8): p. 396-8.
31. Court-Brown, C.M. and B. Caesar, *Epidemiology of adult fractures: A review*. Injury, 2006. **37**(8): p. 691-7.
32. Elsoe, R., et al., *Population-Based Epidemiology of Tibial Plateau Fractures*. Orthopedics, 2015. **38**(9): p. e780-6.
33. Bühren, V., M. Keel, and I. Marzi, *Checkliste Traumatologie S.378-383, Herausgeber Volker Bühren, Marius Keel, Ingo Marzi Checkliste Traumatologie*. 2012: Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart.
34. Niethard, F.U., J. Pfeil, and P. Biberthaler, *Duale Reihe Orthopädie und Unfallchirurgie S. 594-598 Herausgeber Fritz Niethard, Joachim Pfeil, Peter Biberthaler, Duale Reihe Orthopädie und Unfallchirurgie*. 2014: Georg Thieme Verlag KG Stuttgart. 594-598.
35. Salter, R.B., et al., *The biological effect of continuous passive motion on the healing of full-thickness defects in articular cartilage. An experimental investigation in the rabbit*. J Bone Joint Surg Am, 1980. **62**(8): p. 1232-51.
36. Gausewitz, S. and M. Hohl, *The significance of early motion in the treatment of tibial plateau fractures*. Clin Orthop Relat Res, 1986(202): p. 135-8.
37. Rüter, W. and C.H. Lohmann, *Orthopädie und Unfallchirurgie S.281-282*. 2014: Elsevier GmbH, München.
38. Lobenhoffer, P., et al., *[Particular posteromedial and posterolateral approaches for the treatment of tibial head fractures]*. Unfallchirurg, 1997. **100**(12): p. 957-67.
39. Frosch, K.H., et al., *[A modified posterolateral approach for the treatment of tibial plateau fractures]*. Oper Orthop Traumatol, 2010. **22**(1): p. 107-19.
40. Lobenhoffer, P., C. Krettek, and H. Tscherne, *[Complex knee joint trauma]*. Orthopäde, 1997. **26**(12): p. 1037-45.

41. Acklin, Y.P., P. Potocnik, and C. Sommer, *Extended medial approach in posteromedial proximal tibia fracture dislocation*. Oper Orthop Traumatol, 2015. **27**(2): p. 183-90.
42. Galla, M. and P. Lobenhoffer, *Tibiakopffrakturen*. Z Orthop Unfall, 2008. **146**(06): p. 803-824.
43. Galla, M. and P. Lobenhoffer, [*The direct, dorsal approach to the treatment of unstable tibial posteromedial fracture-dislocations*]. Unfallchirurg, 2003. **106**(3): p. 241-7.
44. Fernandez, D.L., *Anterior approach to the knee with osteotomy of the tibial tubercle for bicondylar tibial fractures*. J Bone Joint Surg Am, 1988. **70**(2): p. 208-19.
45. Egol, K.A., et al., *Staged management of high-energy proximal tibia fractures (OTA types 41): the results of a prospective, standardized protocol*. J Orthop Trauma, 2005. **19**(7): p. 448-55; discussion 456.
46. Bernhard Weigel, M.L.N., J. Zellner, P. Angele, *Praxisbuch Unfallchirurgie*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2011. **2**: p. 588-690.
47. Freude, T., T.M. Kraus, and G.H. Sandmann, [*Balloon osteoplasty as reduction technique in the treatment of tibial head fractures*]. Unfallchirurg, 2015. **118**(10): p. 838-43.
48. Itokazu, M. and T. Matsunaga, *Arthroscopic restoration of depressed tibial plateau fractures using bone and hydroxyapatite grafts*. Arthroscopy, 1993. **9**(1): p. 103-8.
49. Constantz, B.R., et al., *Skeletal repair by in situ formation of the mineral phase of bone*. Science, 1995. **267**(5205): p. 1796-9.
50. Dawson, J., et al., *Questionnaire on the perceptions of patients about total knee replacement*. J Bone Joint Surg Br, 1998. **80**(1): p. 63-9.
51. Lysholm, J. and J. Gillquist, *Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale*. Am J Sports Med, 1982. **10**(3): p. 150-4.
52. Bullinger M., K.I., *SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand Handanweisung S.7-73*. 1998: Hogrefe-Verlag GmbH & Co. KG Göttingen 1998.
53. Kellgren, J.H. and J.S. Lawrence, *Radiological assessment of osteoarthritis*. Ann Rheum Dis, 1957. **16**(4): p. 494-502.
54. Schroter, S., et al., *Return to work and clinical outcome after open wedge HTO*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013. **21**(1): p. 213-9.

55. Kraus, T.M., et al., *Incapacity of work after arthroscopic Bankart repair*. Arch Orthop Trauma Surg, 2015. **135**(10): p. 1429-36.
56. Schroter, S., et al., *Open wedge re-correction high tibial osteotomy in an elderly patient with a varus angulated non-united dome-shaped high tibial osteotomy*. J Zhejiang Univ Sci B, 2013. **14**(11): p. 1054-8.
57. REFA-Verband. *Der REFA-Verband*, <http://www.refa-bw.de/wir/der-refa-verband>, Zugriff 25.12.2015. 2008.
58. REFA-Bundesverband. *REFA Bundesverband e.V. – die Dachorganisation*, <http://www.refa.de/wir/refa-bundesverband>, Zugriff 25.12.2015.
59. *Deutsche Rentenversicherung Bund, Sozialmedizinische Begutachtung für die gesetzliche Rentenversicherung S.658-687* Herausgeber Deutsche Rentenversicherung Bund. 2011: Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011.
60. Ateschrang, A., et al., *[Duration of inability for work and return to physical work after arthroscopic and open labrum refixation]*. Z Orthop Unfall, 2014. **152**(3): p. 252-9.
61. Kuno Weiß, M.S., *Grundkurs orthopädisch-unfallchirurgische Begutachtung*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2014: p. 29-75.
62. *Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Minderung der Erwerbsfähigkeit*, <http://www.dguv.de/de/Rehabilitation-Leistungen/Geldleistungen-Entsch%C3%A4digung/Rentenleistungen/Minderung-der-Erwerbsf%C3%A4higkeit/index.jsp> Zugriff 26.12.2015.
63. *Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Anhaltspunkte für die ärztliche Gutachtertätigkeit S.20-26*. 2008, Herausgeber Bundesministerium für Arbeit und Soziales Referat Information, Publikation Redaktion 53107 Bonn.
64. Bjorner, J.B., et al., *The Danish SF-36 Health Survey: translation and preliminary validity studies*. J Clin Epidemiol, 1998. **51**(11): p. 991-9.
65. Bullinger, M., *[Assessment of health related quality of life with the SF-36 Health Survey]*. Rehabilitation (Stuttg), 1996. **35**(3): p. XVII-XXVII; quiz XXVII-XXIX.
66. Bullinger, M., et al., *Translating health status questionnaires and evaluating their quality: the IQOLA Project approach. International Quality of Life Assessment*. J Clin Epidemiol, 1998. **51**(11): p. 913-23.
67. Ellert, U. and B.M. Bellach, *[The SF-36 in the Federal Health Survey--description of a current normal sample]*. Gesundheitswesen, 1999. **61 Spec No**: p. S184-90.

68. Fukuhara, S., et al., *Translation, adaptation, and validation of the SF-36 Health Survey for use in Japan*. J Clin Epidemiol, 1998. **51**(11): p. 1037-44.
69. Kurth, B.M. and U. Ellert, *The SF-36 questionnaire and its usefulness in population studies: results of the German Health Interview and Examination Survey 1998*. Soz Präventivmed, 2002. **47**(4): p. 266-77.
70. Sanson-Fisher, R.W. and J.J. Perkins, *Adaptation and validation of the SF-36 Health Survey for use in Australia*. J Clin Epidemiol, 1998. **51**(11): p. 961-7.
71. Bullinger, M., *German translation and psychometric testing of the SF-36 Health Survey: preliminary results from the IQOLA Project. International Quality of Life Assessment*. Soc Sci Med, 1995. **41**(10): p. 1359-66.
72. Paley, D. and J. Pfeil, *[Principles of deformity correction around the knee]*. Orthopäde, 2000. **29**(1): p. 18-38.
73. Paley, D. and K. Tetsworth, *Mechanical axis deviation of the lower limbs. Preoperative planning of uniapical angular deformities of the tibia or femur*. Clin Orthop Relat Res, 1992(280): p. 48-64.
74. Galla, M. and P. Lobenhoffer, *Achsenfehlstellungen - Knie*. Orthopädie und Unfallchirurgie up2date, 2007. **2**(01): p. 21-40.
75. Hsu, R.W., et al., *Normal axial alignment of the lower extremity and load-bearing distribution at the knee*. Clin Orthop Relat Res, 1990(255): p. 215-27.
76. Kortmann, H.-R., et al., *Posttraumatic axis and length deviations in the lower extremities*. Trauma und Berufskrankheit, 2008. **10**(1): p. 6-13.
77. Galla, M. and P. Lobenhoffer, *High tibial open wedge valgisation osteotomy with plate fixator*. Arthroskopie, 2007. **20**(4): p. 291-300.
78. M. Galla, P.L., *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date2 2007 S.21-40*. 2007: p. 21-40.
79. Ellert, U. and B.M. Kurth, *[Methodological views on the SF-36 summary scores based on the adult German population]*. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2004. **47**(11): p. 1027-32.
80. Paley, D. and J. Pfeil, *Principles of deformity correction around the knee*. Der Orthopäde, 2000. **29**(1): p. 18-38.
81. Attmanspacher, W., et al., *[Arthroscopic management of tibial plateau fractures]*. Zentralbl Chir, 2002. **127**(10): p. 828-36.

82. Stevens, D.G., et al., *The long-term functional outcome of operatively treated tibial plateau fractures*. J Orthop Trauma, 2001. **15**(5): p. 312-20.
83. Dehn, J., *Tibiakopffrakturen Eine retrospektive Studie der Patientendaten von 1988 bis 1995 im Vergleich zur internationalen Literatur Inauguraldissertation Universität Hamburg*. 2002.
84. van Dreumel, R.L., et al., *Mid- to long-term functional outcome after open reduction and internal fixation of tibial plateau fractures*. Injury, 2015. **46**(8): p. 1608-12.
85. Urruela, A.M., et al., *Results following operative treatment of tibial plateau fractures*. J Knee Surg, 2013. **26**(3): p. 161-5.
86. Rossbach, B.P., et al., *[Quality of life and job performance resulting from operatively treated tibial plateau fractures.]*. Unfallchirurg, 2014.
87. Litz, W., *Behandlungsergebnisse von Tibiakopffrakturen in Abhängigkeit von Ursachen und Versicherungsverhältnis - Eine retrospektive Untersuchung Medizinische Inauguraldissertation Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg*. 2005.
88. Mattiassich, G., et al., *Radiographic and clinical results after surgically treated tibial plateau fractures at three and twenty two years postsurgery*. Int Orthop, 2014. **38**(3): p. 587-94.
89. Muggler, E., *[Late results of 255 surgically treated tibial-head fractures]*. Hefte Unfallheilkd, 1975(126): p. 312-5.
90. Moslehi, A., *Mittelfristige Ergebnisse der operativen Behandlung von intraartikulären Tibiakopffrakturen, Medizinische Inauguraldissertation, Universität des Saarlandes*. 2006.
91. Jensen, D.B., et al., *Tibial plateau fractures. A comparison of conservative and surgical treatment*. J Bone Joint Surg Br, 1990. **72**(1): p. 49-52.
92. Gerich, T., et al., *[Osteosynthesis of fractures of the head of the tibia in advanced age. A matched-pair analysis]*. Unfallchirurg, 2001. **104**(1): p. 50-6.
93. Young, M.J. and R.L. Barrack, *Complications of internal fixation of tibial plateau fractures*. Orthop Rev, 1994. **23**(2): p. 149-54.
94. Barei, D.P., et al., *Complications associated with internal fixation of high-energy bicondylar tibial plateau fractures utilizing a two-incision technique*. J Orthop Trauma, 2004. **18**(10): p. 649-57.
95. Papagelopoulos, P.J., et al., *Complications after tibia plateau fracture surgery*. Injury, 2006. **37**(6): p. 475-84.

96. Eggli, S., et al., *Unstable bicondylar tibial plateau fractures: a clinical investigation*. J Orthop Trauma, 2008. **22**(10): p. 673-9.
97. Partenheimer, A., et al., *[Management of bicondylar fractures of the tibial plateau with unilateral fixed-angle plate fixation]*. Unfallchirurg, 2007. **110**(8): p. 675-83.
98. Muller, D., et al., *[Tibial plateau fractures in alpine skiing--return to the slopes or career end?]*. Sportverletz Sportschaden, 2014. **28**(1): p. 24-30.
99. Siegler, J., et al., *Percutaneous fixation of tibial plateau fractures under arthroscopy: a medium term perspective*. Orthop Traumatol Surg Res, 2011. **97**(1): p. 44-50.
100. Schulitz, K.P., H.O. Dustmann, and W. Puhl, *[Development of post-traumatic arthrosis as in fractures of the tibial head]*. Arch Orthop Unfallchir, 1973. **76**(2): p. 136-48.
101. Burri, C., et al., *Fractures of the tibial plateau*. Clin Orthop Relat Res, 1979(138): p. 84-93.
102. Boszotta, H., et al., *[Long-term results of surgical management of tibial head fractures]*. Aktuelle Traumatol, 1993. **23**(4): p. 178-82.
103. DeCoster, T.A., J.V. Nepola, and G.Y. el-Khoury, *Cast brace treatment of proximal tibia fractures. A ten-year follow-up study*. Clin Orthop Relat Res, 1988(231): p. 196-204.
104. Dustmann, H.O., K.P. Schulitz, and W. Puhl, *[Proceedings: Tibial head fractures as pre-arthrosis]*. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 1974. **112**(4): p. 637-40.
105. Honkonen, S.E., *Degenerative arthritis after tibial plateau fractures*. J Orthop Trauma, 1995. **9**(4): p. 273-7.
106. Manidakis, N., et al., *Tibial plateau fractures: functional outcome and incidence of osteoarthritis in 125 cases*. Int Orthop, 2010. **34**(4): p. 565-70.
107. Rademakers, M.V., et al., *Operative treatment of 109 tibial plateau fractures: five- to 27-year follow-up results*. J Orthop Trauma, 2007. **21**(1): p. 5-10.
108. Rasmussen, P.S., *Tibial condylar fractures. Impairment of knee joint stability as an indication for surgical treatment*. J Bone Joint Surg Am, 1973. **55**(7): p. 1331-50.
109. Friedl, W., W. Ruf, and H. Krebs, *[Study of the correlation between early and late changes in the roentgenologic and functional status following*

- conservative and surgical treatment of the head of the tibia*]. Unfallchirurgie, 1987. **13**(4): p. 192-206.
110. Jockel, J.A., et al., [*Proximal tibia fracture treatment with a new locking device with polyaxial screw placement: technique and early results*]. Z Orthop Unfall, 2013. **151**(1): p. 85-92.
 111. Gaudinez, R.F., A.R. Mallik, and M. Szporn, *Hybrid external fixation of comminuted tibial plateau fractures*. Clin Orthop Relat Res, 1996(328): p. 203-10.
 112. Ruffolo, M.R., et al., *Complications of high-energy bicondylar tibial plateau fractures treated with dual plating through 2 incisions*. J Orthop Trauma, 2015. **29**(2): p. 85-90.
 113. Zimmermann, V., [*Tibial plateau fractures in winter sports. Current treatment options*]. Unfallchirurg, 2014. **117**(1): p. 41-7.
 114. Jensen, D.B., A. Bjerg-Nielsen, and N. Laursen, *Conventional radiographic examination in the evaluation of sequelae after tibial plateau fractures*. Skeletal Radiol, 1988. **17**(5): p. 330-2.
 115. Ekstrom, W., et al., *Quality of life after a stable trochanteric fracture--a prospective cohort study on 148 patients*. J Orthop Trauma, 2009. **23**(1): p. 39-44.
 116. Ekstrom, W., et al., *Quality of life after a subtrochanteric fracture: a prospective cohort study on 87 elderly patients*. Injury, 2009. **40**(4): p. 371-6.
 117. Giessauf, C., et al., *Quality of life after peritrochanteric femoral fractures treated with a gamma nail: a single center study of 62 patients*. BMC Musculoskelet Disord, 2012. **13**: p. 214.
 118. Harvey-Kelly, K.F., et al., *Quality of life and sexual function after traumatic pelvic fracture*. J Orthop Trauma, 2014. **28**(1): p. 28-35.
 119. Holstein, J.H., et al., *What are predictors for patients' quality of life after pelvic ring fractures?* Clin Orthop Relat Res, 2013. **471**(9): p. 2841-5.
 120. Miedel, R., et al., *Musculoskeletal function and quality of life in elderly patients after a subtrochanteric femoral fracture treated with a cephalomedullary nail*. J Orthop Trauma, 2011. **25**(4): p. 208-13.
 121. Suzuki, T., et al., *Long-term functional outcome after unstable pelvic ring fracture*. J Trauma, 2007. **63**(4): p. 884-8.
 122. Baschera, D., et al., [*Treatment of severe tibial fractures with extensive soft tissue damage and/or contamination. Quality of life after use of the Ilizarov external fixator*]. Unfallchirurg, 2014. **117**(5): p. 420-7.

123. Giotakis, N., et al., *Segmental fractures of the tibia treated by circular external fixation*. J Bone Joint Surg Br, 2010. **92**(5): p. 687-92.
124. Mekhail, A.O., et al., *Bone transport in the management of posttraumatic bone defects in the lower extremity*. J Trauma, 2004. **56**(2): p. 368-78.
125. Buecking, B., et al., *Use of the Gamma3 nail in a teaching hospital for trochanteric fractures: mechanical complications, functional outcomes, and quality of life*. BMC Res Notes, 2012. **5**: p. 651.
126. Inauen, C., et al., *Quality of life after osteosynthesis of fractures of the proximal humerus*. J Orthop Trauma, 2013. **27**(4): p. e74-80.
127. Larsen, P., et al., *Restrictions in quality of life after intramedullary nailing of tibial shaft fracture: a retrospective follow-up study of 223 cases*. J Orthop Trauma, 2014. **28**(9): p. 507-12.
128. Borg, T., P. Berg, and S. Larsson, *Quality of life after operative fixation of displaced acetabular fractures*. J Orthop Trauma, 2012. **26**(8): p. 445-50.
129. Gambatesa, M., et al., *Counseling, quality of life, and acute postoperative pain in elderly patients with hip fracture*. J Multidiscip Healthc, 2013. **6**: p. 335-46.
130. Rabin, R. and F. de Charro, *EQ-5D: a measure of health status from the EuroQol Group*. Ann Med, 2001. **33**(5): p. 337-43.

7 Erklärung zum Eigenanteil

Die Studie und Fragestellung wurde von Herrn Prof. Dr. med. Ulrich Stöckle, Herrn PD Dr. med. Steffen Schröter und Herrn PD Dr. med. Tobias Kraus konzipiert; sie waren an der Betreuung dieser Arbeit beteiligt.

Die Erstellung des Fragebogens zur Berufstätigkeit, Arbeitsunfähigkeit, Rehabilitation und sportlichen Aktivität erfolgte durch mich. Die Einladung, Einbestellung, Befragung und Untersuchung der Patienten und die Ausmessung der angefertigten Röntgenaufnahmen führte ich durch.

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte durch mich mit der Unterstützung von Aline Naumann (Institut für klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie), PD Dr. med. Tobias Kraus und PD Dr. med. Steffen Schröter.

Abbildung 1, Abbildung 2 und Abbildung 3 unterliegen dem Copyright der AO Foundation und dürfen unter genauer Quellenangabe mit freundlicher Genehmigung in dieser Dissertation verwendet werden.

Abbildung 4 unterliegt dem Copyright der Creative Commons Lizenz.

Abbildung 5 und Abbildung 6 wurden vom Springer Medizin Verlag, Tiergartenstr. 17, 69121 Heidelberg, Germany zur Verfügung gestellt und die Druckfreigabe über Frau Dr. Sabine Ehlenbeck (Springer Medizin, Redaktion Fachzeitschriften, Medizin/Psychologie, Managing Editor Der Orthopäde) für diese Dissertation eingeholt.

Ich versichere, das Manuskript selbständig nach Anleitung durch PD Dr. Steffen Schröter und PD Dr. med. Tobias Kraus, verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den 21.01.2017

8 Anhang

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1 AO-Klassifikation der Tibiakopffraktur, Typ A1, A2, A3; Copyright by AO Foundation, Switzerland [1].....	11
Abbildung 2 AO-Klassifikation der Tibiakopffraktur, Typ B1, B2 und B3; Copyright by AO Foundation, Switzerland [1].....	12
Abbildung 3 AO-Klassifikation der Tibiakopffraktur, Typ C1, C2 und C3; Copyright by AO Foundation, Switzerland [1, 2].....	13
Abbildung 4 Schatzker-Klassifikation der Tibiakopffraktur, Quelle: http://www.orthopaedicsone.com/display/Clerkship/Tibial+Plateau+Fractures (Zugriff 18.01.2016), Das Copyright unterliegt der Creative Commons Lizenz (license permits anyone to copy, distribute, and display your work, work remix, tweak, and build upon your work, without commercial use) [26].....	15
Abbildung 5 A: Röntgen Kniegelenk in 2 Ebenen, Verdichtung im lateralen Tibiaplateau, B: CT-Aufnahme Kniegelenk, Impression laterale Gelenkfläche (AO 41 B2, Schatzker III), C: Arthroskopische Ansicht der imprimierten lateralen Gelenkfläche, D: intraoperative Bildwandlerkontrolle der Ballonosteoplastie, E: Fixierung der Reposition mittels zweier freier Schrauben [2] Verwendung und Druck der Abbildungen 5A-E mit freundlicher Genehmigung des Springer Medizin Verlags, Tiergartenstr. 17, 69121 Heidelberg, Germany	22
Abbildung 6 A: Bikondyläre Tibiakopffraktur (AO 41 C3) mit Schaftsprennung,	23
Abbildung 7 Patientenflussdiagramm	27
Abbildung 8 Ausmessung anatomischer Winkel der unteren Extremität mit der Planungssoftware mediCAD; aFTW= Anatomischer femorotibialer Winkel, aLDFW = Anatomischer lateraler distaler Femurwinkel, aLDTW = Anatomischer lateraler distaler Tibiawinkel, aMPTW = Anatomischer medialer proximaler Tibiawinkel; eigenes Bildmaterial	36
Abbildung 9 Ausmessung mechanischer Winkel der unteren Extremität mit der Planungssoftware mediCAD; mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel, mLPTW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer	

medialer proximaler Tibiawinkel, mTFA = mechanical tibio-femoral angle; eigenes Bildmaterial	37
Abbildung 10 Altersverteilung.....	40
Abbildung 11 Unfallarten	42
Abbildung 12 Einteilung nach der REFA-Klassifikation [54, 55, 57, 58, 60] prä- und postoperativ	63
Abbildung 13 Arbeitsunfähigkeit in Tagen	64
Abbildung 14 Lysholm-Gillquist-Score [51] präoperativ	71
Abbildung 15 Lysholm-Gillquist-Score [51] postoperativ	71
Abbildung 16 Schmerzen nach Lysholm-Gillquist-Score [51] präoperativ	73
Abbildung 17 Schmerzen nach Lysholm-Gillquist-Score [51] postoperativ	73
Abbildung 18 Instabilitätsgefühl nach Lysholm-Gillquist-Score [51] präoperativ	74
Abbildung 19 Instabilitätsgefühl nach Lysholm-Gillquist-Score [51] postoperativ	74
Abbildung 20 SF-36 z-Werte Gesamtstudienteilnehmer, B-Frakturen, C- Frakturen (KÖFU = Körperliche Funktionsfähigkeit, KÖRO = Körperliche Rollenfunktion, SCHM = Körperliche Schmerzen, AGES = Allgemeine Gesundheitswahrnehmung, VITA = Vitalität, SOFU = Soziale Funktionsfähigkeit, EMRO = Emotionale Rollenfunktion, PSYC = Psychisches Wohlbefinden [52, 65]	80

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1 Klassifikation der Arbeitsbelastung nach REFA-Leitlinien(nach [54, 55, 57, 58, 60])	28
Tabelle 2 Dimensionen, Fragenanzahl und Inhalt der acht Skalen des SF-36-Fragebogens [52, 65, 71]	32
Tabelle 3 Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence [53].....	33
Tabelle 4 Normwerte der anatomischen und mechanischen Winkel der unteren Extremität [72-77].....	34
Tabelle 5 Verteilung der Tibiakopffrakturtypen nach der AO-Klassifikation [1, 20]	42
Tabelle 6 Beinachsenverhältnisse der betroffenen und unverletzten Seite (N= Anzahl der Patienten).....	43
Tabelle 7 Radiologisch bestimmter mTFA (mechanische Tibiofemorale Winkel) der betroffenen und unverletzten Seite zum Nachuntersuchungszeitpunkt (N= Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung) [72-74]	44
Tabelle 8 Radiologische Bestimmung der mechanischen Winkel der unteren Extremität der betroffenen und unverletzten Seite (N=Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel, mLPFW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel [72-74]).....	45
Tabelle 9 Beinachsenverhältnisse bei Patienten mit identischer Beinachse der betroffenen und unverletzten Seite.....	47
Tabelle 10 AO-Klassifikation der Tibiakopffraktur [1, 20] bei Patienten mit identischer Beinachse der betroffenen und unverletzten Seite.....	47
Tabelle 11 Radiologisch bestimmter mTFA (mechanische Tibiofemorale Winkel) der betroffenen und unverletzten Seite zum Nachuntersuchungszeitpunkt (N= Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung) [72-74]	48
Tabelle 12 Radiologische Bestimmung der mechanischen Winkel der unteren Extremität der betroffenen und unverletzten Seite (N=Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel,	

mLPCW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel [72-74]).....	48
Tabelle 13 AO-Klassifikation der Tibiakopffraktur [1, 20] bei Patienten mit Valgusabweichung der betroffenen und unverletzten Seite	49
Tabelle 14 Radiologisch bestimmter mTFA (mechanische Tibiofemorale Winkel) der betroffenen und unverletzten Seite zum Nachuntersuchungszeitpunkt (N= Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung) [72-74]	50
Tabelle 15 Radiologische Bestimmung der mechanischen Winkel der unteren Extremität der betroffenen und unverletzten Seite (N=Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel, mLPCW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel [72-74]).....	50
Tabelle 16 AO-Klassifikation der Tibiakopffraktur [1, 20] bei Patienten mit Valgusabweichung der betroffenen und unverletzten Seite	51
Tabelle 17 Radiologisch bestimmter mTFA (mechanische Tibiofemorale Winkel) der betroffenen und unverletzten Seite zum Nachuntersuchungszeitpunkt (N= Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung) [72-74]	52
Tabelle 18 Radiologische Bestimmung der mechanischen Winkel der unteren Extremität der betroffenen und unverletzten Seite (N=Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel, mLPCW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel [72-74]).....	52
Tabelle 19 AO-Klassifikation der Tibiakopffraktur [1, 20] bei Patienten mit Achsfehlstellung der unverletzten Seite bei gerader Beinachse der betroffenen Seite	53
Tabelle 20 Radiologisch bestimmter mTFA (mechanische Tibiofemorale Winkel) der betroffenen und unverletzten Seite zum Nachuntersuchungszeitpunkt (N= Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung) [72-74]	53
Tabelle 21 Radiologische Bestimmung der mechanischen Winkel der unteren Extremität der betroffenen und unverletzten Seite (N=Anzahl der Patienten,	

MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel, mLPFW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel [72-74]).....	54
22 Kreuztabelle Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence [53] auf der betroffenen und unverletzten Seite, Anzahl der Patienten und Anteile in Prozent	55
23 Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence [53] in Abhängigkeit vom Frakturtyp nach der AO-Klassifikation auf der betroffenen Seite (N=Anzahl der Patienten).....	56
24 Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence [53], unverletzte und betroffene Seite, 10-Jahres-Altersgruppen (N=Anzahl der Patienten).....	56
Tabelle 25 Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence [53] in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse für die unverletzte und betroffene Seite (N=Anzahl der Patienten).....	57
26 Verteilung der Frakturtypen nach der AO-Klassifikation [1, 20] bei berufsgenossenschaftlich und nicht-berufsgenossenschaftlich versicherten Patienten.....	58
Tabelle 27 Übersichtstabelle über die mediane Dauer der Anschlussheilbehandlung in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse für berufsgenossenschaftlich und nicht-berufsgenossenschaftlich versicherte Patienten (Min=Minimum, Max=Maximum)	59
Tabelle 28 Übersichtstabelle über die mediane Anzahl der Physiotherapietermine in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse für berufsgenossenschaftlich und nicht-berufsgenossenschaftlich versicherte Patienten (Min=Minimum, Max=Maximum).....	60
29 Mediane wöchentliche Dauer mit der Ausdauer- bzw. Kraftsportarten ausgeübt wurden für das gesamte Patientenkollektiv und die Untergruppen der B-Typ- und C-Typ-Frakturen (N= Anzahl der Patienten)	62
Tabelle 30 Arbeitsunfähigkeitsdauer in Abhängigkeit der REFA-Klassifikation [54, 55, 57, 58, 60] in Tagen für das Gesamtkollektiv und die Untergruppen der B-	

Typ- und C-Typ-Frakturen (N=Anzahl der Patienten, Min=Minimum, Max=Maximum).....	65
Tabelle 31 Mediane Arbeitsunfähigkeit in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse in Tagen bei Patienten mit Valgusabweichung, Varusabweichung, identischen Beinachsen beidseits, gerader Beinachse der betroffenen Extremität und Fehlstellung der unverletzten Seite und Patienten mit durchgeführter Umstellungsosteotomie (Min=Minimum, Max=Maximum)	66
Tabelle 32 Minderung der Erwerbsfähigkeit bei B-Typ- und C-Typ-Frakturen, (N=Anzahl der Patienten, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung).....	67
Tabelle 33 Minderung der Erwerbsfähigkeit (in %), Grad der Behinderung und Teilerwerbsminderungsrente in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse (MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung).....	68
Tabelle 34 Bewegungsumfänge des Kniegelenks der betroffenen Seite und die Differenz zur unverletzten Seite in Grad, Mittelwerte (MW) ± Standardabweichung (SD), gesamte Patienten und aufgeteilt nach Typ B- und Typ-C-Frakturen	69
Tabelle 35 Mittelwerte (MW) ± Standardabweichung (SD) der Ausmessung der unteren Extremität der betroffenen Seite und die Differenz zur unverletzten Seite in der Gruppe der Frauen und Männer	70
Tabelle 36 Lysholm-Gillquist-Score [51] vor der Tibiakopffraktur und zum Untersuchungszeitpunkt in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse (Min=Minimum, Max=Maximum)	75
Tabelle 37 Lysholm-Gillquist-Score Kategorien [51] vor der Tibiakopffraktur in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse.....	76
Tabelle 38 Lysholm-Gillquist-Score Kategorien [51] nach der Tibiakopffraktur in Abhängigkeit der Beinachsenverhältnisse.....	76
Tabelle 39 Lysholm-Gillquist-Score [51] in Abhängigkeit der Arthrosegrade des Kniegelenks der betroffenen Seite nach Kellgren und Lawrence [53] (N=Anzahl der Patienten).....	77
Tabelle 40 SF-36 Subskalen Normstichprobe [52], Gesamtbetrachtung, B-Frakturen, C-Frakturen (MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung)	78

Tabelle 41 SF-36 Subskalen [52, 65] Gesamtbetrachtung, Frauen, Männer (MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n.s. = nicht signifikant).....	81
Tabelle 42 SF-36 Fragebogen, Körperliche und psychische Summenskala, Studienteilnehmer Gesamt und in Untergruppen im Vergleich zur deutschen Normstichprobe [52, 65, 79]	82
Tabelle 43 Mittelwerte der SF-36-Subskalen, Mittelwerte Normbevölkerung [52, 65], Patienten mit Valgusabweichung, Varusabweichung, identischer Beinachse beidseits, gerader Beinachse der betroffenen Seite und Achsabweichung der unverletzten Seite und Patienten mit durchgeführter Umstellungsosteotomie (MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung).....	83
Tabelle 44 Mittelwert (MW) ± Standardabweichung (SD) des mechanischen femoro-tibialen Winkels (mTFA) nach der Tibiakopffraktur und vor erfolgter Umstellungsosteotomie (N = Anzahl der Patienten)	85
Tabelle 45 Mittelwerte ± Standardabweichung des mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel, mLPFW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel und die mittlere Abweichung zu den Patienten ohne Achsabweichung nach der Tibiakopffraktur auf der betroffenen Seite (N= Anzahl der Patienten) [73, 74, 80].....	86
Tabelle 46 Mittelwerte (MW) ± Standardabweichung (SD) der Main axis deviation (MAD) und des mechanischen tibiofemorale Winkels (mTFA) auf der betroffenen und auf der unverletzten Seite und die mittlere Differenz zu Patienten ohne Achsabweichung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (N=Anzahl der Patienten) [73, 74, 80]	87
Tabelle 47 Mittelwerte (MW) ± Standardabweichung (SD) des mLDFW = Mechanischer lateraler distaler Femurwinkel, mLDTW = Mechanischer lateraler distaler Tibiawinkel, mLPFW = Mechanischer lateraler proximaler Femurwinkel, mMPTW = Mechanischer medialer proximaler Tibiawinkel und die mittlere Abweichung zu den Patienten ohne Achsabweichung zum Nachuntersuchungszeitpunkt auf der betroffenen und unverletzten Seite (N=Anzahl der Patienten) [73, 74, 80]	87

Tabelle 48 Verteilung der REFA-Klassifikation [54, 55, 57, 58, 60] vor dem Unfallereignis und zum Untersuchungszeitpunkt.....	88
Tabelle 49 Lysholm-Gillquist-Score [51], Verteilung der Patienten mit erfolgter Umstellungsosteotomie	90

**Fragebogen zur Berufstätigkeit, der
Arbeitsunfähigkeits- und Rehabilitationsdauer, dem
Vorliegen einer Minderung der Erwerbsfähigkeit, der
sportlichen Aktivität vor und nach dem Unfallereignis
und dem subjektiven Empfinden der körperlichen
Fitness**

Allgemeines:

Alter	
Geschlecht	w <input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/>
Größe (cm)	
Gewicht (kg)	
BMI (kg/m ²)	

Unfall:

Unfalldatum		
Unfallart	Arbeitsunfall <input type="checkbox"/>	Sportunfall <input type="checkbox"/>
	Verkehrsunfall <input type="checkbox"/>	Haushaltsunfall <input type="checkbox"/>
	Sonstiger Unfall <input type="checkbox"/>	

Beruf:

	vor Tibiakopffraktur	nach Tibiakopffraktur
Ausgeübter Beruf		
Arbeitsstunden pro Woche		
REFA-Klassifikation		

Dauer der Arbeitsunfähigkeit (in Tagen ab Unfalltag)			
Krankenhausaufenthalt (in Tagen)			
Dauer von Unfall bis Operation (in Tagen)			
Reha	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	_____Tage
	ambulant <input type="checkbox"/>	stationär <input type="checkbox"/>	
Re-Operation	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	am _____
Umschulung (gefördert)	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	
	vorher ausgeübter Beruf	aktuell ausgeübter Beruf	
Minderung der Erwerbsfähigkeit	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	_____ %
Frührente	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	Im Alter von ____

Orthopädische Vorerkrankungen:

Bereits vor Unfall bestehend:	
Nach Unfall aufgetreten:	
Orthopädische/unfallchirurgische Operationen	

Sportliche Aktivität vor der Tibiakopffraktur:

	Dauer pro Woche (in Minuten)	Häufigkeit
Ausdauersportarten		
Kraftsportarten		
Insgesamt		

Aktuelle sportliche Aktivität:

	Dauer pro Woche (in Minuten)	Häufigkeit
Ausdauersportarten		
Kraftsportarten		
Insgesamt		

Wie schätzen sie persönlich ihre momentane körperliche Fitness im Gegensatz zu ihrer körperlichen Fitness vor der Tibiakopffraktur ein?

schlechter <input type="checkbox"/>	gleich <input type="checkbox"/>	besser <input type="checkbox"/>
-------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

Lysholm-Gillquist-Score

		Punkte
Hinken	kein Hinken	5
	gelegentlich oder leicht	3
	schwer und ständig	0
Gehhilfen	keine	5
	Stock oder Stütze	2
	keine Belastung möglich	0
OS- Atrophie	keine	5
	1-2 cm	3
	mehr als 2 cm	0
Instabilität	keine	30
	selten (beim Sport oder bei schwerer Anstrengung)	25
	häufig beim Sport o. bei schwerer Anstrengung (o.	20
	gelegentlich bei alltäglicher Belastung	10
	häufig bei alltäglicher Belastung	5
	bei jedem Schritt	0
Schmerzen	keine	30
	gelegentlich und leicht bei schwerer Anstrengung	25
	stark bei Subluxation	20
	stark bei schwerer Anstrengung	15
	stark nach 2 km Gehen	10
	stark nach weniger als 2 km gehen	5
	ständig	0
Schwellung	keine	10
	bei Subluxation	7
	bei schwerer Anstrengung	5
	bei normaler Anstrengung	2
	ständig	0
Treppensteigen	problemlos	10
	leicht behindert	6
	nur einzelne Stufen	2
	unmöglich	0
Hocken	problemlos	5
	leicht behindert	4
	nicht über 90 Grad	2
	unmöglich	0
< 65 Punkte:		Schlecht
65 – 83 Punkte:		Mäßig
84 – 90 Punkte:		Gut
91 – 100 Punkte:		Sehr gut

Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand SF 36

Selbstbeurteilungsbogen

In diesem Fragebogen geht es um die Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen.

Bitte beantworten Sie jede der Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl im Kästchen ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand beschreiben?	Ausgezeichnet	Sehr gut	Gut	Weniger gut	Schlecht
	1	2	3	4	5

2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?	Derzeit viel besser	Derzeit etwas besser	Etwa wie vor einem Jahr	Derzeit etwas schlechter	Derzeit viel schlechter
	1	2	3	4	5

Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben.	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
3. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?			

3a. anstrengende Tätigkeiten z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben	1	2	3
3b. mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	1	2	3
3c. Einkaufstaschen heben oder tragen	1	2	3
3d. mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3
3e. einen Treppenabsatz steigen	1	2	3
3f. sich beugen, knien, bücken	1	2	3
3g. mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3
3h. mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3
3i. eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	2	3
3j. sich baden oder anziehen	1	2	3

4. Hatten Sie in den vergangenen vier Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?	Ja	Nein
4a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
4b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
4c. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	1	2
4d. Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung	1	2

5. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?	Ja	Nein
5a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
5b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
5c. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	1	2

6. Wie sehr haben ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?	Überhaupt nicht	Etwas	Mäßig	Ziemlich	Sehr
	1	2	3	4	5

7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?	Keine Schmerzen	Sehr leicht	Leicht	Mäßig	Stark	Sehr stark
	1	2	3	4	5	6

8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?	Überhaupt nicht	Ein Bisschen	Mäßig	Ziemlich	Sehr
	1	2	3	4	5

<p>9. In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht).</p> <p>Wie oft waren sie in den letzten 4 Wochen</p>	Immer	meistens	Ziemlich oft	manchmal	selten	nie
9a. ...voller Schwung?	1	2	3	4	5	6
9b. ...sehr nervös?	1	2	3	4	5	6
9c. ...so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte	1	2	3	4	5	6
9d. ...ruhig und gelassen?	1	2	3	4	5	6
9e. ...voller Energie?	1	2	3	4	5	6
9f. ...entmutigt und traurig?	2	3	4	5	6	6
9g. ...erschöpft?	1	2	3	4	5	6
9h. ...glücklich?	1	2	3	4	5	6
9i. ...müde?	1	2	3	4	5	6

10. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche der Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?	Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
	1	2	3	4	5

11. Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?	Trifft ganz zu	Trifft weitgehend zu	Weiß nicht	Trifft weitgehend nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu
11a. Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	1	2	3	4	5
11b. Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	1	2	3	4	5
11c. Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt	1	2	3	4	5
11d. Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit	1	2	3	4	5

9 Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. Ulrich Stöckle danke ich für die freundliche Überlassung dieses interessanten Themas und die Möglichkeit der Durchführung der Studie in seiner Forschungsgruppe.

Mein besonderer Dank gilt PD Dr. med. Steffen Schröter für die professionelle Betreuung, die schnelle und zuverlässige Hilfe, die nützlichen Tipps bei der Durchführung der Arbeit, die konstruktiven und hilfreichen Gespräche bei der Auswertung der Ergebnisse und die schnelle Korrektur des Manuskripts.

Bei PD Dr. med. Tobias Kraus bedanke ich mich für die professionelle Betreuung, die stets zügige Beantwortung meiner Fragen, die Hilfe bei der Untersuchung der Patienten und die Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Arbeit.

Bei allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der zentralen Patientenaufnahme und der radiologischen Abteilung der BG Unfallklinik Tübingen bedanke ich mich für den reibungslosen Ablauf und die Hilfe bei der Betreuung der Studienpatienten im Rahmen der Nachuntersuchungen.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinen Eltern, die mir mit ihrer Geduld, Unterstützung und ihrem unermüdlichen Zuspruch das Medizinstudium ermöglicht haben und mir bei der Durchführung der Doktorarbeit stets mit Rat und Tat zur Seite standen. Ein ganz großes Dankeschön geht an meine liebe Schwester Judith für ihr offenes Ohr, ihre Unterstützung und ihre Freundschaft.

Meinen Freunden Doro, Michi, Regina und Eva danke ich für die Ermutigungen, die Ablenkungen, die Freundschaft und den Zusammenhalt, den ich mit ihnen erleben darf.

Ein ganz besonderes Dankeschön geht an Doro und Michi, einfach für alles!