

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik für allgemeine Orthopädie und Tumororthopädie  
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. G. Gosheger -

---

**Langzeitverlauf nach Knie-TEP-Implantation  
mit septischen Komplikationen -  
Ergebnisse und Risikofaktoren hinsichtlich der  
Infektpersistenz nach zweizeitigem Wechsel**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

Sieweke, Anna Simone

aus Bonn

2013

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der  
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h.c. W. Schmitz

1. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. med. G. Gosheger

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. B. Greitemann

Tag der mündlichen Prüfung: 15.05.2013

# ERKLÄRUNG

Ich gebe hiermit die Erklärung ab, dass ich die Dissertation mit dem Titel:

Langzeitverlauf nach Knie-TEP-Implantation mit septischen Komplikationen – Ergebnisse und Risikofaktoren hinsichtlich der Infektpersistenz nach zweizeitigem Wechsel

In der/im (Klinik, Institut, Krankenanstalt):

Universitätsklinikum Münster

Klinik für Allgemeine Orthopädie und Tumororthopädie

unter der Anleitung von:

Univ.-Prof. Dr. G. Gosheger

1. selbstständig angefertigt,
2. nur unter Benutzung der im Literaturverzeichnis angegebenen Arbeiten angefertigt und sonst kein anderes gedrucktes oder ungedrucktes Material verwendet,
3. keine unerlaubte fremde Hilfe in Anspruch genommen,
4. sie weder in der gegenwärtigen noch in einer anderen Fassung einer in- oder ausländischen Fakultät als Dissertation, Semesterarbeit, Prüfungsarbeit, oder zur Erlangung eines akademischen Grades, vorgelegt habe.

Münster, 15.05.2013

Ort, Datum

Anna Sieweke

Name

(in Druckbuchstaben)

Unterschrift

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik für allgemeine Orthopädie und Tumororthopädie  
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. G. Gosheger -  
Referent: Univ.-Prof. Dr. med. G. Gosheger  
Koreferent: Prof. Dr. med. B. Greitemann

## Zusammenfassung

### **Langzeitverlauf nach Knie-TEP-Implantation mit septischen Komplikationen - Ergebnisse und Risikofaktoren hinsichtlich der Infektpersistenz nach zweizeitigem Wechsel**

Sieweke, Anna Simone

**Einleitung:** Der periprothetische Infekt ist eine der verheerendsten Komplikationen der Gelenk-  
endoprothetik. Therapie der Wahl ist der zweizeitige Wechsel.

**Material und Methoden:** Es wurden 59 Fälle mit mindestens einem zweizeitigen Knie-TEP-  
Wechsel untersucht. Neben dem klinischen Verlauf von Implantation der primären Knieprothese an  
wurde die gesundheitsbezogene Lebensqualität anhand des WOMAC Index und des SF-36 Health  
Survey erfasst. Verschiedene Faktoren wurden hinsichtlich ihres Einflusses auf den Erfolg der In-  
fektsanierung untersucht.

**Ergebnisse:** In 93,2 % der Fälle konnte der Infekt erfolgreich saniert werden, davon in 78,2 %  
nach dem ersten zweizeitigen Wechsel, in 21,8 % nach dem zweiten zweizeitigen Wechsel. Unabh-  
hängig von der Versorgung mit Revisionsprothese, Arthrodesse und Amputation liegt die körperliche  
Lebensqualität nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel, gemessen mit dem SF-36 Health Survey,  
signifikant unter den Ergebnissen der Normpopulation. Innerhalb der Nachuntersuchungsgruppe  
weisen die Fälle mit Arthrodesse und Amputation eine signifikant schlechtere körperliche Funktions-  
fähigkeit auf als die Fälle mit Revisionsprothese. Die psychische Lebensqualität bleibt durch den  
Wechsel und die Versorgung mit Revisionsprothese, Arthrodesse und Amputation unbeeinflusst.

Signifikant häufiger persistierte der Infekt bei Vorliegen eines Diabetes mellitus, bei langjährigem  
Nikotinabusus, bei stattgehabtem Trauma im Bereich des Kniegelenkes, des Femurs oder der  
Tibia, bei Adipositas und bei Gelenkfistel, insbesondere bei Kombination mehrerer Faktoren.

**Diskussion:** Der zweizeitige Knie-TEP-Wechsel geht mit einer starken Beeinträchtigung der kör-  
perlichen Lebensqualität einher, nicht jedoch mit einer der psychischen. Die besten funktionellen  
Ergebnisse werden durch Revisionsprothesenimplantation erzielt. Das Risiko für einen persis-  
tierenden Infekt ist bekanntermaßen bei Durchführung einer Arthrodesse verringert, als Ergebnis  
dieser Studie bei Diabetes mellitus, Nikotinabusus, Trauma, Adipositas und Gelenkfistel erhöht.  
Eine schwere Allgemeinerkrankung, welche weitere Operationen verbietet, sowie das Vorliegen  
mehrerer Risikofaktoren sprechen für die Durchführung einer Arthrodesse, um die Infektsanierung  
zu begünstigen und weitere operative Eingriffe zu vermeiden. Ultima Ratio ist die Amputation.

Tag der mündlichen Prüfung: 15.05.2013

In Erinnerung  
an  
Christiane Sieweke

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1.</b>	<b>Die Knieendoprothese</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2.</b>	<b>Der periprothetische Infekt</b> .....	<b>4</b>
1.2.1.	Inzidenz des periprothetischen Infektes .....	4
1.2.2.	Pathogenese des periprothetischen Infektes .....	4
1.2.3.	Einteilung des periprothetischen Infektes.....	6
1.2.4.	Diagnose des periprothetischen Infektes .....	7
1.2.5.	Therapie des periprothetischen Infektes .....	9
1.2.6.	Bekannte Risikofaktoren .....	12
<b>1.3.</b>	<b>Fragestellung und Einführung in die Arbeit</b> .....	<b>14</b>
1.3.1.	Fragestellung .....	14
1.3.2.	Einführung in die Arbeit .....	15
<b>2.</b>	<b>Patienten und Methoden</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1.</b>	<b>Das Patientenkollektiv</b> .....	<b>16</b>
2.1.1.	Patientenübersicht.....	16
2.1.2.	Geschlecht .....	17
2.1.3.	Alter.....	17
2.1.4.	Primäre Operationsindikation .....	17
2.1.5.	Beobachtungszeitraum.....	18
2.1.6.	Aseptische Knie-TEP-Wechsel .....	19
2.1.7.	Erregerspektrum .....	20
2.1.8.	Prothesenmodell .....	21
2.1.9.	Das nicht-untersuchte Kniegelenk.....	22
2.1.10.	Mögliche Einflussfaktoren .....	22
<b>2.2.</b>	<b>Methoden</b> .....	<b>29</b>
2.2.1.	Studienaufbau .....	29
2.2.2.	Der Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC Index).....	29
2.2.3.	Der SF-36 Health Survey .....	31
<b>2.3.</b>	<b>Auswertung und Statistik</b> .....	<b>35</b>

<b>3.</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>37</b>
<b>3.1.</b>	<b>Der klinische Verlauf</b>	<b>37</b>
3.1.1.	Die Sanierungsrate	38
3.1.2.	Sanierungsrate: Revisionsprothese versus Arthrodeese	40
3.1.3.	Die Versorgung mit Revisionsprothese, Arthrodeese und Amputation	40
<b>3.2.</b>	<b>Die gesundheitsbezogene Lebensqualität nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel</b>	<b>42</b>
3.2.1.	Die gesundheitsbezogene Lebensqualität anhand des Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC Index)	42
3.2.2.	Die gesundheitsbezogene Lebensqualität anhand des SF-36 Health Survey	45
<b>3.3.</b>	<b>Mögliche Einflussfaktoren auf das Outcome nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel</b>	<b>58</b>
3.3.1.	Diabetes mellitus	58
3.3.2.	Rauchen	59
3.3.3.	Trauma	61
3.3.4.	Gelenkfistel	63
3.3.5.	Adipositas	65
3.3.6.	Geschlecht	67
3.3.7.	Korrelation der Anzahl der Risikofaktoren mit dem Erfolg der Infektsanierung	68
<b>4.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>71</b>
<b>4.1.</b>	<b>Diskussion der Methodik</b>	<b>71</b>
<b>4.2.</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse</b>	<b>73</b>
4.2.1.	Der klinische Verlauf	73
4.2.2.	Die gesundheitsbezogene Lebensqualität nach zweizeitigem Knieprothesenwechsel	76
4.2.3.	Mögliche Einflussfaktoren auf den Erfolg der Infektsanierung durch den zweizeitige Knie-TEP-Wechsel	84
4.2.4.	Therapieempfehlungen	95
<b>5.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>97</b>



<b>6.</b>	<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>99</b>
<b>6.1.</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>99</b>
<b>6.2.</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>109</b>
<b>6.3.</b>	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>111</b>
<b>6.4.</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>113</b>
<b>7.</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>114</b>
<b>8.</b>	<b>Lebenslauf .....</b>	<b>115</b>
<b>9.</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>I</b>

# 1. Einleitung

## 1.1. Die Knieendoprothese

Die Implantation eines künstlichen Kniegelenkersatzes stellt heutzutage einen orthopädischen Routineeingriff dar. Innerhalb Deutschlands werden jährlich 80.000-100.000 Kniegelenktotalendoprothesen (Knie-TEP) implantiert, weltweit mehr als 500.000 pro Jahr, Tendenz steigend [1]. Bis zu diesem Punkt war es jedoch ein langer Weg in der Geschichte der Arthroplastik des Kniegelenkes. Während noch Anfang des 19. Jahrhunderts die Arthrodesse und die Amputation die einzigen Therapieformen für zerstörte Gelenke darstellten, wurde ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts kontinuierlich am Erhalt der Gelenkfunktion gearbeitet. Zunächst handelte es sich um rein arthroplastische Eingriffe, zunehmend wurde jedoch zunächst körpereigenes, dann auch körperfremdes Material verwendet. Es vollzog sich eine Entwicklung vom Fremdmaterial als Abstandshalter zwischen Femur und Tibia hin zu einem naturgetreuen Oberflächenersatz der Gelenkflächen. Die auftretenden Komplikationen wie Materialverschleiß, Instabilität, Lockerung und Infektionen stellten hierbei den Motor der Weiterentwicklung dar [15, 77]. Der Durchbruch gelang Insall et al. 1973 mit einer totalcondylären Prothese. Diese bestand aus einer Femurkomponente aus Metall, einem Oberflächenersatz für die Patella und einer Tibiakomponente aus Polyethylen, die das komplette Tibiaplateau bedeckte. 1974 wurde diese Form der Knieprothese von Murray et al. durch ein auswechselbares Polyethylen-Inlay ergänzt und entspricht damit bezüglich des Aufbaus den heute verwendeten ungekoppelten Totalendoprothesen [77].

Mittlerweile steht eine Vielzahl verschiedener Prothesen zur Verfügung. Hier unterscheidet man zwischen monokondylären, bei denen nur ein Kompartiment (medial oder lateral) ersetzt wird, und bi- oder trikompartimentalen Modellen, bei denen beide femorotibialen Kompartimente bzw. zusätzlich die Rückfläche der Patella ersetzt werden. Die Indikation wird entsprechend der Anzahl der zerstörten Gelenkflächen gestellt. Bedingung ist eine stabile Seitenbandführung und ein funktionierendes hinteres Kreuzband sowie bei Implantation eines monokondylären Ersatzes auch ein intaktes vorderes Kreuzband.

Bei den bi- und trikompartimentalen Modellen, den so genannten Totalendoprothesen, unterscheidet man zwischen den ungekoppelten und den gekoppelten Modellen. Hier richtet sich die Indikation nach der Funktionalität des natürlichen Bandapparates im Kniegelenk. Die ungekoppelten Totalendoprothesen bestehen aus einem reinen Oberflächenersatz an Femur und Tibia, wobei die Gelenkführung über die intakten Seitenbänder sowie ein intaktes hinteres Kreuzband gewährleistet werden muss. Sie bilden heute die größte Gruppe unter den implantierten Totalendoprothesen.

Teilweise gekoppelt (semiconstrained) ist die Posterior Stabilisierte Prothese (PS-Knie). Sie weist auf dem Tibiaplateau einen Zapfen oder einen First auf, der in eine flache intrakondyläre Aussparung des Femurteils eingreift. Die Posterior Stabilisierte Prothese gewährleistet anterior-posteriore Stabilität bei Verlust oder Insuffizienz des hinteren Kreuzbandes.

Eine sogenannte Achsgeführte Rotationsprothese (Rotating Hinge Knee) gibt anterior-posteriore und medio-laterale Stabilität bei einem Defekt der Kreuz- und Seitenbänder. Die Rotationsbewegung der Tibia gegen den Femur bleibt jedoch möglich.

Das achsgeführte Knie erlaubt lediglich eine Scharnierbewegung der Tibia gegen den Femur. Einsatzbereich sind in erster Linie schwere chronische ligamentäre Instabilitäten, ausgeprägte Achsabweichungen ( $> 20-25^\circ$ ) und erhebliche knöcherne Substanzdefekte [1, 54].

Die Implantation einer Knieprothese gehört heute mit 80.000 – 100.000 Implantationen pro Jahr zu den am häufigsten durchgeführten orthopädischen Eingriffen. Bemerkenswert ist die weltweit steigende Zahl der jährlich implantierten Prothesen [79]. Für die USA haben Kurtz et al. für den Zeitraum 2005 bis 2030 einen Anstieg der jährlich implantierten Knie-TEP-Implantationen um 673 % auf 3,48 Millionen Eingriffe pro Jahr berechnet [65]. Diese Entwicklung ist auf die steigende Lebenserwartung der Bevölkerung und das hohe Aktivitätsniveau mit sportlicher Betätigung bis ins hohe Alter aber auch auf die steigende Zahl der Menschen mit Übergewicht zurückzuführen, da diese Faktoren die Entstehung von Osteoarthritis begünstigen. Positiver Anreiz zur vermehrten Implantation

sind die verbesserten Langzeitergebnisse. Da diese Faktoren in Deutschland eine ähnlich Entwicklung aufweisen, ist mit sehr großer Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass die Zahl der jährlichen Knie-TEP-Implantationen auch hier in den kommenden Jahren deutlich ansteigen wird.

Die häufigsten Indikationen für die Implantation einer Knieprothese sind derzeit mit großem Abstand die Gonarthrose mit etwa 90% und die rheumatoide Arthritis, nachdem konservative Therapieversuche gescheitert sind. Weitere Indikationen sind die Osteonekrose sowie die Rekonstruktion nach Tumorresektion [89].

In zahlreichen Studien wurde eine deutliche Verbesserung der Funktionalität des Kniegelenkes, eine signifikante Minderung der Schmerzen und eine Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität nach Implantation einer Knieendoprothese beobachtet [39, 55, 103, 107]. Beschwerdefreiheit auf Dauer kann der Gelenkersatz jedoch nicht garantieren. Auch heute kommt es noch regelhaft zu Verschleißerscheinungen des Materials, insbesondere des Polyethylen-Inlays. Die dabei entstehenden Abriebpartikel werden als Hauptursache für die aseptische Lockerung der Prothese angesehen [80]. Weitere mögliche Komplikationen einer Knie-Totalendoprothese sind Dislokation oder Bruch der Prothese sowie Frakturen der periprothetischen Knochen und periprothetische Infektionen. Häufig wird in den oben genannten Fällen eine Revision oder ein Wechsel eines Prothesenteils oder der kompletten Prothese erforderlich. Auf die periprothetische Infektion soll im Folgenden näher eingegangen werden.

## **1.2. Der periprothetische Infekt**

### **1.2.1. Inzidenz des periprothetischen Infektes**

Der periprothetische Infekt stellt seit Beginn der Endoprothetik im 19. Jahrhundert eine der verheerendsten Komplikationen dar. Unbehandelt kann er zur Sepsis und damit zum Tode führen. Die Mortalitätsrate wird mit 2,7 % - 18 % angegeben [11]. Die Kosten, welche eine periprothetische Infektion verursacht, liegen etwa 4,8-mal höher als die einer primären Totalprothesenimplantation [83, 110]. Derzeit liegt die Häufigkeit einer Knie-TEP-Infektion bei primärer Implantation zwischen 1 und 2 Prozent [9, 10, 39, 90, 91, 95, 118]. Während der letzten Jahre konnte die Rate der periprothetischen Infekte kontinuierlich reduziert werden [118, 124]. Dies ist vor allem auf die Durchführung einer perioperativen Antibiotikaphylaxe und die Einführung von laminarem Luftstrom im Operationsbereich zurückzuführen [124]. Jedoch darf die Zahl der periprothetischen Infektionen keinesfalls unterschätzt werden. Mit der stark zunehmenden Zahl der Prothesenimplantationen steigt auch die absolute Zahl der Protheseninfektionen [116]. Insgesamt stellt der periprothetische Infekt eine äußerst ernstzunehmende Komplikation da. Der Optimierung von Prävention und Therapie des periprothetischen Infektes ist eine hohe Priorität beizumessen.

### **1.2.2. Pathogenese des periprothetischen Infektes**

Bei der Pathogenese des periprothetischen Infektes ist das Zusammenspiel von Implantat, Immunsystem des Patienten und involvierten Mikroorganismen von Bedeutung. Der Mikroorganismus bindet an die Prothesenoberfläche. Hierbei wird er von unspezifischen hydrophoben Kräften und Van-der-Waals-Kräften unterstützt. Außerdem unterstützen Flagellen, Geißeln und Fimbrien des Mikroorganismus die Adhäsion an die Prothesenoberfläche [34]. Eine Beschichtung der Prothese aus Fibronectin, Fibrinogen und anderen Proteinen, welche vom menschlichen Körper nach Implantation gebildet wird, ist für den Mikroorganismus ebenfalls von Nutzen. Diese Proteine können dem Mikroorganismus als Rezeptor für seine Oberflächenproteine dienen [19, 45, 93].

Einmal an die Prothesenoberfläche gebunden, beginnen die Erregerzellen sich zu teilen und Mikrokolonien zu bilden. Es kommt zu einem Übergang des Mikroorganismus von der planktonischen oder nichtadhäsiven in eine sessile oder adhäsive Form. Diese Verwandlung bringt eine Veränderung des Stoffwechsels mit sich. Der Erreger beginnt einen Biofilm zu bilden, indem er hydrierte Polysaccharide sezerniert. Diese Polysaccharide geben dem Biofilm seine Struktur und gehen eine enge Verbindung zur Prothesenoberfläche ein. Sie ermöglichen die Ausbildung von „Wasserkanälen“ innerhalb des Biofilms, wodurch Nährstoffe und Sauerstoff zu den im Biofilm lebenden Organismen transportiert werden. Eine weitere Besonderheit der sessilen Organismusform ist ein verlangsamtes Wachstum und eine verminderte Zellteilungsrate, was vermutlich auf das begrenzte Sauerstoff- und Nährstoffangebot zurückzuführen ist [34].

Um einen Protheseninfekt auszulösen, reicht eine sehr kleine Zahl von Erregern. Sind im Experiment ohne Fremdoberfläche mehr als  $10^8$  koloniebildende Einheiten nötig um eine Infektion auszulösen so reichen bei Vorhandensein einer Fremdoberfläche  $10^2$ , also 0,0001 Prozent [122].

Weiterhin ist der Erreger auf der Prothesenoberfläche durch die oben beschriebene Anpassung kaum angreifbar. Da Organismen in den unteren Schichten des Biofilms von Phagozyten nicht erreicht werden können, macht es der Biofilm dem körpereigenen Immunsystem nahezu unmöglich, den Erreger zu eliminieren [28]. Auch gegen Antibiotika ist der Erreger weitgehend geschützt. Antibiotika, welche den Biofilm penetrieren können, werden an extrazelluläre Proteine gebunden und dadurch inaktiviert [30]. Das langsamere Wachstum und die dadurch bedingte geringere Aufnahme der Antibiotika machen den Erreger ebenfalls weniger angreifbar [30, 57].

Da sich sessile Biofilmbakterien von der planktonischen Form auch phänotypisch unterscheiden, werden diese in der mikrobiologischen Testung seltener korrekt erkannt [57].

Viele Arten von Bakterien und Pilzen können einen Protheseninfekt auslösen. Allerdings ist für die meisten Protheseninfekte nur eine begrenzte Zahl von Mikroorganismen verantwortlich. Koagulase-negative Staphylokokken sind für 30

bis 43 Prozent der periprothetischen Infekte verantwortlich, *Staphylococcus aureus* für 12 bis 23 Prozent, Streptokokken für neun bis zehn Prozent, Enterokokken für drei bis sieben Prozent, gramnegative Bakterien für drei bis sechs Prozent und Anaerobier für zwei bis vier Prozent. Eine gemischte Keimflora liegt in zehn bis elf Prozent der Fälle vor [124].

### **1.2.3. Einteilung des periprothetischen Infektes**

Die Mikroorganismen können während der Implantation beispielsweise durch verunreinigte Handschuhe, durch Kontakt der Prothese mit der Haut des Patienten oder durch Tröpfcheninfektion auf die Prothese gelangen. Außerdem kann sich die Entzündung von einem postoperativen Wundinfekt oder einem infizierten Hämatom auf die Gelenkprothese ausbreiten. Hier unterscheidet man zwei Infektionstypen.

Beim Typ I, dem Frühinfekt, gelangen hochvirulente Erreger wie *Staphylococcus aureus* oder gramnegative Stäbchen intra- oder postoperativ auf die Oberfläche der Gelenkprothese. Innerhalb der ersten drei Monate postoperativ kommt es zu Fieber, hohen Entzündungswerten, Schwellung, Rötung, schmerzhafter Bewegungseinschränkung, gegebenenfalls sogar Wunddehizensz oder Fistelbildung.

Beim Typ II, dem chronischen Infekt, handelt es sich meist um weniger virulente Keime, welche während der Operation inokuliert werden. Hier stehen vor allem Koagulase-negative Staphylokokken wie *Staphylococcus epidermidis* im Vordergrund. Der chronische Infekt tritt verzögert zwischen 3 und 24 Monate postoperativ auf. Er zeichnet sich durch unspezifische klinische Symptome aus, wobei persistierender Schmerz ein häufiges Symptom ist. Auch eine frühe Prothesenlockerung kann durch einen sogenannten Low-grade-Infekt bedingt sein.

Typ III-Infekte sind Spätinfekte, die mindestens 24 Monate postoperativ auftreten. Definitionsgemäß beruhen sie auf einer hämatogenen Aussaat von Erregern, zum Beispiel im Rahmen eines septischen Geschehens wie einer Pneumonie, einer akuten Zystitis oder einer Zahnextraktion. Je nach auslösendem

Erreger können die Symptome unterschiedlich sein und reichen vom akuten Gelenkschmerz mit septischem Krankheitsbild bis zur langsam progredienten Prothesenlockerung mit persistierenden Schmerzen [29].

Neben starken Schmerzen und Bewegungseinschränkung können alle drei Infektionstypen verheerende Folgen mit sich bringen. Lösen sich Erregerzellen oder ganze Biofilmmassen von der Gelenkoberfläche und werden in die Blutbahn eingeschwemmt, können sie an anderer Stelle eine Infektion auslösen. So können sich die Erreger beispielsweise an den Herzklappen absiedeln und eine Endokarditis verursachen. Im schlimmsten Fall kommt es zu einer Sepsis, welche zum Tode führen kann [28, 34].

#### **1.2.4. Diagnose des periprothetischen Infektes**

Um dies zu verhindern, ist es wichtig, einen Protheseninfekt frühzeitig zu erkennen und diesen zu therapieren.

Die Klinik eines Protheseninfektes zeigt sich wie bereits oben beschrieben: Eine frühe Infektion manifestiert sich häufig durch Gelenkschmerz, Schwellung, Rötung, Überwärmung, Wunddehiszenz oder Fistelbildung und gegebenenfalls durch systemische Anzeichen einer Sepsis. Ein chronischer Infekt macht sich unspezifischer durch persistierenden Schmerz und ggf. durch Prothesenlockerung bemerkbar [124].

Geeignete Diagnosekriterien stellen bei Knieschmerzen auf dem Boden einer Prothesenversorgung die Blutsenkungsgeschwindigkeit (BSG) und das C-Reaktive Protein (CRP) dar. So ermittelten Greidanus et al. bei einer Toleranzgrenze von 22,5 mm/h für die BSG eine Sensitivität von 93 % und eine Spezifität von 83 %. Bei einer Toleranzgrenze von 13,5 mg/l für den CRP-Wert wird die Sensitivität mit 91 %, die Spezifität mit 86 % angegeben [41]. Piper et al. und Del Pozo et al. bestätigen die gute Sensitivität und Spezifität von BSG und CRP [33, 86].

Eine große Bedeutung kommt der Diagnostik der Mikrobiologie zu. Gelingt es, in zwei oder mehr Kulturen aus Synovialflüssigkeit oder periprothetischem Ge-



webe denselben Mikroorganismus heranzuzüchten, so ist dies nahezu ein sicherer Beweis für einen periprothetischen Infekt [124]. Allerdings ist es nicht immer möglich, den Erreger in der Kultur anzuzüchten. Gelingt es nicht, einen Erreger aus Probematerial anzuzüchten, ist ein periprothetischer Infekt dennoch nicht ausgeschlossen. Vor allem bei chronischen periprothetischen Infekten gelingt die Anzucht häufig nicht, was sich dadurch erklären lässt, dass hier die Bakterien dem Implantat anhaften und nicht in freier Form in der Synovialflüssigkeit zu finden sind [32, 35].

Auch die Leukozytenzahl im Gelenkpunktat ist diagnostisch von Bedeutung. Infizierte Gelenkflüssigkeit ist üblicherweise trüb durch die hohe Zahl der Leukozyten, wovon die neutrophilen Granulozyten den größten Teil ausmachen. Eine Leukozytenzahl von mehr als 1700/ $\mu\text{l}$  weist eine Infektion mit einer Sensitivität von 94% und einer Spezifität von 88% nach [124].

Die nuklearmedizinische Untersuchung hat lediglich einen ergänzenden Stellenwert, da sowohl die Technetium-99m-Skelettszintigraphie als auch die Indium-111-Leukozytenszintigraphie wenig spezifisch sind. Einige Monate bis hin zu über einem Jahr nach Implantation der Knieprothese kann es zu Anreicherungen im Gelenkspalt trotz Abwesenheit eines Protheseninfektes kommen. Ursache hierfür ist der postoperative Knochenumbau. Darüber hinaus kann die Skelettszintigraphie auch bei aseptischer Lockerung positiv ausfallen. Jedoch kann die Szintigraphie bei negativem Ausfall einen Anhalt für die Abwesenheit eines Infektes geben [97, 101].

Im Rahmen der vorliegenden Studie musste für die Diagnosestellung mindestens eines der folgenden Kriterien erfüllt sein: (1) Erregernachweis prä- oder intraoperativ in Synovialflüssigkeit oder periprothetischem Gewebe; (2) Vorhandensein von Eiter in der Synovialflüssigkeit; (3) Vorliegen einer Gelenkfistel; oder (4) eine akute Entzündung des periprothetischen Gewebes in der histopathologischen Untersuchung [124].

### **1.2.5. Therapie des periprothetischen Infektes**

Ziel der Therapie des periprothetischen Infektes ist die Eradikation des verursachenden Erregers bei bestmöglichem Erhalt der Gelenkfunktion und der Lebensqualität des Patienten.

Für gewöhnlich werden chirurgische und medikamentöse Maßnahmen miteinander kombiniert. Bisher wurde eine Vielzahl an Konzepten zur Behandlung periprothetischer Infektionen publiziert. Zur Diskussion stehen eine rein konservative Therapie mit systemischer Antibiose, das chirurgische Debridement in Kombination mit systemischer Antibiose, der ein- und der zweizeitige Prothesenwechsel mit Implantation einer Revisionsprothese, die Durchführung einer Arthrodesse sowie als Ultima Ratio die hohe Oberschenkelamputation.

#### **Der zweizeitige Wechsel**

Goldstandard unter den Therapieoptionen des periprothetischen Infektes stellt derzeit der zweizeitige Wechsel dar [17, 18, 20, 31, 40, 47, 51, 96, 106, 112, 114-116, 120].

Dieser beinhaltet das vollständige Entfernen aller Komponenten der Prothese. Das umliegende Gewebe sowie der periprothetische Knochen werden gründlich debridiert. An dieser Stelle sollten auch mehrere Gewebeproben aus verschiedenen Bereichen für die mikrobiologische Untersuchung gewonnen werden. Es folgt die ausgiebige Spülung. Als nächstes wird ein Platzhalter (Spacer) aus Polymethylmethacrylat und Antibiotikum hergestellt. Ist der Erreger bereits präoperativ bekannt, kann das Antibiotikum gemäß Resistogramm gewählt werden. Voraussetzung hierfür ist, dass das Antibiotikum hitzeresistent ist, da es beim Aushärten des Polymethylmethacrylat zu Temperaturentwicklungen von bis zu 70° Celsius kommt [21]. Außerdem darf das Antibiotikum nicht die Polymerisation des Polymethylmethacrylat beeinflussen [108]. Der Spacer wird entweder als artikulierender Spacer geformt oder das Gelenk wird temporär versteift.

Beim artikulierenden Spacer werden aus dem Polymethylmethacrylat-Antibiotikum-Gemisch Femurkondylen und Tibiaplateau nachempfunden. Zur Versteifung werden Harrington-Stäbe intraossär in Femur und Tibia eingebracht und der Zwischenraum wird mit dem Polymethylmethacrylat-Antibiotikum-Gemisch ausgefüllt [50].

Postoperativ sollte das Bein nicht voll belastet werden, um eine Destruktion des Knochens zu vermeiden. Eine Antibiotikatherapie, welche dem Resistogramm entspricht, wird mindestens bis zur Normalisierung des CRP-Wertes durchgeführt. Über die optimale Dauer der Antibiotikatherapie gibt es keine einheitlichen Angaben. Häufig wird ein Zeitraum von 6 Wochen empfohlen [83, 108]. Bleiben die Infektparameter auch nach Absetzen der Antibiotika im Normalbereich und lässt sich im Gelenkpunktat kein Erreger nachweisen, werden in einem zweiten Eingriff das Spacer-Material sowie gegebenenfalls die Harrington-Stäbe entfernt. Erneut werden Gewebeproben gewonnen und mikrobiologisch untersucht. Schließlich wird eine neue Endoprothese implantiert. Wird in den bei Implantation entnommenen Gewebeproben der initiale Erreger nachgewiesen, schließt sich eine Antibiotikatherapie über sechs Monate an, andernfalls lediglich über eine Dauer von sechs Wochen [76, 94, 98].

### **Der einzeitige Wechsel**

Der einzeitige Prothesenwechsel ist bei periprothetischen Infekten im Bereich des künstlichen Hüftgelenkes gut etabliert. Im Bereich des Kniegelenkes hat er sich bisher jedoch nicht durchsetzen können [82].

Wie beim zweizeitigen Prothesenwechsel werden sämtliche Prothesenkomponenten entfernt. Es folgt das Debridement des darunterliegenden Knochens und der Weichteile, ausgiebige Spülung und schließlich, unter Verwendung von antibiotikahaltigem Zement, die Implantation einer neuen Kniegelenksprothese im selben Eingriff. Die in einem Review von Romano et al. ermittelte Sanierungsrate bei einzeitigem Knieprothesenwechsel beträgt 81,9 % [94].

## **Die rein konservative Therapie**

Eine rein konservative Therapie mit intravenöser Antibiose stellt aufgrund der Resistenz des Erregers im Biofilm in der Infektsanierung eine große Ausnahme dar. Die rein konservative Therapie geht mit einer inakzeptabel hohen Rate persistierender Infekte einher und ist lediglich in den seltenen Fällen indiziert, in denen ein medizinisch instabiler Zustand des Patienten einen operativen Eingriff verbietet [49].

## **Chirurgisches Debridement**

In Studien führte das chirurgische Debridement in Kombination mit nachfolgender intravenöser Antibiose in 25 bis 33 Prozent der Fälle zur Erregereradikation. Voraussetzung war, dass der Infekt erst seit kurzer Dauer bestand [116]. Zimmerli et al. geben hierfür einen maximalen Zeitraum von drei Wochen für die Dauer des Infektes an [123]. Am ehesten ist dieses Verfahren erfolgreich, wenn es sofort nach Auftreten der Symptome einer Infektion durchgeführt wird, wenn keine Lockerungszeichen vorliegen und der Weichteilmantel in einem gutem Zustand ist [116, 124]. Ob es sich um einen hämatogenen Infekt oder um einen Frühinfekt nach Erstimplantation handelt, ist hierbei nicht von Bedeutung.

## **Arthrodese**

Reicht das vorhandene Knochenmaterial als Verankerungsmöglichkeit für eine Revisionsprothese nicht aus, bleibt eine Arthrodese als mögliche Therapieoption. Eine weitere Indikation für eine Arthrodese ist ein insuffizienter Streckapparat, welcher eine aktive Streckung nach Implantation einer Revisionsprothese unmöglich macht. Schließlich empfehlen Isiklar et al. die rechtzeitige Durchführung einer Arthrodese bei persistierendem periprothetischen Infekt. Dies sei wiederholten Versuchen der Revisionsprothesenimplantation vorzuziehen, da so eine spätere Amputation aufgrund von weiterem Knochen- und Weichteilverlust verhindert werde. Die Entscheidung zur Arthrodese sollte unter Zusam-

menschau der Knochen- und Weichteilverhältnisse, der vorhandenen Risikofaktoren für einen persistierenden Infekt und der Patientencompliance getroffen werden [111].

Die Arthrodese nach periprothetischem Infekt kann als einzeitiges und als zweizeitiges Prozedere durchgeführt werden. Das einzeitige Vorgehen besteht aus Debridement, Spülung und anschließender Implantation des fixierenden Materials. Beim zweizeitigen Vorgehen entsprechen der erste Eingriff und die Antibiotikatherapie dem Vorgehen beim zweizeitigen Prothesenwechsel. Bei fehlendem mikrobiologischen Erregernachweis sowie bei dauerhafter Normalisierung der Infektparameter auch zwei Wochen nach Absetzen der antibiotischen Therapie wird die Arthrodese durchgeführt. Es stehen der Fixateur externe, lange oder kurze Marknägel, die Plattenosteosynthese sowie die Kombination verschiedener Methoden zur Fixierung der Knie-Arthrodese zur Verfügung [102]. Zahlreiche Autoren haben sich in Studien für das zweizeitige Vorgehen ausgesprochen. Als Begründung werden eine höhere Rate sanierter Infekte sowie eine höhere Durchbauungsrate angegeben [27, 59, 62, 102, 111].

## **Amputation**

Die Amputation stellt bei persistierendem Infekt, Sepsis oder drohender Sepsis sowie bei Knochen- und Weichteilverhältnissen, welche selbst für eine Arthrodese ungenügend sind, die Ultima Ratio dar [49].

### **1.2.6. Bekannte Risikofaktoren**

Einige Faktoren, welche das Risiko für das Auftreten eines periprothetischen Infektes erhöhen, sind aus einer Vielzahl von Studien bekannt.

Gesichert ist, dass die Inzidenz periprothetischer Infekte nach aseptischem Prothesenwechsel deutlich höher ist als nach primärer Prothesenimplantation [11, 16, 52]. In einer Studie von Blom et al. steht eine Inzidenzrate von 5,8 % nach

Revisionseingriffen einer Rate von 1 % nach primärer Prothesenimplantation gegenüber [16].

Weitere Faktoren, welche mit einem erhöhten Risiko für einen periprothetischen Infekt assoziiert sind, sind postoperative Wundinfektionen, eine maligne Grunderkrankung [11], rheumatoide Arthritis [11, 52], eine immunsuppressive Therapie [84], Diabetes mellitus [11, 36, 67, 84], Rauchen [84, 105], Frakturen im Bereich des Kniegelenkes [52, 105] und Adipositas [36, 53, 84, 105, 119].

## **1.3. Fragestellung und Einführung in die Arbeit**

### **1.3.1. Fragestellung**

Die vorliegende Studie strebt mit ihren Untersuchungen eine Verbesserung der Therapie bei periprothetischem Infekt an. Der Fokus wird hier auf das zweizeitige Prozedere gelegt, da es bei periprothetischem Infekt, sowohl bei Implantation einer Revisionsprothese als auch bei Durchführung einer Arthrodese, die Therapie der Wahl ist. Hier sind der klinische Verlauf nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel sowie die gesundheitsbezogene Lebensqualität von Interesse. Weiterhin wird angestrebt, mögliche Einflussfaktoren auf den Erfolg der Infekt-sanierung zu identifizieren. Schließlich sollen mögliche Konsequenzen für die Therapie des periprothetischen Infektes herausgestellt werden.

Es stellt sich zunächst die Frage:

**Frage 1: Welche Aussagen lassen sich zum klinischen Verlauf nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel anhand der Nachuntersuchungsgruppe treffen?**

Insbesondere soll betrachtet werden:

- a) Wie häufig führte der zweizeitige Knieprothesenwechsel zur Sanierung des periprothetischen Infekts?
- b) Inwieweit ist die Sanierungsrate abhängig von der Versorgung mit Revisionsprothese und Arthrodese?
- c) In wie vielen Fällen wurde eine Revisionsprothese implantiert, wie häufig wurde eine Arthrodese oder Amputation durchgeführt und wovon ist die Therapieentscheidung abhängig?

Diese Fragen wurden bereits in zahlreichen Studien diskutiert. Wenige Daten liegen hingegen zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität nach zweizeitigem Knieprothesenwechsel vor. Keine Daten gibt es bisher zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität bei Arthrodese und Amputation nach zweizeitigem Knieprothesenwechsel. Weiterhin ist unbekannt, ob ein Zusammenhang zwischen der Zahl der zweizeitigen Wechsel pro Kniegelenk und der gesundheitsbezogenen kniegelenksspezifischen Lebensqualität besteht. Demzufolge soll in der vorliegenden Arbeit folgende Frage beantwortet werden:

**Frage 2: Welche Ergebnisse zeigen sich nach zweizeitigem Knieprothesenwechsel hinsichtlich der subjektiven gesundheitsbezogenen Lebensqualität, zum einen kniegelenksbezogen, zum anderen krankheitsübergreifend, und welcher Zusammenhang besteht zwischen dem klinischen Verlauf und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität?**

Im dritten Teil der Arbeit wird untersucht, inwiefern eine Korrelation zwischen möglichen Einflussfaktoren wie Diabetes, Nikotinabusus, Trauma, Gelenkfistel, Adipositas sowie Geschlecht und dem Erfolg der Infektsanierung durch den zweizeitigen Knie-TEP-Wechsel besteht. In zahlreichen Studien wurden mögliche Risikofaktoren für das Auftreten eines periprothetischen Infektes untersucht. Die Risikofaktoren für das Persistieren eines periprothetischen Infektes nach zweizeitigem Wechsel sind hingegen weitgehend unbekannt.

Entsprechend soll die Frage beantwortet werden:

**Frage 3: Besteht ein Zusammenhang zwischen den Faktoren Diabetes, Nikotinabusus, Trauma, Gelenkfistel, Adipositas und Geschlecht und dem Erfolg der Infektsanierung durch den zweizeitigen Knie-TEP-Wechsel?**

Schließlich stellt sich die Frage:

**Frage 4: Welche Therapieempfehlungen lassen sich aus den Ergebnissen ableiten?**

### **1.3.2. Einführung in die Arbeit**

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde eine Nachuntersuchung der Patienten durchgeführt, die sich im Zeitraum von Januar 1998 bis Januar 2010 in der Klinik für Allgemeine Orthopädie und Tumororthopädie der Universitätsklinik Münster aufgrund eines periprothetischen Infektes einer zweizeitigen Knie-Totalendoprothesen-Wechseloperation unterzogen haben.



## **2. Patienten und Methoden**

### **2.1. Das Patientenkollektiv**

#### **2.1.1. Patientenübersicht**

Die Studie schloss Patienten ein, bei denen im Zeitraum von 1998 bis 2010 mindestens ein zweizeitiger Totalendoprothesen-Wechsel aufgrund eines periprothetischen Infektes durchgeführt worden war. Es waren sowohl Patienten eingeschlossen, die zum Zeitpunkt der Untersuchung mit einer Revisionsendoprothese versorgt waren, als auch Patienten, bei denen im Rahmen des zweizeitigen Wechsels oder im weiteren Verlauf eine Arthrodesse oder Amputation vorgenommen worden war. Die Patienten wurden in der Operationsdatenbank des Universitätsklinikums Münster ausfindig gemacht. Ausschlusskriterium war eine aktuelle Versorgung mit einem Spacer im Rahmen eines erneuten zweizeitigen Wechsels.

99 Patienten erfüllten die oben genannten Kriterien. Vier Patienten verweigerten die Teilnahme an der Studie. Bei sieben Patienten wurde uns von Angehörigen mitgeteilt, dass der Patient verstorben sei, davon in einem Fall an einem periprothetischen Infekt mit Sepsis. Bei vier Patienten konnte das Telefoninterview aus gesundheitlichen Gründen wie schwerer Allgemeinerkrankung, Demenz und aktuellem Krankenhausaufenthalt nicht durchgeführt werden. Zu 28 Patienten konnte kein Kontakt hergestellt werden. Mögliche Gründe hierfür sind fehlende Kontaktdaten, aufgrund von Umzug nicht mehr aktuelle Kontaktdaten sowie der Tod des Patienten. Dadurch reduzierte sich die Zahl der teilnehmenden Patienten auf 56.

Bei drei Patienten war beidseits ein zweizeitiger Totalendoprothesen-Wechsel aufgrund eines periprothetischen Infektes durchgeführt worden. Es liegen demnach Daten zu 59 Kniegelenken und damit 59 Fällen vor.

In 58 Fällen fand die Operation im Rahmen der Infektsanierung im Universitätsklinikum Münster statt, in einem Fall wurde der zweizeitige Totalendoprothesen-Wechsel im Universitätsklinikum Gießen vorgenommen.

Das rechte Kniegelenk war in 26 der 59 Fälle betroffen (44,1 %), das linke Kniegelenk in 33 Fällen (55,9 %).

In 38 Fällen (64,4 %) bestand zum Zeitpunkt der Untersuchung eine Versorgung mit einer Revisionsendoprothese, in 17 Fällen (28,8 %) eine Arthrodeese und in 4 Fällen (6,8 %) eine Amputation.

### **2.1.2. Geschlecht**

Bei dem Patientenkollektiv handelt es sich um 27 weibliche und 29 männliche Patienten, wobei die drei Patienten, die einen beidseitigen Wechsel durchlaufen hatten, zu den männlichen Patienten zählen. Ausgewertet wurden demnach 27 (45,8 %) weibliche und 32 (54,2 %) männliche Fälle.

### **2.1.3. Alter**

Das Durchschnittsalter, über alle Fälle gesehen, lag zum Zeitpunkt der Untersuchung bei 73 Jahren. Der jüngste Patient war 43, die älteste Patientin 90 Jahre alt, die Standardabweichung beträgt 9,7.

### **2.1.4. Primäre Operationsindikation**

Die Indikation zur primären Knie-TEP-Implantation wurde in 45 Fällen (76,3 %) aufgrund einer Gonarthrose gestellt. In sieben Fällen (12,7 %) war die Gonarthrose traumatisch bedingt. Bei zwei Patienten (3,6 %) wurde die Implantation bei chronischer Polyarthritits vorgenommen und bei einem Patienten (1,8 %) erfolgte die Prothesenimplantation nach einer Tumorresektion. Bei vier Patienten lagen keine Angaben zur Operationsindikation vor.

## 2.1.5. Beobachtungszeitraum

Es wurde der Zeitraum von der primären Implantation der Knie-Totalendoprothese am betroffenen Kniegelenk bis zum Datum der Nachuntersuchung betrachtet.

### 2.1.5.1. Zeitspanne von Implantation der primären Knie-TEP bis zur Nachuntersuchung

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag die primäre Implantation einer Kniegelenktotalendoprothese im Durchschnitt 9,1 Jahre (SD 4,9) zurück.

### 2.1.5.2. Zeitspanne von Implantation der primären Knie-TEP bis zur Prothesenexplantation im Rahmen des zweizeitigen Wechsels

Bis zum Ausbau der Totalendoprothese aufgrund eines periprothetischen Infektes vergingen nach primärer Implantation im Durchschnitt 4,2 Jahre (SD 3,9). Eine Übersicht zeigt Tabelle 1.

**Tab. 1: Zeitraum zwischen Implantation der primären Knie-TEP und der Prothesenexplantation im Rahmen des zweizeitigen Wechsels**

<b>Zeitraum</b>	<b>Patientenzahl</b>	<b>Prozent</b>
bis zu 2 Jahre	22	39,3 %
2,1 – 5 Jahre	18	32,1 %
5,1 – 10 Jahre	12	21,4 %
mehr als 10 Jahre	4	7,1 %
<b>Gesamt</b>	56	100,0 %
Fehlend	3	
<b>Gesamt</b>	<b>59</b>	

Die Einteilung in Frühinfekt, chronischen Infekt und Spätinfekt kann anhand der Datenlage retrospektiv nicht vorgenommen werden.

### 2.1.5.3. Follow-up-Zeitraum

Der Zeitraum zwischen der letzten Operation aufgrund eines periprothetischen Infektes und der Nachuntersuchung betrug im Durchschnitt 4,1 Jahre. Die früheste Nachuntersuchung fand sechs Monate nach der letzten Operation statt, die späteste elf Jahre und sechs Monate nach der letzten Operation (SD 2,7).

### 2.1.6. Aseptische Knie-TEP-Wechsel

In 35 Fällen (59,3 %) besaß der Patient beim ersten zweizeitigen Knie-TEP-Wechsel noch die primär implantierte Prothese. In 18 Fällen (30,5 %) war die Prothese zuvor genau einmal einzeitig gewechselt worden, in vier Fällen (6,8 %) zweimal und in zwei Fällen (3,4 %) dreimal. Siehe dazu auch Abbildung 1.

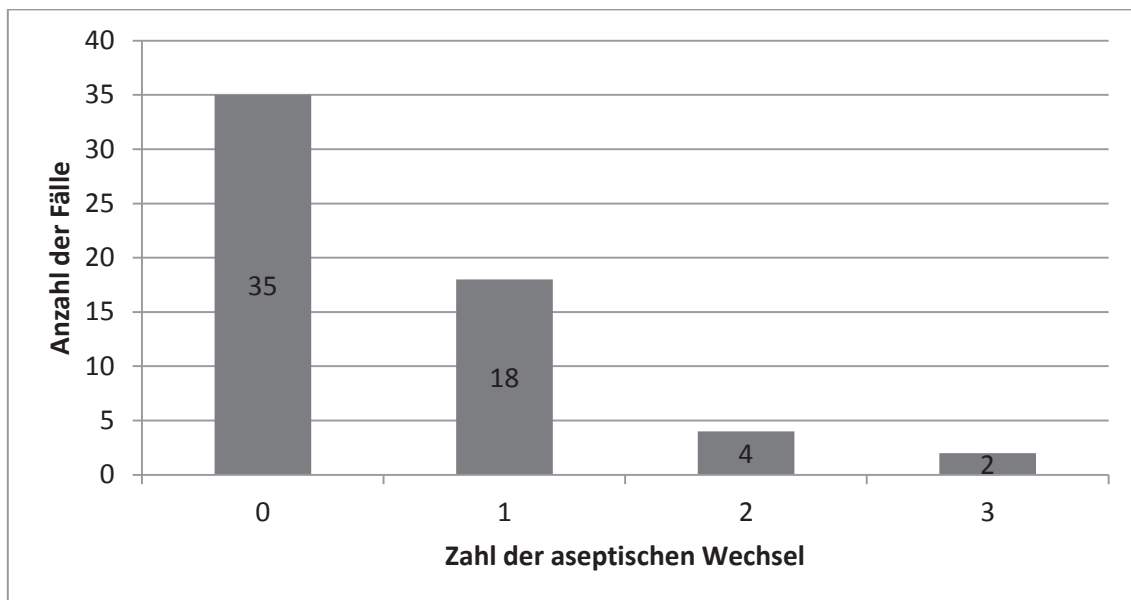


Abb. 1: Zahl der Fälle mit keinem, einem, zwei oder drei aseptischen Knieprothesenwechsel vor dem zweizeitigen Wechsel

### 2.1.7. Erregerspektrum

Der Keimnachweis ergab in 74,5 % der Fälle eine Monoinfektion und in 25,5 % der Fälle eine Mischinfektion.

Erreger der Monoinfektion war in 28,6 % der Fälle *Staphylococcus aureus*, davon in 30 % der Fälle MRSA. In weiteren 28,6 % wurde *Staphylococcus epidermidis* nachgewiesen, davon in 20 % multiresistenter *Staphylococcus epidermidis*. In jeweils 5,7 % wurde die Infektion durch *Staphylococcus capitis*, *Peptococcaceae* und *Enterococcus faecalis* verursacht. Der Nachweis von *Staphylococcus simulans*, *Staphylococcus hominis*, *Staphylococcus lugdunensis*, Koagulase-negative Staphylokokken, *Streptococcus agalactiae*, vergrünende Streptokokken, *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens* und *Propionibacterium species* wurde in jeweils 2,9 % der Fälle erbracht.

Die Mischinfektionen wurden in 50 % der Fälle von der Kombination *Staphylococcus aureus* / *Staphylococcus epidermidis* verursacht, in jeweils 8,3 % der Fälle lagen die folgenden Kombinationen vor: *Staphylococcus aureus* /  $\beta$ -hämolisierende Streptokokken der Gruppe B, *Staphylococcus aureus* / *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* / *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus* / *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus epidermidis* / *Klebsiella oxytocea* und *Pseudomonas aeruginosa* / *Enterococcus faecalis* sowie *Escherichia coli* / *Enterococcus faecalis* / *Staphylococcus hominis* / *Streptococcus acidominimus*.

Insgesamt war *Staphylococcus aureus* in 40,4 % der Fälle am periprothetischen Infekt beteiligt, *Staphylococcus epidermidis* in 36,2 %.

Bei Persistieren des periprothetischen Infektes nach dem zweizeitigen Wechsel wurde in 40 % der Fälle erneut derselbe Erreger nachgewiesen. Davon handelte es sich in 50 % der Fälle um *Staphylococcus aureus*, in 50 % der Fälle um *Staphylococcus epidermidis*. In den übrigen 60 % der persistierenden Infekte wurde jeweils zu einem Drittel *Staphylococcus hämolyticus*, *Staphylococcus simulans* und MRSA neu nachgewiesen.

### 2.1.8. Prothesenmodell

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bestand in 18 Fällen (30,5 %) eine Versorgung des nachuntersuchten Kniegelenkes mit einem Genesis II Total Knee System®, in elf Fällen (18,6 %) mit einem Mutars®-Revisionsimplantat, in vier Fällen (6,8 %) mit einer GSB-Knieprothese und in zwei Fällen (3,4 %) mit einem Legion® Kniesystem. In einem Fall besaß der Patient eine Mutars®-Durchsteck-Prothese, da sowohl Knie- als auch Hüftprothese desselben Beines von einem periprothetischen Infekt betroffen gewesen und im Rahmen des zweizeitigen Wechsels ausgetauscht worden waren. In zwei Fällen (3,4 %) bestand eine Versorgung mit einer Revisionsprothese, Angaben zum Modell lagen jedoch nicht vor. In 17 Fällen (28,8 %) war eine Arthrodese des nachuntersuchten Kniegelenkes vorgenommen worden und in vier Fällen (6,8 %) lag eine Amputation vor. Eine Übersicht zeigt Tabelle 2.

**Tab. 2: Absoluter und prozentualer Anteil der verschiedenen Prothesen, Arthrodese und Amputation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung**

<b>Prothesenmodell</b>	<b>Patientenzahl</b>	<b>Prozent</b>
<b>Genesis II Total Knee System®</b>	18	30,5 %
<b>Mutars®-Knierevisionsimplantat</b>	11	18,6 %
<b>GSB-Knieprothese</b>	4	6,8 %
<b>Legion Kniesystem</b>	2	3,4 %
<b>Mutars®-Durchsteckprothese</b>	1	1,7 %
<b>Knierevisionsprothese (Modell nicht bekannt)</b>	2	3,4 %
<b>Arthrodese</b>	17	28,8 %
<b>Amputation</b>	4	6,8 %
<b>Gesamt</b>	<b>59</b>	<b>100 %</b>

### 2.1.9. Das nicht-untersuchte Kniegelenk

Das Kniegelenk, welches in dem jeweiligen Fall nicht betrachtet wurde, wies in 19 Fällen (32,2 %) eine Gonarthrose auf. In 17 Fällen (28,8 %) bestand eine Versorgung mit einer Endoprothese, in vier Fällen (6,8 %) war das Bein versteift, in einem Fall (1,7 %) lag eine Oberschenkelamputation vor. In 18 Fällen (30,5 %) war am nicht-betrachteten Kniegelenk keine Erkrankung bekannt.

### 2.1.10. Mögliche Einflussfaktoren

#### 2.1.10.1. Diabetes

Die Diagnose Diabetes mellitus lag in 11 der 59 Fälle (18,6 %) vor. Es handelte sich ausschließlich um Typ 2-Diabetes mellitus, davon in acht Fällen um einen nicht-insulinpflichtigen und in drei Fällen um einen insulinpflichtigen Diabetes mellitus (Abb. 2).

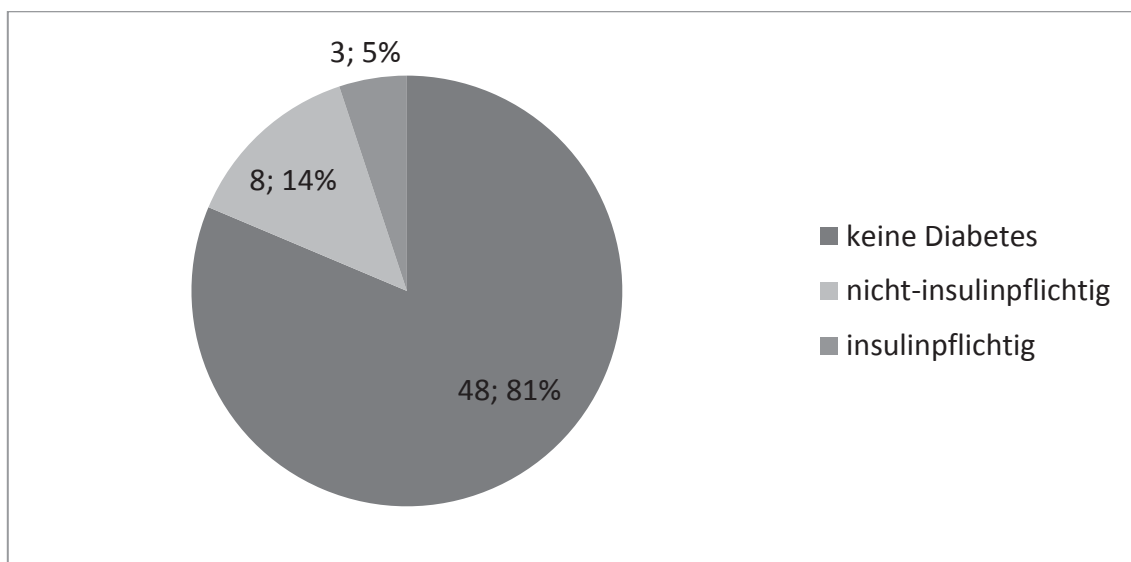


Abb. 2: Absoluter und prozentualer Anteil der Fälle mit und ohne Diabetes

### 2.1.10.2. Rauchen

In sieben Fällen (11,9 %) rauchte der Patient seit seiner Jugendzeit (Abb. 3).

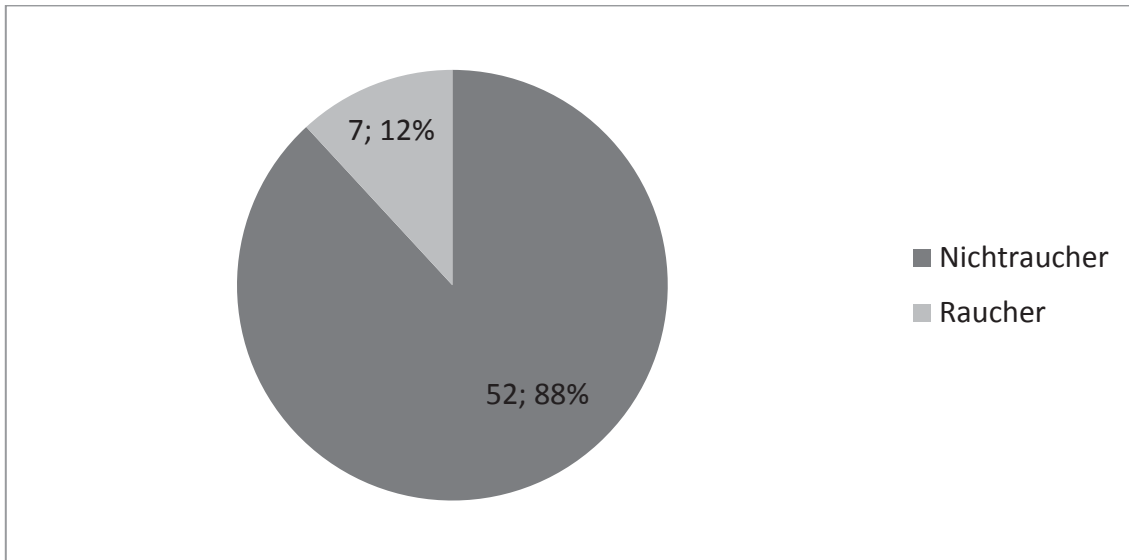
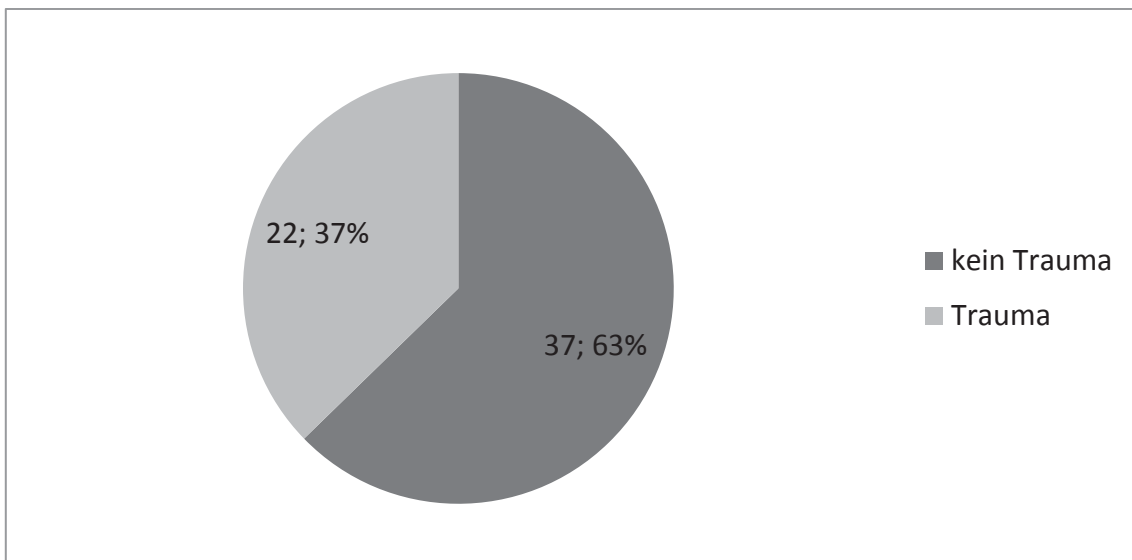


Abb. 3: Absoluter und prozentualer Anteil der Nichtraucher und Raucher



### 2.1.10.3. Trauma

In 22 Fällen (37,3 %) hatte der Patient zu beliebigem Zeitpunkt im Bereich des operierten Beines ein Trauma erlitten. In acht Fällen (13,6 %) handelte es sich hierbei um eine periprothetische Fraktur, in fünf Fällen (8,5 %) um eine Femurfraktur, in drei Fällen (5,1 %) um eine Tibiakopffraktur, in zwei Fällen (3,4 %) um einen Kreuzbandriss und in jeweils einem Fall (1,7 %) um eine Tibiafraktur, eine Patellafraktur, einen Spacer-Ausbruch und eine kombinierte Femur- und Tibiafraktur (Abb. 4).



**Abb. 4: Absoluter und prozentualer Anteil der Fälle mit und ohne Trauma**

#### 2.1.10.4. Body-Mass-Index (BMI)

Der Body-Mass-Index wurde aus Körpergewicht und Körpergröße nach der Formel

$$BMI = \frac{Masse [kg]}{Größe^2 [m^2]}$$

berechnet. Es wurden die Angaben zu Körpergröße und Körpergewicht zum Zeitpunkt des zweizeitigen Wechsels verwendet. Der Body-Mass-Index lag im Durchschnitt über die Fälle gesehen bei 31,66. Der geringste Wert beträgt 22,2, der höchste Wert 45,3. Die Standardabweichung beträgt 5,8.

In den Fällen, in denen eine Amputation vorlag, wurde der BMI mit Hilfe des entsprechenden Korrekturwertes berechnet. Dies traf auf fünf Fälle zu [99].

Im Folgenden wird unterschieden zwischen nicht-adipösen Patienten bei einem BMI kleiner 30 und adipösen Patienten bei einem BMI größer 30. Adipositas bestand in 35 der 59 Fälle (59,3 %). Siehe dazu auch Abbildung 5.

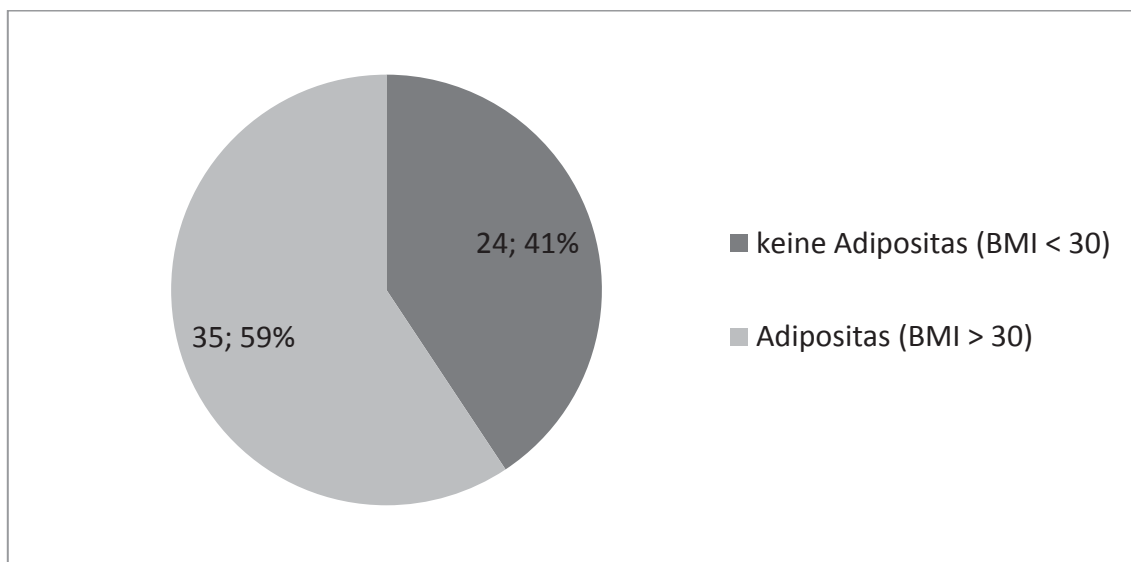
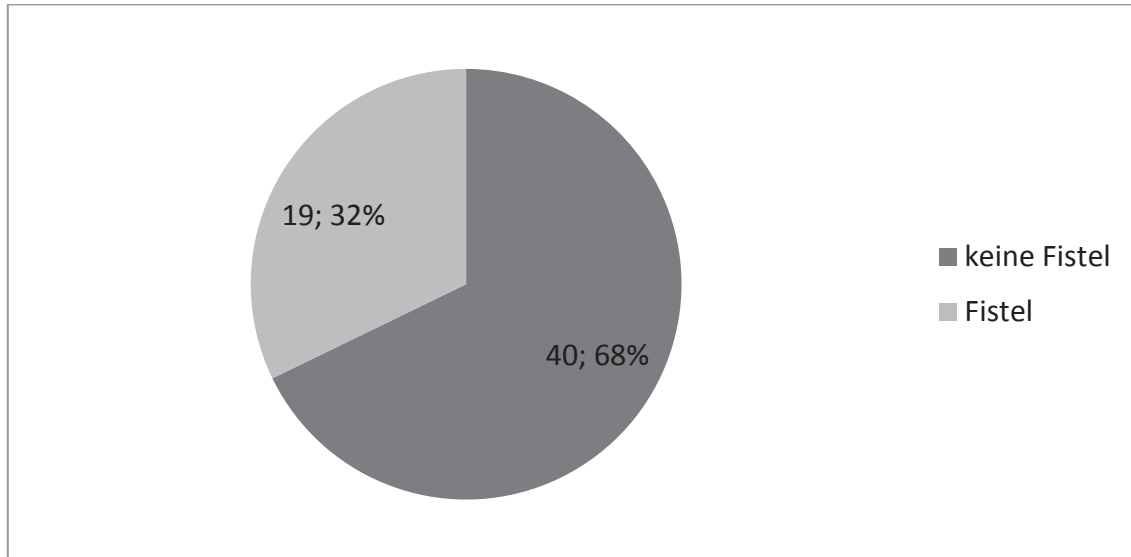


Abb. 5: Absoluter und prozentualer Anteil der Fälle mit und ohne Adipositas

### 2.1.10.5. Gelenkfistel

In 19 Fällen (32,2 %) bestand während des periprothetischen Infektes eine vom Gelenk ausgehende Fistel. In 40 Fällen (67,8 %) lag keine Fistel vor (Abb. 6).



**Abb. 6: Absoluter und prozentualer Anteil der Fälle mit und ohne Fistel**

### 2.1.10.6. Übersicht der möglichen Einflussfaktoren pro Fall

Eine Übersicht der Faktoren mit möglichem Einfluss auf die Infektpersistenz bei zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel pro Fall zeigt Tabelle 3.

**Tab. 3: Übersicht der möglichen Einflussfaktoren pro Fall** (X = Einflussfaktor liegt vor; grau hinterlegt = Fälle, in denen der periprothetische Infekt nach dem ersten zweizeitigen Wechsel persistierte)

Fallnummer	Diabetes	Rauchen	Trauma	Adipositas	Fistel
1	-	-	X	X	-
2	-	-	X	-	-
3	-	-	-	X	-
4	-	-	X	X	X
5	-	-	-	X	-
6	-	-	-	X	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	X	-
9	-	-	-	X	-
10	-	-	-	-	-
11	-	X	-	-	X
12	-	-	-	-	-
13	X	X	X	X	-
14	-	-	X	X	X
15	-	-	X	X	X
16	-	-	-	X	-
17	-	-	-	-	-
18	X	-	X	X	-
19	-	-	-	X	-
20	-	-	-	X	-
21	X	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-
24	X	-	X	X	-
25	X	-	X	X	X
26	-	-	-	X	-
27	-	-	-	X	-
28	X	-	X	-	-
29	-	-	-	-	-
30	-	-	X	X	-
31	X	-	X	X	X

Fallnummer	Diabetes	Rauchen	Trauma	Adipositas	Fistel
32	X	-	-	X	X
33	-	X	X	X	-
34	-	-	X	X	X
35	-	-	X	-	X
36	-	-	-	-	-
37	-	-	-	X	-
38	X	-	-	X	-
39	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	X
42	X	-	-	X	X
43	-	-	X	X	X
44	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-
46	-	-	-	X	X
47	-	X	X	X	-
48	X	-	-	X	X
49	-	X	-	-	-
50	-	X	X	-	X
51	-	-	X	X	-
52	-	X	-	X	X
53	-	-	X	-	-
54	-	-	-	X	-
55	-	-	-	X	-
56	-	-	-	-	-
57	-	-	-	-	X
58	-	-	X	X	X
59	-	-	X	X	X

In 13 der 59 Fälle (22,0 %) lag keiner, in 19 Fällen (32 %) lag einer der möglichen Einflussfaktoren vor. In 8 Fällen (13,6 %) bestanden zwei mögliche Einflussfaktoren, in 16 Fällen (27 %) drei und in drei Fällen (5,1 %) vier Einflussfaktoren. In keinem Fall lagen fünf der möglichen Einflussfaktoren vor.

## **2.2. Methoden**

### **2.2.1. Studienaufbau**

Die Patienten der Nachuntersuchungsgruppe wurden über die Operationsdatenbank der Universitätsklinik Münster auffindig gemacht. Die Patientendaten wurden aus der Operationsdatenbank und der Patientenakte gewonnen. Anschließend wurden in einem Telefoninterview der Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC Index) und der SF-36 Health Survey erhoben. Der WOMAC Index wurde lediglich bei den Patienten erhoben, welche zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung mit einer Revisionsprothese versorgt waren. Hier ist die Fallzahl entsprechend geringer. Weiterhin wurden im Telefoninterview der Nikotinkonsum, Traumata und Voroperationen im Bereich des untersuchten Kniegelenkes, des Femurs oder der Tibia sowie der Zustand des nicht-untersuchten Kniegelenkes erfragt.

### **2.2.2. Der Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC Index)**

Der WOMAC Index erfasst in einem Fragebogen die kniegelenksspezifische gesundheitsbezogene Lebensqualität und besteht aus den drei Kategorien Schmerz, Steifigkeit und physische Funktionseinschränkung im Bereich des Kniegelenkes. Er enthält 24 Fragen, davon fünf zur Skala „Schmerzintensität“, zwei zur Skala „Steifigkeit“ des Kniegelenkes und 17 zur Skala „Körperliche Funktionsfähigkeit“. Aus den Rohwerten der drei Skalen wird der WOMAC Gesamtwert berechnet. Verwendet man die Likert-Version des WOMAC Index, stehen pro Frage fünf Antwortmöglichkeiten von „keine“ bis zu „sehr starke“ Schmerzen bzw. Steifigkeit oder Funktionseinschränkung zur Auswahl [4].

Der WOMAC Index zeichnet sich durch hohe Validität und Zuverlässigkeit aus und reagiert sensibel auf therapeutische Maßnahmen wie Pharmakotherapie, orthopädische Chirurgie, medizintechnische Geräte und Physiotherapie. Konzipiert wurde der WOMAC Index zur Evaluation des Beschwerdeausmaßes bei Cox- und Gonarthrose [7]. Inzwischen stellt er jedoch auch ein Standardinstru-

ment zur Nachuntersuchung nach Gelenkersatz und orthopädischer Chirurgie im Allgemeinen dar. In zahlreichen Studien wurde er bereits zur Untersuchung der Kniegelenksfunktion nach Gelenkersatz verwendet [56, 56, 58, 72, 74].

Entwickelt wurde der WOMAC Index 1982 an der Western Ontario Universität und McMaster Universität in englischer Sprache. Seitdem wurde der Score mehrfach revidiert und modifiziert und in über 80 Sprachen übersetzt. In zahlreichen Studien wurden die Reliabilität, Validität und Änderungssensitivität des WOMAC-Scores bestätigt [6]. 1996 wurde der WOMAC-Score von Stucki et al. für den deutschen Sprachraum adaptiert [104].

In einer Studie von Bellamy et al. wurde die Anwendbarkeit der Likert-Version des WOMAC Index für Telefoninterviews geprüft. Alle Subskalen der Dimensionen Schmerz, Steifigkeit und Funktion des Kniegelenkes hatten eine exzellente Übereinstimmung mit der direkten Befragung der Patienten vor Ort [5].

In der Nachuntersuchung wurde die Likert-Version des WOMAC Index im Telefoninterview verwendet. Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit anderen Studienergebnissen wurden die WOMAC Skalen auf einen Wertebereich von null bis hundert normalisiert. Der Wert null stellt hier das höchste, hundert das geringste Beschwerdeausmaß dar.

Da es sich bei dem WOMAC-Score um einen gelenkspezifischen Test handelt, konnte er nicht in den Fällen angewendet werden, in denen eine Arthrodeese oder Oberschenkelamputation vorlag. Aus diesem Grund liegt die Fallzahlen in der Auswertung des WOMAC Index bei 38.

Um auch die allgemeine subjektive Lebensqualität über die gelenkspezifische Dimension hinaus erfassen zu können, wurde der WOMAC Index mit dem SF-36 Health Survey kombiniert.

### **2.2.3. Der SF-36 Health Survey**

Der SF-36-Health Survey misst standardisiert die gesundheitsbezogene Lebensqualität oder, wie die Autorin des Survey M. Bullinger auch sagt, die subjektive Gesundheit von Patienten, ohne auf einzelne Krankheiten einzugehen. Der SF-36 Health Survey umfasst 8 Skalen: „Körperliche Funktionsfähigkeit“, „Körperliche Rollenfunktion“, „Körperliche Schmerzen“, „Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“, „Vitalität“, „Soziale Funktionsfähigkeit“, „Emotionale Rollenfunktion“ und „Psychisches Wohlbefinden“ [23]. Diese geben Auskunft über die körperliche und psychische Gesundheit. Darüber hinaus enthält der SF-36 Health Survey ein Einzelitem, welches die Veränderung der Gesundheit im Vergleich zum vergangenen Jahr betrifft und kein Bestandteil der anderen acht Skalen ist. Insgesamt besteht der SF-36 Health Survey aus 36 Items, was sich auch im Namen des Fragebogens darstellt [24]. Die einzelnen Skalen des Survey sind in Tabelle 4 dargestellt.



**Tab. 4: Skalen des SF-36 Health Survey [23, 24]**

Skalen	Item-anzahl	
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 Gesundheitszustand tägliche Aktivitäten und die Arbeit beeinträchtigt
Körperliche Schmerzen	2	Ausmaß von Schmerzen und deren Auswirkung auf die Arbeit
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	5	Persönliche Beurteilung der Gesundheit (gegenwärtig, zukünftige Erwartungen, Widerstandsfähigkeit gegenüber Erkrankungen)
Vitalität	4	Sich energiegeladener und voller Schwung fühlen versus müde und erschöpft
Soziale Funktionsfähigkeit	2	Ausmaß, in dem die körperliche Gesundheit oder emotionale Probleme normale soziale Aktivitäten beeinflussen
Emotionale Rollenfunktion	3	Ausmaß, in dem emotionale Probleme die Arbeit und tägliche Aktivitäten beeinflussen
Psychisches Wohlbefinden	5	Allgemeine psychische Gesundheit, einschließlich Depression, Angst, emotionale und verhaltensbezogene Kontrolle, allgemeine positive Stimmung
Veränderung der Gesundheit	1	Beurteilung des aktuellen Gesundheitszustandes im Vergleich zum vergangenen Jahr

Zur Gewinnung der Skalenwerte müssen die Items nach Dateneingabe zunächst umcodiert und kalibriert werden. Anschließend werden die Skalenwerte durch Addition der Items einer Skala berechnet und schließlich auf eine Skala

von null bis hundert umgerechnet. Die Items der Skalen werden so berechnet, dass ein höherer Wert einem besseren Gesundheitszustand entspricht. So weist zum Beispiel ein hoher Wert in der Skala „Körperliche Funktionsfähigkeit“ auf eine bessere Funktionsfähigkeit hin und ein hoher Wert in der Schmerzskala bedeutet Schmerzfreiheit.

Zusätzlich können zwei Summenskalen („Körperliche und Psychische Summenskala“) berechnet werden. Sie bieten eine zusammenfassende Einschätzung der physischen und psychischen Gesundheit und werden durch die gewichtete Aufsummierung der Originalskalen gewonnen. Bei Berechnung der „Körperlichen Summenskala“ erhalten die Skalen „Körperliche Funktionsfähigkeit“, „Körperliche Rollenfunktion“, „Körperliche Schmerzen“ und die „Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ vermehrt Gewicht. Die Skalen „Vitalität“, „Soziale Funktionsfähigkeit“, „Emotionale Rollenfunktion“, und „Psychisches Wohlbefinden“ werden bei Berechnung der „Psychischen Summenskala“ stärker gewichtet. Auch bei der „Körperlichen und psychischen Summenskala“ reflektieren höhere Werte einen besseren körperlichen und psychischen Gesundheitszustand [24, 37].

Die Berechnung der Skalen und Summenskalen wurde mit Hilfe des Auswertungsprogramms für SPSS Statistics durchgeführt.

Entwickelt wurde der SF-36 Health Survey in den Vereinigten Staaten von Amerika im Zusammenhang mit der Medical Outcomes Study und stellt die empirisch validierte Kurzform der dort benutzten Outcome-Messverfahren dar [23]. Die deutsche Form des SF-36 Health Survey wurde 1995 von Professorin Bullinger und ihrer Arbeitsgruppe nach standardisierten Richtlinien entwickelt. Der SF-36 Health Survey wurde im Zeitraum 1992 - 1996 in insgesamt neun Studienpopulationen aus der Arbeitsgruppe der Autorin einbezogen, so dass normierte Werte für verschiedene Altersgruppen und Patientengruppen (N = 2914) vorliegen. Auch normierte Werte von Patienten mit chronischen Erkrankungen sind hierin enthalten [23, 24].

Der SF-36 Health Survey ist für die Befragung von Personen ab einem Alter von 14 Jahren geeignet und kann im klinischen Bereich und in der epidemiolo-

gischen Forschung eingesetzt werden. Der Fragebogen kann durch den Patienten selbst oder durch einen Interviewer im direkten Gespräch oder am Telefon ausgefüllt werden. Bei der Nachuntersuchung wurde aufgrund der Immobilität einiger Patienten das Interview am Telefon gewählt.

Um die Skalenwerte der acht Skalen und die Werte der „körperlichen und psychischen Summenskala“ der Nachuntersuchungsgruppe mit den Werten von nicht erkrankten Personen zu vergleichen, wurden die von Bullinger et al. zur Verfügung gestellten normierten Mittelwerte der verschiedenen Altersgruppen verwendet. So können Unterschiede in der Altersverteilung als Ursache für Unterschiede zwischen Nachuntersuchungsgruppe und Normstichprobe ausgeschlossen werden.

## 2.3. Auswertung und Statistik

Für alle Messparameter wurde folgendes Signifikanzniveau festgelegt:

**Tab. 5: Signifikanzniveau [22]**

Bezeichnung	p-Wert	Symbol
nicht signifikant	$p > 0,05$	n.s.
signifikant	$p \leq 0,05$	*
sehr signifikant	$p \leq 0,01$	**
hoch signifikant	$p \leq 0,001$	***

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programm IBM SPSS Statistics 20 für Windows. Dabei wurden statistische Signifikanzen mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests, des Exakten Fisher-Tests, des t-Tests oder des Mann-Whitney-U-Tests getestet. Weiterhin wurde eine Korrelationsanalyse nach Pearson durchgeführt.

Bei dem Chi-Quadrat-Test handelt es sich um einen nichtparametrischen Test für unverbundene Stichproben, der die Unabhängigkeit zweier Merkmale prüft. Bedingung zur Anwendbarkeit des Chi-Quadrat-Tests ist, dass alle erwarteten Häufigkeiten mindestens fünf betragen.

Der Exakte Fisher-Test ist ebenfalls ein nichtparametrischer Test, der die Unabhängigkeit zweier Merkmale prüft. Er kann auch verwendet werden, wenn die erwarteten Häufigkeiten kleiner fünf sind. Entsprechend wurde er verwendet, wenn die Bedingungen des Chi-Quadrat-Tests nicht erfüllt waren.

Der t-Test wurde einmalig verwendet, um die Mittelwerte des SF-36 Health Survey mit den Mittelwerten der Normpopulation zu vergleichen.

Der Mann-Whitney-U-Test ist ein nichtparametrischer Test zum Vergleich der Mittelwerte zweier unabhängiger Stichproben. Im Gegensatz zum t-Test muss beim Mann-Whitney-U-Test nicht die Bedingung der Varianzgleichheit erfüllt sein.

Der Korrelationskoeffizient nach Pearson ist ein Maß für die Stärke des Zusammenhangs zwischen zwei Parametern [113].

Außerdem wurde mehrmals eine Verfeinerung der Analyse unter Einbeziehung einer Drittvariablen durchgeführt. Mit diesem Verfahren, welches auf Lazarsfeld und Zeisel zurückgeht, wird untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen zwei Variablen durch eine Drittvariable erklärt werden kann. Ist dies der Fall, handelt es sich um eine Scheinbeziehung zwischen den beiden Variablen [68, 121].

### **3. Ergebnisse**

#### **3.1. Der klinische Verlauf**

In den 59 Fällen der Nachuntersuchungsgruppe wurde ein periprothetischer Infekt diagnostiziert und die Indikation zum zweizeitigen septischen Wechsel gestellt. Die Prothesenexplantation und die Implantation eines Zementspacers wurden entsprechend der Standardbehandlung durchgeführt. Es wurden ausschließlich nicht-artikulierende Spacer verwendet. Nach Abschluss der Spacer-Behandlung wurde in 51 Fällen (86,4 %) eine Revisionsendoprothese implantiert, in acht Fällen (13,6 %) wurde die Indikation zur Arthrodesese gestellt.

In der Gruppe der Revisionsendoprothesen erwies sich der periprothetische Infekt nach dem ersten zweizeitigen Wechsel in 35 Fällen (68,6 %) als saniert, in 16 Fällen (31,4 %) wurde nach Prothesenreimplantation erneut ein periprothetischer Infekt diagnostiziert.

In der Gruppe der Arthrodesen zeigte sich in sieben Fällen (87,5 %), dass der periprothetische Infekt erfolgreich saniert worden war. In einem Fall (12,5 %) persistierte der Infekt.

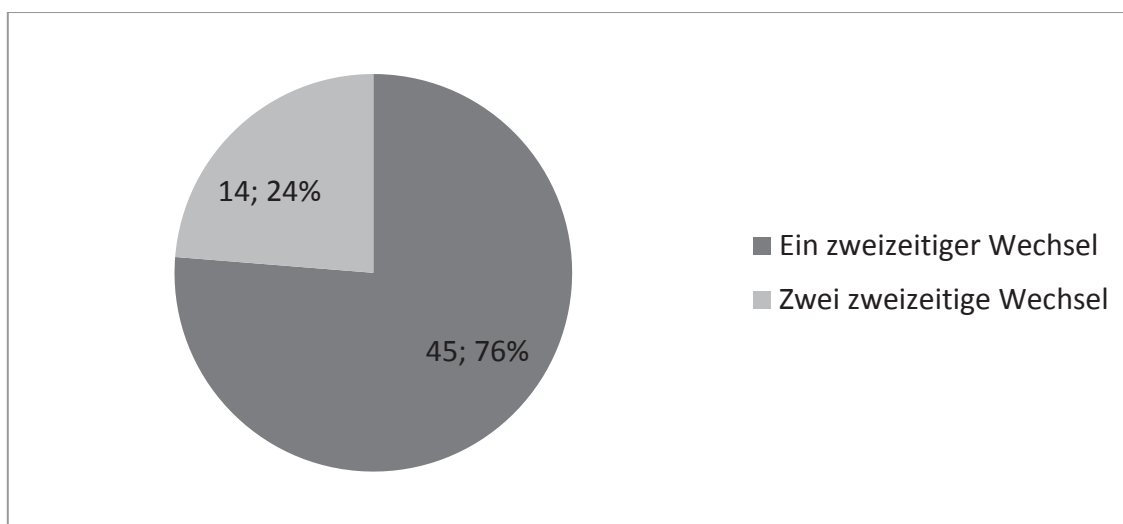
In der Gruppe der Revisionsendoprothesen unterzogen sich in 13 der 16 bisher nicht sanierten Fälle (81,3 %) die Patienten einem erneuten zweizeitigen Wechsel. Die drei übrigen Fälle gliedern sich wie folgt auf: In einem Fall (6,3 %) wurde bei Verdacht auf chronische Osteomyelitis eine Arthrodesese als Therapieversuch durchgeführt, in zwei Fällen (12,5 %) erfolgte die hohe Oberschenkelamputation, davon in einem Fall bei stattgehabter periprothetischer Tibiafraktur. In den 13 Fällen, in denen ein zweiter zweizeitiger Wechsel erfolgte, wurde im zweiten Operationseingriff in fünf Fällen (38,5 %) erneut eine Revisionsprothese implantiert, in acht Fällen (61,5 %) wurde eine Arthrodesese durchgeführt. Ein Infekt unter den fünf Fällen, in denen eine Revisionsprothese implantiert wurde (20 %), persistierte. In diesem Fall wurde aufgrund der geringen Erfolgsaussichten bei erneutem zweizeitigen Wechsel eine hohe Oberschenkelamputation durchgeführt.

In der Gruppe der Arthrodesen wurde in dem Fall des persistierenden Infektes ein zweiter zweizeitiger Wechsel durchgeführt. Im zweiten Operationseingriff wurde erneut ein Arthrodeseseimplantat verwendet. Jedoch persistierte der Infekt, so dass schließlich eine hohe Oberschenkelamputation vorgenommen wurde. Eine Übersicht gibt die Abbildung 8.

### 3.1.1. Die Sanierungsrate

Insgesamt wurde der Infekt in 55 Fällen (93,2 %) erfolgreich saniert, in den übrigen 4 Fällen (6,8 %) wurde eine Amputation durchgeführt. In 43 der 55 Fälle (78,2 %) wurde bis zur erfolgreichen Sanierung ein zweizeitiger Wechsel durchgeführt, in 12 Fällen (21,8 %) fanden zwei Wechsel statt.

Schließt man die Fälle ein, in denen der Infekt im gesamten Verlauf nicht saniert werden konnte, wurde der periprothetische Infekt in 42 der 59 Fälle (71,2 %) durch den ersten zweizeitigen Wechsel saniert. In 17 Fällen (28,9 %) persistierte der Infekt nach dem ersten zweizeitigen Wechsel. Durchschnittlich fanden pro Kniegelenk während des Nachuntersuchungszeitraums 1,3 zweizeitige Totalendoprothesenwechsel pro Kniegelenk statt. In 45 Fällen (76,3 %) wurde genau ein Knieprothesenwechsel pro Kniegelenk durchgeführt, in 14 Fällen (23,7 %) wurde zweimal zweizeitig operiert (Abb. 7).



**Abb. 7: Absoluter und prozentualer Anteil der Fälle mit einem zweizeitigen Wechsel und mit zwei zweizeitigen Wechseln pro Kniegelenk**

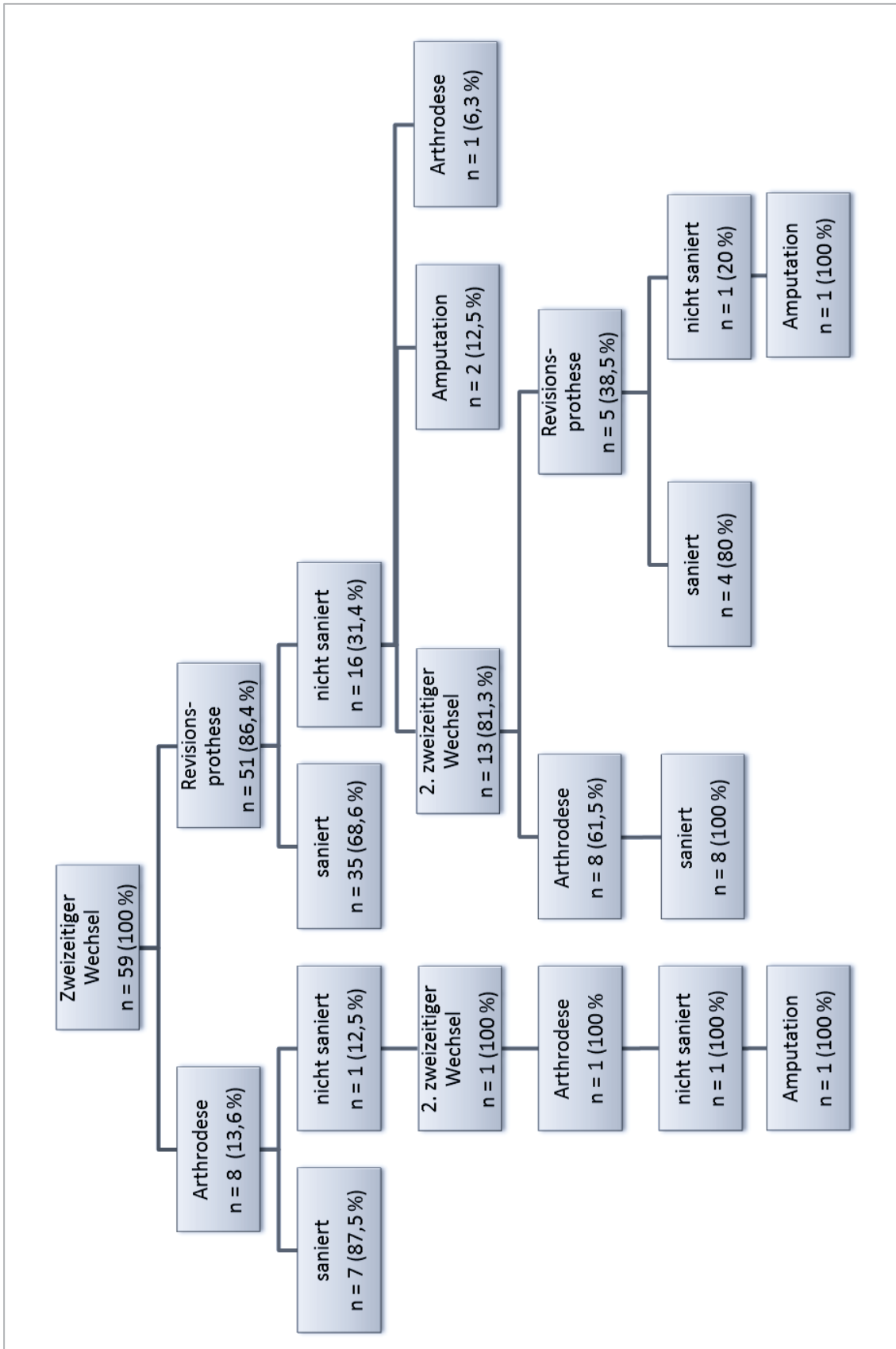


Abb. 8: Klinischer Verlauf der 59 Fälle mit zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel



### 3.1.2. Sanierungsrate: Revisionsprothese versus Arthrodeese

Betrachtet man die Summe der zweizeitigen Prothesenwechsel während des Nachuntersuchungszeitraums, wurde 56-mal eine Revisionsendoprothese implantiert. Davon persistierte der periprothetische Infekt in 17 Fällen (30,4 %).

Ein Arthrodeeseimplantat wurde 17-mal im Rahmen des zweizeitigen Wechsels implantiert, wovon der periprothetische Infekt in zwei Fällen (11,8 %) persistierte. Der Unterschied ist mit  $p = 0,207$  im Chi-Quadrat-Test nicht signifikant. Siehe dazu auch Tabelle 6.

Insgesamt fanden in diesem Zeitraum 73 zweizeitige Prothesenwechsel statt.

**Tab. 6: Absoluter und prozentualer Anteil sanierter und nicht sanierter Infekte nach dem zweizeitigen Wechsel**

nach dem zweizeitigen Wechsel	Revisionsprothese	Arthrodeese
saniert	39 (69,6 %)	15 (88,2 %)
nicht saniert	17 (30,4 %)	2 (11,7 %)
<b>Gesamt</b>	<b>56 (100 %)</b>	<b>17 (100 %)</b>

### 3.1.3. Die Versorgung mit Revisionsprothese, Arthrodeese und Amputation

Ein persistierender Infekt nach dem ersten zweizeitigen Wechsel korreliert positiv mit der Durchführung einer Arthrodeese oder Amputation im weiteren Verlauf. In der Korrelationsanalyse nach Pearson ergibt sich mit  $p < 0,001$  ein hoch signifikanter Zusammenhang.

Im Rahmen des ersten zweizeitigen Wechsels wurde in 8 von 59 Fällen (13,6 %) die Indikation zur Arthrodeese gestellt, im Rahmen des zweiten zweizeitigen Wechsels in 8 von 13 Fällen (61,5 %). Der Unterschied ist mit  $p = 0,001$  im Chi-Quadrat-Test sehr signifikant.

Auch über den gesamten Nachuntersuchungszeitraum betrachtet zeigt sich, dass Arthrodesen und Amputation nach zwei zweizeitigen Wechseln signifikant häufiger vorkommen als nach einem zweizeitigen Wechsel. Hatte lediglich ein zweizeitiger Wechsel stattgefunden, betrug der Anteil der Arthrodesen im weiteren Verlauf 20 %, nach zwei zweizeitigen Wechseln 57,1 %. Der Anteil der Amputationen lag nach einem zweizeitigen Wechsel bei 4,4 %, nach zwei zweizeitigen Wechseln bei 14,3 % (Tab. 7). Die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) in der Korrelationsanalyse nach Pearson beträgt 0,002.

**Tab. 7: Absoluter und prozentualer Anteil von Revisionsprothese, Arthrodesen und Amputation bei einem und zwei zweizeitigen Wechseln**

		Zahl der zweizeitigen Wechsel		Gesamt
		1	2	
<b>Revisionsprothese</b>	<b>Häufigkeit</b>	34	4	38
	<b>Anteil in Prozent</b>	75,6%	28,6%	
<b>Arthrodesen</b>	<b>Häufigkeit</b>	9	8	17
	<b>Anteil in Prozent</b>	20,0%	57,1%	
<b>Amputation</b>	<b>Häufigkeit</b>	2	2	4
	<b>Anteil in Prozent</b>	4,4%	14,3%	
<b>Gesamt</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>45</b>	<b>14</b>	<b>59</b>
	<b>Anteil in Prozent</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100 %</b>

### **3.2. Die gesundheitsbezogene Lebensqualität nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel**

Die gesundheitsbezogene Lebensqualität wurde mit Hilfe von zwei Scores bestimmt. Zum einen wurde der Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC Index), welcher kniegelenksspezifisch die gesundheitsbezogene Lebensqualität misst, verwendet. Zum anderen fand der SF-36 Health Survey Anwendung, mit dem die gesundheitsbezogene Lebensqualität krankheitsübergreifend bestimmt wurde.

#### **3.2.1. Die gesundheitsbezogene Lebensqualität anhand des Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC Index)**

Der WOMAC-Index gliedert sich in die drei Skalen „Schmerz“ und „Steifigkeit“ des Kniegelenkes sowie „Körperliche Funktionsfähigkeit“ auf. Es wurde jeweils die normalisierte Skala mit Werten von null bis hundert verwendet, wobei hundert das beste und null das schlechteste erreichbare Ergebnis darstellt.

Der WOMAC Index wurde innerhalb der Nachuntersuchungsgruppe nur in den Fällen erhoben, in denen eine Versorgung mit einer Revisionsprothese bestand, da bei Arthrodeese und Amputation Fragen zum Beispiel zur Steifigkeit nicht sinnvoll beantwortet werden können. Daher beträgt die gesamte Fallzahl hier 38.

#### **Schmerz**

Die Skala „Schmerz“ ermittelt anhand von fünf Fragen das Ausmaß der Schmerzen innerhalb der letzten zwei Tage beim Gehen auf ebenem Boden, Treppensteigen, beim Sitzen oder Liegen, beim aufrechten Stehen und nachts im Bett.

Die Nachuntersuchungsgruppe erreichte im Durchschnitt einen Mittelwert von 64,61 auf der normalisierten Schmerzskala. Die Standardabweichung beträgt

24,06. Der höchste ermittelte Wert liegt bei hundert, was keine Schmerzen repräsentiert, der niedrigste bei 15.

### **Steifigkeit**

In der Skala „Steifigkeit“ wird in zwei Fragen nach der Steifigkeit des Kniegelenkes beim Erwachen am Morgen und im Verlauf des Tages beim Sitzen, Liegen oder Ausruhen gefragt.

Der Mittelwert der Nachuntersuchungsgruppe beträgt 61,84 Punkten (SD 34,38), das Maximum liegt bei hundert Punkten, das Minimum bei null Punkten.

### **Körperliche Funktionsfähigkeit**

Diese Skala beurteilt das Ausmaß, in dem alltägliche Tätigkeiten wie Treppensteigen, Aufstehen aus dem Sitzen, Stehen, Sich Bücken, Gehen, Einkaufen, aus dem Auto Aussteigen etc. innerhalb der letzten zwei Tage durch die Kniegelenksfunktion beeinträchtigt waren.

Die Nachuntersuchungsgruppe erreichte im Bereich der Skala „Körperliche Funktionsfähigkeit“ einen Mittelwert von 43 Punkten (SD 22,96). Das Minimum liegt bei 10,29 Punkten, das Maximum bei 97,06 von 100 möglichen Punkten auf der normalisierten Skala.

### **WOMAC-Gesamtscore**

Der WOMAC-Gesamtscore ergibt sich aus der Addition der Skalenrohwerte der einzelnen WOMAC-Skalen und der anschließenden Normalisierung auf eine Skala von null bis hundert.

Der Mittelwert der Nachuntersuchungsgruppe beträgt 49,01 Punkte (SD 20,59). Der höchste Wert, welcher das geringste Beschwerdemaß reflektiert, liegt bei 95,83, der niedrigste Wert bei 20,83.

## Zusammenhänge zwischen der Zahl der Prothesenwechsel und dem WOMAC Index

Es wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen der Zahl der septischen und aseptischen Wechsel und dem WOMAC Index besteht. Hier zeigten sich keine signifikanten Korrelationen. Die Mittelwerte der WOMAC Skalen abhängig von der Zahl der septischen und aseptischen Wechsel sind in den Tabellen 8 und 9 abgebildet.

**Tab. 8: Mittelwerte und Standardabweichungen der WOMAC-Skalen abhängig von der Zahl der zweizeitigen Wechsel** (Die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) wurde mit dem Mann-Whitney-U-Test berechnet; Die WOMAC Skalen wurden alle auf eine Skala von 0-100 mit 100 als Höchstwert normalisiert)

Skala	Zahl der zweizeitigen Wechsel		Signifikanz
	1	2	
<b>Schmerz</b>	n = 34 64,12 ± 24,29	n = 4 68,75 ± 24,96	[p] 0,716 (n.s.)
<b>Steifigkeit</b>	n = 34 63,97 ± 34,65	n = 4 43,75 ± 29,76	[p] 0,217 (n.s.)
<b>Körperliche Funktionsfähigkeit</b>	n = 34 42,52 ± 23,86	n = 4 47,06 ± 14,71	[p] 0,547 (n.s.)
<b>WOMAC Gesamtscore</b>	n = 34 48,74 ± 21,14	n = 4 51,30 ± 17,52	[p] 0,628 (n.s.)

**Tab. 9: Mittelwerte und Standardabweichungen der WOMAC-Skalen abhängig von der Zahl der aseptischen Wechsel** (Die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) wurde mit der Korrelationsanalyse nach Pearson berechnet; Die WOMAC Skalen wurden alle auf eine Skala von 1-100 mit 100 als Höchstwert normalisiert)

Skala	Zahl der aseptischen Wechsel				Signifikanz
	0	1	2	3	
<b>Schmerz</b>	n = 26 65,96 ± 24,58	n = 7 60,71 ± 22,07	n = 4 65,00 ± 32,40	n = 1 55,00 ± 0	[p]  0,656 (n.s.)
<b>Steifigkeit</b>	n = 26 57,21 ± 37,78	n = 7 78,57 ± 26,73	n = 4 65,63 ± 18,75	n = 1 50,00 ± 0	[p]  0,509 (n.s.)
<b>Körperliche Funktionsfähigkeit</b>	n = 26 42,42 ± 22,62	n = 7 42,86 ± 22,23	n = 4 52,94 ± 30,42	n = 1 19,12 ± 0	[p]  0,951 (n.s.)
<b>WOMAC Gesamtscore</b>	n = 26 48,54 ± 21,12	n = 7 49,55 ± 19,29	n = 4 56,51 ± 26,56	n = 1 29,1667 ± 0	[p]  0,967 (n.s.)

### 3.2.2. Die gesundheitsbezogene Lebensqualität anhand des SF-36 Health Survey

Der SF-36 Health Survey misst krankheitsübergreifend die gesundheitsbezogene Lebensqualität. Er besteht aus acht Skalen und einem Einzelitem. Es können jeweils null bis hundert Punkte erreicht werden, wobei ein hoher Wert einen guten Gesundheitszustand reflektiert.

#### 3.2.2.1. Die einzelnen Skalen des SF-36 Health Survey

##### Körperliche Funktionsfähigkeit

Diese Skala beurteilt das Ausmaß, in dem der Gesundheitszustand körperliche Aktivitäten wie Selbstversorgung, Gehen, Treppensteigen, Bücken, Heben und mittelschwere oder anstrengende Tätigkeiten beeinträchtigt. Sie beruht auf zehn Fragen, welche vom Patienten beantwortet werden müssen.

Die Nachuntersuchungsgruppe erreichte im Durchschnitt einen Mittelwert von 16,36 (SD 19,23). Der kleinste erreichte Punktwert beträgt null Punkte, der größte hundert Punkte.

### **Körperliche Rollenfunktion**

Diese Skala misst das Ausmaß, in dem der Gesundheitszustand die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigt, z.B. „weniger schaffen als gewöhnlich“, „Einschränkungen der Aktivität“ oder „Schwierigkeiten bestimmte Aktivitäten auszuführen“. Dazu wurden von den Patienten vier Fragen beantwortet.

Der Mittelwert der Nachuntersuchungsgruppe liegt in dieser Rubrik bei 11,86 Punkten (SD 25,58). Das Maximum beträgt hundert Punkte, das Minimum null Punkte.

### **Körperliche Schmerzen**

Die Rubrik „Körperliche Schmerzen“ umfasst das Ausmaß an Schmerzen und den Einfluss der Schmerzen auf die normale Arbeit im Haus sowie außerhalb des Hauses. Die Patienten beantworteten dazu zwei Fragen.

Die Nachuntersuchungsgruppe erreichte in dieser Skala einen Mittelwert von 32,25 Punkten (SD 32,49). Der höchste erreichte Punktwert beträgt hundert Punkte, der geringste Punktwert null Punkte.

### **Emotionale Rollenfunktion**

Die Skala „Emotionale Rollenfunktion“ misst das Ausmaß, in dem emotionale Probleme die Arbeit und die täglichen Aktivitäten beeinträchtigen. Sie besteht aus drei Fragen.

Die Nachuntersuchungsgruppe erreichte einen mittleren Punktwert von 62,15 Punkten (SD 48,53). Das Maximum liegt bei hundert Punkten, das Minimum bei null Punkten.

## **Allgemeine Gesundheitswahrnehmung**

Es wird die persönliche Gesundheitseinschätzung beurteilt. Dies beinhaltet auch den aktuellen Gesundheitszustand, zukünftige Erwartungen und die Widerstandsfähigkeit gegenüber Erkrankungen. Die Skala „Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ besteht aus fünf Fragen.

Der Mittelwert der Nachuntersuchungsgruppe beträgt in dieser Skala 43,36 Punkte (SD 24,69). Das Maximum liegt bei 97 Punkten und das Minimum bei null Punkten.

## **Vitalität**

Der Komplex „Vitalität“ stellt Aussagen wie „sich müde und erschöpft fühlen“ Aussagen wie „sich energiegeladen und voller Schwung fühlen“ gegenüber. Er beinhaltet vier Fragen.

Die Nachuntersuchungsgruppe erreichte einen mittleren Punktwert von 44,75 Punkten mit dem Minimum bei null Punkten und dem Maximum bei hundert Punkten (SD 27,99).

## **Soziale Funktionsfähigkeit**

Durch die zwei Fragen zu diesem Bereich wird das Ausmaß gemessen, in dem die körperliche Gesundheit oder emotionale Probleme die normalen sozialen Aktivitäten beeinflussen.

Der Mittelwert der Nachuntersuchungsgruppe in diesem Bereich beträgt 50,21 Punkte (SD 38,74). Der geringste erreichte Wert beträgt null Punkte, der höchste Wert hundert Punkte.

## **Psychisches Wohlbefinden**

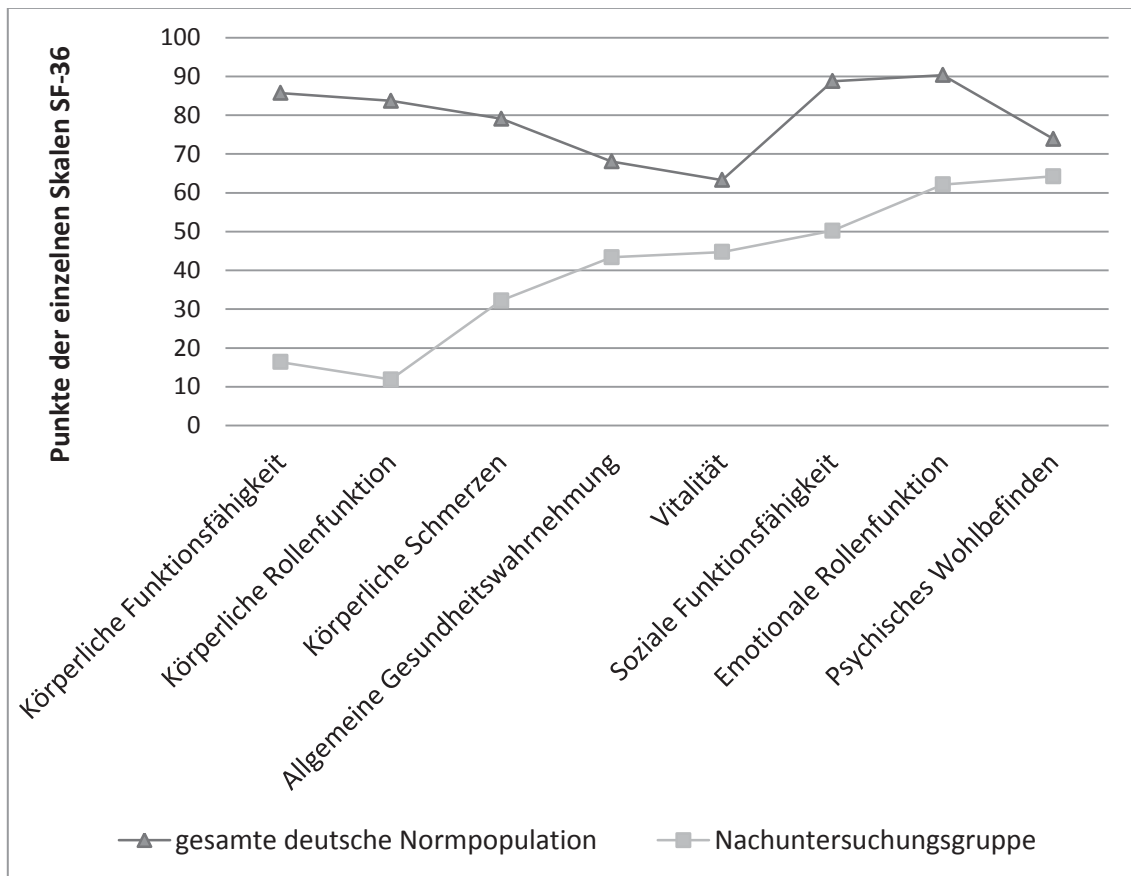
Diese Skala umfasst die allgemeine psychische Gesundheit, einschließlich Depression, Angst, emotionale und verhaltensbezogene Kontrolle und die positive allgemeine Gestimmtheit. Es wurden fünf Fragen beantwortet.



Die Nachuntersuchungsgruppe erreichte einen Mittelwert von 64,25 Punkten (SD 25,57). Der höchste erreichte Wert liegt bei hundert Punkten, der niedrigste bei fünf Punkten.

### SF-36 Health Survey: Vergleich der Mittelwerte der Nachuntersuchungsgruppe mit der Normpopulation

Die Abbildung 9 zeigt die Mittelwerte der einzelnen Skalen der Nachuntersuchungsgruppe im Vergleich zur Normpopulation.



**Abb. 9: Mittelwerte der acht Skalen der gesamten deutschen Normpopulation und der Nachuntersuchungsgruppe; SF-36 Health Survey**

## **Körperliche und Psychische Summenskala**

Die „Körperliche Summenskala“ und die „Psychische Summenskala“ bieten eine zusammenfassende Einschätzung der körperlichen und psychischen Gesundheit. Sie werden aus den Werten der acht Originalskalen berechnet.

Im Bereich der „Körperlichen Summenskala“ liegt der Mittelwert der Nachuntersuchungsgruppe bei 23,07, mit dem Maximum bei 57,50 und dem Minimum bei 9,90 (SD 8,28).

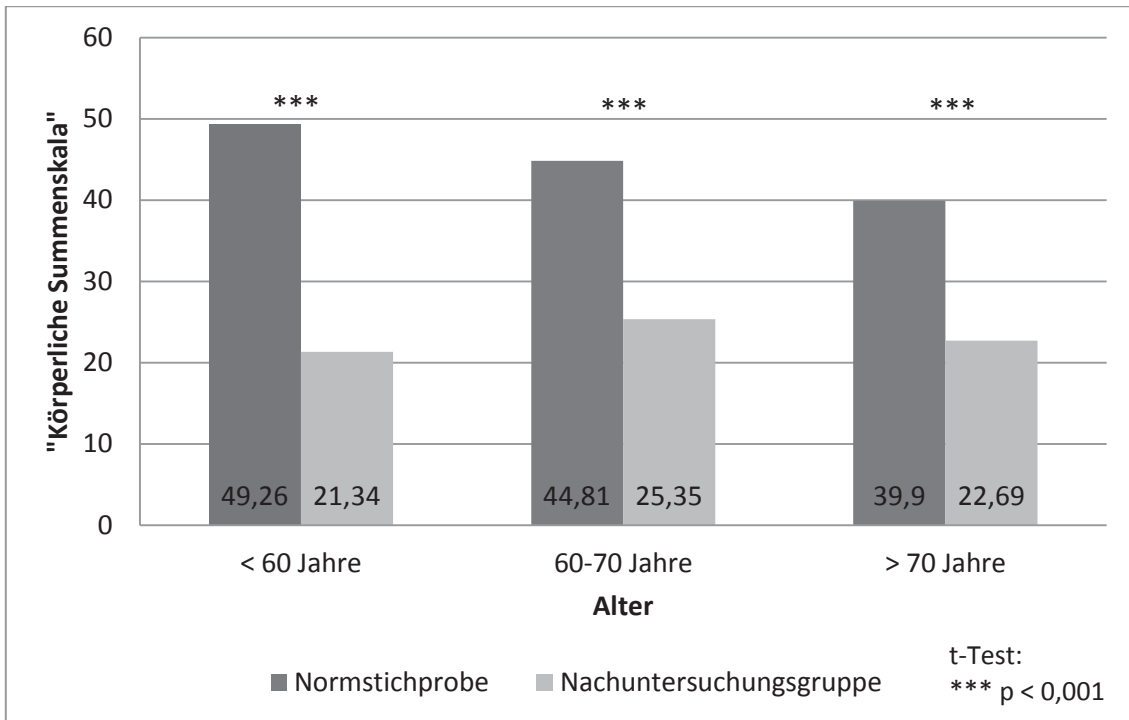
Der Mittelwert der „Psychischen Summenskala“ beträgt 50,17. Der höchste erreichte Wert liegt bei 74,36, der kleinste erreichte Wert bei 18,30. Die Standardabweichung beträgt 15,72.

### **3.2.2.2. SF-36 Health Survey: Vergleich der Nachuntersuchungsgruppe mit der Normstichprobe**

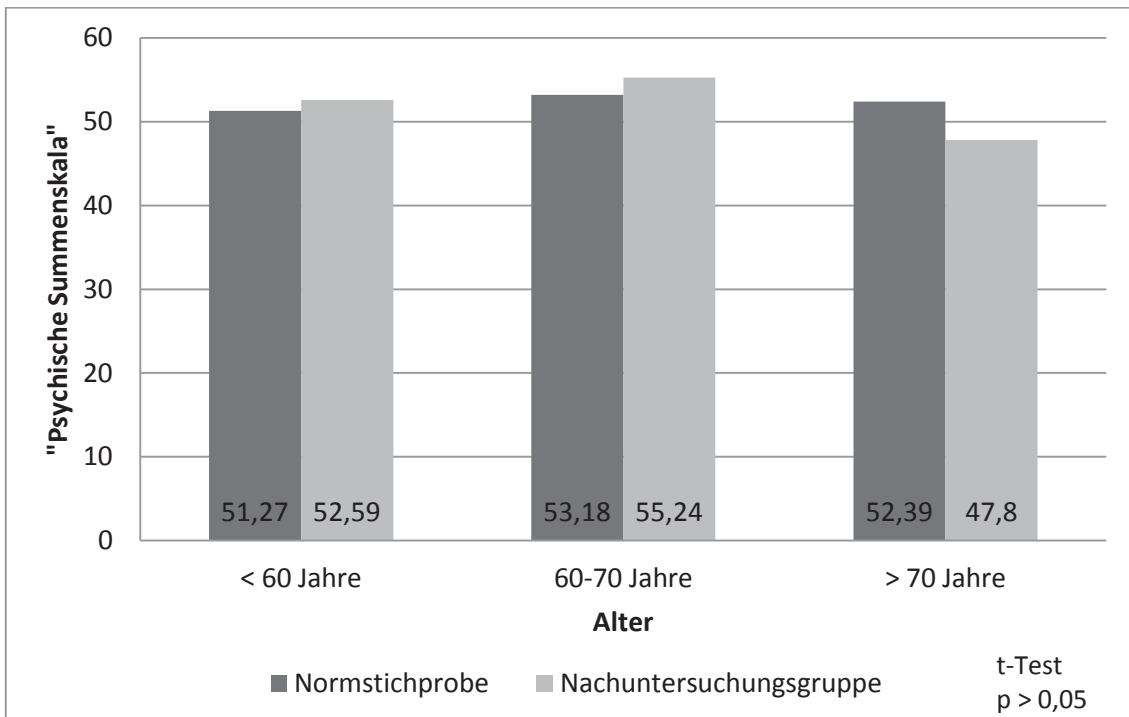
Um die Ergebnisse des SF-36 Health Survey der Nachuntersuchungsgruppe mit den Ergebnissen der Normstichprobe zu vergleichen, wurde die Nachuntersuchungsgruppe in drei Altersgruppen aufgeteilt: jünger als 60 Jahre (9 Fälle), 60-70 Jahre (13 Fälle) und älter als 70 Jahre (37 Fälle). Die Mittelwerte der einzelnen Gruppen wurden anschließend mit den Mittelwerten der jeweiligen Altersgruppe der Normpopulation verglichen. Eine Übersicht über die Ergebnisse zeigt die Tabelle 10. In den Abbildungen 10 und 11 sind die Mittelwerte der „Körperlichen Summenskala“ und der „Psychischen Summenskala“ im Vergleich zur Normpopulation graphisch dargestellt.

**Tab. 10: Mittelwerte und Standardabweichungen der SF-36-Werte der Nachuntersuchungsgruppe im Vergleich mit der Normpopulation (Die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) wurde mit dem t-Test für unverbundene Stichproben berechnet) (Norm.: Normpopulation; Nach.: Nachuntersuchungsgruppe; Sign.: Signifikanz)**

Skala	< 60 Jahre			61-70 Jahre			71-80 Jahre		
	Norm.	Nach.	Sign.	Norm.	Nach.	Sign.	Norm.	Nach.	Sign.
<b>Körperliche Funktionsfähigkeit</b>	n = 958 86,02 ± 18,41	n = 9 14,44 ± 10,74	[p] < 0,001	n = 444 75,95 ± 22,59	n = 13 21,15 ± 21,52	[p] < 0,001	n = 326 58,59 ± 27,44	n = 37 15,14 ± 20,12	[p] < 0,001
<b>Körperliche Rollenfunktion</b>	n = 954 83,64 ± 30,03	n = 9 5,56 ± 16,67	[p] < 0,001	n = 440 72,54 ± 35,23	n = 13 17,31 ± 31,27	[p] < 0,001	n = 317 62,16 ± 40,80	n = 37 11,49 ± 25,41	[p] < 0,001
<b>Körperliche Schmerzen</b>	n = 967 75,45 ± 27,64	n = 9 31,11 ± 26,09	[p] 0,001	n = 448 71,20 ± 27,00	n = 13 42,54 ± 39,57	[p] 0,023	n = 327 64,20 ± 28,13	n = 28,92 ± 31,56	[p] < 0,001
<b>Allgemeine Gesundheitswahrnehmung</b>	n = 946 64,10 ± 19,01	n = 9 48,78 ± 14,14	[p] 0,012	n = 433 58,69 ± 18,13	n = 13 45,15 ± 28,51	[p] 0,113 (n.s.)	n = 324 55,30 ± 20,95	n = 37 41,41 ± 25,58	[p] 0,002
<b>Vitalität</b>	n = 958 62,49 ± 16,95	n = 9 41,67 ± 17,32	[p] 0,007	n = 435 61,11 ± 18,45	n = 13 57,31 ± 27,99	[p] 0,633 (n.s.)	n = 324 53,91 ± 21,39	n = 37 41,08 ± 29,35	[p] 0,012
<b>Soziale Funktionsfähigkeit</b>	n = 971 87,93 ± 17,75	n = 9 47,22 ± 34,67	[p] 0,008	n = 448 87,07 ± 18,43	n = 13 74,04 ± 24,19	[p] 0,076 (n.s.)	n = 328 83,94 ± 21,27	n = 37 42,57 ± 41,09	[p] < 0,001
<b>Emotionale Rollenfunktion</b>	n = 947 90,05 ± 25,08	n = 9 77,78 ± 44,10	[p] 0,43 (n.s.)	n = 441 88,89 ± 25,77	n = 13 53,85 ± 51,89	[p] 0,031	n = 320 83,04 ± 33,72	n = 37 61,26 ± 48,76	[p] 0,010
<b>Psychisches Wohlbefinden</b>	n = 954 72,98 ± 15,86	n = 9 66,67 ± 18,33	[p] 0,33 (n.s.)	n = 434 75,73 ± 16,64	n = 13 75,38 ± 24,65	[p] 0,961 (n.s.)	n = 324 71,41 ± 17,21	n = 37 59,76 ± 26,62	[p] 0,012
<b>Körperliche Summenskala</b>	n = 914 49,26 ± 9,51	n = 9 21,34 ± 6,29	[p] < 0,001	n = 416 44,81 ± 10,33	n = 13 25,35 ± 9,35	[p] < 0,001	n = 312 39,90 ± 11,34	n = 37 22,69 ± 8,35	[p] < 0,001
<b>Psychische Summenskala</b>	n = 914 51,27 ± 7,82	n = 9 52,59 ± 11,94	[p] 0,75 (n.s.)	n = 416 53,18 ± 7,91	n = 13 55,24 ± 13,19	[p] 0,584 (n.s.)	n = 312 52,39 ± 8,94	n = 37 47,80 ± 17,09	[p] 0,111 (n.s.)



**Abb. 10: Mittelwerte „Körperliche Summenskala“ der Normstichprobe und der Nachuntersuchungsgruppe; SF-36 Health Survey**

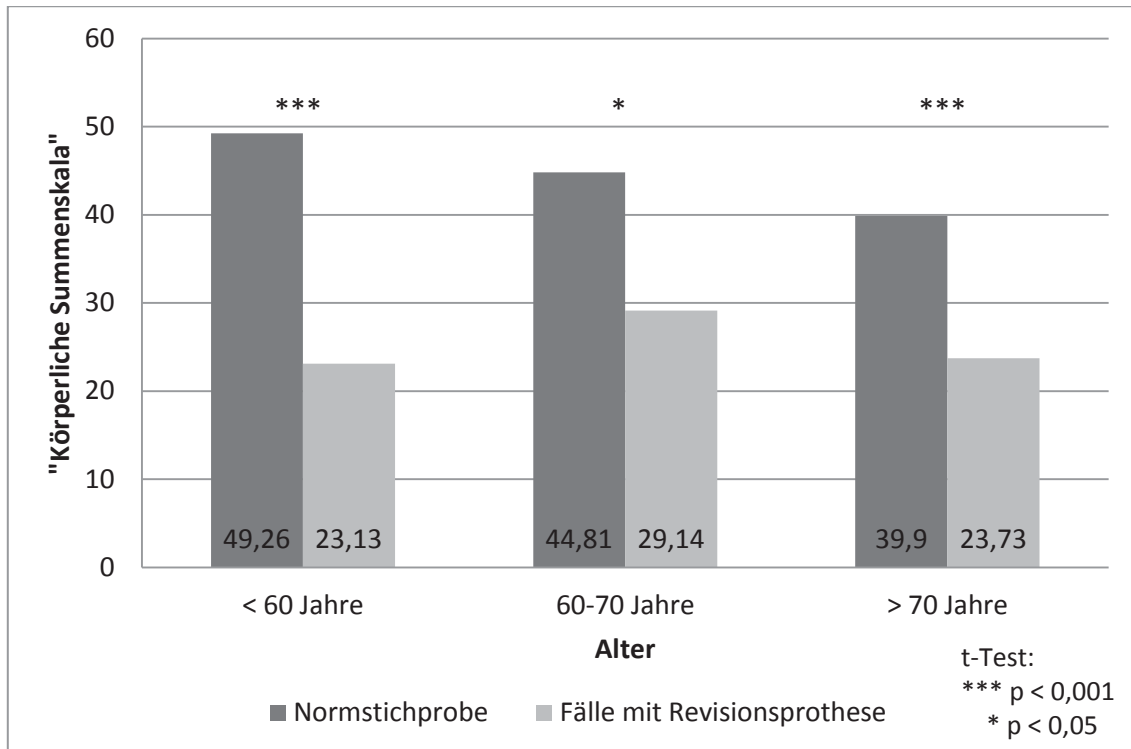


**Abb. 11: Mittelwerte „Psychische Summenskala“ der Normstichprobe und der Nachuntersuchungsgruppe; SF-36 Health Survey**

Es wurde weiterhin untersucht, inwiefern der Wert der „Körperlichen Summenskala“ von dem der Normpopulation abweicht, wenn lediglich die Fälle mit Revisionsprothese betrachtet werden. Hier zeigte sich, dass die Mittelwerte der Fälle mit Revisionsprothese signifikant unter den Mittelwerten der Normstichprobe liegen (Tab. 11, Abb. 12). Der Mittelwert aller Fälle mit Revisionsprothese im Bereich der „Körperlichen Summenskala“ beträgt 24,61.

**Tab. 11: Mittelwerte und Standardabweichungen der SF-36-Werte der Fälle mit Revisionsprothese innerhalb der Nachuntersuchungsgruppe im Vergleich mit der Normpopulation** (Die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) wurde mit dem t-Test für unverbundene Stichproben berechnet) (Norm.: Normpopulation; Rev.: Nachuntersuchungsgruppe mit Revisionsprothese; Sign.: Signifikanz).

Skala	< 60 Jahre			61-70 Jahre			71-80 Jahre		
	Norm.	Rev.	Sign.	Norm.	Rev.	Sign.	Norm.	Rev.	Sign.
<b>Körperliche Summenskala</b>	n = 914	n = 7	[p]	n = 416	n = 7	[p]	n = 312	n = 24	[p]
	49,26	23,13	< 0,001	44,81	29,14	0,01	39,90	23,73	< 0,001
	± 9,51	± 5,96		± 10,33	± 1,23		± 11,34	± 9,65	



**Abb. 12: Mittelwerte „Körperliche Summenskala“ der Fälle mit Revisionsprothese und der Normstichprobe; SF-36 Health Survey**

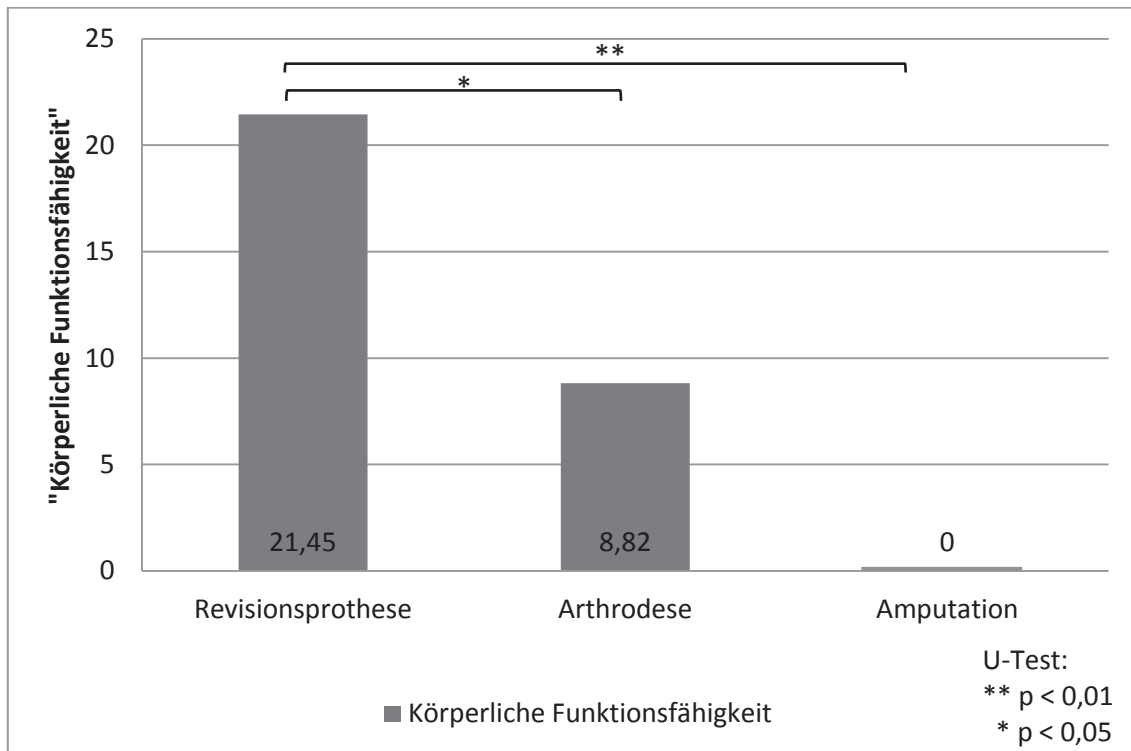
### 3.2.2.3. SF-36 Health Survey: Vergleich der Ergebnisse bei Revisionsprothese, Arthrodeese und Amputation

Des Weiteren wurde untersucht, ob sich die Ergebnisse des SF-36 Health Survey bei Revisionsprothese, Arthrodeese und Amputation signifikant voneinander unterscheiden.

#### Die Körperliche Funktionsfähigkeit

Der Mittelwert der Skala „Körperliche Funktionsfähigkeit“ des SF-36 Health Survey beträgt bei Vorliegen einer Revisionsprothese 21,45 Punkte, bei Arthrodeese 8,82 Punkte und bei Amputation 0 Punkte. Der Unterschied zwischen Revisionsprothese und Arthrodeese ist mit  $p = 0,018$  signifikant. Der Unterschied zwischen Revisionsprothese und Amputation ist mit  $p = 0,007$  sehr signifikant. Zwi-

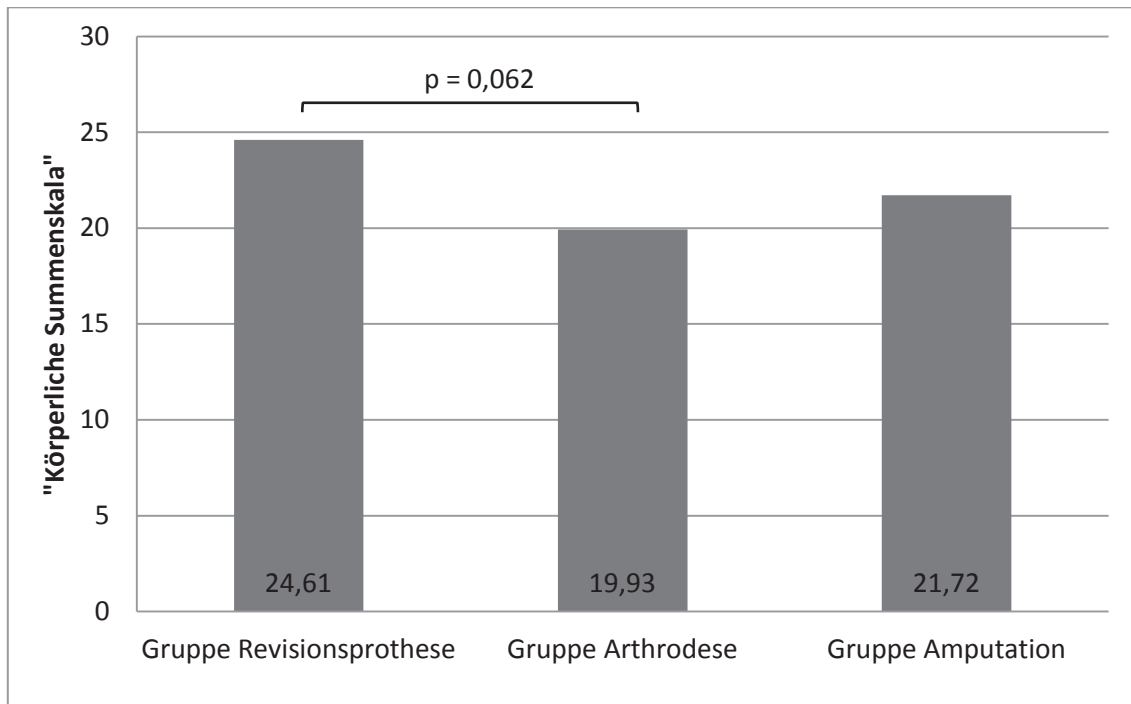
schen den Fällen mit Arthrodese und denen mit Amputation besteht kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,126$ ). Siehe hierzu auch Abbildung 13.



**Abb. 13: Mittelwerte der Skala „Körperliche Funktionsfähigkeit“ des SF-36 Health Survey im Vergleich Revisionsprothese, Arthrodese und Amputation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung**

## Die Körperliche Lebensqualität

Weiterhin wurde die „Körperliche Summenskala“ betrachtet, welche die körperliche Lebensqualität reflektiert. Der Mittelwert der Fälle mit Revisionsprothese liegt mit 24,61 über dem der Fälle mit Arthrodeese (19,93). Das Signifikanzniveau wurde mit  $p = 0,062$  jedoch knapp verfehlt (Abb. 14).

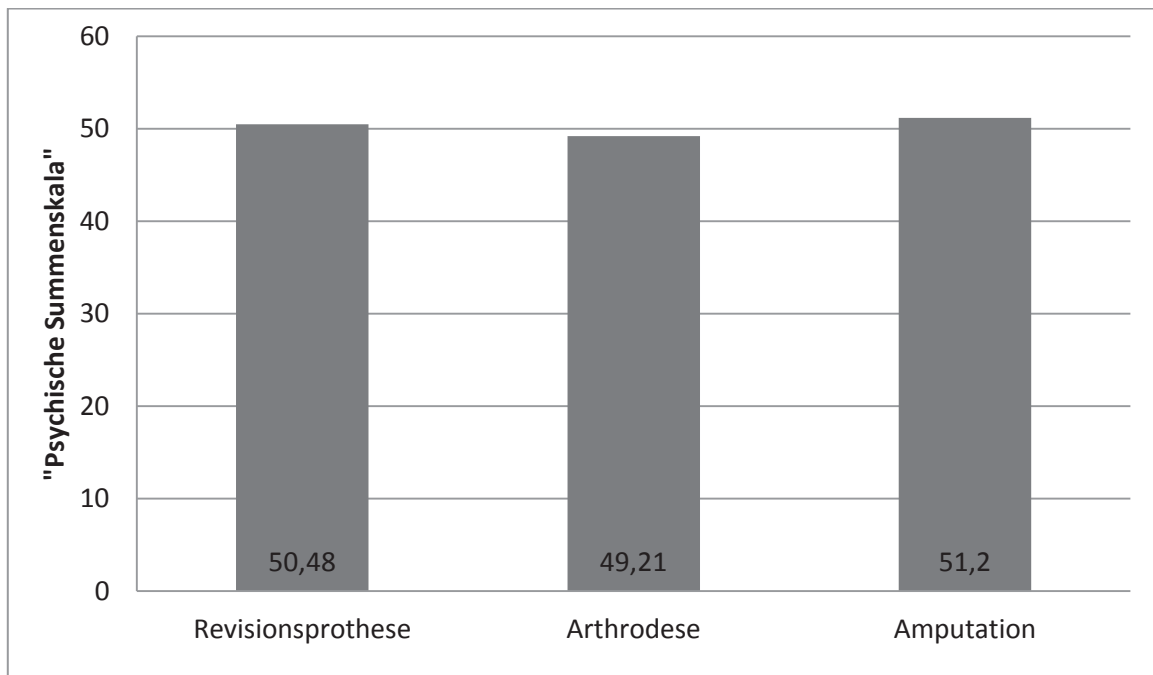


**Abb. 14: Mittelwerte der „Körperlichen Summenskala“ im Vergleich Revisionsprothese, Arthrodeese und Amputation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung**



## Die psychische Lebensqualität

Die psychische Lebensqualität wird zusammenfassend durch die „Psychische Summenskala“ dargestellt. Hier befinden sich die Mittelwerte für Revisionsprothese, Arthrodesse und Amputation auf annähernd gleichem Niveau (Abb. 15). Die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) beträgt 0,82 für den Unterschied zwischen Revisionsprothese und Arthrodesse und 0,31 für den Unterschied zwischen Revisionsprothese und Amputation.



**Abb. 15: Mittelwerte der „Psychischen Summenskala“ im Vergleich Revisionsprothese, Arthrodesse und Amputation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung**

Eine Übersicht der Mittelwerte für die einzelnen Skalen des SF-36 Health Survey ist in Tabelle 12 dargestellt.

**Tab. 12: Mittelwerte und Standardabweichungen der Skalen des SF-36 Health Survey abhängig von Revisionsprothese, Arthrodese, Amputation und Zahl der zweizeitigen Wechsel (Mann-Whitney-U-Test) (Rev.-Proth.: Revisionsprothese; Arth.: Arthrodese; Amp.: Amputation; Sign.: Signifikanz)**

Skala	Rev.- Proth.	Arth.	Sign.	Rev.- Proth.	Amp.	Sign.
<b>Körperliche Funktionsfähigkeit</b>	n = 38 21,45 ± 21,18	n = 17 8,82 ± 10,68	[p] 0,018	n = 38 21,45 ± 21,18	n = 4 0,0 ± 0,0	[p] 0,007
<b>Körperliche Rollenfunktion</b>	n = 38 15,13 ± 29,37	n = 17 4,41 ± 13,21	[p] 0,206 (n.s.)	n = 38 15,13 ± 29,37	n = 4 12,50 ± 25,00	[p] 1,000 (n.s.)
<b>Körperliche Schmerzen</b>	n = 38 29,08 ± 29,63	n = 17 33,76 ± 35,30	[p] 0,740 (n.s.)	n = 38 29,08 ± 29,63	n = 4 56,00 ± 45,14	[p] 0,268 (n.s.)
<b>Allgemeine Gesundheitswahrnehmung</b>	n = 38 49,37 ± 23,60	n = 17 33,59 ± 24,10	[p] 0,015	n = 38 49,37 ± 23,60	n = 4 27,75 ± 22,19	[p] 0,134 (n.s.)
<b>Vitalität</b>	n = 38 46,75 ± 26,98	n = 17 40,20 ± 29,85	[p] 0,397 (n.s.)	n = 38 46,75 ± 26,98	n = 4 45,00 ± 35,36	[p] 0,974 (n.s.)
<b>Soziale Funktionsfähigkeit</b>	n = 38 54,28 ± 38,48	n = 17 38,97 ± 38,50	[p] 0,132 (n.s.)	n = 38 54,28 ± 38,48	n = 4 59,38 ± 42,54	[p] 0,844 (n.s.)
<b>Emotionale Rollenfunktion</b>	n = 38 63,16 ± 48,89	n = 17 62,75 ± 48,42	[p] 1,000 (n.s.)	n = 38 63,16 ± 48,89	n = 4 50,00 ± 57,74	[p] 1,000 (n.s.)
<b>Psychisches Wohlbefinden</b>	n = 38 64,31 ± 25,46	n = 17 63,47 ± 25,00	[p] 0,939 (n.s.)	n = 38 64,31 ± 25,46	n = 4 67,00 ± 35,98	[p] 0,794 (n.s.)
<b>Körperliche Summenskala</b>	n = 38 24,62 ± 9,42	n = 17 19,93 ± 4,48	[p] 0,062 (n.s.)	n = 38 24,62 ± 9,42	n = 4 21,72 ± 5,85	[p] 0,57 (n.s.)
<b>Psychische Summenskala</b>	n = 38 50,48 ± 15,55	n = 17 49,21 ± 15,56	[p] 0,756 (n.s.)	n = 38 50,48 ± 15,55	n = 4 51,20 ± 22,32	[p] 0,82 (n.s.)

### 3.3. Mögliche Einflussfaktoren auf das Outcome nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel

Im Folgenden wird dargestellt, inwiefern Korrelationen zwischen den Faktoren Diabetes, Nikotinabusus, Trauma, Gelenkfistel, BMI und Geschlecht und dem Outcome nach zweizeitigem Knieprothesenwechsel bestehen.

#### 3.3.1. Diabetes mellitus

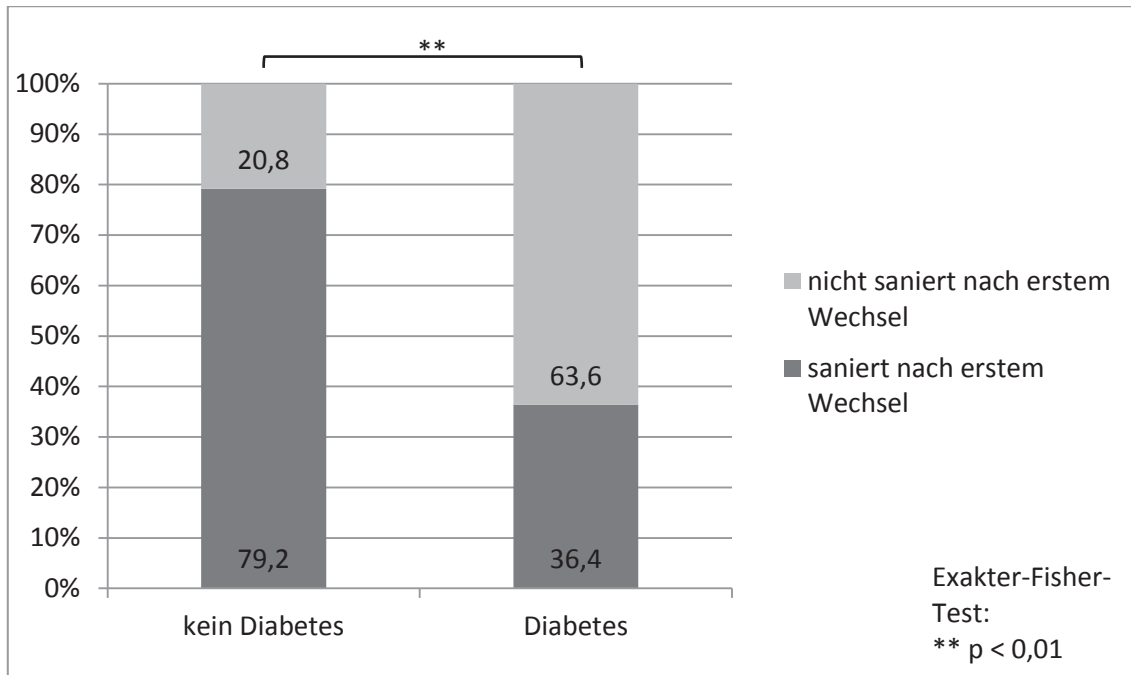
Alle elf Diabetiker der Nachuntersuchungsgruppe litten an Diabetes mellitus Typ 2. Zwischen insulinpflichtigem und nicht-insulinpflichtigem Diabetes wurde bei der nachfolgenden Untersuchung nicht unterschieden.

#### Korrelation mit dem Erfolg der Infektsanierung

Um zu analysieren, ob das Vorliegen der Erkrankung Diabetes mellitus mit dem Erfolg der Infektsanierung beim ersten zweizeitigen Wechsels korreliert, wurden die Fälle mit Diabetes mellitus mit den Fällen ohne Diabetes verglichen. In 79,2 % der Fälle ohne Diabetes erwies sich der periprothetische Infekt nach dem ersten zweizeitigen Wechsel als saniert, bei Vorliegen von Diabetes betrug dieser Anteil 36,4 % (Tab. 13). Das Ergebnis ist mit  $p = 0,009$  im Exakten Fisher-Test sehr signifikant (Abb. 16). Die Odds Ratio beträgt 6,7, das 95 %-Konfidenzintervall 1,6 – 27,3.

**Tab. 13: Absoluter und prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Diabetes und ohne Diabetes**

		ohne Diabetes	Diabetes	Gesamt
<b>saniert nach erstem Wechsel</b>	Anzahl	38	4	42
	% innerhalb von „ohne Diabetes/ Diabetes“	79,2 %	36,4 %	
<b>nicht saniert nach erstem Wechsel</b>	Anzahl	10	7	17
	% innerhalb von „ohne Diabetes/ Diabetes“	20,8 %	63,6 %	
<b>Gesamt</b>	Anzahl	<b>48</b>	<b>11</b>	<b>59</b>
	% innerhalb von „ohne Diabetes/ Diabetes“	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>



**Abb. 16: Prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten Wechsel bei Diabetes und ohne Diabetes**

### 3.3.2. Rauchen

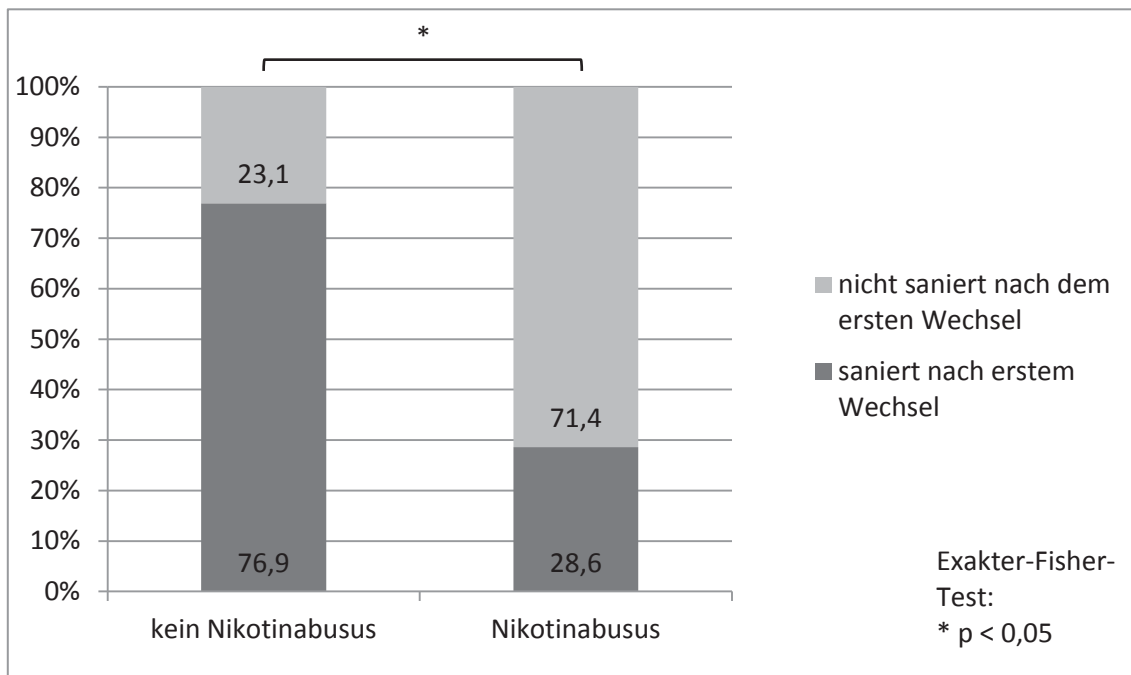
Bei den sieben Rauchern der Nachuntersuchungsgruppe bestand ein täglicher Nikotinabusus seit der Jugendzeit.

#### **Korrelation mit dem Erfolg der Infektsanierung**

Weiterhin wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen einem mehrjährigen Nikotinabusus in der Patientenanamnese und dem Erfolg der Infektsanierung besteht. In 76,9 % der Fälle, in denen der Patient nicht rauchte, verlief die Infektsanierung im Rahmen des ersten zweizeitigen Wechsels erfolgreich, unter den Rauchern betrug dieser Anteil nur 28,6 % (Tab. 14). Die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) beträgt, berechnet mit dem Exakten Fisher-Test, 0,017 (Abb. 17). Die Odds Ratio liegt bei 8,3, das 95 %-Konfidenzintervall bei 1,4 – 48,5.

**Tab. 14: Absoluter und prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Rauchern und Nichtrauchern**

		Nicht-raucher	Raucher	Gesamt
<b>saniert nach erstem Wechsel</b>	Anzahl	40	2	42
	% innerhalb von Rauchern / Nichtrauchern	76,9 %	28,6 %	
<b>nicht saniert nach erstem Wechsel</b>	Anzahl	12	5	17
	% innerhalb von Rauchern / Nichtrauchern	23,1 %	71,4 %	
<b>Gesamt</b>	Anzahl	<b>52</b>	<b>7</b>	<b>59</b>
	% innerhalb von Rauchern / Nichtrauchern	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>



**Abb. 17: Prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Rauchern und Nichtrauchern**

### 3.3.3. Trauma

Zur Kategorie Trauma zählen Frakturen des Femurs, der Tibia und der Patella sowie Kreuzbandrisse im Bereich des zweizeitig operierten Beines. Das Trauma kann zu beliebigem Zeitpunkt (vor Prothesenimplantation, nach dem zweizeitigen Wechsel etc.) und unter beliebigen Umständen (periprothetische Fraktur, Spacerausbruch etc.) stattgefunden haben.

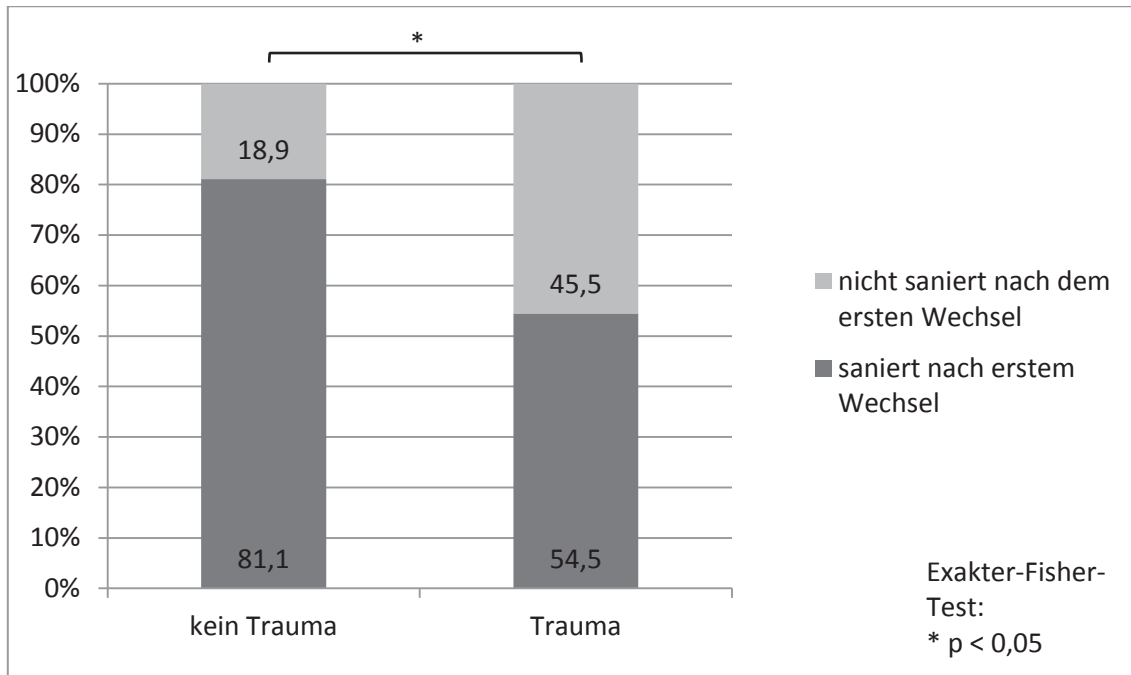
#### Korrelation mit dem Erfolg der Infektsanierung

Es wurde untersucht, ob ein Trauma im Bereich des zweizeitig operierten Beines mit dem Erfolg der Infektsanierung korreliert.

In 81,1% der Fälle ohne Trauma erwies sich der periprothetische Infekt nach dem ersten zweizeitigen Wechsel als saniert, lag ein Trauma vor, war dies in 54,5 % der Fälle gegeben (Tab. 15). Die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) beträgt 0,04 (Abb. 18). Die Odds Ratio liegt bei 3,6, das 95 %-Konfidenzintervall beträgt 1,1 – 11,6. Es besteht somit eine signifikante Korrelation zwischen einem Trauma und dem Persistieren des periprothetischen Infektes nach dem zweizeitigen Wechsel.

**Tab. 15: Absoluter und prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Trauma und ohne Trauma**

		ohne Trauma	Trauma	Gesamt
<b>saniert nach erstem Wechsel</b>	Anzahl	30	12	42
	% innerhalb von „ohne Trauma / Trauma“	81,1 %	54,5 %	
<b>nicht saniert nach erstem Wechsel</b>	Anzahl	7	10	17
	% innerhalb von „ohne Trauma / Trauma“	18,9 %	45,5 %	
<b>Gesamt</b>	Anzahl	<b>37</b>	<b>22</b>	<b>59</b>
	% innerhalb von „ohne Trauma / Trauma“	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>



**Abb. 18: Prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Trauma und ohne Trauma**

### **Korrelation mit der Versorgung mit Revisionsprothese, Arthrodese, Amputation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung**

Es wurde weiterhin eine positive Korrelation zwischen dem Vorliegen eines Traumas und der Durchführung einer Arthrodese oder Amputation im weiteren Verlauf nachgewiesen. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde mit 0,041 berechnet.

Um auszuschließen, dass dieser Zusammenhang durch die Variable „saniert / nicht saniert nach dem ersten Wechsel“ beeinflusst wird, wurde eine Tabellenanalyse unter Einbeziehung einer Kontrollvariable zur Erklärung der Ursprungsbeziehung durchgeführt. Der Korrelation zwischen Trauma und Arthrodese bzw. Amputation war demnach völlig durch die Kontrollvariable „saniert / nicht saniert nach dem ersten Wechsel“ erklärbar. Ein direkter Zusammenhang zwischen einem Trauma und der Versorgung mit Revisionsprothese, Arthrodese und Amputation besteht demnach nicht. Die Korrelation zwischen dem Erfolg der Infektsanierung und der Durchführung einer Arthrodese bzw. Amputation wurde in Kapitel 3.1.3. dargestellt.

### 3.3.4. Gelenkfistel

In 19 Fällen (32,2 %) trat im Rahmen des periprothetischen Infektes eine Gelenkfistel auf.

#### Korrelation mit dem Erfolg der Infektsanierung

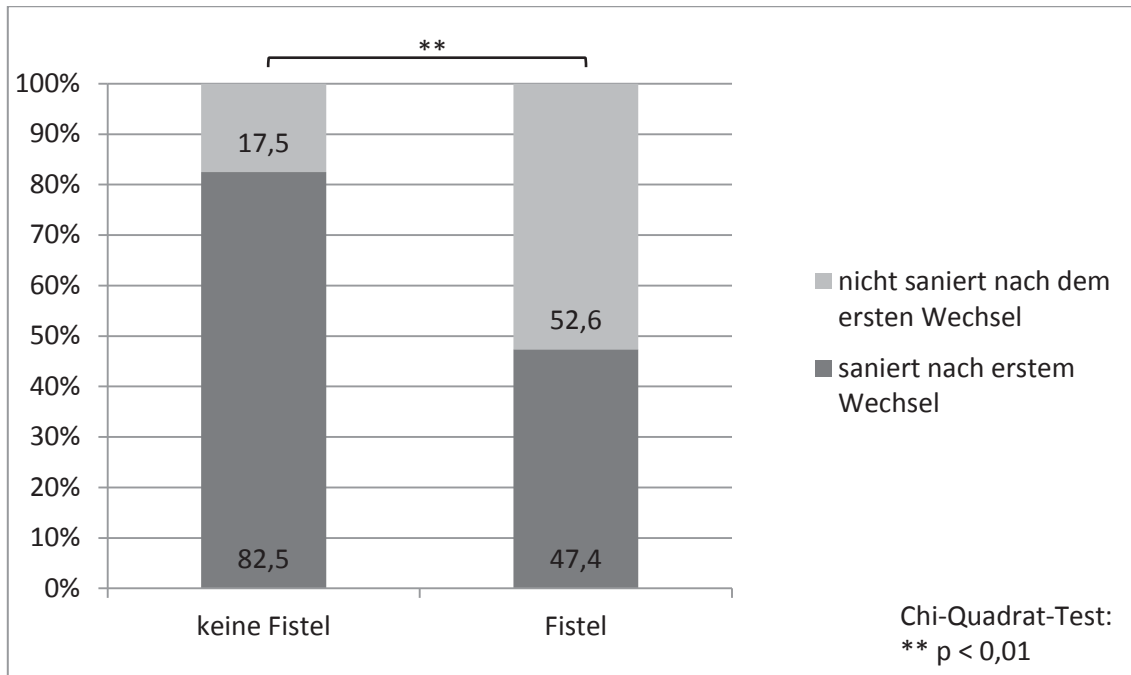
Im Folgenden wird der Zusammenhang zwischen einer Gelenkfistel und dem Erfolg der Infektsanierung beim ersten zweizeitigen Wechsel dargestellt.

Lag im Verlauf des periprothetischen Infektes keine Fistel vor, verlief die Infektsanierung in 82,5 % der Fälle erfolgreich. Beim Vorliegen einer Fistel betrug dieser Anteil 47,4 % (Tab. 16). Die Irrtumswahrscheinlichkeit wird mit  $p = 0,008$  angegeben, der Zusammenhang ist damit sehr signifikant (Abb. 19). Die Odds-Ratio beträgt 5,2, das 95 %-Konfidenzintervall 1,6 – 17,7.

**Tab. 16: Absoluter und prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Fistel und ohne Fistel**

		<b>ohne Fistel</b>	<b>Fistel</b>	<b>Gesamt</b>
<b>saniert nach erstem Wechsel</b>	Anzahl	33	9	42
	% innerhalb von „ohne Fistel / Fistel“	82,5 %	47,4 %	
<b>nicht saniert nach erstem Wechsel</b>	Anzahl	7	10	17
	% innerhalb von „ohne Fistel / Fistel“	17,5 %	52,6 %	
<b>Gesamt</b>	Anzahl	<b>40</b>	<b>19</b>	<b>59</b>
	% innerhalb von „ohne Fistel / Fistel“	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>





**Abb. 19: Prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Fistel und ohne Fistel**

### **Korrelation zwischen Gelenkfistel und der Versorgung mit Revisionsprothese, Arthrodeese, Amputation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung**

Es schien im Rahmen der Untersuchung einen sehr signifikanten Zusammenhang zwischen dem Vorliegen einer Fistel und der Versorgung mit Revisionsprothese, Arthrodeese und Amputation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zu geben. Die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) wurde mit 0,005 berechnet. Dieser Zusammenhang konnte jedoch nach Analyse mit einer Drittvariablen vollständig auf den Erfolg der Infektsanierung zurückgeführt werden. Dass ein Zusammenhang zwischen dem Erfolg der Infektsanierung und der Durchführung einer Arthrodeese oder Amputation im weiteren Verlauf besteht, wurde in Kapitel 3.1.3. erläutert.

### 3.3.5. Adipositas

In der vorliegenden Studie wurde unterschieden zwischen nicht-adipösen Patienten bei einem BMI kleiner 30 und adipösen Patienten bei einem BMI größer 30. Nach dieser Einteilung bestand in 35 der 59 Fälle (59,3 %) eine Adipositas.

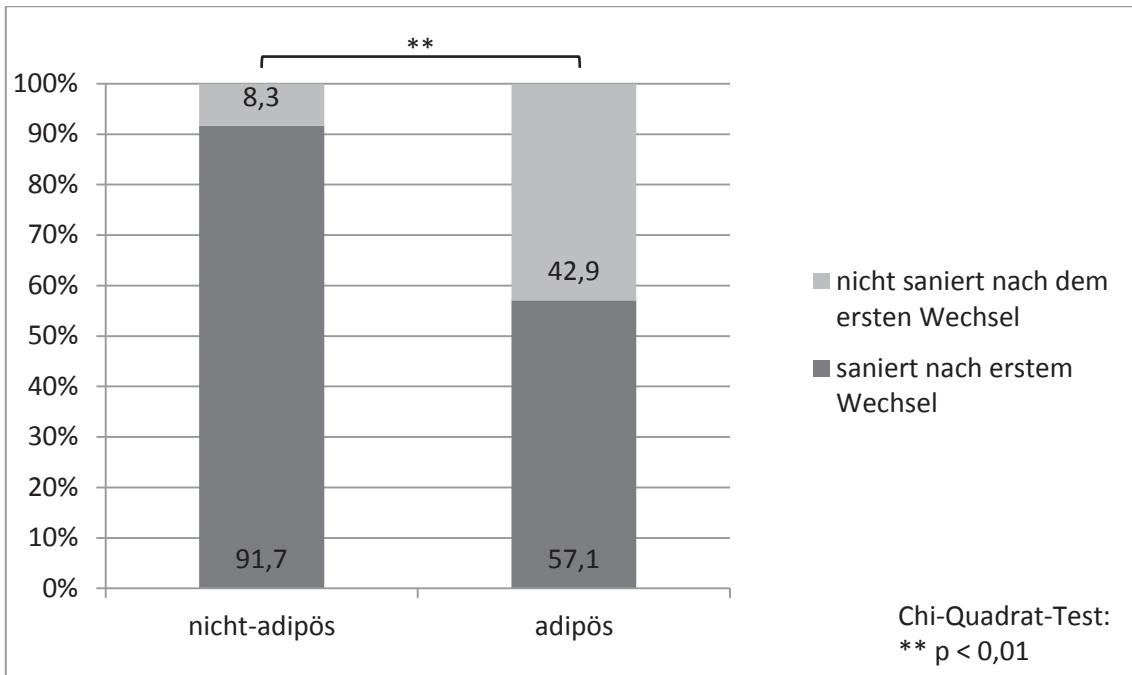
#### Korrelation mit dem Erfolg der Infektsanierung

Es wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen Adipositas und dem Erfolg der Infektsanierung im Rahmen des ersten zweizeitigen Wechsels besteht.

Bei Adipositas persistierte der Infekt in 42,9 % der Fälle, ohne Adipositas in 8,3 % der Fälle. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wird mit 0,007 angegeben. Damit liegt ein sehr signifikanter Zusammenhang vor. Die Odds-Ratio beträgt 8,3, das 95%-Konfidenzintervall 1,7 – 40,7. Siehe hierzu auch Tabelle 17 und Abbildung 20.

**Tab. 17: Absoluter und prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei adipösen und nicht-adipösen Patienten**

		nicht-adipös	adipös	Gesamt
<b>saniert nach erstem Wechsel</b>	Anzahl	22	20	42
	% innerhalb von „nicht-adipös / adipös“	91,7 %	57,1 %	
<b>nicht saniert nach erstem Wechsel</b>	Anzahl	2	15	17
	% innerhalb von „nicht-adipös / adipös“	8,3 %	42,9 %	
<b>Gesamt</b>	Anzahl	<b>24</b>	<b>35</b>	<b>59</b>
	% innerhalb von „nicht-adipös / adipös“	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>



**Abb. 20: Prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei adipösen und nicht-adipösen Patienten**

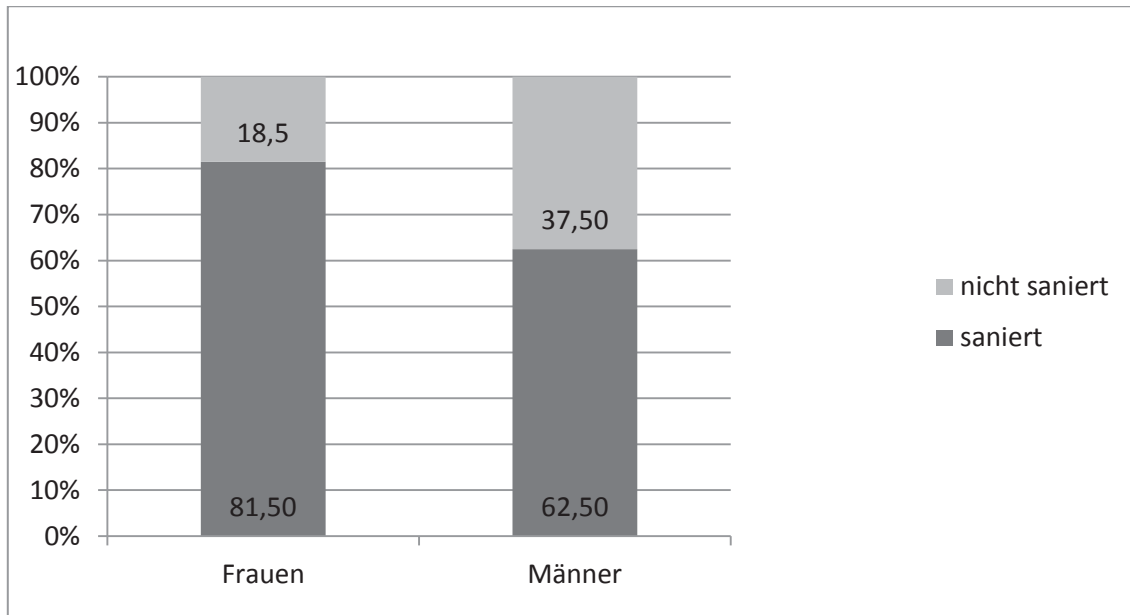
### 3.3.6. Geschlecht

#### Korrelation mit dem Erfolg der Infektsanierung

Es wurde weiterhin untersucht, ob das Geschlecht mit der Sanierungsrate nach zweizeitigem Prothesenwechsel korreliert. Eine Übersicht über die Ergebnisse zeigt Tabelle 18. Der Unterschied zwischen Männern und Frauen hinsichtlich der Sanierungsrate ist nicht signifikant (Abb. 21). Die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) beträgt 0,152, die Odds Ratio 2,6, das 95 %-Konfidenzintervall 0,8 – 8,8.

**Tab. 18: Absoluter und prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei weiblichen und männlichen Patienten**

		<b>weiblich</b>	<b>männlich</b>	<b>Gesamt</b>
<b>saniert nach erstem Wechsel</b>	Anzahl	22	20	42
	% innerhalb von „weiblich/ männlich“	81,5 %	62,5 %	
<b>nicht saniert nach erstem Wechsel</b>	Anzahl	5	12	17
	% innerhalb von „weiblich/ männlich“	18,5 %	37,5 %	
<b>Gesamt</b>	Anzahl	<b>27</b>	<b>32</b>	
	% innerhalb von „weiblich/ männlich“	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

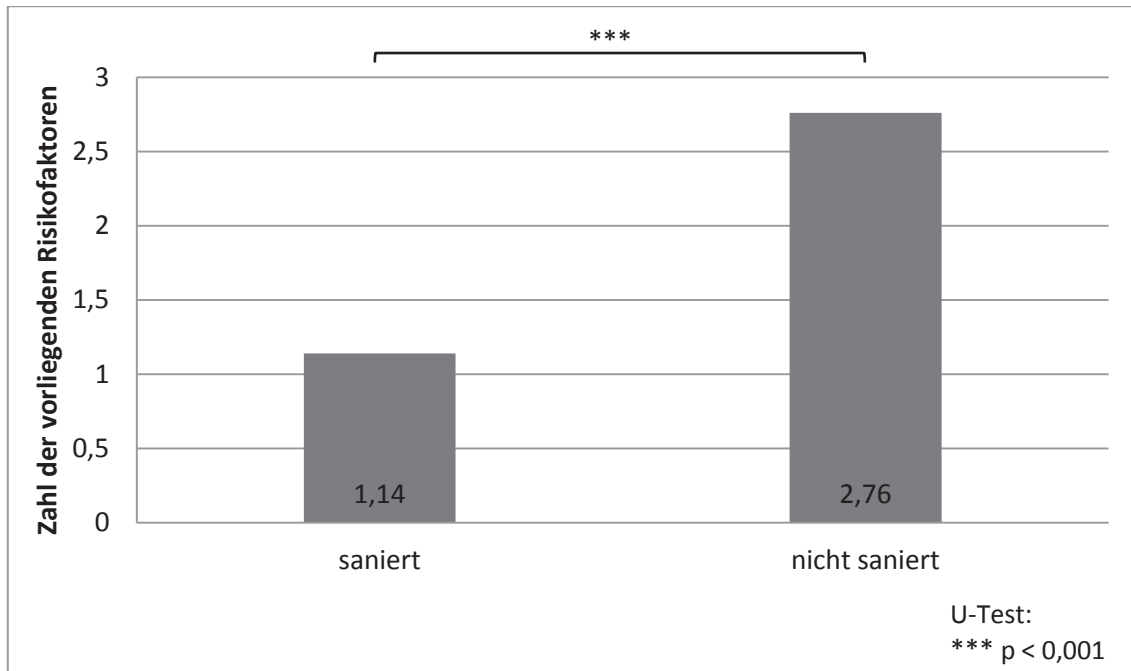


**Abb. 21: Prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei männlichen und weiblichen Patienten**

### 3.3.7. Korrelation der Anzahl der Risikofaktoren mit dem Erfolg der Infektsanierung

Aus den vorliegenden Ergebnissen ergab sich im Rahmen der Nachuntersuchung die Frage, ob bei den Fällen mit persistierendem Infekt signifikant mehr Risikofaktoren vorliegen als bei den erfolgreich sanierten Fällen.

Im Mann-Whitney-U-Test zeigt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Anzahl der vorliegenden Risikofaktoren und dem Erfolg der Infektsanierung. So lagen bei den Fällen mit persistierendem Infekt durchschnittlich 2,76 Risikofaktoren vor (SD 0,83). Wurde der Infekt erfolgreich durch den ersten Wechsel saniert, betrug die durchschnittliche Zahl der Risikofaktoren lediglich 1,14 (SD 1,07). Der Unterschied ist mit  $p < 0,001$  hoch signifikant. Siehe hierzu auch Abbildung 22. In der gesamten Nachuntersuchungsgruppe beträgt die Zahl der durchschnittlichen Risikofaktoren 1,61 (SD 1,25).



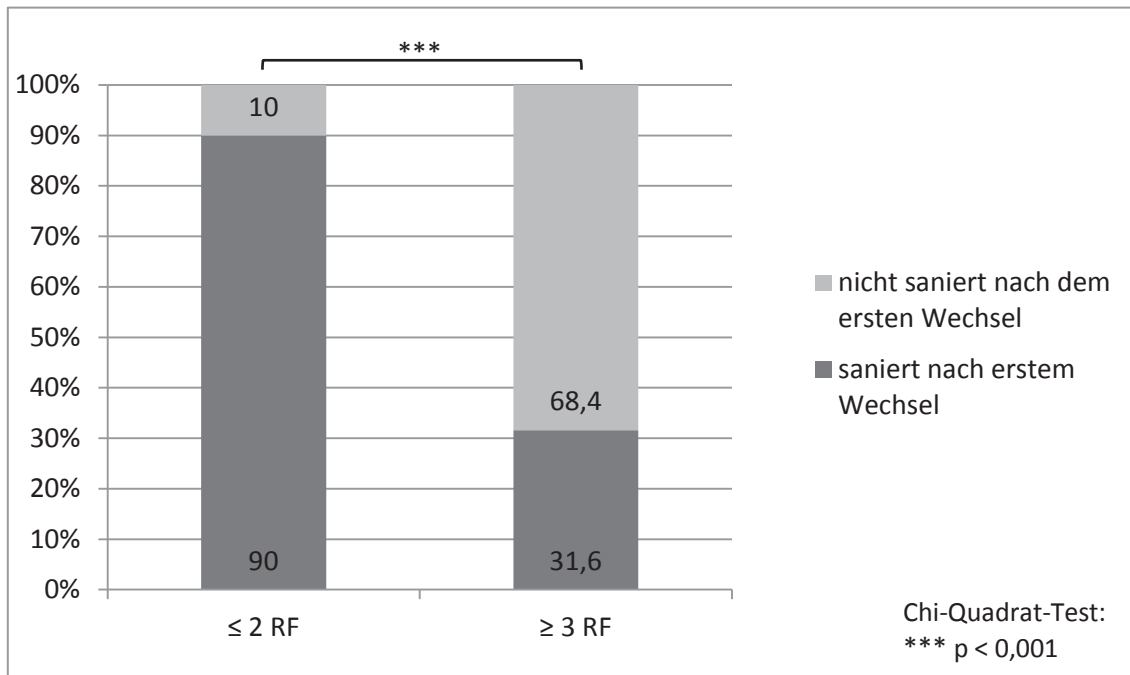
**Abb. 22: Durchschnittliche Zahl der vorliegenden Risikofaktoren bei den nach dem ersten Wechsel sanierten und nicht sanierten Fällen**

Weiterhin wurde die Nachuntersuchungsgruppe in zwei Untergruppen unterteilt. Es wurden die Fälle mit zwei oder weniger Risikofaktoren (40 Fälle) mit denen verglichen, in denen drei oder vier Risikofaktoren vorlagen (19 Fälle).

In 90,0 % der Fälle, in denen zwei oder weniger Risikofaktoren vorlagen, verlief die Infektsanierung im Rahmen des ersten zweizeitigen Wechsels erfolgreich, lagen drei oder vier Risikofaktoren vor, betrug dieser Anteil nur 31,6 % (Tab.19). Die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) ist kleiner 0,001, der Unterschied ist damit hoch signifikant (Abb. 23). Die Odds Ratio liegt bei 19,5, das 95 %-Konfidenzintervall bei 4,7 – 80,3.

**Tab. 19: Absoluter und prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Fällen mit  $\leq 2$  Risikofaktoren und  $\geq 3$  Risikofaktoren (RF: Risikofaktoren)**

		$\leq 2$ RF	$\geq 3$ RF	Gesamt
<b>saniert nach erstem Wechsel</b>	Anzahl	36	6	42
	% innerhalb von „ $\leq 2$ / $\geq 3$ RF“	90,0 %	31,6 %	
<b>nicht saniert nach erstem Wechsel</b>	Anzahl	4	13	17
	% innerhalb von „ $\leq 2$ / $\geq 3$ RF“	10,0 %	68,4 %	
<b>Gesamt</b>	Anzahl	<b>40</b>	<b>19</b>	
	% innerhalb von „ $\leq 2$ / $\geq 3$ RF“	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>



**Abb. 23: Prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Fällen mit  $\leq 2$  Risikofaktoren und  $\geq 3$  Risikofaktoren (RF: Risikofaktoren)**

## **4. Diskussion**

Im Folgenden werden zunächst methodenkritische Aspekte diskutiert. Anschließend erfolgt die Diskussion der Ergebnisse.

### **4.1. Diskussion der Methodik**

#### **Patientenauswahl**

Voraussetzung für die Teilnahme an der vorliegenden Studie war unter anderem die telefonische Erreichbarkeit des Patienten. In einigen Fällen konnte auch mit Hilfe von Telefonbuch und Telefonauskunft kein telefonischer Kontakt zum Patienten hergestellt werden. Eine Selektion zu Gunsten der Patienten mit häufigeren Behandlungen in der Universitätsklinik Münster und dementsprechend aktuelleren Kontaktdaten ist demnach nicht auszuschließen.

#### **Untersuchungsmethoden**

Die vorliegende Studie erfasst neben dem klinischen Verlauf die subjektive gesundheitsbezogene Lebensqualität. Lieberman et al. konnten in ihrer umfassenden Nachuntersuchung nach Implantation einer Hüftendoprothese zeigen, dass die Beurteilung des Gesundheitszustandes durch den medizinischen Untersucher erheblich von der patienteneigenen Beurteilung abweicht. Die umfassendste und aussagekräftigste Erhebung des Gesundheitszustandes wird dementsprechend mit einem subjektiven Verfahren zur Erhebung der Lebensqualität in Kombination mit einem krankheitsspezifischen klinischen Untersuchungsverfahren erzielt [69, 70]. Ein solches krankheitsspezifisches klinisches Untersuchungsverfahren stellt der Knee Society Score dar, welcher im ursprünglichen Studiendesign vorgesehen war. Da für die Erhebung dieser Parameter eine körperliche Untersuchung notwendig ist und ein Besuch der Patienten aufgrund des großen Einzugsgebietes nicht möglich war, wurden die Patienten der Untersuchungsgruppe telefonisch zu einem Nachuntersuchungstermin eingeladen. Es stellte sich jedoch heraus, dass über 30% der eingeladenen Patienten körperlich nicht in der Lage waren, sich in der Universitätsklinik vorzustel-



len. Zahlreiche Patienten berichteten, aufgrund der schlechten Kniegelenksfunktion den Weg weder mit dem Auto noch mit dem öffentlichen Personennahverkehr zurücklegen zu können. Weitere Patienten waren wegen ihres allgemeinen Gesundheitszustandes immobil. Da die gesundheitsbezogene Lebensqualität und die Funktionalität im Alltag Zielgrößen der Studie sind, hätte der Ausschluss dieser Patienten von der Studie ein Selektionsbias hervorgerufen. Das Ergebnis der Studie hätte deutlich an Repräsentativität eingebüßt.

Aus diesem Grund beschränkt sich die Studie auf die Instrumente SF-36 Health Survey und WOMAC Index, welche im Telefoninterview durchführbar sind.

## **4.2. Diskussion der Ergebnisse**

Zielsetzung der vorliegenden Arbeit ist die optimale Patientenversorgung bei indiziertem zweizeitigen Knieprothesenwechsel. Hierfür ist es notwendig, neben der Sanierungsrate auch die gesundheitsbezogene Lebensqualität nach zweizeitigem Wechsel zu betrachten. Außerdem wird langfristig angestrebt, Therapieentscheidungen bei jedem Patienten in Abhängigkeit vom persönlichen Risikoprofil treffen zu können.

### **4.2.1. Der klinische Verlauf**

#### **4.2.1.1. Die Sanierungsrate**

Innerhalb der Nachuntersuchungsgruppe betrug die Rate der Infektsanierung nach dem ersten zweizeitigen Wechsel 71,2 %.

In der Literatur werden Sanierungsraten zwischen 67 und 100 % angegeben. So berichten Mortazavi et al. von Sanierungsraten zwischen 67 und 91 % [76]. Die im Review von Romanò et al. ermittelten Sanierungsraten liegen zwischen 69,2 und 100 %, mit einer durchschnittlichen Sanierungsrate von 87 % bei nicht-artikulierendem Spacer [94]. Im Review von Sherell et al. wird von Sanierungsraten zwischen 75 und 100 % mit der mittleren Sanierungsrate bei 89 % berichtet [98].

Die vergleichsweise geringe Sanierungsrate der Nachuntersuchung im Vergleich zu den in der Literatur dargestellten Ergebnissen ist am ehesten durch die Patientenauswahl bedingt. Während in anderen Studien, in denen der Interessenschwerpunkt auf der Sanierungsrate lag, alle zweizeitig operierten Patienten innerhalb eines bestimmten Zeitraumes betrachtet wurden, wurden in dieser Studie nur die telefonisch erreichbaren Patienten untersucht. Patienten, bei denen der periprothetische Infekt im Rahmen des ersten zweizeitigen Wechsels erfolgreich saniert wurde, hielten möglicherweise weniger engen Kontakt zur Universitätsklinik, sodass aktuelle Kontaktdaten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nicht vorlagen.

Weiterhin ist die Definition von Infektsanierung von Bedeutung. So gehen Mittal et al., die von einer Sanierungsrate von 76 % berichten, nur von einem persistierenden Infekt aus, wenn vor und nach zweizeitigem Wechsel derselbe Erreger nachgewiesen wurde, was in vier von neun Infekten ihrer Studie der Fall war [75].

#### **4.2.1.2. Sanierungsrate: Revisionsprothese versus Arthrodeese**

Im Rahmen der Nachuntersuchung zeigte sich, dass die Rate der persistierenden Infekte nach zweizeitigem Wechsel bei Durchführung einer Arthrodeese mit zwei von 17 (11,8 %) geringer ist als die Rate bei Implantation einer Revisionsprothese. Hier persistierte der periprothetische Infekt bei 17 von 56 zweizeitigen Wechseln (30,4 %). Der Unterschied ist nicht signifikant.

Allerdings wird in der vorhandenen Literatur durchgehend von ähnlichen Ergebnissen berichtet. Auch Bengston et al. beobachteten eine höhere Rate persistierender Infekte nach Implantation einer Revisionsprothese verglichen mit der nach Durchführung einer Arthrodeese. In einer ersten Studie von 1989 erwiesen sich 12 der 19 Fälle (63,16 %), in denen eine Revisionsprothese implantiert worden war, nach dem ersten zweizeitigen Wechsel als saniert. Bei Durchführung einer Arthrodeese betrug die Quote der sanierten Infekte zehn von elf Fälle (90,91 %) [8]. In einer zweiten Studie, durchgeführt von Bengston et al. 1991, wurden bei Implantation einer Revisionsprothese 81 von 107 (75,70 %) der periprothetischen Infekte saniert, bei Durchführung einer Arthrodeese 120 von 135 (88,89 %) [10].

Kramhoft et al. geben 11 von 15 (73,3 %) erfolgreich sanierten Infekten bei zweizeitigem Wechsel und Implantation einer Revisionsprothese an. In 22 Fällen wurde bei periprothetischem Infekt direkt eine Arthrodeese durchgeführt, davon erwiesen sich 20 als saniert (90,9 %). In 13 Fällen führten Kramhoft et al. die Arthrodeese als zweizeitiges Prozedere durch. Hier betrug die Sanierungsrate 100 %.

Es ist demnach durchaus davon auszugehen, dass die Rate der persistierenden Infekte bei Durchführung einer Arthrodesse deutlich unter der bei Implantation einer Revisionsprothese liegt [62]. Eine mögliche Erklärung für die bessere Heilungstendenz bei Durchführung einer Arthrodesse ist die zwangsläufige Ruhigstellung des Kniegelenkes [111].

#### **4.2.1.3. Die Versorgung mit Revisionsprothese, Arthrodesse und Amputation**

Im Rahmen des ersten zweizeitigen Wechsels wurde in 8 von 59 Fällen (13,6 %) die Indikation zur Arthrodesse gestellt, in den übrigen Fällen wurde eine Revisionsprothese implantiert. Die Indikation zur Arthrodesse wurde gestellt, wenn mindestens eines der beiden folgenden Kriterien zutrifft: (1) Eine für die Implantation einer Revisionsprothese unzureichende Weichteildeckung über dem Kniegelenk; (2) Eine durch Arthrofibrose oder defiziente Streckmuskulatur stark limitierte Ausgangsbeweglichkeit. Im zweiten Fall ist davon auszugehen, dass auch nach Implantation einer Revisionsprothese nur eine sehr geringe Beweglichkeit erreicht wird. Hier wurde der Arthrodesse aufgrund von Stabilität und früherer Belastbarkeit der Vorzug gegeben.

Fand ein zweiter zweizeitiger Wechsel aufgrund eines persistierenden Infektes statt, wurde in der zweiten Operation nach Spacerexplantation in acht von 13 Fällen (61,5 %) eine Arthrodesse durchgeführt. Die signifikant häufigere Durchführung einer Arthrodesse bei einem zweiten zweizeitigen Wechsel ist auf die Kompromittierung der Weichteile zurückzuführen, welche mit jedem Prothesenwechsel einhergeht. Bei einem zweizeitigen septischen Prothesenwechsel ist dies in besonderem Ausmaß der Fall, da ein gründliches Debridement sowie mindestens zwei Eröffnungen des Kniegelenkes notwendig sind [14, 49]. Entsprechend ist das Vorliegen eines der oben genannten Kriterien bei einem zweiten zweizeitigen Wechsel wahrscheinlicher.

Weiterhin empfehlen Isiklar et al. eine rechtzeitige Durchführung einer Arthrodesse bei persistierendem periprothetischen Infekt. Dies sei wiederholten Versu-

chen der Implantation einer Revisionsprothese vorzuziehen, da so eine spätere Amputation aufgrund von weiterem Weichteilverlust vermieden wird [49].

Entsprechend nimmt für den Patienten die Wahrscheinlichkeit, eine Arthrodeese oder eine Amputation zu erhalten, mit jedem zweizeitigen Wechsel zu. Dies spiegeln auch die Ergebnisse der Nachuntersuchung wieder. Nach einem zweizeitigen Wechsel betrug der Anteil der Arthrodesen 20 %, nach zwei zweizeitigen Wechseln 57,1 %. Der Anteil von Amputationen lag nach einem zweizeitigen Wechsel bei 4,4 %, nach zwei zweizeitigen Wechseln bei 14,3 %.

#### **4.2.2. Die gesundheitsbezogene Lebensqualität nach zweizeitigem Knieprothesenwechsel**

Zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität nach zweizeitigem Knieprothesenwechsel liegen bisher nur sehr wenige Daten vor. Nachfolgend wird sowohl die kniegelenksspezifische als auch die krankheitsübergreifende gesundheitsbezogene Lebensqualität diskutiert.

##### **4.2.2.1. Die gesundheitsbezogene Lebensqualität anhand des Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC Index)**

Der WOMAC Index wurde innerhalb der Nachuntersuchungsgruppe nur in den Fällen erhoben, in denen eine Versorgung mit einer Revisionsprothese bestand, da bei Arthrodeese und Amputation beispielsweise Fragen zur Steifigkeit nicht sinnvoll beantwortet werden können. Die Fallzahl beträgt hier 38. Die Ergebnisse der Nachuntersuchungsgruppe sind in Tabelle 22 abgebildet.

Gooding et al. untersuchten 2010 die gesundheitsbezogene Lebensqualität unter Verwendung des WOMAC Index (und des SF-12, einer Kurzform des SF-36 Health Survey). Ziel der Studie war es, die Sanierungsrate und das klinische Outcome nach zweizeitigem Knieprothesenwechsel unter Verwendung des PROSTALC Spacers, eines artikulierenden Zementspacers, zu ermitteln. Hier-

für wurde unter anderem sechs Wochen nach Implantation der Revisionsprothese der WOMAC Index erhoben.

Die Mittelwerte der Studie von Gooding et al. im Vergleich zu den Mittelwerten der Nachuntersuchungsgruppe sind in Tabelle 20 abgebildet [40].

**Tab. 20: Mittelwerte der WOMAC Skalen für die Studienpopulation Gooding et al. und die Nachuntersuchungsgruppe;** Die Skalen wurden alle auf eine Skala von 0-100 mit 100 als Höchstwert normalisiert [40]

<b>Skala</b>	<b>Nachuntersuchungs- gruppe N = 38</b>	<b>Studienpopulation Gooding et al. N = 115</b>
<b>Schmerz</b>	64,6	68,6
<b>Steifigkeit</b>	61,8	65,5
<b>Körperliche Funktionsfähigkeit</b>	43,0	63,2
<b>WOMAC Gesamtscore</b>	49,1	65,3

In allen Bereichen des WOMAC Index liegt der Mittelwert der Nachuntersuchungsgruppe unter dem der Studienpopulation von Gooding et al. Besonders deutlich ist der Unterschied im Bereich der „Körperlichen Funktionsfähigkeit“ mit einer Punktedifferenz von 20,2 und im Bereich des WOMAC Gesamtscores mit einer Differenz von 16,2.

Die Studienpopulation von Gooding et al. und die Nachuntersuchungsgruppe unterscheiden sich durch die Art des verwendeten Spacers. Innerhalb der Nachuntersuchungsgruppe wurde in allen Fällen ein nicht-artikulierender Spacer verwendet, bei der Studienpopulation der artikulierende PROSTALAC-Spacer. Es ist bekannt, dass die Verwendung eines mobilen Spacers mit einem größeren postoperativen Bewegungsausmaß des Kniegelenkes einhergeht. Emerson et al. ermittelten in ihrer Nachuntersuchung bei Verwendung eines nicht-artikulierenden Spacers einen Beugeumfang von 93,7°, bei Verwendung

eines artikulierenden Spacers hingegen einen Beugeumfang von 107,8°. Der Unterschied ist mit  $p = 0,01$  signifikant [38].

Auch Park et al. geben in ihrer Nachuntersuchung bei den Patienten mit artikulierendem Spacer mit 108° einen signifikant größeren Beugeumfang an als bei den Patienten mit nicht-artikulierendem Spacer (92°). Der in der Studie verwendete Funktionsscore des Knee Society Scores (KSS) und der Hospital for Special Surgery-Score (HSS) fielen bei den Patienten mit artikulierendem Spacer signifikant besser aus als bei den Patienten mit nicht-artikulierendem Spacer [81]. Der HSS-Score enthält, ähnlich dem WOMAC-Score, die Kategorien Funktionsfähigkeit und Schmerz.

Es ist demnach durchaus in Betracht zu ziehen, dass der verwendete artikulierende Spacer ursächlich für das bessere WOMAC-Ergebnis der Gooding-Studienpopulation ist. Insbesondere lässt sich das bessere Ergebnis im Bereich der körperlichen Funktionsfähigkeit durch den größeren Beugeumfang bei artikulierendem Spacer erklären.

Weiterhin unterscheiden sich die beiden Gruppen durch die Zahl der septischen und aseptischen Prothesenwechsel pro Kniegelenk. Innerhalb der Studienpopulation von Gooding et al. hatten in 4,4 % der Fälle zwei zweizeitige Wechsel pro Kniegelenk stattgefunden, unter den Fällen in der Nachuntersuchungsgruppe betrug dieser Anteil 10,5 %. Weiterhin hatte in der Studienpopulation von Gooding et al. in 88,7 % der Fälle kein zusätzlicher aseptischer Wechsel stattgefunden, in der Nachuntersuchungsgruppe war dies nur in 57,9 % der Fall. Einen Überblick der Daten gibt Tabelle 21. Die höhere Zahl der durchschnittlichen Prothesenwechsel pro Kniegelenk stellt ebenfalls eine mögliche Ursache für das schlechtere WOMAC-Ergebnis der Nachuntersuchungsgruppe dar.

**Tab. 21: Absoluter und prozentualer Anteil der Fälle der Nachuntersuchungsgruppe und der Studienpopulation von Gooding et al. abhängig von der Anzahl der aseptischen Wechsel**

Zahl der aseptischen Wechsel		Nachuntersuchungsgruppe	Studienpopulation von Gooding et al.
<b>0</b>	Anzahl	22	102
	Anteil in Prozent	57,9 %	88,70 %
<b>1</b>	Anzahl	7	7
	Anteil in Prozent	18,4 %	6,09 %
<b>2</b>	Anzahl	4	1
	Anteil in Prozent	10,5 %	0,87 %
<b>3</b>	Anzahl	1	0
	Anteil in Prozent	2,6 %	0
<b>Gesamt</b>	Anzahl	38	110
	Anteil in Prozent	100 %	100 %

### **Zusammenhang zwischen der Zahl der Prothesenwechsel und dem WOMAC Index**

Innerhalb der Nachuntersuchungsgruppe konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Zahl der aseptischen und septischen Wechsel und dem Ergebnis des WOMAC Index festgestellt werden. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass dies durch die geringe Fallzahl bei lediglich 38 Fällen bedingt ist. Greidanus et al. zeigten in einer Studie 2011, dass die Zahl der Prothesenwechsel das Ergebnis des WOMAC Index negativ beeinflusst. Hier wurden die Werte der WOMAC Skalen nach primärer Knieprothesenimplantation mit denen nach einzeitigem aseptischem Prothesenwechsel verglichen. Der Wert nach primärer Knieprothesenimplantation lag in allen Skalen signifikant über dem Wert, welcher nach Prothesenwechsel erreicht wurde [42]. Ebenfalls ist es denkbar, dass mehrfache zweizeitige Prothesenwechsel zu vermehrter Narbenbildung und damit zu stärkerer Steifigkeit, größeren Schmerzen und ausge-



prägterer Funktionseinschränkung führen. Ein Einfluss der Zahl der aseptischen und septischen Prothesenwechsel auf das Ergebnis des WOMAC Index und damit das Beschwerdeausmaß im Bereich des Kniegelenkes ist demnach durchaus in Betracht zu ziehen. Dies könnte in einer Studie mit größeren Fallzahlen gezielt überprüft werden.

#### **4.2.2.2. Die gesundheitsbezogene Lebensqualität anhand des SF-36 Health Survey**

Bei Betrachtung der Ergebnisse des SF-36 Health Survey fällt auf, dass die Ergebnisse der Nachuntersuchungsgruppe im Bereich der „Körperlichen Summenskala“ in allen Altersgruppen signifikant unter denen der Normpopulation liegen. Im Bereich der psychischen Lebensqualität sieht dies anders aus. In keiner der drei Altersgruppen weicht das Ergebnis der „Psychischen Summenskala“ signifikant von dem der Normpopulation ab. In den Altersgruppen „jünger als 60 Jahre“ und „60 bis 70 Jahre“ liegt der Mittelwert der Nachuntersuchungsgruppe sogar knapp über dem der Normpopulation. Dies impliziert, dass die körperliche Lebensqualität der Patienten nach zweizeitigem Knieprothesenwechsel deutlich gegenüber der Normpopulation beeinträchtigt ist, während die psychische Lebensqualität nicht gemindert ist.

Barrack et al. verglichen in einer Studie das Outcome nach zweizeitigem Knieprothesenwechsel mit dem nach aseptischem Wechsel. Sie beobachteten zwar nach zweizeitigem Knieprothesenwechsel deutlich schlechtere funktionelle Ergebnisse als nach aseptischem Wechsel, im Hinblick auf die Zufriedenheit waren jedoch beide Gruppen gleichauf.

Bullinger et al. ermittelten Vergleichswerte für verschiedene chronische Erkrankungen. Das in diesem Rahmen geringste ermittelte Ergebnis der „Körperlichen Summenskala“ beträgt 34,26 und bezieht sich auf Menschen mit Behinderung der Arme oder Beine. Die Nachuntersuchungsgruppe liegt mit einem Mittelwert von 23,07 deutlich darunter. Die gesamte deutsche Normpopulation erreichte einen Mittelwert von 50,21. Das Ergebnis der „Psychischen Summenskala“ beträgt bei Menschen mit Behinderungen der Arme oder Beine 46,57. Damit liegt

es knapp unter dem Ergebnis der Nachuntersuchungsgruppe, welches 50,17 beträgt, und unter dem der gesamten deutschen Normpopulation mit 51,54. Sowohl die von Bullinger untersuchten Menschen mit Behinderungen der Arme oder Beine als auch die Patienten der Nachuntersuchungsgruppe sind demnach unverkennbar im Bereich der körperlichen Gesundheit gegenüber der Normpopulation eingeschränkt, während die psychische Gesundheit kaum beeinträchtigt ist. Anders ist dies bei Menschen mit chronischen Hauterkrankungen und Menschen mit Allergien. Diese sind stärker psychisch als körperlich beeinträchtigt [24].

Nun ist die Nachuntersuchungsgruppe durch das Vorliegen von Fällen mit Revisionsprothese, Arthrodeese und Amputation recht heterogen. Um auszuschließen, dass hauptsächlich die Fälle mit Arthrodeese und Amputation für den schlechten Gesamtmittelwert ursächlich sind, wurde die körperliche Lebensqualität der Fälle mit Revisionsprothese isoliert betrachtet. Der Wert dieser Untergruppe liegt mit 24,61 geringfügig über dem Gesamtmittelwert der Nachuntersuchungsgruppe, jedoch ebenfalls signifikant unter dem der Normpopulation.

Wie groß ist also der Unterschied zwischen der Versorgung mit Revisionsprothese, Arthrodeese und Amputation hinsichtlich der körperlichen Gesundheit?

### **Ergebnisse des SF-36 Health Survey bei Revisionsprothese, Arthrodeese und Amputation**

Signifikante Unterschiede zwischen Revisionsprothese, Arthrodeese und Amputation zeigen sich vor allem im Bereich der "Körperlichen Funktionsfähigkeit". Diese umfasst Tätigkeiten wie die Selbstversorgung, Gehen, Treppensteigen, Bücken, Heben und mittelschwere bis schwere Hausarbeiten. Die Patienten mit Arthrodeese und Amputation sind hier signifikant stärker beeinträchtigt als die Patienten mit Revisionsprothese. Auch die allgemeine Gesundheitswahrnehmung ist, im Vergleich zur Arthrodeese oder Amputation, bei Versorgung mit einer Revisionsprothese deutlich besser. Sowohl die Skala „Körperliche Funktionsfähigkeit“ als auch die Skala „Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ werden bei Berechnung der „Körperlichen Summenskala“ stärker berücksichtigt. Auch im Bereich der „Körperlichen Summenskala“ wurden bei Versorgung mit

Revisionsprothese bessere Ergebnisse erzielt als bei Arthrodeese, wenn auch das Signifikanzniveau mit 0,062 knapp verfehlt wurde. Eine Tendenz zur besseren gesamten körperlichen Lebensqualität bei Implantation einer Revisionsprothese gegenüber Arthrodeese und Amputation ist jedoch gegeben.

Anders ist dies bei der psychischen Lebensqualität, welche durch die „Psychische Summenskala“ reflektiert wird. Sie unterscheidet sich kaum hinsichtlich der Versorgung mit Revisionsprothese, Arthrodeese und Amputation ( $p = 0,82$ ).

Es liegt bisher keine Studie vor, welche die gesundheitsbezogene Lebensqualität bei Revisionsprothese, Arthrodeese und Amputation nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel miteinander vergleicht. Jedoch wurde in zahlreichen Studien die Funktion und die Lebensqualität nach Extremitäten erhaltender Operation und Amputation bei malignen Extremitätentumoren untersucht und gegenübergestellt. Ein Vergleich mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie ist jedoch nur bedingt möglich, da die Studienpopulationen nach Extremitätentumor einen wesentlich geringeren Altersdurchschnitt aufweisen. Es ist naheliegend, dass jüngere Patienten den Verlust einer Extremität körperlich tendenziell besser kompensieren können als ältere Patienten. Malek et al. liefern neben den Ergebnissen ihrer eigenen Studie einen Überblick über zehn weitere Untersuchungen zur Funktion und / oder Lebensqualität nach Extremitäten erhaltender Operation und Amputation bei malignem Extremitätentumor. In fünf Studien sowie in der Studienpopulation von Malek et al. wurde nach Extremitäten erhaltender Operation eine bessere körperliche Funktionsfähigkeit beobachtet als nach Amputation. In sechs Studien wurde kein Unterschied hinsichtlich der Lebensqualität beobachtet, wobei nicht zwischen körperlicher und psychischer Lebensqualität unterschieden wurde [73].

Harris et al. verglichen in ihrer Studie Fälle mit Gelenkersatz, Resektionsarthrodeese und Amputation nach malignem Extremitätentumor miteinander sowie mit einer gesunden Kontrollgruppe [44]. Dabei stand der Sauerstoffverbrauch pro Minute und Kilogramm bei einer bestimmten Gehgeschwindigkeit im Mittelpunkt. Dieser reflektiert die Effizienz des Gehprozesses. In allen vier Gruppen stieg der Sauerstoffverbrauch bei zunehmender Gehgeschwindigkeit an, am

schnellsten jedoch in der Gruppe mit Oberschenkelamputation. Am zweit-schnellsten stieg der Sauerstoffverbrauch in der Gruppe mit Arthrodese an, gefolgt von der Gruppe mit Gelenkersatz. Die gesunde Kontrollgruppe hatte bei jeder Gehgeschwindigkeit den geringsten Sauerstoffbedarf. Die Patienten mit Amputation und Arthrodese gehen demnach im Alltag tendenziell langsamer und erreichen bei anstrengenden Tätigkeiten die Erschöpfungsgrenze früher als die Patienten mit Gelenkersatz. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen der vorliegenden Studie, wonach die Patienten mit Amputation und Arthrodese hinsichtlich der körperlichen Funktionsfähigkeit stärker eingeschränkt sind als die Patienten mit Revisionsprothese. Die Studie von Harris et al. unterscheidet sich jedoch teilweise von der vorliegenden Nachuntersuchung hinsichtlich der Ergebnisse zur psychischen Lebensqualität, wenn auch in der Studie von Harris et al. nicht der SF-36 Health Survey verwendet wurde. So fühlten sich bei Harris et al. die Patienten mit Gelenkersatz akzeptierter, modischer, optimistischer, nützlicher, wertvoller und erfolgreicher als die Patienten mit Arthrodese. Die schlechtesten Ergebnisse in diesem Bereich erlangten die Patienten mit Amputation. Sie fühlten sich außerdem am meisten auffällig und hatten die größten Hemmungen, sich in der Öffentlichkeit zu zeigen, insbesondere im Schwimmbad. Diese Emotionen mögen bei geringerem Patientenalter eine größere Rolle spielen als bei älteren Patienten. Das durchschnittliche Alter der Studienpopulation von Harris et al. beträgt 35 Jahre, das der Nachuntersuchungsgruppe 73 Jahre. Ob ältere Patienten nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel in dieser Hinsicht ähnlich fühlen, könnte in weiteren Studien überprüft werden [44].

### **4.2.3. Mögliche Einflussfaktoren auf den Erfolg der Infektsanierung durch den zweizeitige Knie-TEP-Wechsel**

Bisher liegen sehr wenige Veröffentlichungen zu Risikofaktoren für das Persistieren eines periprothetischen Infektes nach zweizeitigem Wechsel vor. Daher war es unter anderem Ziel dieser Studie, Faktoren ausfindig zu machen, welche vermehrt mit einem persistierenden Infekt nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel einhergehen.

#### **4.2.3.1. Diabetes mellitus**

Es zeigt sich, dass die Diagnose Diabetes mellitus positiv mit dem Persistieren eines periprothetischen Infektes nach zweizeitigem Wechsel korreliert. Ohne Diabetes mellitus betrug der Anteil der nach dem ersten Wechsel sanierten Fälle 79,2 %. Lag Diabetes mellitus als Diagnose vor, betrug dieser Teil nur 36,4 %, also weniger als die Hälfte. Die Odds Ratio berechnet sich auf 6,65. Dies deutet darauf hin, dass Diabetes mellitus ein Risikofaktor für das Persistieren eines periprothetischen Infektes ist.

Auch Kubista et al. beobachteten die Tendenz, dass Diabetes mellitus positiv mit der Infektpersistenz nach zweizeitigem Wechsel korreliert, das Ergebnis ist mit  $p = 0,099$  jedoch nicht signifikant [64]. Die Odds Ratio beträgt 1,66.

In einigen Studien konnte Diabetes mellitus als unabhängiger Risikofaktor für das primäre Auftreten eines periprothetischen Infektes ausgemacht werden. Berbari et al. ermittelten beispielsweise in ihrer Fall-Kontroll-Studie ein signifikant häufigeres Auftreten von periprothetischen Infekten nach primärer Knie- und Hüft-TEP-Implantation bei Patienten mit Diabetes mellitus verglichen mit Nicht-Diabetikern. Die Odds Ratio wird mit 2,3 angegeben, die Irrtumswahrscheinlichkeit mit  $p \leq 0,05$  [11].

lorio et al. untersuchten 2012 in ihrer prospektiven Studie das Risiko eines periprothetischen Infektes nach primärer Knie-TEP-Implantation und Revisions-Knie-TEP sowie nach primärer Hüft-TEP-Implantation und Revisions-Hüft-TEP bei Diabetikern und Nicht-Diabetikern. Insgesamt lag das Risiko eines peripro-

thetischen Infektes bei den Patienten mit Diabetes mit 3,4 % deutlich über dem der Nicht-Diabetiker mit 0,87 %. Das Ergebnis ist mit  $p = 0,00001$  hochsignifikant. Die Odds Ratio beträgt 4,0. Weiterhin stellten Iorio et al. fest, dass bei insulinpflichtigem Diabetes ein periprothetischer Infekt mit 11,1 % signifikant häufiger auftritt als bei nicht-insulinpflichtigem Diabetes mit 1,4 %. Der Unterschied ist mit  $p < 0,001$  ebenfalls hochsignifikant, die Odds Ratio wird mit 8,6 angegeben [48].

Auch Dowsey et al. berichten von einem 6,87-mal häufigeren Auftreten von periprothetischen Infekten nach primärer Knie-TEP-Implantation bei Patienten mit Diabetes mellitus gegenüber Patienten ohne Diabetes mellitus. Das Ergebnis ist mit  $p < 0,001$  hoch signifikant. Besonders häufig wurden periprothetische Infekte beobachtet, wenn Diabetes mellitus in Kombination mit Adipositas vorlag [36].

Lai et al. geben ebenfalls eine signifikant höhere Rate von periprothetischen Infekten nach primärer Knie- und Hüft-TEP-Implantation bei Diabetes mellitus an. Die Odds Ratio beträgt hier 3,91, die Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p$ ) 0,04 [67].

Sowohl das häufigere Auftreten periprothetischer Infekte als auch die höhere Rate persistierender Infekte können durch die geminderte Immunabwehr bei Diabetes mellitus erklärt werden. Diese beruht auf einer Dysfunktion der Phagozytose, welche direkt durch hohe Blutglukosewerte hervorgerufen wird. Rayfield et al. wiesen eine direkte Korrelation zwischen mittlerem Blutglukosewert und der Inzidenz von Infektionen des Urogenitaltraktes, der Atemwege und der Haut auf, wobei die Blutglukosewerte in der infektfreien Zeit erhoben wurden [92]. Bagdade et al. zeigten, dass sich die Granulozytenadhärenz signifikant verbessert, wenn die Blutglukosewerte von  $293 \pm 20$  auf  $198 \pm 29$  mg/dl reduziert werden [3].

Eine optimale Blutzuckereinstellung wirkt sich damit direkt positiv auf die Immunabwehr aus. Ursachen erhöhter Blutzuckerwerte sind, neben einem manifesten Diabetes mellitus, Infektionen und Stress, wie er unter anderem bei Operationen und stationärem Aufenthalt entstehen kann [26, 61]. Demnach sollte auch bei Nicht-Diabetikern mit periprothetischem Infekt regelmäßig der Blut-

zuckerspiegel kontrolliert und gegebenenfalls normalisiert werden. Bei bekanntem Diabetes mellitus ist sowohl stationär als auch langfristig eine optimale Blutzuckereinstellung zu garantieren, um die Chancen der Infektsanierung zu verbessern und um erneuten periprothetischen Infektionen vorzubeugen.

Weiterhin kann eine Makroangiopathie, welche eine Langzeitkomplikation des Diabetes mellitus darstellt, zu einer lokalen Perfusionsminderung führen und damit einen Infekt bzw. eine Infektpersistenz begünstigen [43].

#### **4.2.3.2. Rauchen**

Die 7 Patienten, welche seit der Jugendzeit rauchten, wiesen eine signifikant höhere Rate persistierender Infekte auf als die Nichtraucher. Bei 71,4 % der Raucher persistierte der Infekt nach dem ersten zweizeitigen Wechsel, hingegen nur bei 23,1 % der Nichtraucher. Die Odds Ratio beträgt 8,3, was ein 8,3-mal höheres Risiko für ein Persistieren des periprothetischen Infektes impliziert.

Mortazavi et al. untersuchten in ihrer Studie ebenfalls mögliche Risikofaktoren für das Persistieren eines periprothetischen Infektes nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel. Jedoch stellten sie für Raucher kein erhöhtes Risiko im Vergleich zu Nichtrauchern fest. In der Veröffentlichung liegt allerdings lediglich die Angabe „Raucher“ vor. Zur Dauer des Nikotinkonsums werden keine Angaben gemacht. Dies könnte eine mögliche Erklärung für die Differenz darstellen [76].

Suzuki et al. untersuchten mögliche Risikofaktoren für das primäre Auftreten eines periprothetischen Infektes nach Knie-TEP-Implantation. Sie stellten fest, dass bei Rauchern periprothetische Infekte signifikant häufiger auftreten als bei Nichtrauchern. Die Odds Ratio berechnet sich auf 4,0. Auch hier liegen keine Angaben zur Dauer des Nikotinabusus vor [105].

Auch Peersman et al. ermittelten in ihrer Fall-Kontroll-Studie ein signifikant häufigeres Auftreten von periprothetischen Knie-TEP-Infekten bei Rauchern. Die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) liegt bei 0,01 [84]. Die Dauer des Nikotinkonsums wurde ebenfalls nicht angegeben.

Singh et al. beobachteten in einer kurzfristigen Studie bei aktuellem Nikotinabusus eine signifikant höhere Rate postoperativer Wundinfektionen nach Implantation einer Knie- oder Hüftendoprothese. Ehemaliger Nikotinkonsum erhöhte das Risiko für postoperative Wundinfektionen nicht [100]. Berbari et al. zufolge stellen postoperative Wundinfektionen einen signifikanten Risikofaktor für periprothetische Infektionen dar [11].

Eine mögliche Erklärung für das Begünstigen eines periprothetischen Infektes durch Rauchen ist die hierdurch verursachte Reduktion der peripheren Perfusion. Zum einen haben Bestandteile des Tabakrauchs wie Nikotin und Kohlenmonoxid eine direkte vasokonstriktorische Wirkung. Zum anderen ist Rauchen längerfristig mit der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit assoziiert. Folgen sind eine verminderte Oxygenierung des Gewebes und eine gestörte lokale Immunfunktion. Neben einer beeinträchtigten postoperativen Wundheilung kommt es vermehrt zu Weichteilinfektionen [78, 109].

Auch wenn der Einfluss des Rauchens auf den Erfolg der Infektsanierung nach zweizeitigem Wechsel aufgrund der geringen Datenlage nicht gesichert ist, ist eine Raucherentwöhnung in jedem Fall empfehlenswert. Idealerweise sollte diese vor Implantation der Endoprothese erfolgen. Des Weiteren ist der Studie von Singh et al. zu entnehmen, dass ehemalige Raucher gegenüber aktuellen Rauchern ein deutlich geringeres Risiko für postoperative Wundinfektionen aufweisen. Demnach ist nicht auszuschließen, dass auch Patienten mit periprothetischem Infekt und zweizeitigem Wechsel von einer relativ kurzfristigen Raucherentwöhnung profitieren. Entsprechend sollte Rauchern mit Indikation zum zweizeitigen Prothesenwechsel eine Entwöhnung in jedem Fall nahegelegt werden.

#### **4.2.3.3. Trauma**

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie ergeben, dass bei stattgehabtem Trauma im Bereich des Kniegelenkes, des Femurs oder der Tibia der periprothetische Infekt nach zweizeitigem Wechsel signifikant häufiger persistiert. So



betrug die Rate der persistierenden Infekte mit Trauma in der Patientenanamnese 45,5 %, ohne Trauma hingegen nur 18,9 %. Die Odds Ratio liegt bei 3,6.

Eine Studie, welche den Einfluss eines Traumas auf den Erfolg der Infektsanieierung nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel untersucht, liegt bisher noch nicht vor. Jämsen et al. ermittelten unter anderem den Zusammenhang zwischen Frakturen im Bereich des Kniegelenkes und dem primären Auftreten eines periprothetischen Infektes. Signifikant höhere Infektraten beobachteten sie bei einem Trauma im Kniegelenksbereich. Die Odds Ratio wird mit 6,3 angegeben [52].

Suzuki et al. untersuchten neben dem Einfluss von Rauchen auf die Inzidenz periprothetischer Infekte auch den Einfluss von operativen Eingriffen im Bereich des Kniegelenkes. Sie ermittelten signifikant häufigere periprothetische Infekte nach offener Reposition und interner Fixierung einer Fraktur im Kniegelenksbereich sowie bei in situ verbliebenem Osteosynthesematerial. Nicht mit einer erhöhten Infektrate assoziiert sind hingegen frühere Kniegelenksarthroskopien und valgusierende Tibiakopffosteotomien. Suzuki et al. führen die erhöhte Infektrate auf eine möglicherweise reduzierte Perfusion im Bereich des Narbengewebes zurück [105].

In der vorliegenden Studie wurde der Begriff Trauma wie folgt definiert: Eine Fraktur im Bereich des Kniegelenkes femoral und / oder tibial oder eine operativ versorgte Kreuzbandruptur in der Vorgeschichte. Neben der von Suzuki et al. gegebenen Erklärung der geringeren Perfusion im Bereich des Narbengewebes kommt eine längere Ruhigstellung oder Entlastung des betroffenen Beines bei einem Trauma als mögliche Ursache für die erhöhte Infektrate in Frage. So würde eine länger dauernde Entlastung zu einer stärkeren Reduktion des muskulären Weichteilmantels und damit zu einer geringeren Perfusion im Operationsgebiet führen.

Weiterhin fiel im Rahmen der vorliegenden Studie auf, dass ein Trauma signifikant mit einer Arthrodese und einer Amputation assoziiert ist. Dies legt die Erklärung nahe, dass ein Trauma zu Verlust und Destabilisierung des periprothetischen Knochens führt und damit weniger Verankerungsmöglichkeiten für eine

Revisionsprothese vorliegen. Zur Verfeinerung der Analyse wurde der Erfolg der Infektsanierung als Drittvariable hinzugezogen. Es stellte sich heraus, dass kein direkter Zusammenhang zwischen Trauma und der Durchführung einer Arthrodesse bzw. Amputation besteht. Ein Trauma hat lediglich eine erhöhte Rate persistierender Infekte zur Folge. Bei Infektpersistenz werden weitere operative Eingriffe nötig, was wie oben beschrieben die Wahrscheinlichkeit für eine Arthrodesse oder Amputation im weiteren Verlauf erhöht. Der Zusammenhang zwischen Trauma und Arthrodesse bzw. Amputation ist demnach vollständig durch den Erfolg der Infektsanierung bedingt.

#### **4.2.3.4. Fistel**

In 19 von 59 Fällen (32,2 %) bestand während des periprothetischen Infektes eine Gelenkfistel. In diesen Fällen fiel eine deutlich höhere Rate persistierender Infekte auf, verglichen mit den Fällen ohne Gelenkfistel. Lag keine Gelenkfistel vor, persistierte der Infekt in 17,5 % der Fälle, mit Gelenkfistel dagegen in 52,6 % der Fälle. Die Odds Ratio beträgt 5,2, die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) 0,008. Der Zusammenhang ist damit sehr signifikant.

Bisher liegen keine Studien vor, welche gezielt den Einfluss einer Gelenkfistel auf den Sanierungserfolg bei Knie-TEP-Infekt durch einen zweizeitigen Wechsel untersuchen.

Bernard et al. führten eine multivariate Analyse an 144 periprothetischen Infekten durch, davon 62 an infizierten Kniegelenksprothesen, 62 an Hüftgelenksprothesen und 20 an Hemiarthroplastiken der Hüfte. In 60 Fällen wurde mit dem Ziel der Infektsanierung ein chirurgisches Debridement mit Belassung der Prothese durchgeführt, in 10 Fällen ein einzeitiger Prothesenwechsel, in 57 Fällen ein zweizeitiger Wechsel und in 17 Fällen eine Girdlestone-Plastik. Eine Gelenkfistel lag in 35 Fällen vor. Die multivariate Analyse ließ keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Vorliegen einer Gelenkfistel und dem Erfolg der Infektsanierung erkennen. Die Odds Ratio wird mit 0,6 angegeben [12].

Betsch et al. untersuchten retrospektiv 68 periprothetische Infekte, davon 60 in Hüft- und 8 in Knieprothesen. Eine alleinige intravenöse Antibiose wurde in einem Fall durchgeführt, chirurgisches Debridement mit Belassung der Prothese in zwölf Fällen, ein einzeitiger Prothesenwechsel in vier Fällen und ein zweizeitiger Prothesenwechsel in 51 Fällen. Eine Gelenkfistel war in dieser Studie mit einer signifikant häufigeren Infektpersistenz assoziiert ( $p = 0,02$ ; SD 2,35) [13].

Der Erfolg der Infektsanierung bei periprothetischem Knie-TEP-Infekt durch einen zweizeitigen Wechsel wurde durch Mortazavi et al. untersucht, wobei diese das Auftreten von Fistel und Eiterbildung zusammenfassten. In keinem Fall ohne Eiterbildung bzw. Fistel persistierte der Infekt über den zweizeitigen Wechsel hinaus. Lag eine Fistel bzw. Eiterbildung vor, persistierte der Infekt in 33 % der Fälle. Der Unterschied ist mit  $p = 0,02$  signifikant. Mortazavi et al. sehen Eiterbildung als Zeichen für eine manifeste Infektion, für eine Devitalisierung des umliegenden Gewebes und für eine höhere Wahrscheinlichkeit der Ausbreitung im Bereich der Prothese-Knochen-Grenze. Außerdem wird Eiterbildung als Hinweis auf einen virulenteren Erreger gedeutet. Diese Aspekte könnten das Persistieren eines periprothetischen Infektes begünstigen [76].

Da eine Gelenkfistel sehr häufig mit Eiterbildung einhergeht, können diese Aspekte auch bei der Gelenkfistel eine möglich Ursache für persistierende Infekte darstellen. Zudem ist in Betracht zu ziehen, dass weitere Erreger über die Fistel Zugang zum Gelenkraum erhalten. Eine Mischinfektion wird dadurch begünstigt und die Abdeckung aller Erreger durch Antibiotika erschwert.

Es wurde außerdem eine Signifikanz zwischen einer Gelenkfistel und der Versorgung mit Arthrodese und Amputation ermittelt. Jedoch ist dieser Zusammenhang vollständig durch die erhöhte Rate persistierender Infekte bei Fisteln begründet, welche wiederum die Wahrscheinlichkeit für eine Arthrodese und Amputation im weiteren Verlauf erhöht. Es handelt sich demnach um einen Scheinzusammenhang.

#### 4.2.3.5. Body-Mass-Index

Im Rahmen der vorliegenden Studie wird deutlich, dass ein sehr signifikanter Zusammenhang zwischen dem Persistieren eines periprothetischen Infektes nach dem zweizeitigen Wechsel und Adipositas besteht. Bei Adipositas persistierte der Infekt in 42,9 % der Fälle, ohne Adipositas hingegen nur in 8,3 % der Fälle. Die Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p$ ) liegt bei 0,007, die Odds Ratio bei 8,3.

In der Studie von Mortazavi et al. wurde mit Hilfe des t-Tests keine Signifikanz zwischen dem BMI und dem Persistieren eines periprothetischen Infektes nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel ermittelt. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wird mit 0,76 angegeben [76].

Kubista et al. unterschieden zwischen BMI < 25, BMI 25-35 und BMI > 35. Auch hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Raten persistierender Infekte nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel [64].

In mehreren Studien wurde untersucht, ob Adipositas mit dem primären Auftreten eines periprothetischen Infektes assoziiert ist.

Berbari et al. definierten in ihrer Studie ein Gewicht, welches 20 % oberhalb des idealen Körpergewichts liegt, als Adipositas. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Adipositas und dem Auftreten periprothetischer Infekte nach Knie- und Hüft-TEP-Implantation wurde nicht festgestellt.

Suzuki et al. ermittelten eine sehr signifikante Korrelation zwischen dem BMI und dem Auftreten eines periprothetischen Knie-TEP-Infektes. Sie geben ebenfalls eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,007 an [105].

Auch Jämsen et al. stellten einen Zusammenhang fest. Mit Zunahme des BMI um 5 kg/m<sup>2</sup> steigt die Inzidenz des periprothetischen Infektes nach Knie-TEP-Implantation signifikant [53].

Peersman et al. geben eine Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p$ ) von 0,005 für den Zusammenhang zwischen Adipositas und dem Auftreten periprothetischer Knie-TEP-Infekte an, wobei Adipositas nicht näher definiert wird [84].

Dowsey et al. konnten lediglich morbide Adipositas bei einem BMI-Wert  $> 40$  als Risikofaktor für einen periprothetischen Infekt nach Knie-TEP-Implantation ermitteln. Die Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p$ ) wird mit 0,013 angegeben. Bei BMI-Werten von 30-39  $\text{kg}/\text{m}^2$  wurde das Signifikanzniveau mit  $p = 0,201$  verfehlt [36].

Vor dem Hintergrund, dass Adipositas das Risiko für Wundinfekte im Allgemeinen erhöht [2, 85, 87, 88, 119], wäre ein häufigeres Auftreten und Persistieren periprothetischer Infekte bei adipösen Patienten durchaus nachvollziehbar. Gründe für das erhöhte Risiko sind zum einen die geringe Vaskularisation des Fettgewebes, zum anderen die geschwächte Immunantwort [119]. Beispielsweise beobachteten Krishnan et al., dass die Zahl der Monozyten, die nach Entnahme in einer In-vitro-Kultur in Makrophagen differenziert, bei Patienten mit morbidem Adipositas geringer ist als bei normalgewichtigen Patienten. Der Unterschied ist mit  $p < 0,001$  hoch signifikant [63]. Kolterman et al. entdeckten, dass die Bildung des Makrophagenmigrations-Inhibitions-Faktors (MIF) unter normalen Glukosewerten bei adipösen Patienten gegenüber normgewichtigen Patienten signifikant verringert ist ( $p < 0,001$ ) [60].

Idealerweise sollte bereits vor Implantation der primären Knieprothese bei Adipositas und insbesondere bei morbidem Adipositas das Körpergewicht reduziert werden, um das Risiko für einen periprothetischen Infekt zu senken. Eine langfristige Haltung des Körpergewichtes im Normbereich ist zur Reduktion des Risikos für Spätinfekte sowie zur Optimierung der Therapiechancen bei Auftreten eines periprothetischen Infektes in jedem Fall empfehlenswert.

#### **4.2.3.6. Geschlecht**

Weiterhin untersuchte die vorliegende Studie den Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und dem Erfolg der Infektsanierung. Hier zeigte sich lediglich eine Tendenz, dass bei Männern periprothetische Infekte nach dem zweizeitigen Wechsel häufiger persistieren als bei Frauen. Erwies sich der periprothetische Infekt bei Frauen in 81,5 % der Fälle als saniert, betrug dieser Anteil bei Männern 62,5 %. Der Unterschied ist nicht signifikant ( $p = 0,152$ ).

Mortazavi et al. konnten ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen hinsichtlich der Sanierungsrate nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel feststellen. Die Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p$ ) wird mit 0,3 angegeben [76].

Kubista et al. geben für das weibliche Geschlecht eine Odds Ratio von 0,84 an, der Unterschied ist mit  $p = 0,52$  nicht signifikant [64].

Die Frage, ob das männliche Geschlecht mit einem höheren Risiko für das primäre Auftreten eines periprothetischen Infektes nach Knie-TEP-Implantation assoziiert ist, wird in der vorhandenen Literatur kontrovers diskutiert.

Beispielsweise wird in Studien von Suzuki et al., Kurtz et al., Wallis-Owen et al., Jämsen et al. und Dowsey et al. ein signifikant häufigeres Auftreten von periprothetischen Infekten bei Männern angegeben [36, 52, 66, 105, 117]. Wallis-Owen et al. führen die höhere Infektrate auf die Unterschiede bei dem pH-Wert der Haut, der Talgproduktion und der Hautdicke zurück. Diese Faktoren begründen eine andere Erregerbesiedlung der Haut [117].

In einer weiteren Studie von Jämsen et al. sowie in Studien von Huotari et al., Chesney et al. und Lübbecke et al. konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen hinsichtlich der Infektionsrate ermittelt werden [25, 46, 53, 71]. Aufgrund der widersprüchlichen Datenlage argumentieren Jämsen et al., dass Unterschiede hinsichtlich des Geschlechtes lediglich als Stellvertreter für weitere, möglicherweise noch nicht untersuchte Risikofaktoren wirken [52].

Diesen Erkenntnissen zufolge ist eher nicht davon auszugehen, dass das männliche Geschlecht einen Risikofaktor für das Persistieren eines periprothetischen Infektes nach zweizeitigem Wechsel darstellt. Ob das männliche Geschlecht mit einem erhöhten Risiko für das primäre Auftreten von periprothetischen Infekten einhergeht, ist unklar.

#### 4.2.3.7. Einschätzung der Risikofaktoren

Die vorliegende Studie zeigt, dass die Faktoren Diabetes mellitus, Rauchen, Trauma, Gelenkfistel und Adipositas, wie oben beschrieben, das Risiko für das Persistieren eines periprothetischen Infektes nach zweizeitigem Wechsel erhöhen. Es bleibt jedoch zu beachten, dass die genannten Faktoren bisher nur in einer univariaten Analyse Signifikanz aufwiesen. Eine Aussage zur Rolle der genannten Faktoren als unabhängige Risikofaktoren kann anhand der Daten nicht getroffen werden. Auch eine Gewichtung der Risikofaktoren ist nicht möglich. Eine Untersuchung der Faktoren in der multivariaten Analyse, welche Aussagen dieser Art erlauben würde, bleibt ein Ziel für die weitere medizinische Forschungsarbeit.

Aus der vorliegenden Studie geht jedoch eindeutig hervor, dass das Risiko für einen persistierenden Infekt mit steigender Zahl der vorliegenden Risikofaktoren zunimmt. Persistierte der Infekt nach dem ersten zweizeitigen Wechsel, lagen im Durchschnitt 2,76 Risikofaktoren pro Patient vor, bei erfolgreicher Sanierung hingegen nur 1,14. Der Unterschied ist mit  $p < 0,001$  hoch signifikant. Weiterhin wurde gezeigt, dass Patienten mit drei oder vier Risikofaktoren einem viel höheren Risiko für einen persistierenden Infekt ausgesetzt sind als Patienten mit zwei oder weniger Risikofaktoren. So persistierte der periprothetische Infekt bei den Patienten mit zwei oder weniger Risikofaktoren in 10 %, bei den Patienten mit drei oder vier Risikofaktoren hingegen in 68,4 % der Fälle. Die Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p$ ) ist kleiner 0,001, die Odds Ratio liegt bei 19,5. Bedeutend bei der Einschätzung des Risikos ist demnach die Anzahl der Risikofaktoren eines Patienten insgesamt. Der einzelne Risikofaktor an sich spielt eine geringere Rolle.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Peersman et al., die in ihrer Studie den Zusammenhang zwischen verschiedenen Faktoren und dem Auftreten eines periprothetischen Infektes untersuchten. Während zahlreiche Faktoren wie Diabetes mellitus, Adipositas, Rauchen, Immunsuppressive Therapie etc. in der univariaten Analyse signifikant mit dem Auftreten eines periprothetischen Infektes korrelierten, konnte bei der multivariaten Analyse keiner der Faktoren als

unabhängiger Risikofaktor identifiziert werden. Peersman et al. betonen jedoch, dass in der multivariaten Analyse die Kombination mehrerer der genannten Faktoren bei demselben Patienten mit einem signifikant höheren Risiko für einen periprothetischen Infekt einhergeht [84].

#### **4.2.4. Therapieempfehlungen**

Aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie lassen sich mehrere Therapieempfehlungen herleiten. Zunächst sollte bei Indikationsstellung zur Prothesenimplantation neben den guten Ergebnissen bei komplikationslosem Verlauf auch die Möglichkeit eines periprothetischen Infektes mit der entsprechend stark eingeschränkten körperlichen Lebensqualität in Betracht gezogen werden. Besonders zurückhaltend sollte die Indikation zur Prothesenimplantation bei Vorliegen mehrerer Risikofaktoren für das Auftreten eines periprothetischen Infektes gestellt werden. Hier sind vor allem eine maligne Grunderkrankung, rheumatoide Arthritis, immunsuppressive Therapie, Diabetes mellitus, Rauchen, Frakturen im Bereich des Kniegelenkes und Adipositas zu nennen [11, 36, 52, 67, 84, 105]. Beeinflussbare Risikofaktoren wie Adipositas und Rauchen sollten zielstrebig therapiert werden. Bei Diabetikern ist der optimalen Blutzuckereinstellung eine hohe Priorität beizumessen. Auch bei Nicht-Diabetikern sind regelmäßige Blutzuckerkontrollen im Rahmen des stationären Aufenthaltes empfehlenswert, um stressbedingte Blutzuckerschwankungen zu erkennen und therapieren zu können.

Bei Auftreten eines periprothetischen Infektes behält die Empfehlung zur Reduktion der Risikofaktoren in jedem Fall ihre Gültigkeit. So soll das Risiko für das Persistieren des Infektes nach dem zweizeitigem Wechsel möglichst gering gehalten werden. Ein erhöhtes Risiko für einen persistierenden Infekt nach zweizeitigem Wechsel bringen Diabetes mellitus, Nikotinabusus, Traumata im Bereich des Kniegelenkes, des Femurs oder der Tibia, Adipositas und Gelenkfisteln mit sich. Insbesondere das Vorliegen mehrerer der genannten Faktoren erhöht das Risiko für das Persistieren des periprothetischen Infektes. Die Verringerung der vorliegenden Risikofaktoren sollte dementsprechend absolute



Priorität haben. Es ist davon auszugehen, dass der Patient auch von einer kurzfristigen Blutzuckeroptimierung und dem Pausieren des Rauchens hinsichtlich des Sanierungserfolges profitiert.

Bei der Entscheidung zwischen Implantation einer Revisionsprothese und Durchführung einer Arthrodesen im Rahmen des zweizeitigen Wechsels sollte beachtet werden, dass die Revisionsprothese mit einer deutlich besseren körperlichen Funktionsfähigkeit einhergeht als die Arthrodesen. Die Implantation einer Revisionsprothese stellt dementsprechend die Therapie der Wahl dar.

Bei Indikationsstellung zu Implantation einer Revisionsprothese oder Durchführung einer Arthrodesen sollte jedoch neben den Knochen- und Weichteilverhältnissen auch die Zahl der vorliegenden Risikofaktoren berücksichtigt werden. Je mehr der angeführten Risikofaktoren vorliegen, desto eher sollte die Entscheidung zu Gunsten einer Arthrodesen getroffen werden. Auch eine schwere Allgemeinerkrankung, welche weitere Operationen verbietet, spricht für die Durchführung einer Arthrodesen. Zwar geht die Arthrodesen mit einer stärker eingeschränkten körperlichen Funktionsfähigkeit einher als die Revisionsprothese, jedoch wird bei Durchführung einer Arthrodesen häufiger eine Infektsanierung erreicht als bei Implantation einer Revisionsprothese. Weitere Operationen und auch eine spätere Oberschenkelamputation können so in den meisten Fällen durch die Durchführung einer Arthrodesen vermieden werden [49, 111]. Hinsichtlich der Funktionalität und Effizienz ist eine Arthrodesen einer Oberschenkelamputation deutlich überlegen [27, 44].

Die Oberschenkelamputation ist bei persistierendem Infekt, Sepsis und bei destruktiven Knochen- und Weichteilverhältnissen, welche eine Arthrodesen verbieten, die Ultima Ratio.

## 5. Zusammenfassung

**Material und Methoden:** Von insgesamt 99 Patienten, bei denen in den Jahren 1998 bis 2010 mindestens ein zweizeitiger Knie-TEP-Wechsel durchgeführt wurde, wurden 56 Patienten mit Behandlung an 59 Kniegelenken durchschnittlich 4,1 Jahre (0,5 – 11,5 Jahre) nach der letzten Revisionsoperation nachuntersucht. Es wurde der klinische Verlauf von der Implantation der primären Knieprothese an betrachtet und die gesundheitsbezogene Lebensqualität anhand des WOMAC Index und des SF-36 Health Survey ermittelt. Sechs präoperative Faktoren wurden hinsichtlich ihres Einflusses auf den Erfolg der Infektsanierung untersucht.

**Ergebnisse:** In 93,2 % der Fälle konnte der Infekt erfolgreich saniert werden, davon in 78,2 % nach dem ersten zweizeitigen Wechsel, in 21,8 % nach dem zweiten zweizeitigen Wechsel. Es zeigte sich, dass die Zahl der zweizeitigen Wechsel pro Kniegelenk positiv mit der Durchführung einer Arthrodese oder Amputation im weiteren Verlauf korreliert. Unabhängig von der Versorgung mit Revisionsprothese, Arthrodese und Amputation liegt die körperliche Lebensqualität nach zweizeitigem Knie-TEP-Wechsel, gemessen mit dem SF-36 Health Survey, signifikant unter den Ergebnissen der Normpopulation. Im Bereich der psychischen Lebensqualität befinden sich die Ergebnisse von Nachuntersuchungsgruppe und Normpopulation auf annähernd gleichem Niveau. Innerhalb der Nachuntersuchungsgruppe erzielten die Fälle mit Arthrodese und Amputation signifikant schlechtere Ergebnisse im Bereich der körperlichen Funktionsfähigkeit als die Fälle mit Revisionsprothese. Bei der körperlichen Lebensqualität zeigte sich eine entsprechende Tendenz. Kein Unterschied bestand im Bereich der psychischen Lebensqualität.

Signifikant höhere Raten eines persistierenden Infektes zeigten sich bei Vorliegen eines Diabetes mellitus (OR 6,7), bei langjährigem Nikotinabusus (OR 8,3), bei stattgehabtem Trauma im Bereich des Kniegelenkes, des Femurs oder der Tibia (OR 3,6), bei Adipositas (OR 8,3) und bei Gelenkfistel (OR 5,2). Nicht signifikant ist der Zusammenhang zwischen Geschlecht und Erfolg der Infektsanie-

rung. Als besonders hoch erwies sich das Risiko bei Vorliegen mehrerer der ausgemachten Risikofaktoren.

**Schlussfolgerung:** Der zweizeitige Knie-TEP-Wechsel ist ein Eingriff, welcher mit einer stark eingeschränkten körperlichen Lebensqualität einhergeht. Eine Beeinträchtigung der psychischen Lebensqualität ist nicht gegeben. Die besten funktionellen Ergebnisse werden durch Implantation einer Revisionsprothese erzielt, so dass diese die Therapie der Wahl darstellt. Die Durchführung einer Arthrodesse weist hingegen ein geringeres Risiko für das Persistieren des Infektes auf. Ein erhöhtes Risiko für einen persistierenden Infekt bringen Diabetes mellitus, Nikotinabusus, Traumata im Bereich des Kniegelenkes, des Femurs oder der Tibia, Adipositas und Gelenkfisteln mit sich. Insbesondere mehrere der genannten Faktoren in Kombination erhöhen das Risiko drastisch. Eine Reduktion der Risikofaktoren durch Raucherentwöhnung und Gewichtsreduktion sowie eine gute Blutzuckereinstellung ist in jedem Fall dauerhaft anzustreben. Eine schwere Allgemeinerkrankung, welche weitere Operationen verbietet, sowie das Vorliegen mehrerer Risikofaktoren sprechen für die Durchführung einer Arthrodesse. Dies soll die Infektsanierung begünstigen und weitere operative Eingriffe vermeiden. Ultima Ratio ist bei unbeherrschbarem Infekt die Amputation.

## 6. Verzeichnisse

### 6.1. Literaturverzeichnis

- [1] Agneskirchner JD, Lobenhoffer P (2003) Endoprotheses of the knee joint. *Chirurg* 74: 153-162
- [2] Anderson DJ, Kaye KS, Classen D, Arias KM, Podgorny K, Burstin H et al. (2008) Strategies to prevent surgical site infections in acute care hospitals. *Infect.Control Hosp.Epidemiol.* 29: 51-61
- [3] Bagdade JD, Stewart M, Walters E (1978) Impaired granulocyte adherence. A reversible defect in host defense in patients with poorly controlled diabetes. *Diabetes* 27: 677-681
- [4] Bellamy N [Hrsg] (2002) WOMAC Osteoarthritis Index User Guide. Version V., Brisbane, Australia
- [5] Bellamy N, Campbell J, Hill J, Band P (2002) A comparative study of telephone versus onsite completion of the WOMAC 3.0 osteoarthritis index. *J.Rheumatol.* 29: 783-786
- [6] Bellamy N (2005) The WOMAC Knee and Hip Osteoarthritis Indices: development, validation, globalization and influence on the development of the AUSCAN Hand Osteoarthritis Indices. *Clin.Exp.Rheumatol.* 23: 148-153
- [7] Bellamy N, Wilson C, Hendrikz J (2011) Population-Based normative values for the Western Ontario and McMaster (WOMAC) Osteoarthritis Index: Part I. *Semin.Arthritis Rheum.* 41: 139-148
- [8] Bengtson S, Knutson K, Lidgren L (1989) Treatment of infected knee arthroplasty. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 245: 173-178
- [9] Bengtson S, Knutson K, Lidgren L (1986) Revision of infected knee arthroplasty. *Acta Orthop.Scand.* 57: 489-494
- [10] Bengtson S, Knutson K (1991) The infected knee arthroplasty. A 6-year follow-up of 357 cases. *Acta Orthop.Scand.* 62: 301-311
- [11] Berbari EF, Hanssen AD, Duffy MC, Steckelberg JM, Ilstrup DM, Harmsen WS et al. (1998) Risk factors for prosthetic joint infection: case-control study. *Clin.Infect.Dis.* 27: 1247-1254
- [12] Bernard L, Legout L, Zurcher-Pfund L, Stern R, Rohner P, Peter R et al. (2010) Six weeks of antibiotic treatment is sufficient following surgery for septic arthroplasty. *J.Infect.* 61: 125-132

- [13] Betsch BY, Eggli S, Siebenrock KA, Tauber MG, Muhlemann K (2008) Treatment of joint prosthesis infection in accordance with current recommendations improves outcome. *Clin.Infect.Dis.* 46: 1221-1226
- [14] Bierwagen U, Walter G, Hoffmann R (2010) Knee arthrodesis - quality of life and comparison of methods. *Z.Orthop.Unfall* 148: 566-572
- [15] Blauth W, Donner K (1979) Notes on the history of arthroplasty (author's transl). *Z.Orthop.Ihre.Grenzgeb.* 117: 997-1006
- [16] Blom AW, Brown J, Taylor AH, Pattison G, Whitehouse S, Bannister GC (2004) Infection after total knee arthroplasty. *J.Bone Joint Surg.Br.* 86: 688-691
- [17] Booth RE,Jr, Lotke PA (1989) The results of spacer block technique in revision of infected total knee arthroplasty. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 248: 57-60
- [18] Borden LS, Gearen PF (1987) Infected total knee arthroplasty. A protocol for management. *J.Arthroplasty* 2: 27-36
- [19] Bowden MG, Chen W, Singvall J, Xu Y, Peacock SJ, Valtulina V et al. (2005) Identification and preliminary characterization of cell-wall-anchored proteins of *Staphylococcus epidermidis*. *Microbiology* 151: 1453-1464
- [20] Brause BD (1982) Infected total knee replacement: diagnostic, therapeutic, and prophylactic considerations. *Orthop.Clin.North Am.* 13: 245-249
- [21] Breusch SJ, Kuhn KD (2003) Bone cements based on polymethylmethacrylate. *Orthopade* 32: 41-50
- [22] Bühl A, Zöfel P (2002) Statistische Grundbegriffe. In: Bühl, A.: Zöfel, P (Hrsg.) *SPSS 11 Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows*. Pearson Studium, München, 9. Aufl., S. 105-114
- [23] Bullinger M (1996) Assessment of health related quality of life with the SF-36 Health Survey. *Rehabilitation (Stuttg)* 35: XVII-XXVII
- [24] Bullinger M, Kirchberger I (1998) *Der SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand - Handbuch für die deutschsprachige Fragebogenversion*. Hogrefe Verlag
- [25] Chesney D, Sales J, Elton R, Brenkel IJ (2008) Infection after knee arthroplasty a prospective study of 1509 cases. *J.Arthroplasty* 23: 355-359

- [26] Clement S, Braithwaite SS, Magee MF, Ahmann A, Smith EP, Schafer RG et al. (2004) Management of diabetes and hyperglycemia in hospitals. *Diabetes Care* 27: 553-591
- [27] Conway JD, Mont MA, Bezwada HP (2004) Arthrodesis of the knee. *J.Bone Joint Surg.Am.* 86-A: 835-848
- [28] Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP (1999) Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science* 284: 1318-1322
- [29] Coventry MB (1975) Treatment of infections occurring in total hip surgery. *Orthop.Clin.North Am.* 6: 991-1003
- [30] Darouiche RO, Dhir A, Miller AJ, Landon GC, Raad II, Musher DM (1994) Vancomycin penetration into biofilm covering infected prostheses and effect on bacteria. *J.Infect.Dis.* 170: 720-723
- [31] Deburge A, Guepar (1976) Guepar hinge prosthesis: complications and results with two years' follow-up. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 120: 47-53
- [32] Dedy N, Götze C, PD (2007) Die septische Prothese - Pro zweizeitiger Wechsel. *Medizinisch-Orthopädische Technik* 127: 47-54
- [33] Del Pozo JL, Patel R (2009) Clinical practice. Infection associated with prosthetic joints. *N.Engl.J.Med.* 361: 787-794
- [34] Donlan RM (2001) Biofilm formation: a clinically relevant microbiological process. *Clin.Infect.Dis.* 33: 1387-1392
- [35] Donlan RM (2005) New approaches for the characterization of prosthetic joint biofilms. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 437: 12-19
- [36] Dowsey MM, Choong PF (2009) Obese diabetic patients are at substantial risk for deep infection after primary TKA. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 467: 1577-1581
- [37] Ellert U, Kurth BM (2004) Methodische Betrachtungen zu den Summenscores des SF-36 anhand der erwachsenen bundesdeutschen Bevölkerung. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*: 1027-1032
- [38] Emerson RH Jr, Muncie M, Tarbox TR, Higgins LL (2002) Comparison of a static with a mobile spacer in total knee infection. *Clin.Orthop.Relat.Res.* (404): 132-138
- [39] Gill GS, Joshi AB (2001) Long-term results of cemented, posterior cruciate ligament-retaining total knee arthroplasty in osteoarthritis. *Am.J.Knee Surg.* 14: 209-214

- [40] Gooding CR, Masri BA, Duncan CP, Greidanus NV, Garbuz DS (2011) Durable infection control and function with the PROSTALAC spacer in two-stage revision for infected knee arthroplasty. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 469: 985-993
- [41] Greidanus NV, Masri BA, Garbuz DS, Wilson SD, McAlinden MG, Xu M et al. (2007) Use of erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein level to diagnose infection before revision total knee arthroplasty. A prospective evaluation. *J.Bone Joint Surg.Am.* 89: 1409-1416
- [42] Greidanus NV, Peterson RC, Masri BA, Garbuz DS (2011) Quality of life outcomes in revision versus primary total knee arthroplasty. *J.Arthroplasty* 26: 615-620
- [43] Guggenheim W, Koch G, Adams AP, Hoar CS, Wheelock FC (1969) Femoral and popliteal occlusive vascular disease. A report on 143 diabetic patients. *Diabetes* 18: 428-433
- [44] Harris IE, Leff AR, Gitelis S, Simon MA (1990) Function after amputation, arthrodesis, or arthroplasty for tumors about the knee. *J.Bone Joint Surg.Am.* 72: 1477-1485
- [45] Herrmann M, Vaudaux PE, Pittet D, Auckenthaler R, Lew PD, Schumacher-Perdreau F et al. (1988) Fibronectin, fibrinogen, and laminin act as mediators of adherence of clinical staphylococcal isolates to foreign material. *J.Infect.Dis.* 158: 693-701
- [46] Huotari K, Lyytikainen O, Seitsalo S, Hospital Infection Surveillance Team (2007) Patient outcomes after simultaneous bilateral total hip and knee joint replacements. *J.Hosp.Infect.* 65: 219-225
- [47] Insall JN, Thompson FM, Brause BD (1983) Two-stage reimplantation for the salvage of infected total knee arthroplasty. *J.Bone Joint Surg.Am.* 65: 1087-1098
- [48] Iorio R, Williams KM, Marcantonio AJ, Specht LM, Tilzey JF, Healy WL (2012) Diabetes Mellitus, Hemoglobin A1C, and the Incidence of Total Joint Arthroplasty Infection. *J.Arthroplasty* 27: 726-729.e1
- [49] Isiklar ZU, Landon GC, Tullos HS (1994) Amputation after failed total knee arthroplasty. *Clin.Orthop.Relat.Res.* (299): 173-178
- [50] Jacobs C, Christensen CP, Berend ME (2009) Static and mobile antibiotic-impregnated cement spacers for the management of prosthetic joint infection. *J.Am.Acad.Orthop.Surg.* 17: 356-368
- [51] Jacobs MA, Hungerford DS, Krackow KA, Lennox DW (1989) Revision of septic total knee arthroplasty. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 238: 159-166



- [52] Jämsen E, Huhtala H, Puolakka T, Moilanen T (2009) Risk factors for infection after knee arthroplasty. A register-based analysis of 43149 cases. *J.Bone Joint Surg.Am.* 91: 38-47
- [53] Jämsen E, Varonen M, Huhtala H, Lehto MU, Lumio J, Konttinen YT et al. (2010) Incidence of prosthetic joint infections after primary knee arthroplasty. *J.Arthroplasty* 25: 87-92
- [54] Jerosch J, Fuchs S, Heisel J (1997) Knieendoprothetik - eine Standortbestimmung. *Deutsches Ärzteblatt* 94: 449-455
- [55] Kane RL, Saleh KJ, Wilt TJ, Bershadsky B (2005) The functional outcomes of total knee arthroplasty. *J.Bone Joint Surg.Am.* 87: 1719-1724
- [56] Kappler C, Abdulazim A, Kemmerer M, Walter G, Hoffmann R (2011) Deep infection after treatment of proximal femur fractures - results and assessment of life quality. *Z.Orthop.Unfall* 150: 67-74
- [57] Kern T, Gollwitzer H, Militz M, Bühren V (2006) Treatment of infected total knee arthroplasty. When does implant salvage make sense? *Orthopade* 35: 929-936
- [58] Kim D, Seong SC, Lee MC, Lee S (2011) Comparison of the tibiofemoral rotational alignment after mobile and fixed bearing total knee arthroplasty. *Knee Surg.Sports Traumatol.Arthrosc.* 20: 337-345
- [59] Klinger HM, Spahn G, Schultz W, Baums MH (2006) Arthrodesis of the knee after failed infected total knee arthroplasty. *Knee Surg.Sports Traumatol.Arthrosc.* 14: 447-453
- [60] Kolterman OG, Olefsky JM, Kurahara C, Taylor K (1980) A defect in cell-mediated immune function in insulin-resistant diabetic and obese subjects. *J.Lab.Clin.Med.* 96: 535-543
- [61] Kovalaske MA, Gandhi GY (2009) Glycemic control in the medical intensive care unit. *J.Diabetes Sci.Technol.* 3: 1330-1341
- [62] Kramhoft M, Bodtker S, Carlsen A (1994) Outcome of infected total knee arthroplasty. *J.Arthroplasty* 9: 617-621
- [63] Krishnan EC, Trost L, Aarons S, Jewell WR (1982) Study of function and maturation of monocytes in morbidly obese individuals. *J.Surg.Res.* 33: 89-97
- [64] Kubista B, Hartzler RU, Wood CM, Osmon DR, Hanssen AD, Lewallen DG (2012) Reinfection after two-stage revision for periprosthetic infection of total knee arthroplasty. *Int.Orthop.* 36: 65-71



- [65] Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M (2007) Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *The Journal of bone and joint surgery.American* volume 89: 780-785
- [66] Kurtz SM, Ong KL, Lau E, Bozic KJ, Berry D, Parvizi J (2010) Prosthetic joint infection risk after TKA in the Medicare population. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 468: 52-56
- [67] Lai K, Bohm ER, Burnell C, Hedden DR (2007) Presence of medical comorbidities in patients with infected primary hip or knee arthroplasties. *J.Arthroplasty* 22: 651-656
- [68] Lazarsfeld PF (1976) Die Interpretation statistischer Beziehungen als Forschungsoperation. In: Hans G. Hummell und Rolf Ziegler (Hrsg.): *Korrelation und Kausalität.* 1: 1-15
- [69] Lieberman JR, Dorey F, Shekelle P, Schumacher L, Thomas BJ, Kilgus DJ et al. (1996) Differences between patients' and physicians' evaluations of outcome after total hip arthroplasty. *J.Bone Joint Surg.Am.* 78: 835-838
- [70] Lieberman JR, Dorey F, Shekelle P, Schumacher L, Kilgus DJ, Thomas BJ et al. (1997) Outcome after total hip arthroplasty. Comparison of a traditional disease-specific and a quality-of-life measurement of outcome. *J.Arthroplasty* 12: 639-645
- [71] Lübbecke A, Stern R, Garavaglia G, Zurcher L, Hoffmeyer P (2007) Differences in outcomes of obese women and men undergoing primary total hip arthroplasty. *Arthritis Rheum.* 57: 327-334
- [72] Mahomed N, Gandhi R, Daltroy L, Katz JN (2011) The self-administered patient satisfaction scale for primary hip and knee arthroplasty. *Arthritis.* DOI 10.1155/2011/591253
- [73] Malek F, Somerson JS, Mitchel S, Williams RP (2012) Does limb-salvage surgery offer patients better quality of life and functional capacity than amputation? *Clinical orthopaedics and related research.* DOI 10.1007/s11999-012-2271-1
- [74] Malviya A, Bettinson K, Kurtz SM, Deehan DJ (2011) When do patient-reported assessments peak after revision knee arthroplasty? *Clinical orthopaedics and related research.* DOI 10.1007/s11999-011-2169-3
- [75] Mittal Y, Fehring TK, Hanssen A, Marculescu C, Odum SM, Osmon D (2007) Two-stage reimplantation for periprosthetic knee infection involving resistant organisms. *J.Bone Joint Surg.Am.* 89: 1227-1231

- [76] Mortazavi SM, Vegari D, Ho A, Zmistowski B, Parvizi J (2011) Two-stage exchange arthroplasty for infected total knee arthroplasty: predictors of failure. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 469: 3049-3054
- [77] Murray DG (1991) History of total knee replacement. In: Laskin RS (Hrsg.) *Total Knee Replacement*. Springer-Verlag, 1. Aufl., S. 3-15
- [78] Ninikoski J (1977) Oxygen and wound healing. *Clin.Plast.Surg.* 4: 361-374
- [79] Otten R, van Roermund P, Picavet H,J. (2010) Trends in the number of knee and hip arthroplasties: considerably more knee and hip prostheses due to osteoarthritis in 2030. *Nederlands tijdschrift voor geneeskunde* 154
- [80] Otto M, Kriegsmann J, Gehrke T, Bertz S (2006) Wear particles: key to aseptic prosthetic loosening? *Pathologie* 27: 447-460
- [81] Park SJ, Song EK, Seon JK, Yoon TR, Park GH (2010) Comparison of static and mobile antibiotic-impregnated cement spacers for the treatment of infected total knee arthroplasty. *Int.Orthop.* 34: 1181-1186
- [82] Parkinson RW, Kay PR, Rawal A (2011) A case for one-stage revision in infected total knee arthroplasty? *Knee* 18: 1-4
- [83] Peel TN, Buising KL, Choong PF (2011) Prosthetic joint infection: challenges of diagnosis and treatment. *ANZ J.Surg.* 81: 32-39
- [84] Peersman G, Laskin R, Davis J, Peterson M (2001) Infection in total knee replacement: a retrospective review of 6489 total knee replacements. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 392: 15-23
- [85] Pemberton LB, Manax WG (1971) Relationship of obesity to postoperative complications after cholecystectomy. *Am.J.Surg.* 121: 87-90
- [86] Piper KE, Fernandez-Sampedro M, Steckelberg KE, Mandrekar JN, Karau MJ, Steckelberg JM et al. (2010) C-reactive protein, erythrocyte sedimentation rate and orthopedic implant infection. *PloS one*. DOI 10.1371/journal.pone.0009358
- [87] Pitkin RM (1976) Abdominal hysterectomy in obese women. *Surg.Gynecol.Obstet.* 142: 532-536
- [88] Postlethwait RW, Johnson WD (1972) Complications following surgery for duodenal ulcer in obese patients. *Arch.Surg.* 105: 438-440

- [89] Quam J, Michet CJ, Wilson M, Rand J, Ilstrup D, Melton L et al. (0715) Total knee arthroplasty: a population-based study. *Mayo Clinic proceedings*. Mayo Clinic JID - 0405543 66: 589-595
- [90] Rand JA, Chao EY, Stauffer RN (1987) Kinematic rotating-hinge total knee arthroplasty. *J.Bone Joint Surg.Am.* 69: 489-497
- [91] Rand JA, Fitzgerald RH,Jr (1989) Diagnosis and management of the infected total knee arthroplasty. *Orthop.Clin.North Am.* 20: 201-210
- [92] Rayfield EJ, Ault MJ, Keusch GT, Brothers MJ, Nechemias C, Smith H (1982) Infection and diabetes: the case for glucose control. *Am.J.Med.* 72: 439-450
- [93] Rogers KL, Fey PD, Rupp ME (2009) Coagulase-negative staphylococcal infections. *Infect.Dis.Clin.North Am.* 23: 73-98
- [94] Romano CL, Gala L, Logoluso N, Romano D, Drago L (2012) Two-stage revision of septic knee prosthesis with articulating knee spacers yields better infection eradication rate than one-stage or two-stage revision with static spacers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* DOI 10.1007/s00167-012-1885-x
- [95] Rorabeck CH (2002) Session IV: Salvage of the infected total knee replacement. *Infection: the problem.* *Clin.Orthop.Relat.Res.* 404: 113-115
- [96] Rosenberg AG, Haas B, Barden R, Marquez D, Landon GC, Galante JO (1988) Salvage of infected total knee arthroplasty. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 226: 29-33
- [97] Scher DM, Pak K, Lonner JH, Finkel JE, Zuckerman JD, Di Cesare PE (2000) The predictive value of indium-111 leukocyte scans in the diagnosis of infected total hip, knee, or resection arthroplasties. *J.Arthroplasty* 15: 295-300
- [98] Sherrell JC, Fehring TK, Odum S, Hansen E, Zmistowski B, Denny A et al. (2011) The Chitranjan Ranawat Award: fate of two-stage reimplantation after failed irrigation and debridement for periprosthetic knee infection. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 469: 18-25
- [99] Silkroski M, Guenter P (2001) Nutrition screening and assessment. In: Guenter P (Hrsg) *Tube feeding – practical guidelines and nursing protocols.* Aspen Publishers, S. 19-20
- [100] Singh JA, Houston TK, Ponce BA, Maddox G, Bishop MJ, Richman J, et al. (2011) Smoking as a risk factor for short-term outcomes following primary total hip and total knee replacement in veterans. *Arthritis Care.Res.(Hoboken)* 63: 1365-1374

- [101] Smith SL, Wastie ML, Forster I (2001) Radionuclide bone scintigraphy in the detection of significant complications after total knee joint replacement. *Clin.Radiol.* 56: 221-224
- [102] Somayaji HS, Tsaggerides P, Ware HE, Dowd GS (2008) Knee arthrodesis - a review. *Knee* 15: 247-254
- [103] Stroh DA, Delanois R, Naziri O, Johnson A, Mont M (2011) Total knee arthroplasty in patients over 80 years of age. *J.Knee Surg.* 24: 279-283
- [104] Stucki G, Meier D, Stucki S, Michel BA, Tyndall AG, Dick W et al. (1996) Evaluation of a German version of WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) Arthrosis Index. *Z.Rheumatol.* 55: 40-49
- [105] Suzuki G, Saito S, Ishii T, Motojima S, Tokuhashi Y, Ryu J (2011) Previous fracture surgery is a major risk factor of infection after total knee arthroplasty. *Knee Surg.Sports Traumatol.Arthrosc.* 19: 2040-2044
- [106] Teeny SM, Dorr L, Murata G, Conaty P (1990) Treatment of infected total knee arthroplasty. Irrigation and debridement versus two-stage reimplantation. *J.Arthroplasty* 5: 35-39
- [107] Tsonga T, Kapetanakis S, Papadopoulos C, Papathanasiou J, Mourgiaris N, Georgiou N et al. (2011) Evaluation of improvement in quality of life and physical activity after total knee arthroplasty in greek elderly women. *Open Orthop.J.* 5: 343-347
- [108] Tsukayama DT, Goldberg VM, Kyle R (2003) Diagnosis and management of infection after total knee arthroplasty. *J.Bone Joint Surg.Am.* 85-A: 75-80
- [109] Turan A, Mascha EJ, Roberman D, Turner PL, You J, Kurz A et al. (2011) Smoking and perioperative outcomes. *Anesthesiology* 114: 837-846
- [110] Verhaar JA (1998) Prognosis of the total hip prosthesis. *Nederlands tijdschrift voor geneeskunde* 142: 1915-1917
- [111] von Stein T, Gollwitzer H, Kruis C, Buhren V (2006) Arthrodesis after total knee arthroplasty considering septic loosening as an example. *Orthopade* 35: 946-955
- [112] Walker RH, Schurman DJ (1984) Management of infected total knee arthroplasties. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 186: 81-89
- [113] Weiß C [Hrsg] (2010) *Basiswissen Medizinische Statistik.* Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 5. Aufl.

- [114] Whiteside LA (1994) Treatment of infected total knee arthroplasty. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 299: 169-172
- [115] Wilde AH, Ruth JT (1988) Two-stage reimplantation in infected total knee arthroplasty. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 236: 23-35
- [116] Wilde AH (1994) Management of infected knee and hip prostheses. *Curr.Opin.Rheumatol.* 6: 172-176
- [117] Willis-Owen CA, Konyves A, Martin DK (2010) Factors affecting the incidence of infection in hip and knee replacement: an analysis of 5277 cases. *J.Bone Joint Surg.Br.* 92: 1128-1133
- [118] Wilson MG, Kelley K, Thornhill TS (1990) Infection as a complication of total knee-replacement arthroplasty. Risk factors and treatment in sixty-seven cases. *J.Bone Joint Surg.Am.* 72: 878-883
- [119] Winiarsky R, Barth P, Lotke P (1998) Total knee arthroplasty in morbidly obese patients. *J.Bone Joint Surg.Am.* 80: 1770-1774
- [120] Woods GW, Lionberger DR, Tullos HS (1983) Failed total knee arthroplasty. Revision and arthrodesis for infection and noninfectious complications. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 173: 184-190
- [121] Zeisel H (1985) Say it with figures. Harper and Row, 6. Aufl.
- [122] Zimmerli W, Waldvogel FA, Vaudaux P, Nydegger UE (1982) Pathogenesis of foreign body infection: description and characteristics of an animal model. *J.Infect.Dis.* 146: 487-497
- [123] Zimmerli W, Ochsner PE (2003) Management of infection associated with prosthetic joints. *Infection* 31: 99-108
- [124] Zimmerli W, Trampuz A, Ochsner PE (2004) Prosthetic-joint infections. *N.Engl.J.Med.* 351: 1645-1654

## 6.2. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Zahl der Fälle mit keinem, einem, zwei oder drei aseptischen Knieprothesenwechsel vor dem zweizeitigen Wechsel .....	19
Abb. 2	Absoluter und prozentualer Anteil der Fällen mit und ohne Diabetes .....	22
Abb. 3:	Absoluter und prozentualer Anteil der Nichtraucher und Raucher.....	23
Abb. 4:	Absoluter und prozentualer Anteil der Fälle mit und ohne Trauma.....	24
Abb. 5:	Absoluter und prozentualer Anteil der Fälle mit und ohne Adipositas.....	25
Abb. 6:	Absoluter und prozentualer Anteil der Fälle mit und ohne Fistel .....	26
Abb. 7:	Absoluter und prozentualer Anteil der Fälle mit einem zweizeitigen Wechsel und mit zwei zweizeitigen Wechseln pro Kniegelenk.....	38
Abb. 9:	Mittelwerte der acht Skalen der gesamten deutschen Normpopulation und der Nachuntersuchungsgruppe; SF-36 Health Survey .....	48
Abb. 10:	Mittelwerte „Körperliche Summenskala“ der Normstichprobe und der Nachuntersuchungsgruppe; SF-36 Health Survey .....	51
Abb. 11:	Mittelwerte „Psychische Summenskala“ der Normstichprobe und der Nachuntersuchungsgruppe; SF-36 Health Survey .....	51
Abb. 12:	Mittelwerte „Körperliche Summenskala“ der Fälle mit Revisionsprothese und der Normstichprobe; SF-36 Health Survey .	53
Abb. 13:	Mittelwerte der Skala „Körperliche Funktionsfähigkeit“ des SF-36 Health Survey im Vergleich Revisionsprothese, Arthrodese und Amputation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung .....	54
Abb. 14:	Mittelwerte der „Körperlichen Summenskala“ im Vergleich Revisionsprothese, Arthrodese und Amputation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung .....	55
Abb. 15:	Mittelwerte der „Psychischen Summenskala“ im Vergleich Revisionsprothese, Arthrodese und Amputation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung .....	56
Abb. 16:	Prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten Wechsel bei Diabetes und ohne Diabetes.....	59

Abb. 17: Prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Rauchern und Nichtrauchern	60
Abb. 18: Prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Trauma und ohne Trauma....	62
Abb. 19: Prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Fistel und ohne Fistel .....	64
Abb. 20: Prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei adipösen und nicht-adipösen Patienten.....	66
Abb. 21: Prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei männlichen und weiblichen Patienten.....	68
Abb. 22: Durchschnittliche Zahl der vorliegenden Risikofaktoren bei den nach dem ersten Wechsel sanierten und nicht sanierten Fällen .....	69
Abb. 23: Prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Fällen mit $\leq 2$ Risikofaktoren und $\geq 3$ Risikofaktoren (RF: Risikofaktoren).....	70

### 6.3. Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Zeitraum zwischen Implantation der primären Knie-TEP und der Prothesenexplantation im Rahmen des zweizeitigen Wechsels.....	18
Tab. 2:	Absoluter und prozentualer Anteil der verschiedenen Prothesen, Arthrodese und Amputation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ..	21
Tab. 3:	Übersicht der einzelnen möglichen Einflussfaktoren pro Fall .....	27
Tab. 4:	Skalen des SF-36 Health Survey [23, 24] .....	32
Tab. 5:	Signifikanzniveau [22] .....	35
Tab. 6:	Absoluter und prozentualer Anteil sanierter und nicht sanierter Infekte nach dem zweizeitigen Wechsel .....	40
Tab. 7:	Absoluter und prozentualer Anteil von Revisionsprothese, Arthrodese und Amputation bei einem und zwei zweizeitigen Wechseln .....	41
Tab. 8:	Mittelwerte und Standardabweichungen der WOMAC-Skalen abhängig von der Zahl der zweizeitigen Wechsel .....	44
Tab. 9:	Mittelwerte und Standardabweichungen der WOMAC-Skalen abhängig von der Zahl der aseptischen Wechsel.....	45
Tab. 10:	Mittelwerte und Standardabweichungen der SF-36-Werte der Nachuntersuchungsgruppe im Vergleich mit der Normpopulation .....	50
Tab. 11:	Mittelwerte und Standardabweichungen der SF-36-Werte der Fälle mit Revisionsprothese innerhalb der Nachuntersuchungsgruppe im Vergleich mit der Normpopulation .....	52
Tab. 12:	Mittelwerte und Standardabweichungen der Skalen des SF-36 Health Survey abhängig von Revisionsprothese, Arthrodese, Amputation und Zahl der zweizeitigen Wechsel.....	57
Tab. 13:	Absoluter und prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Diabetes und ohne Diabetes.....	58
Tab. 14:	Absoluter und prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Rauchern und Nichtrauchern.....	60
Tab. 15:	Absoluter und prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Trauma und ohne Trauma.....	61



Tab. 16: Absoluter und prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Fistel und ohne Fistel .....	63
Tab. 17: Absoluter und prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei adipösen und nicht-adipösen Patienten .....	65
Tab. 18: Absoluter und prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei weiblichen und männlichen Patienten.....	67
Tab. 19: Absoluter und prozentualer Anteil von sanierten und nicht sanierten Fällen nach dem ersten zweizeitigen Wechsel bei Fällen mit $\leq 2$ Risikofaktoren und $\geq 3$ Risikofaktoren .....	70
Tab. 20: Mittelwerte der WOMAC Skalen für die Studienpopulation Gooding et al. und die Nachuntersuchungsgruppe; Die Skalen wurden alle auf eine Skala von 0-100 mit 100 als Höchstwert normalisiert [40] .....	77
Tab. 21: Absoluter und prozentualer Anteil der Fälle der Nachuntersuchungsgruppe und der Studienpopulation von Gooding et al. abhängig von der Anzahl der aseptischen Wechsel.....	79

## 6.4. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
BMI	Body-Mass-Index
dl	Deziliter
g	Gramm
kg	Kilogramm
l	Liter
mg	Milligramm
ml	Milliliter
MRSA	Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus/ Multi-resistenter Staphylococcus aureus
n	Zahl der Fälle
n.s.	nicht signifikant
OR	Odds Ratio
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
RF	Risikofaktor
SD	Standardabweichung (Standard Deviation)
Tab.	Tabelle
TEP	Totalendoprothese
µl	Mikroliter

## **7. Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. S. Höll für die fachkundige und tatkräftige Unterstützung bei dieser Arbeit.

Des Weiteren danke ich Dr. med. Nikolas Dedy, der mir das Thema dieser Dissertation überließ und mich in die Arbeit einführte.

Ich danke Frau Nani Osada für die freundliche Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Daten.

Ich danke meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, für die Unterstützung, sowohl während des Medizinstudiums als auch während der Erstellung dieser Dissertation.

## 8. Lebenslauf



## 9. Anhang

### WOMAC Fragebogen

Name des Patienten: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

#### A Schmerzfragen

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Stärke der Schmerzen in dem Gelenk, das behandelt wurde. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Schmerzen an, die Sie in den letzten zwei Tagen verspürt haben.

1) Gehen auf ebenem Boden

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

2) Treppen hinauf- oder hinuntersteigen

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

3) Nachts im Bett

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

4) Sitzen oder Liegen

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

5) Aufrecht Stehen

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

## **B Fragen zur Steifigkeit**

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Steifigkeit in dem Gelenk, das behandelt wurde. Steifigkeit ist ein Gefühl von Einschränkung oder Langsamkeit in der Beweglichkeit, wenn Sie Ihre Gelenke bewegen. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Steifigkeit an, die Sie in den letzten zwei Tagen verspürt haben.

6) Wie stark ist die Steifigkeit gerade nach dem Erwachen am Morgen?

- keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

7) Wie stark ist Ihre Steifigkeit nach Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages?

- keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

## **C Fragen zur körperlichen Tätigkeit**

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Tätigkeit. Damit ist Ihre Fähigkeit gemeint, sich im Alltag zu bewegen und sich selbst zu kümmern. Bitte geben Sie für jede der folgenden Aktivitäten den Schwierigkeitsgrad an, den Sie in den letzten zwei Tagen wegen Beschwerden in dem behandelten Gelenk gehabt haben.

8) Treppen hinuntersteigen

- keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

9) Treppen hinaufsteigen

- keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

10) Aufstehen vom Sitzen

- keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

11) Stehen

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

12) Sich zum Boden bücken

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

13) Gehen auf ebenem Boden

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

14) Einsteigen ins Auto/ Aussteigen aus dem Auto

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

15) Einkaufen gehen

keine       keine       keine       keine       keine

16) Socken/Strümpfe anziehen

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

17) Aufstehen vom Bett

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

18) Socken/Strümpfe ausziehen

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

19) Liegen im Bett



keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

20) Einsteigen in die Badewanne / Aussteigen aus der Badewanne

gar nicht       wenig       mäßig       stark       äußerst stark

21) Sitzen

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

22) Auf die Toilette setzen / von der Toilette aufsehen

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

23) Anstrengende Hausarbeiten

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

24) Leichte Hausarbeiten

keine       gering       mäßig       stark       sehr stark

## SF-36 Health Survey

### Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand SF 36

In diesem Fragebogen geht es um Ihre 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 folgenden Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

- |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1) Ausgezeichnet         | 2) Sehr gut              | 3) Gut                   | 4) Weniger gut           | 5) Schlecht              |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?

- |                          |                          |                            |                             |                            |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1) Derzeit viel besser   | 2) Derzeit etwas besser  | 3) Etwa wie vor einem Jahr | 4) Derzeit etwas schlechter | 5) Derzeit viel schlechter |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/>   |

Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben.

3. <i>Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?</i>	1) Ja, stark eingeschränkt	2) Ja, etwas eingeschränkt	3) Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
3.a <b>anstrengende Tätigkeiten</b> , z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.b <b>mittelschwere Tätigkeiten</b> , z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.c Einkaufstaschen heben oder tragen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.d <b>mehrere</b> Treppenabsätze steigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.e <b>einen</b> Treppenabsatz steigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.f sich beugen, knien, bücken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.g <b>mehr als 1 Kilometer</b> zu Fuß gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.h <b>mehrere</b> Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.i <b>eine</b> Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.j sich baden oder anziehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

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

6. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den *vergangenen 4 Wochen* Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?

- |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1) Überhaupt nicht       | 2) Etwas                 | 3) Mäßig                 | 4) Ziemlich              | 5) Sehr                  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den *vergangenen 4 Wochen*?

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1) Keine Schmerzen       | 2) Sehr leicht           | 3) Leicht                | 4) Mäßig                 | 5) Stark                 | 6) Sehr stark            |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den *vergangenen 4 Wochen* bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?

- |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1) Überhaupt nicht       | 2) Etwas                 | 3) Mäßig                 | 4) Ziemlich              | 5) Sehr                  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

9. In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> gegangen ist.						
<i>Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen</i>	1) Immer	2) Meistens	3) Ziemlich oft	4) Manchmal	5) Selten	6) Nie
9.a ... voller Schwung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.b ... sehr nervös?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.c ... so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.d ... ruhig und gelassen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.e ... voller Energie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.f ... entmutigt und traurig?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.g ... erschöpft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.h ... glücklich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.i ... müde?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den *vergangenen 4 Wochen* Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?

1) Immer	2) Meistens	3) Manchmal	4) Selten	5) Nie
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?	1) Immer	2) Meistens	3) Ziemlich oft	4) Manchmal	5) Selten
11.a Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.b Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.c Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.d Ich erfreue mich ausgezeichnete Gesundheit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Anamnesebogen

Name: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

1) Rauchen:       ja               nein              Pack-years: \_\_\_\_\_

2) Diabetes:       ja               nein              Typ: \_\_\_\_\_

3) Rheumatische Erkrankungen: \_\_\_\_\_

4) Medikamente, insbesondere Immunsuppressiva, Chemotherapie:

\_\_\_\_\_

5) Bestrahlung im Bereich des Kniegelenkes:    ja               nein

6) pAVK:     ja               nein

Stadium I (keine Einschränkung)

Stadium IIa (Gehstrecke über 200m)

Stadium IIb (Gehstrecke unter 200m)

Stadium III (Schmerzen in Ruhe)

Stadium IV (Nekrosen, Ulcera, Gangrän)

7) Chronisch venöse Insuffizienz:               ja               nein

Stadium I (reversible Ödeme, Corona phlebectatica, perimalleoläre KÖlbchenvenen)

Stadium II (persistierende Ödeme, Stauungsekzeme, zyanotische Hautfarbe)

Stadium III (Ulcera cruris)

8) Traumata im Bereich des Kniegelenkes, des Femurs oder der Tibia:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

9) Fistel:     ja               nein



10) Voroperationen im Bereich des Kniegelenkes:

---

---

---

---

---

---

11) Diagnose des in der Studie nicht-untersuchten Kniegelenkes:

---