

Aus der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie  
Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar  
Direktor: Professor Dr. med. D. Kohn

**Ergebnisse nach operativer Sanierung infizierter  
Knieendoprothesen unter besonderer Berücksichtigung von  
artikulierenden und nichtartikulierenden  
Knochenzement-Antibiotikum-Platzhaltern**

**Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
der Medizinischen Fakultät  
der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES  
2014**

vorgelegt von Christina Niklas  
geboren am 11.06.1986 in Dudweiler

**“The most common failure mode of revision total knee arthroplasty is to repeat the preceding errors.”**

*Insall, J.N., 1999*

# **Inhaltsverzeichnis**

Abkürzungen .....	6
1 Zusammenfassung .....	8
2 Summary .....	10
3 Einleitung .....	12
4 Patienten, Materialien und Methoden .....	17
4.1 Patienten .....	17
4.1.1 Alters – und Geschlechterverteilung der Patienten .....	18
4.1.2 Begleiterkrankungen .....	19
4.1.3 Primäre TEP – Implantation.....	20
4.1.3.1 TEP – Indikation .....	20
4.1.3.2 Prothesentyp .....	20
4.1.3.3 Verankerung am Knochen.....	21
4.1.3.4 Ersatz der Patella .....	21
4.1.4 Voroperationen.....	21
4.1.5 Erregerspektrum .....	22
4.1.6 Zeitpunkt der Infektmanifestation .....	23
4.2 Materialien.....	24
4.2.1 Knochenzement Palacos®.....	24
4.3 Methoden.....	25
4.3.1 Operatives Vorgehen bei Spacerimplantation .....	25
4.3.1.1 Spacerherstellung .....	25
4.3.1.2 Endoprothesenexplantation und Spacerimplantation .....	28
4.3.2 Postoperative Antibiotikatherapie .....	30
4.3.3 Endoprothesenreimplantation.....	31
4.3.4 Planung und Durchführung der Studie .....	34
4.3.5 Krankenblattauswertung.....	36
4.3.6 Klinische Nachuntersuchung / Scoreerhebung / Untersuchungszeitpunkt.....	37
4.3.7 Statistische Auswertung .....	45
4.3.8 Wichtige Definitionen .....	46
4.3.8.1 Gesamtzahl der Revisionseingriffe .....	46
4.3.8.2 Reoperationsrate wegen Infektion.....	46
4.3.8.3 Rate der persistierenden Infektionen .....	46
4.3.8.4 Reinfektionsrate.....	46
5 Ergebnisse .....	47
5.1 Vergleich zwischen artikulierenden Spacern und Blockspacern .....	47
5.1.1 Ergebnisse der Krankenblattauswertung .....	47
5.1.1.1 Infektsanierung.....	47
5.1.1.1.1 Operationsdauer bei TEP - Explantation und Spacerimplantation .....	47
5.1.1.1.2 Intra – und perioperativ transfundierte Erythrozytenkonzentrate bei TEP - Explantation und Spacerimplantation .....	48
5.1.1.1.3 Dauer des Krankenhausaufenthaltes nach TEP - Explantation und Spacerimplantation .....	49
5.1.1.1.3 Dauer der Interimsperiode .....	50
5.1.1.1.4 CRP – Verlauf .....	51
5.1.1.2 Endoprothesenreimplantation nach Infektsanierung .....	52
5.1.1.2.1 Operationsdauer bei Endoprothesenreimplantation .....	52
5.1.1.2.2 Intra – und perioperativ transfundierte Erythrozytenkonzentrate bei Endoprothesenreimplantation .....	52
5.1.1.2.3 Dauer des Krankenausaufenthaltes bei Endoprothesenreimplantation ..	53

5.1.1.2.4 Implantierter Prothesentyp .....	54
5.1.1.3 Komplikationen, Reoperationen wegen Infektion, Reinfektionsrate und Rate der persistierenden Infektionen .....	55
5.1.1.3.1 Gesamtanzahl der Revisionseingriffe.....	55
5.1.1.3.2 Reoperationsrate wegen Infektion.....	56
5.1.1.3.3 Komplikationen in der Interimsphase .....	57
5.1.1.3.3.1 Nicht Spacer-assoziierte Komplikationen.....	57
5.1.1.3.3.1.1 Rate der persistierenden Infektionen.....	57
5.1.1.3.3.2 Spacer-assoziierte Komplikationen .....	59
5.1.1.3.4 Komplikationen nach Endoprothesenreimplantation .....	60
5.1.1.3.4.1 Reinfektionsrate.....	60
5.1.1.3.4.2 Aseptische Revisionen .....	67
5.1.2 Ergebnisse der klinischen Untersuchung .....	67
5.1.2.1 Narbenverhältnisse .....	67
5.1.2.2 Bewegungsausmaß nach der Neutral – Null – Methode zum Untersuchungszeitpunkt .....	68
5.1.2.3 Beinlängendifferenz zum Untersuchungszeitpunkt.....	69
5.1.2.4 Ergebnisse der Auswertung der Kniescores .....	69
5.1.2.4.1 Score der "Knee Society" .....	69
5.1.2.4.1.1 Gesamtscore der "Knee Society" .....	69
5.1.2.4.1.2 Knee – Score .....	70
5.1.2.4.1.3 Function – Score.....	72
5.1.2.4.1.3.1 Teildimension Gehstrecke .....	72
5.1.2.4.1.3.2 Teildimension Treppensteigen .....	73
5.1.2.4.2 Hospital for Special Surgery Score nach Ranawat und Shine.....	74
5.1.2.4.2.1 HSS Gesamtscore .....	74
5.1.2.4.2.1.1 Teildimension Gelenkfunktion und weitere Teildimensionen .....	74
5.1.2.4.2.2 Kategorisierung der Scorewerte .....	76
5.1.2.5 Ergebnisse der Auswertung der Lebensqualitätsscores.....	77
5.1.2.5.1 SF 36 – Fragebogen zum Gesundheitszustand.....	77
5.1.2.5.1.1 KÖFU .....	78
5.1.2.5.1.2 VITA .....	79
5.1.2.5.2 DUKE – Gesundheitsprofil .....	79
5.2 Vergleich der Ergebnissen nach Endoprothesenreimplantation und Arthrodesenversorgung .....	81
5.2.1. Ergebnisse der Auswertung der Kniescores .....	82
5.2.1.1 Score der "Knee Society" .....	82
5.2.1.1.1 Gesamtscore der "Knee Society" .....	82
5.2.1.1.2 Knee – Score .....	82
5.2.1.1.2.1 Teildimension Stabilität .....	83
5.2.1.1.2.2 Weitere Teildimensionen .....	84
5.2.1.1.3 Function – Score.....	84
5.2.1.2 Hospital for Special Surgery Score nach Ranawat und Shine .....	85
5.2.1.2.1 HSS Gesamtscore .....	85
5.2.1.2.1.1 Teildimension Gelenkfunktion .....	85
5.2.1.2.1.2 Teildimension Muskelkraft .....	87
5.2.1.2.1.3 Teildimension Gehhilfen .....	88
5.2.1.2.1.4 Weitere Teildimensionen .....	88
5.2.1.2.2 Kategorisierung der Scorewerte .....	90
5.2.2 Ergebnisse der Auswertung der Lebensqualitätsscores.....	91
5.2.2.1 SF 36 – Fragebogen zum Gesundheitszustand.....	91

5.2.2.1.1 SCHM.....	92
5.2.2.2 DUKE – Gesundheitsprofil .....	92
5.3 Allgemeine Ergebnisse nach zweizeitigem Prothesenwechsel .....	94
5.3.1 CRP - Werte .....	94
5.3.2 SF 36 – Fragebogen zum Gesundheitszustand.....	94
5.3.3 Röntgenologische Evaluation.....	96
5.3.3.1 The Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System.....	96
5.3.3.1.1 Beinachse.....	96
5.3.3.1.2 Lysezonen.....	98
5.3.3.2 Evaluation des Patella - Status .....	98
5.3.3.3 Röntgenologische Beurteilung der Arthrodesen .....	99
5.3.4 Einfluss von Begleiterkrankungen .....	99
5.3.4.1 Operationsdauer bei TEP – Explantation und Spacerimplantation in Abhängigkeit von Begleiterkrankungen.....	100
5.3.4.2 Gesamtanzahl der Revisioneingriffe in Abhängigkeit von Begleiterkrankungen .....	100
5.3.5 Einfluss des BMI .....	101
5.3.5.1 Operationsdauer bei TEP – Explantation und Spacerimplantation .....	102
5.3.5.2 Operationsdauer bei Endoprothesenreimplantation .....	103
5.3.5.3 Gesamtanzahl der Revisioneingriffe.....	103
6 Diskussion .....	104
6.1 Infektphase .....	106
6.2 Interimsphase.....	107
6.3 Reimplantationsphase.....	111
6.4 Entwicklung der CRP-Werte bei zweizeitigem Endoprothesenwechsel.....	130
6.5 Einfluss von Begleiterkrankungen und BMI .....	131
6.6 Röntgen-Evaluation.....	133
7 Schlussfolgerungen der Arbeit .....	137
8 Literaturverzeichnis.....	138
9 Anhang .....	155
9.1 Score der "Knee Society" nach Insall et al .....	155
9.2 Score nach Ranawat und Shine .....	156
(Hospital for Special Surgery Score, HSS) .....	156
9.3 SF 36 Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand .....	157
9.4 DUKE-Gesundheitsprofil.....	162
9.5 The Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System .....	163
9.6 Statistische Analysen.....	164
10 Aus der Arbeit hervorgegangene Publikation .....	218
11 Danksagung.....	219
12 Lebenslauf .....	220

## **Abkürzungen**

a.p.	anterior - posterior
Abb.	Abbildung
ASK	Arthroskopie
bds.	beidseits
BMI	Body Mass Index
BSG	Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit
bzw.	beziehungsweise
C	Celsius
Ca	Karzinom
cm	Zentimeter
CRP	C – reaktives Protein
d.h.	das heißt
E.	Escherichia
g	Gramm
ggf.	gegebenenfalls
HWI	Harnwegsinfekt
HSS - Score	Hospital for Special Surgery-Score
i.R.	im Rahmen
i.v.	intravenös
Kap.	Kapitel
Lig.	Ligamentum
Max.	Maximum
M	Meter
min	Minuten
Min.	Minimun
mind.	mindestens
MRSA	Methicillin – resistenter Staphylokokkus aureus
N.	Nervus
neg.	negativ
OP	Operation
Pat.	Patient
PMMA	Polymethylmethacrylat
PS	posterior stabilized

ROM	range of motion
s.	siehe
SAP	Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung
SD	Standardabweichung
SF – 36	Short – term Fragebogen zum Gesundheitszustand
SPSS	Superior Performing Software System
Staph.	Staphylococcus
Strep.	Streptococcus
Tab.	Tabelle
TEP	Totalendoprothese
u.a.	unter anderem
V.a.	Verdacht auf
Wo.	Wochen
ZVK	Zentraler Venenkatheter
◦	Grad

## **1 Zusammenfassung**

Nach Implantation von Knieendoprothesen ist der zweizeitige Prothesenwechsel beim periprothetischen Spätinfekt die derzeit bevorzugte Therapieoption. Für den Zeitraum bis zur Infektsanierung und Reimplantation einer neuen Endoprothese (Interimsphase) werden in den letzten Jahren vermehrt Knochenzement-Antibiotikum-Platzhalter (Spacer) verwendet. Nichtartikulierende Blockspacers, die aus einer in der Tibia und/oder im Femur verankerten Komponente bestehen, werden von artikulierenden, zweiteiligen Spacern, die eine Gelenkbeweglichkeit in der Interimsphase ermöglichen, unterschieden.

Die Arbeit inkludierte 46 Patienten (47 Endoprothesen), die sich im Zeitraum zwischen 1999 und 2008 in der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie des Universitätsklinikums des Saarlandes aufgrund einer Knieprotheseninfektion einem zweizeitigen Prothesenwechsel unterzogen. Es wurden 32 artikulierende Spacer und 15 Blockspacer implantiert, wobei alle Spacer intraoperativ handgeformt wurden. In dieser Arbeit wurden retrospektiv klinische Daten aus den Krankenblättern der Patienten ausgewertet. Außerdem wurde eine klinisch-radiologische Nachuntersuchung nach erfolgter Endoprothesenreimplantation vorgenommen. Der Nachbeobachtungszeitraum betrug im Mittel 55 [Intervall 12/145] Monate.

Die klinische Nachuntersuchung ergab keine signifikante Verbesserung des Bewegungsausmaßes bei Patienten, die in der Interimsphase mit einem artikulierenden Spacer versorgt worden waren ( $0/0/100^\circ$ ) gegenüber Patienten mit einem Blockspacer ( $0/0/90^\circ$ ). Insgesamt ergab die Auswertung der verwendeten Knie-Scoring-Systeme eher mittelmäßige bis schlechte Resultate. Die Scores zur Überprüfung der Lebensqualität zeigten, dass durch das strapazierende Krankheitsbild der Protheseninfektion deutlichere Einschränkungen der physischen Funktionen als der psychischen Faktoren im Vergleich zur Normalbevölkerung zu beobachten waren.

Die radiologische Beurteilung anhand des Scoring-Systems der "Knee Society" zeigte bei zwei Patienten radiologische Lockerungszeichen im Sinne von Lysezonen sowie bei allen Patienten eine korrekte Komponentenposition und Beinachse.

Die Versorgung mit einem artikulierenden Spacer in der Interimsphase erleichterte tendenziell die Endoprothesenreimplantation nach abgeschlossener Infektsanierung (in Bezug zur OP-Dauer bei Reimplantation [artikulierende Spacer: 270 min/ Blockspacer: 315 min]).

Die Infektsanierung war bei Verwendung artikulierender Spacer signifikant ( $p=0,015$ ) schneller zu erreichen als bei Nutzung nichtartikulierender Spacer [artikulierende Spacer: 10,75 Wochen/Blockspacer: 12 Wochen].

Unabhängig von der Versorgungstechnik in der Interimsphase wurde eine hohe Reinfektionsrate beobachtet [artikulierende Spacer: 28%/Blockspacer: 27%]. Die Rate der persistierenden Infektionen in der Interimsphase unterschied sich ebenso nicht signifikant [artikulierende Spacer: 13%/Blockspacer: 7%].

Obwohl kein statistisch signifikanter Einfluss des Gesundheitszustandes der Patienten auf die Infektfreiheitsrate und den operativen Aufwand (OP-Dauer) sowohl bei Spacerimplantation als auch bei Endoprothesenreimplantation nachgewiesen werden konnte, war ein Großteil der Patienten in dieser Studie multimorbide (74% der Patienten in Kategorie B und C nach der McPherson-Klassifikation) und adipös (57%  $BMI>30$ ).

Zum Nachuntersuchungszeitpunkt war eine nicht unerhebliche Anzahl von acht Patienten (17%) mit einer Arthrodese versorgt, sodass wir uns dazu entschieden, die klinischen Untersuchungsergebnisse zwischen Endoprothesen- und Arthrodesenträgern zu vergleichen. Hier ist zu berücksichtigen, dass die Anzahl der Patienten pro Gruppe mit 27 Endoprothesen und 8 Arthrodesen ungleich verteilt war, und so häufig keine genaue Aussage über statistisch signifikante Unterschiede getroffen werden konnte.

Nach Blockspacerversorgung war mit 14% gegenüber 6% nach Versorgung mit einem artikulierenden Spacer eine höhere prozentuale Häufigkeit der sekundär durchgeföhrten Arthrodesen festzustellen. Die Auswertung der gelenkspezifischen und allgemeinen Nachuntersuchungsergebnisse ergab, dass Patienten mit einer Arthrodese signifikant ( $p=0,011$ ) weniger Schmerzen hatten als Patienten mit einer Endoprothese zum Untersuchungszeitpunkt ohne subjektive Einschränkungen in ihrer Lebensqualität.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass das Therapiekonzept des zweizeitigen Prothesenwechsels mit intraoperativ handgeformten Knochenzement-Spacern insbesondere aufgrund der hohen Reinfektionsrate in der Zukunft weiterer Optimierung bedarf.

Patienten mit Protheseninfektionen weisen häufig prädisponierende Begleiterkrankungen auf, die wiederum die Wahrscheinlichkeit von Reinfektionen erhöhen.

## 2 Summary

### Results after two-stage exchange of total knee arthroplasty with particular focus on articulating and non-articulating antibiotic-loaded cement-spacers

Nowadays, the two-stage exchange of total knee arthroplasty for late-onset periprosthetic infection is the gold standard in the septic revision of total knee arthroplasty.

In the last years, antibiotic-loaded cement-spacers are commonly used for the two-stage exchange procedure. Non-articulating blockspacers fixed in the tibia and/or femur and articulating spacers allowing a certain joint motion between stages are distinguished.

The study included 46 patients (47 endoprostheses) with a septic two-stage exchange revision at the Orthopedic Clinic of the University Hospital of Homburg/Saar from 1999 to 2008.

32 articulating spacers and 15 blockspacers were implanted. Retrospectively, we evaluated clinical data from the medical record of the patients. Furthermore, a clinical and radiological follow-up examination was made after reimplantation. On average, the follow-up period lasted 55 months [12/145].

The clinical examination did not show a significant improvement of the range of motion when an articulating spacer (0/0/100°) or a blockspacer (0/0/90°) was used. On the whole, the analysis of the knee-scoring-systems produced rather moderate and poor results. The scores which reviewed the quality of life showed that physical functions were more affected by the exhausting disease of a periprosthetic infection than psychic factors in comparison with the general population.

The radiological evaluation according to the scoring-system of the "Knee Society" indicated radiolucent zones in two patients and confirmed a correct component position and leg axis in all the patients independent of the type of the spacer.

The use of an articulating spacer slightly facilitated the reimplantation of an endoprosthesis (with reference to the operating time [articulating spacers: 270 min/blockspacers: 315 min]).

The period until the infection was cured was significantly ( $p=0,015$ ) shorter when articulating spacers were used [articulating spacers: 10,75 weeks/blockspacers: 12 weeks].

Independent of the technique of treatment, a considerable reinfection rate was found out [articulating spacers: 28%/blockspacers: 27%]. The rate of persistent infections was not influenced by the technique of treatment either [articulating spacers: 13%/blockspacers: 7%].

Altogether, the bigger part of the patients in this study had compromising comorbidities (74% of the patients in category B and C due to the McPherson-classification) and were obese (57%

of the patients with  $\text{BMI} > 30$ ). However, an influence of the health status of the patients on the infection eradication rate and the complexity of the spacerimplantation and reimplantation could not be proved.

The important number of eight patients (17%) with an arthrodesis at the time of the follow-up examination led us to a further comparison between patients with endoprostheses and arthrodeses. It has to be taken into account that the number of patients with endoprostheses (27) and arthrodeses (8) was unequally distributed so that you cannot often make significant statements. Though, a higher percentage of secondary knee arthrodeses after the implantation of blockspacers could be found out [articulating spacers: 6%/blockspacers: 14%]. The analysis of the joint-specific and general results of the follow-up examination proved that patients with arthrodeses had significantly ( $p=0,011$ ) less pain than patients with endoprostheses without subjective restrictions of their quality of life.

The results of this study demonstrate that the two-stage exchange of total knee arthroplasty with intraoperatively handmade cement-spacers, especially due to high reinfection rates, must be improved in future.

Patients with periprosthetic infections often have compromising and predisposing comorbidities that also increase the probability of reinfections.

### **3 Einleitung**

Obwohl erhebliche Fortschritte in der Alloarthroplastik des Kniegelenkes gemacht wurden und zahlreiche prophylaktische Maßnahmen zur Senkung der Rate postoperativer Infektionen getroffen werden Der Protheseninfekt stellt weiterhin eine schwerwiegende Komplikation und therapeutische Herausforderung in der Endoprothetik des Kniegelenkes dar. Nach Literaturangaben [BUNDESGESCHÄFTSSTELLE QUALITÄTSSICHERUNG, 2008; AOK, 2011] werden in der Bundesrepublik Deutschland jährlich rund 148000 Knie - TEP - Erstimplantationen vorgenommen, dazu addieren sich weitere 11000 Endoprothesen - und Komponentenwechsel. Die Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gibt eine in den letzten Jahren kontinuierlich fallende Wundinfektionsrate von zuletzt 0,4% für Erstimplantationen an. Das Nationale Referenzzentrum für Nosokomiale Infektionen berichtet von einer mittleren Infektionsrate im Bereich der Knieendoprothetik von 0,71% aus dem Zeitraum 2007 bis 2011. Die publizierte Rate postoperativer Wundinfektionen für Wechseloperationen, unabhängig von der individuellen Indikation zum Prothesen-/Komponenetenschsel, beträgt 1,3% [BUNDESGESCHÄFTSSTELLE QUALITÄTSSICHERUNG, 2008]. Nach mittels zweizeitigem Prothesenwechsel therapiert Knieprotheseninfektion wird in anerkannten Zentren eine Reinfektionsrate von 10 - 25% angegeben [TROUSDALE und HANSEN, 2001; HANSEN und OSMON, 2002; HAALEM et al., 2004; AZZAM et al., 2009; JAMSEN et al., 2009; KUBISTA et al., 2012]. Um die Qualität der endoprothetischen Versorgung zu verbessern, wird aktuell in Deutschland ein Endoprothesenregister (EPRD) aufgebaut, das durch Ermittlung und Dokumentation der Parameter Implantationszeitpunkt, Art der Prothese sowie Ende der Standzeit durch Prothesenexplantation die Patientensicherheit optimieren soll [EPRD, 2013]. Gleichzeitig ermöglicht das Register auch eine umfassende, patientenorientierte Forschung in der Endoprothetik [BUNDESGESCHÄFTSSTELLE QUALITÄTSSICHERUNG, 2010].

Trotz der relativ geringen prozentualen Häufigkeit bedeuten die Protheseninfektionen für betroffene Patienten, die in der Mehrzahl der Fälle zusätzlich durch multiple Begleiterkrankungen eingeschränkt sind, ein gesundheitliches Desaster. Vor dem Hintergrund der zum Teil langwierigen Behandlung sind differentialtherapeutisch verschiedene Infektionsstadien bzw. Infektionsmanifestationen relevant. Unter pathophysiologischen Gesichtspunkten unterscheiden Battmann und Stahl [2004] bei Protheseninfektionen (1) eine akute postoperative Infektion mit Manifestation innerhalb der ersten sechs Monate nach

Endoprothesenimplantation, hervorgerufen durch perioperativ eingebrachte Keime, von (2) einer verspäteten tiefen Infektion 6 - 24 Monate post implantationem, ebenfalls auf dem Boden perioperativ inkorporierter Keime entstanden, allerdings in geringerer Zahl oder von niedrigerer pathogener Potenz. (3) Bei einer späten hämatogenen Infektion mit Manifestation >24 Monate nach der Erstimplantation handelt es sich dagegen um eine operationsunabhängige Keimbesiedlung des Implantates über einen hämatogenen Infektionsweg, vergleichbar mit einer Infektion natürlicher Gelenke. In 20 - 40% der Fälle bleibt hier der Infektfokus jedoch ungeklärt [TANNENBAUM et al., 1997].

Eine besondere Stellung in der Einteilung periprothetischer Infektionen nimmt die Low-grade - Infektion ein, die nach meist jahrelangem, subklinischem Infektionsverlauf durch eine Prothesenlockerung symptomatisch wird, während die typischen Infektionszeichen wie lokale Überwärmung, Rötung und Schmerz eher schwach ausgeprägt sind oder sogar gänzlich fehlen. Die Infektdiagnose stützt sich auf den postoperativen, histomorphologischen Nachweis diskret erhöhter Entzündungszellinfiltrate bei nicht immer gelingendem mikrobiologischen Nachweis einer Infektion.

Eine eher im klinischen Alltag gebräuchliche Einteilung unterscheidet Früh - von Spätinfekten, wobei hier die Manifestationszeitpunkte stark variieren. Für Frühinfekte existieren in der Literatur Zeiträume von 3 - 4 Wochen [RASUL et al., 1991; HAAKER et al., 2004] bzw. 4 - 6 Wochen [HOFMANN et al., 2004] zwischen der primären Endoprothesenimplantation und der Infektmanifestation .

Hinsichtlich der Therapie eines periprothetischen Frühinfektes besteht trotz uneinheitlicher Definitionen Konsens darüber, dass ein Versuch, die *in situ* befindliche Endoprothese zu erhalten, zu unternehmen ist. Wichtigste Kriterien für die Indikationsstellung zu einem primären Prothesenerhalt sind funktionstüchtige, nicht gelockerte Prothesenkomponenten [ZIMMERLI und OCHSNER, 2003; MARCULESCU et al., 2006], eine schnelle Intervention nach Auftreten erster klinischer Infektzeichen [TATTEVIN et al., 1999; MARCULESCU et al., 2006] sowie eine möglichst kurze Zeitspanne zwischen Endoprothesenimplantation und Infektmanifestation ( $\leq 4$  Wochen) bzw. eine nachgewiesene akute, hämatogen verursachte Infektion [BORDEN und GEAREN, 1987; HARTMANN et al., 1991; RASUL et al., 1991; TSUKAYAMA et al., 1996]. Therapie der Wahl ist in diesen Fällen ein radikales chirurgisches Debridement und Inlaywechsel mit konsekutiver antiseptischer Spülung in Kombination mit einer resistenzgerechten, systemischen Antibiose über einen Zeitraum von bis zu sechs Monaten [ZIMMERLI et al., 1998; ZIMMERLI und OCHSNER, 2003]. Nach Borden und Gearen heilen bis zu 80% der periprothetischen Frühinfektionen unter Erhalt der

Prothese aus, wohingegen chronische Infekte bzw. Spätinfekte mit diesem Therapiekonzept nicht suffizient zu behandeln sind [SCHOIFET und MORREY, 1990].

Handelt es sich um einen Spätinfekt, chronischen Infekt bzw. therapieresistenten Frühinfekt, ist ein Prothesenwechsel anzustreben, der einzeitig [FREEMAN et al., 1985] oder zweizeitig [MAURER und OCHSNER, 2006] erfolgen kann. Andere, jedoch für den Patienten sehr belastende Therapieverfahren sind die Resektionsarthroplastik, die Arthrodese oder als ultima ratio in lebensbedrohlichen Situationen die Gliedmaßenamputation [WASIELEWSKI, 1996; SIEBEL et al., 2002; HENDRICH et al., 2004].

Beim einzeitigen Prothesenwechsel erfolgt nach Debridement der Weichteile und vollständiger Entfernung des infizierten Kunstgelenkes in gleicher Sitzung die Reimplantation einer neuen Endoprothese. Bei der Reimplantation der Prothese wird die Fixierung des Implantates mit Antibiotika - haltigem Knochenzement empfohlen. Vorteile des einzeitigen Therapieregimes sind die verkürzte Hospitalisation bei erhaltener Gelenkbeweglichkeit, geringere Behandlungskosten und die Notwendigkeit von nur einer einzigen operativen Sitzung. Der Nachteil des von einzelnen, spezialisierten Kliniken vorgenommenen, einzeitigen Prothesenwechsels besteht in einer verglichen mit dem zweizeitigen Prothesenwechsel höheren Reinfektionsrate [HANSSEN et al., 1995; MOYAD et al., 2008; GALLO et al., 2009].

Der heutige Goldstandard in der Therapie des periprothetischen Spätinfektes ist der zwei - bzw. mehrzeitige Wechsel [SPRINGER und SCUDERI, 2013]. Das Vorgehen sieht generell die Explantation der infizierten Prothese mit radikalem chirurgischem Debridement in einer ersten Operation und nach gesicherter Infektsanierung die Reimplantation einer neuen Prothese in einer zweiten Operation vor. Der Resektionszustand zwischen erstem und zweitem Eingriff wird unterschiedlich behandelt: Eine Möglichkeit ist die temporäre Resektionsarthroplastik [HANSSEN et al., 1995], bei der manche Autoren einen gelenküberbrückenden Fixateur externe zur Minderung der durch den Resektionszustand bedingten Weichteilschrumpfung propagieren. Hierbei dienen in den ehemaligen Gelenkspalt eingebrachte Ketten aus Antibiotika - haltigem Knochenzement der Infektsanierung. Die Implantation eines Antibiotika - beladenen Knochenzement - Blockes (Blockspacer) mit Verankerung in Tibia und Femur [COHEN et al., 1988; BOOTH und LOTKE, 1989; TREPTE und PUHL, 1989; WHITESIDE, 1994; GUSSO et al., 1995; MCMASTER 1995; KÜSSWETTER und MARTINI, 1997; KIRSCHNER et al., 2000] als verbessertes Verfahren zur temporären Behandlung des Resektionszustandes wurde erstmals 1988 von Cohen et al. beschrieben.

Funktionelle Gesichtspunkte, in erster Linie der Erhalt der Gelenkbeweglichkeit und die Vermeidung der Weichteilverkürzung, führten zur Entwicklung artikulierender Platzhalterprothesen. Erste Berichte über die Verwendung artikulierender Spacer in der Therapie periprothetischer Infektionen stammen von Duncan und Scott aus den Jahren 1992 und 1993. Prinzipiell können drei Fertigungstechniken für artikulierende Kniegelenksspacers unterschieden werden [PITTO und SPIKA, 2004]:

Eine Möglichkeit ist die temporäre Implantation einer "echten" Endoprothese, häufig im posterior stabilized Design, unter Verwendung von Antibiotika-haltigem PMMA. Es existieren sowohl Konstrukte aus resterilisierten, explantierten Prothesenkomponenten [SCOTT et al., 1993; HOFFMAN et al., 1995] als auch Spacerprothesen aus neuen Endoprothesenkomponenten [EMERSON et al., 2002].

Eine weitere Möglichkeit besteht in der intraoperativen Herstellung des artikulierenden PMMA-Spacers mittels Gussformen. So publizierte McPherson 1995 erste Ergebnisse nach zweizeitigem Prothesenwechsel mit einem "reinen" Antibiotika - beladenen Knochenzement - Spacer ohne Hinzunahme von Metall- oder Kunststoffanteilen. Masri und Duncan entwickelten 1994 eine ähnliche Platzhalterprothese, die in ihrer ursprünglichen Form ebenfalls nur aus Antibiotika-haltigem Knochenzement bestand, PROSTALAC (prosthesis of antibiotic - loaded acrylic cement). Die neue Generation des PROSTALAC [HADDAD et al., 2000; GOODING et al., 2011] besteht aus einer femoralen und tibialen Knochenzement-Komponente mit einer Metall/Polyethylen-Artikulationsfläche im posterior stabilized-Design. Die dritte, u.a. von Castelli zunächst 2002 vorgestellte Technik sieht die Implantation eines standardisierten, bereits vorgeformten, in drei verschiedenen Größen erhältlichen, artikulierenden Kniespacers vor (Spacer-K) [CASTELLI et al., 2002; SPIKA et al., 2004].

Die Vor - und Nachteile der beschriebenen Methoden der Spacerfertigung sind naheliegend. Das Einbringen von nichtantibiotika - abgebendem Fremdmaterial (Metall, Polyethylen) in den ehemaligen Gelenkspalt nach septischer Knieprothesenexplantation kann eine erneute Bakterienadhärenz und Biofilmbildung begünstigen [GOLDMANN et al., 1996; MERRITT et al., 2000; HENDRICH et al., 2004], sodass sich Probleme mit der gesetzlichen Zulassung [PITTO und SPIKA, 2004; KELM, 2008] ergeben, verbunden mit einem hohen Kostenaufwand [HENDRICH et al., 2004] durch die Verwendung neuer Prothesenkomponenten. Die Autoren sehen die Vorteile der Fremdmaterial - haltigen Interimsprothesen insbesondere in einer frühen Gelenkfunktion mit einer zumindest teilbelastbaren Extremität.

Artikulierende Knochenzement-Spacer ohne Hinzunahme von Metall- oder Polyethylenkomponenten weisen größere Antibiotika-abgebende Oberflächen auf [KALORE et al., 2012], haben jedoch durch konstruktionsbedingte Inkongruenzen den Nachteil einer größeren Gleitspannung der Artikulationsflächen. Hieraus resultiert eine höhere Haftreibung mit folglich erhöhtem Verschleiß der Knochenzementoberflächen und konsekutiv stärkerer Belastung der tibialen und femoralen Spacerverankerungen [SIEBEL et al., 2002].

Im Vergleich mit Blockspacern werden in der Literatur ähnliche Infektfreiheitsraten der artikulierenden Interimsprothesen (zwischen 80 und 100%) bei besserer Gelenkbeweglichkeit nach Endoprothesenreimplantation beschrieben [EMERSON, 2002; FEHRING et al, 2003; PITTO und SPIKA, 2004; HOFMANN et al., 2005; FREEMAN et al., 2007].

Nach derzeitiger Datenlage existiert keine Studie, die Antibiotika - haltige Knochenzement - Spacer untersucht, die intraoperativ handgeformt ohne Zuhilfenahme einer Gussform gefertigt werden.

Die vorliegende Arbeit soll hinsichtlich der Infektsanierung bei periprothetischen Infektionen folgende Ziele verfolgen:

1. Vergleich der an unserer Klinik verwendeten intraoperativ handgeformten artikulierenden Spacern mit Blockspacern hinsichtlich funktioneller Behandlungsergebnisse, Komplikationen und Einfluss der Erkrankung und Therapien auf die Lebensqualität der Patienten nach Reimplantation.
2. Vergleich der funktionellen Ergebnisse nach zweizeitigem Prothesenwechsel und Reimplantation einer Endoprothese bzw. definitiver Arthrodesenversorgung.
3. Allgemeine Untersuchung der Ergebnisse nach zweizeitigem Prothesenwechsel hinsichtlich Infektsanierung, röntgenologischem Ergebnis nach Reimplantation bzw. definitiver Arthrodese, Lebensqualität und Einfluss von Begleiterkrankungen.

## **4 Patienten, Materialien und Methoden**

Das Therapieschema einer Knieendoprotheseninfektion in der Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie der Universitätskliniken des Saarlandes besteht üblicherweise in einem zweizeitigen Prothesenwechsel. Hierunter versteht man den primären Ausbau der Kniegelenktotalendoprothese und die Reimplantation einer neuen Endoprothese nach gesicherter Infektsanierung. Nach Ausbau aller Komponenten der primär implantierten Prothese sowie radikalem Debridement mit Synovektomie wird eine Interimsprothese, ein sogenannter Spacer, angefertigt. Dieser besteht aus antibiotikabeladenem Polymethylmethacrylat (PMMA). Nach Materialaushärtung wird der Spacer, wahlweise als Spacerblock ohne Gelenkbeweglichkeit oder als artikulierender Spacer in das Kniegelenk implantiert. Nach gesicherter Infektsanierung wird in einer zweiten Operation die Reimplantation einer Knie – TEP vorgenommen.

Die klinischen und radiologischen Ergebnisse des beschriebenen Behandlungskonzeptes werden in der vorliegenden Arbeit dargestellt.

### **4.1 Patienten**

Die in diese Studie inkludierten Patienten wurden retrospektiv ausgewählt. Hierbei wurde sowohl das OP – Buch, in dem sämtliche Operationen handschriftlich dokumentiert werden, als auch die digitale Operationsdokumentation im SAP – Programm verwendet.

Im Zeitraum von 1999 bis 2008 wurden in der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie des Universitätsklinikums des Saarlandes Homburg/Saar insgesamt 46 Patienten mit diesem Therapieverfahren behandelt.

Bei einem Patienten lag eine beidseitige Protheseninfektion vor, die mit dem beschriebenen operativen Verfahren behandelt wurde. Daher ging dieser Patient mit zwei von einer Protheseninfektion betroffenen Kniegelenken in die Auswertung ein.

Jede Spacerimplantation wird im Folgenden als eigener Fall aufgezählt.

Einschlusskriterien für diese Studie waren:

- Die Indikation zum zweizeitigen Prothesenwechsel ist die Manifestation eines Kniegelenktotalendoprotheseninfektes. Diese wird anhand der Anamnese, der klinischen und der laborchemischen Untersuchung (Leukozytenzahl, CRP, BSG), der Kniegelenkpunktion und der Resultate der bildgebenden Verfahren (Nativröntgenbilder, Knochen – und Granulozytenszintigraphie) gestellt.
- Die Spacerimplantation erfolgte in domo.

#### **4.1.1 Alters – und Geschlechterverteilung der Patienten**

24 Patienten waren weiblich, 22 männlich. Das Alter der Patienten lag im Mittel bei 76 [51/100] Jahren (Tab. 4.1 – 1).

**Tab. 4.1 – 1: Alters – und Geschlechterverteilung der Patienten (n=46)**

Frauenanteil	24 (52%)
Männeranteil	22 (48%)
Alter [Jahre]	74 [51/100]
Alter Frauen [Jahre]	75 [56/100]
Alter Männer [Jahre]	72 [51/85]

#### 4.1.2 Begleiterkrankungen

9% (n = 4) der Patienten hatten keine oder nur eine Begleiterkrankung. 43% (n = 20) der Patienten hatten zwischen einer und vier Begleiterkrankungen, weitere 48% (n = 22) der Patienten mehr als vier Begleiterkrankungen (Tab. 4.1 – 2).

**Tab. 4.1 – 2: Begleiterkrankungen der Patienten**

Begleiterkrankungen	Absolute und relative Häufigkeit
Kardiopulmonale Erkrankungen	
Kardiologische Erkrankungen	23 (50%)
Pulmonale Erkrankungen	9 (20%)
Kreislauferkrankungen	37 (80%)
Onkologische Erkrankungen	11 (24%)
Hämatologische Erkrankungen	1 (2%)
Erkrankungen des Stütz-und Bewegungsapparates	
Erkrankungen der Extremitäten	11 (24%)
Vertebragene Erkrankungen	6 (13%)
Rheumatische Erkrankungen	6 (13%)
Erkrankungen des Stoffwechsels	28 (61%)
Schilddrüsenerkrankungen	12 (26%)
Hyperurikämie	11 (24%)
Fettstoffwechselstörungen	7 (15%)
Adipositas	26 (57%)
Diabetes mellitus	8 (17%)
Osteoporose	1 (2%)
Gastroenterologische Erkrankungen	8 (18%)
Hepatische Erkrankungen	4 (9%)
Nephrologische Erkrankungen	6 (13%)
Dermatologische Erkrankungen	3 (7%)
Ophthalmologische Erkrankungen	5 (11%)
Neurologische Erkrankungen	11 (24%)
Psychiatrische Erkrankungen	2 (4%)

## **4.1.3 Primäre TEP – Implantation**

### **4.1.3.1 TEP – Indikation**

Bei 93% der Patienten (n = 42) wurde die Indikation zur Implantation einer Knie – TEP wegen Gonarthrose gestellt. Bei 4% (n = 2) war die primäre TEP - Indikation eine Erkrankung des rheumatoïden Formenkreises. Bei einem dieser Patienten handelte es sich um eine seronegative chronische Polyarthritid, bei dem zweiten war die Grunderkrankung die systemische Sklerodermie (Verlaufsform: CREST – Syndrom). Bei 2% (n = 1) wurde bei einem Chondrosarkom des rechten lateralen Femurkondylus eine Tumorprothese implantiert. Bei zwei Patienten war die primäre Indikation zur endoprothetischen Versorgung des Kniegelenkes retrospektiv nicht mehr zu eruieren.

**Tab. 4.1 – 3: Primäre Indikation zur TEP - Implantation**

<b>TEP - Indikation</b>	<b>Patientengruppe</b>
Gonarthrose	42 (93%)
Erkrankungen des rheumatoïden Formenkreises	2 (4%)
Tumor	1 (2%)

### **4.1.3.2 Prothesentyp**

Bei 91% der Patienten (n = 43) war die primär implantierte Totalendoprothese eine ungekoppelte uni – (n = 1) bzw. bikondyläre (n = 40) oder eine teilgekoppelte (n = 2) Oberflächenersatzprothese vom Typ posterior stabilized. 9% der Patienten (n = 4) wurde bei der primären Prothesenimplantation eine gekoppelte Totalendoprothese implantiert.

**Tab. 4.1 – 4: Prothesentyp bei primärer TEP - Implantation**

<b>Prothesentyp</b>	<b>Patientengruppe</b>
uni - / bikondylärer Oberflächenersatz	43 (91%)
a) ungekoppelt	41 (87%)
b) teilgekoppelt	2 (4%)
gekoppelte Totalendoprothesen	4 (9%)

#### **4.1.3.3 Verankerung am Knochen**

70% der Patienten (n = 33) wurden bei der primären Endoprothesenimplantation zementierte Prothesen implantiert, bei 19% (n = 9) erfolgte die Verankerung zementfrei und bei 11% (n = 5) wurde die Knieendoprothese in Hybridtechnik mit zementfreier Verankerung der Femurkomponente und zementierter Verankerung der Tibiakomponente eingebaut.

**Tab. 4.1 – 5: Verankerung der primären Prothese am Knochen**

<b>Prothesenverankerung</b>	<b>Patientengruppe</b>
zementiert	33 (70%)
zementfrei	9 (19%)
hybrid	5 (11%)

#### **4.1.3.4 Ersatz der Patella**

40% der Patienten (n = 19) erhielten bei der primären TEP – Implantation einen trikompartmentellen Oberflächenersatz. Bei 55% (n = 26) wurde im Rahmen der primären Endoprothesenimplantation kein Patellaersatz durchgeführt. 4% (n = 2) unterzogen sich einer Patellektomie.

**Tab. 4.1 – 6: Ersatz der Patella bei primärer TEP - Implantation**

<b>Patellastatus</b>	<b>Patientengruppe</b>
mit Patellaersatz	19 (40%)
ohne Patellaersatz	26 (55%)
Patellektomie	2 (4%)

#### **4.1.4 Voroperationen**

43% der Patienten (n = 20) hatten nach der primären Knieendoprothesenimplantation keine weiteren Voroperationen bis zur Spacerimplantation. Bei 4% (n = 2) war ein aseptischer Prothesenwechsel bei Endoprothesenlockerung durchgeführt worden. 45% (n = 21) hatten sich in anderen orthopädischen Kliniken bereits mindestens einer septischen Revisionsoperation bis hin zum septischen Prothesenwechsel unterzogen, bevor in der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie des Universitätsklinikums des Saarlandes Homburg/Saar der TEP – Ausbau und die Spacerversorgung erfolgten. Bei 2% (n = 1) war eine Osteosynthese bei einer periprothetischen medialen Tibiakopffraktur durchgeführt worden. 2% (n = 1) hatten sich einer aseptischen arthroskopischen Revision unterzogen. Bei 2% (n = 1) war die Patellarückfläche sekundär ersetzt worden und alio loco waren bereits drei septische Prothesenwechsel und auch eine Spacerimplantation, die nicht zur Sanierung des

Protheseninfektes geführt hatte, durchgeführt worden. Bei 2% (n = 1) war bei einer periprothetischen Femurfraktur eine Osteosynthese durchgeführt worden und im Folgenden kam es bereits vor der Spacerversorgung in domo zur zweimaligen Antibiotikaketteneinlage.

**Tab. 4.1 – 7 Voroperationen der Patienten vor Spacerversorgung in unserer Klinik**

Voroperationen	Patientengruppe
primäre Knieendoprothese	20 (43%)
aseptischer Prothesenwechsel	2 (4%)
mind. eine sepsische Revision	21 (45%)
Osteosynthese bei periprothetischer Fraktur	1 (2%)
aseptische ASK	1 (2%)
sek. Patellarückflächenersatz und mind. eine septische Revision	1 (2%)
Osteosynthese bei periprothetischer Fraktur und mind. eine septische Revision	1 (2%)

#### 4.1.5 Erregerspektrum

Bei den nachgewiesenen Erregern handelte es sich in erster Linie um grampositive Erreger, bei 4% der Patienten (n = 2) konnte mit Escherischia coli ein gramnegatives Bakterium nachgewiesen werden. Bei 2% (n = 1) handelte es sich um eine Pilzinfektion. Der mit 19% (n = 9) am häufigsten nachgewiesene Erreger war Staphylokokkus epidermidis. In 30% der Fälle (n = 14) gelang kein Erregernachweis.

**Tab. 4.1 – 8: Erregerspektrum**

Erreger	Patientengruppe
Staphylokokkus aureus	4 (9%)
Koagulase negativer Staphylokokkus	4 (9%)
MRSA	2 (4%)
Staphylokokken Mischinfektion	4 (9%)
Staphylokokkus epidermidis	9 (19%)
Enterokokken	1 (2%)
Enterokokken / Staphylokokken Mischinfektion	3 (6%)
$\alpha$ - hämolsierende Streptokokken	1 (2%)
Koagulase neg. Staphylokokken / $\alpha$ - hämolsierende Streptokokken Mischinfektion	1 (2%)
Corynebakterien	1 (2%)
Escherischia coli	2 (4%)
Candida albicans	1 (2%)
Kein Erregernachweis	14 (30%)

#### **4.1.6 Zeitpunkt der Infektmanifestation**

Der mittlere Zeitraum zwischen der primären Endoprothesenimplantation und der Manifestation der Protheseninfektion betrug 30 Monate. Bei 4% der Patienten (n = 2) trat ein periprothetischer Frühinfekt auf. Im ersten Fall konnte sie durch prothesenerhaltende Maßnahmen nicht erfolgreich therapiert werden. Im zweiten Fall konnte auch durch Wechsel des Inlays und des Femurteils keine Infektsanierung erreicht werden, sodass es im weiteren Verlauf zur Spacerimplantation kam.

**Tab. 4.1 – 9: Zeitpunkt der Infektmanifestation**

<b>Zeitpunkt der Infektmanifestation nach primärer TEP - Implantation</b>	<b>Patientengruppe</b>
Mittelwert	30 Monate
Minimum	0 Monate
Maximum	144 Monate

Bei 15% der Patienten (n = 7) handelte es sich um eine akute postoperative Infektion, die sich nach bis zu 6 Monaten nach der primären Endoprothesenimplantation manifestierte. Bei 51% (n = 24) lag der Zeitpunkt der Infektmanifestation zwischen 6 und 24 Monaten post implantationem, sodass man nach Battmann und Stahl von einer verspäteten tiefen Infektion sprechen kann. Bei 34% (n = 16) zeigten sich Infektsymptome erst nach 24 Monaten, die auf eine späte hämatogene Infektion hinweisen.

**Tab. 4.1 – 10: Einteilung der Patienten zur späteren Ergebnisdarstellung nach Battmann und Stahl [2004]**

<b>Zeitpunkt der Infektmanifestation [Monate]</b>	<b>Patientengruppe</b>
0 - 6 Akute postoperative Infektion	7 (15%)
6 - 24 Verspätete tiefe Infektion	24 (51%)
> 24 Späte hämatogene Infektion	16 (34%)

## **4.2 Materialien**

### **4.2.1 Knochenzement Palacos®**

Palacos® ist Knochenzement auf PMMA – Basis. PMMA wurde durch den Chemiker Otto Röhm 1902 bekannt. Chemisch ist es nichts anderes als Plexiglas und kommt seither in vielen Bereichen zum Einsatz. In der Knochenchirurgie findet Palacos® hauptsächlich in der Endoprothetik Verwendung. Es handelt es sich um einen Zweikomponentenkleber, ein Gemisch aus Binder und Härter, der sich aus einer festen und einer flüssigen Komponente zusammensetzt. Nach Zusammenführen der beiden Bestandteile bildet sich eine teigartige Masse, die an Festigkeit zunimmt und schließlich innerhalb von circa zehn Minuten aushärtet. Dabei erwärmt sich das Gemisch durch das Entstehen von Polymerisationswärme auf bis zu 70 °C. Klinische Studien haben gezeigt, dass die Temperatur an der Grenzschicht zwischen Knochen und Zement bei 40 °C bis 46 °C, also unterhalb der in vitro gemessenen Temperatur liegt. PMMA ist im Falle des antibiotikabeladenen Spacers als Trägermatrix für die lokale Applikation von Antibiotika zu sehen. Aufgrund der Eigenschaften des Knochenzementes muss das gelöste Antibiotikum verschiedene Eigenschaften besitzen, unter anderem muss es hitzestabil und gut wasserlöslich sein. Das zugesetzte Antibiotikum muss in möglichst niedrigen Konzentrationen eine gute bakterizide Wirkung erzielen, ein breites Keimspektrum abdecken sowie eine gute Freisetzungskinetik aufweisen. Aufgrund der beschriebenen Anforderungen wurde das Aminoglykosid Gentamicin zum Antibiotikum der Wahl für PMMA – Knochenzemente [BREUSCH und KÜHN, 2003]. Bei in vitro – Untersuchungen zeigte sich, dass Kombinationen von zwei Antibiotika das Keimwachstum wirkungsvoller unterdrücken als einzelne Antibiotikazusätze. Bei Infektionen mit Staphylokokkus epidermidis und Methicillin–resistentem Staphylokokkus aureus wurde die beste Wachstumshemmung durch die Kombination von Gentamicin und dem Glykopeptid Vancomycin erreicht, während bei Infektionen mit Staphylokokkus aureus und Enterococcus faecalis die Kombination aus Gentamicin und dem Glykopeptid Teicoplanin am wirksamsten war [ANAGNOSTAKOS et al., 2005].

## 4.3 Methoden

### 4.3.1 Operatives Vorgehen bei Spacerimplantation

#### 4.3.1.1 Spacerherstellung

Der PMMA – Kniespacer wird als artikulierende Interimsprothese oder als Monoblock in den Kniegelenkspalt eingesetzt. Er besteht demnach entweder aus einer femoralen und einer tibialen Komponente oder aus einer einzigen in der Tibia verankerten Komponente, die den Gelenkspalt überbrückt. In der vorliegenden Studie wurden in 37 Fällen artikulierende Spacer implantiert, in 17 Fällen Spacerblöcke. In letzterer Gruppe wurde in zwei Fällen bei der Anlage des Monoblocks zur zusätzlichen Ruhigstellung des Kniegelenkes ein Fixateur externe benutzt.



**Abb. 4.3.1 – 1:** Rechtes Knie a.p. und seitlich:

Artikulierender Spacer, bestehend aus einer femoralen und einer tibialen Komponente



**Abb. 4.3.1 – 2:** Linkes Knie a.p. und seitlich:

Spacerblock (Monoblock), bestehend aus einer tibialen Komponente



**Abb. 4.3.1 – 3:** Linkes Knie a.p. und seitlich:

**Spacerblock, bestehend aus einer Komponente mit innerer Stabilisierung durch einen Kirschner – Draht und Verankerung in Femur und Tibia mit Tuberossitasosteotomie**



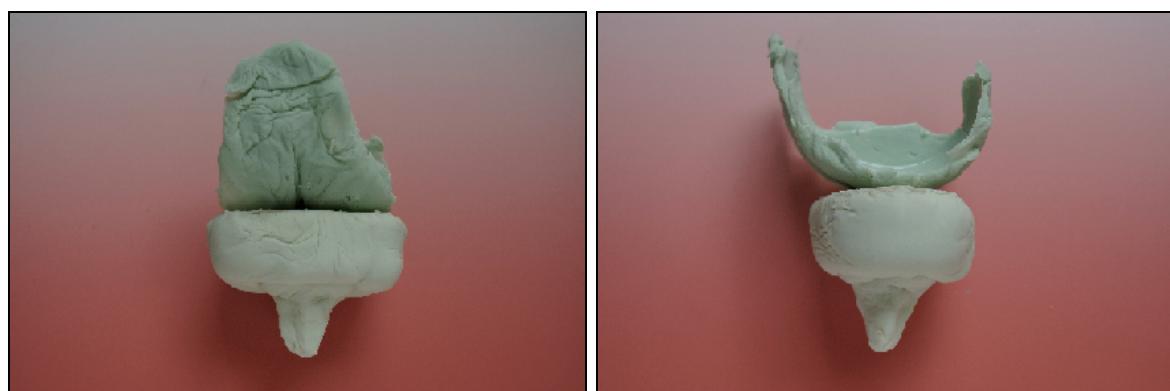
**Abb. 4.3.1 – 4:** Rechtes Knie a.p. und seitlich:

**Spacerblock, bestehend aus einer femoralen und einer tibialen Komponente, mit einem Fixateur externe**

Intraoperativ wird der Spacer vom Operationsteam handgeformt. Hierbei wird das handelsübliche Refobacin® – Palacos® – Gemisch der Firma Merck verwendet. Für einen Spacer werden in der Regel 2 Packungen Refobacin® – Palacos®, die einer Masse von 80 g entsprechen, angerührt. Je nach Resistenzlage werden 4 g Vancomycin untergemischt.



**Abb. 4.3.1 –5: PMMA – Blockspacer  
mit tibialer und femoraler Verankerung, innere Stabilisierung durch ein Endoskelett  
(Kirschner – Draht) von vorne**

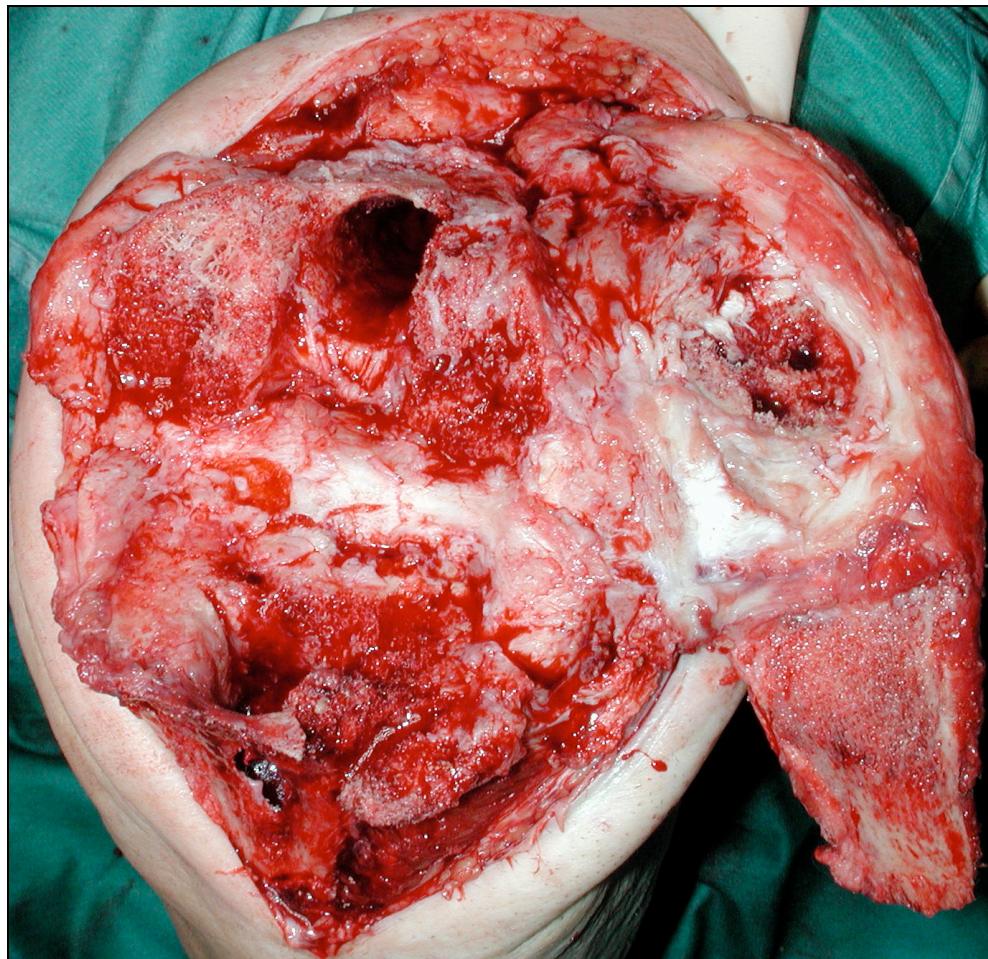


**Abb. 4.3.1 –6: Artikulierender Spacer  
bestehend aus einer tibialen und femoralen Komponente von vorne und seitlich**

In der durchgeführten Studie wurden in 14 Fällen ausschließlich Gentamicin – beladene Spacer implantiert, in 39 Fällen wurden Spacer eingebaut, die sowohl mit Gentamicin als auch mit Vancomycin beladen waren, in einem Fall wurde aufgrund multipler Antibiotikaunverträglichkeiten eine nichtbeladene Interimsprothese verwendet und in einem weiteren Fall wurde dem Knochenzement neben Gentamicin das Cephalosporin Cefotaxim untergemischt.

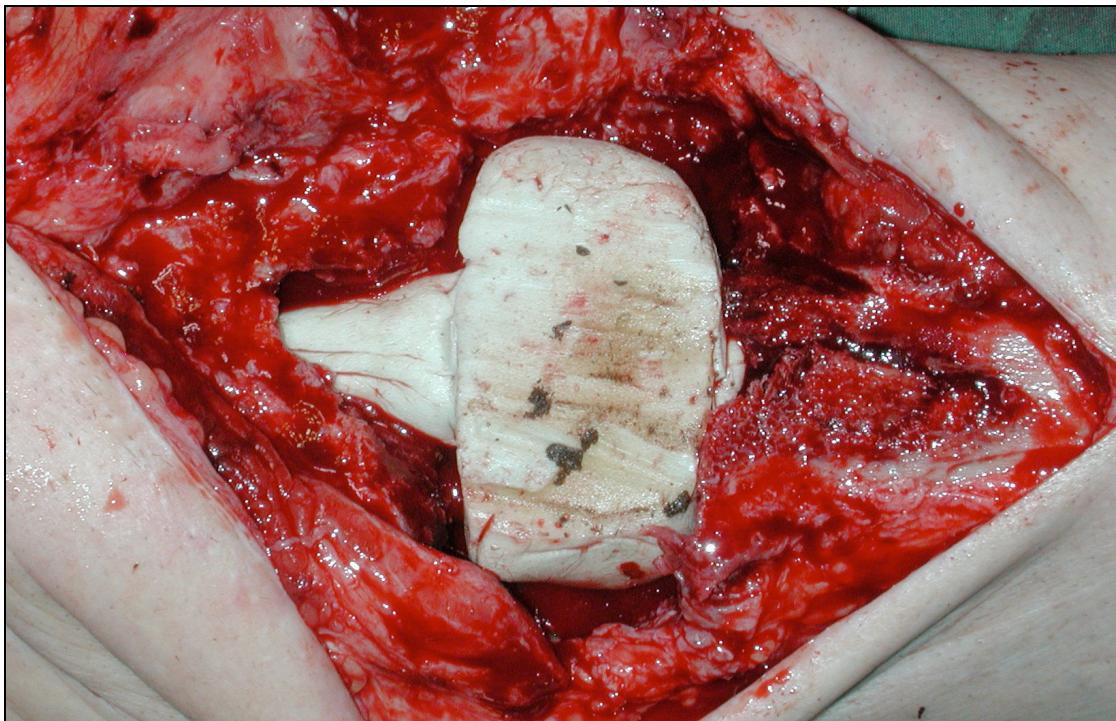
#### ***4.3.1.2 Endoprothesenexplantation und Spacerimplantation***

Zunächst wird das Kniegelenk unter subtiler Blutstillung und nach Möglichkeit über die primäre Hautinzision eröffnet. Auf Narben und fibrinöse Verwachsungen, die insbesondere bei Revisionseingriffen nicht selten zu finden sind, wird hierbei geachtet. Der Hautschnitt muss ausreichend lang sein. Wenn die Mobilisation des Streckapparates oder der Patella Schwierigkeiten bereitet, muss die Inzision erweitert werden und gegebenenfalls eine Osteotomie der Tuberousitas tibiae durchgeführt werden. Nach Lösung fibrotischer Adhäsionen und Entfernung entzündlicher oder bindegewebiger Membranen im Gelenk und im oberen Rezessus wird der sich darstellende operative Situs genau inspiziert, und es werden Gewebeproben zur mikrobiologischen sowie histologischen Aufarbeitung entnommen. Danach folgt ein radikales Debridement mit en bloc-Resektion der Synovia in den einzelnen Kompartimenten und ausgiebiger Gelenkspülung mittels einer Jetlavage, wobei die tumorchirurgischen Radikalitätsgrundsätze berücksichtigt werden [SIEBEL et al., 2002]. Das gesamte *in situ* befindliche Fremdmaterial, also alle Prothesenkomponenten einschließlich des unter Umständen verwendeten Knochenzementes, wird trotz des Auftretens erheblicher Knochendefekte entfernt. Der Knochen wird angefrischt, bis vitales, blutendes Gewebe vorgefunden wird.



**Abb. 4.3.1 – 7: Intraoperatives Bild nach Entfernung aller Prothesenkomponenten, radikalem Debridement und Gelenklavage:**  
**Im Bild oben links ist die Femurmarkhöhle zu sehen, rechts davon die Patella, im Bild unten ist die Tibiamarkhöhle zu erkennen**

Es erfolgen anschließend das Mischen des antibiotikabeladenen Knochenzementes und das manuelle Formen der PMMA – Interimsprothese wahlweise als Spacerblock , der mit einem Zapfen in der Tibia und ggf. mit einem zweiten Zapfen im Femur verankert ist, oder als artikulierender Spacer. Letzterer setzt sich aus einer femoralen Komponente, die den Femurkondylen ähnelt, und einer tibialen Komponente ebenfalls mit einer zapfenförmigen tibialen Verankerung zusammen. Nach Aushärten des Palacos® wird der Spacer eingesetzt, sodass er passgerecht den Knochen ausfüllt.



**Abb. 4.3.1 – 8: Intraoperatives Bild einer Spacerimplantation:**

**Der obere Zapfen (im Bild links) des Spacerblockes befindet sich in der femoralen Markhöhle, der untere Zapfen (im Bild rechts) liegt in der tibialen Markhöhle.**

Die korrekte Spacerlage wird durch Bildwandlerkontrolle überprüft und dokumentiert. Nach abschließender Spülung der Wundhöhle sowie Einlegen einer intraartikulären Wunddrainage ohne Sog erfolgt der schichtweise, möglichst spannungsfreie Wundverschluss in Beugestellung.

#### **4.3.2 Postoperative Antibiotikatherapie**

Neben der lokalen Infektbehandlung durch die antibiotikabeladene PMMA – Interimsprothese ist auch eine systemische Therapie durch die Gabe einer resistenzgerechten Antibiose wichtig. Eine intravenöse Antibiotikatherapie für vier Wochen und die orale Weiterführung der Behandlung für zwei Wochen unter Kontrolle der Infektparameter ist hierbei das Verfahren der Wahl. Insgesamt beträgt die Dauer der systemischen antibiotischen Therapie demnach sechs Wochen.

### **4.3.3 Endoprothesenreimplantation**

Die Rearthroplastik erfolgt nach gesicherter Infektsanierung, die anhand der klinischen Untersuchung und negativer laborchemischer Entzündungsparameter (BSG, CRP, Leukozytenzahl) belegt wird [SIEBEL et al., 2002]. Der Interimszeitraum wird in der Literatur meist mit 6 – 12 Wochen angegeben [WILDE et al., 1988; SCOTT et al., 1993; HOFMANN et al., 1995; HADDAD et al., 2000; EMERSON et al., 2002; SIEBEL et al., 2002; HALEEM et al., 2004; HOFMANN et al., 2005; BURNETT et al., 2007; PASCALE und PASCALE, 2007; ANDERSON et al., 2008]. Andere Autoren empfehlen längere Interimsperioden [COHEN et al., 1988; ZILKENS et al., 1990; GUSSO et al., 1995] von bis zu 17 Monaten [BOOTH und LOTKE, 1989].

In einem Operationssal mit "clean air condition" wird nach der beschriebenen Interimsperiode die PMMA – Interimsprothese explantiert [SIEBEL et al., 2002] und das Kniegelenk unter Ausnutzung der alten Narbe eröffnet. Nach Inspektion und erneuter Entnahme von Abstrichen bzw. Gewebebiopsien zur mikrobiologischen und histologischen Untersuchung erfolgen ein ausgiebiges Debridement, auch zur Entfernung des PMMA – Abriebes, sowie die Lösung von Adhäsionen im Kniegelenk, insbesondere im Bereich des oberen Rezessus. Kann die Patella nicht ausreichend mobilisiert bzw. keine suffiziente Flexion im Kniegelenk erreicht werden, sind ein frühes laterales Release und ggf. eine Tuberositasosteotomie notwendig. Alle einliegenden Komponenten des Knochenzement – Spacers werden entfernt, damit keine Palacos® - Reste zurückbleiben. Häufig sind aufgrund der Infektion, die ein radikales Debridement auf Kosten der Knochenmasse erfordert, sowie der Spacerimplantation größere Knochendefekte vorhanden, sodass kein üblicher ungekoppelter, bikondylärer Oberflächenersatz erfolgen kann. Stattdessen müssen in solchen Fällen Revisionssysteme implantiert werden. Die Entscheidung diesbezüglich wird anhand der präoperativen Nativröntgendiagnostik sowie der intraoperativen Verhältnisse getroffen. Alle Prothesentypen werden mit Refobacin - Palacos® einzementiert. Nach Überprüfung der Gelenkachse, des Flexions – und Extensionsausmaßes und ggf. einer Tuberositasrefixation wird die korrekte Lage aller Prothesenkomponenten mittels Bildwandler kontrolliert und dokumentiert. Das Kniegelenk wird nochmals ausgiebig mit einer Jet – Lavage gespült und, nachdem eine intraartikuläre Wunddrainage ohne Sog eingelegt worden ist, erfolgt der spannungsfreie Wundverschluss.

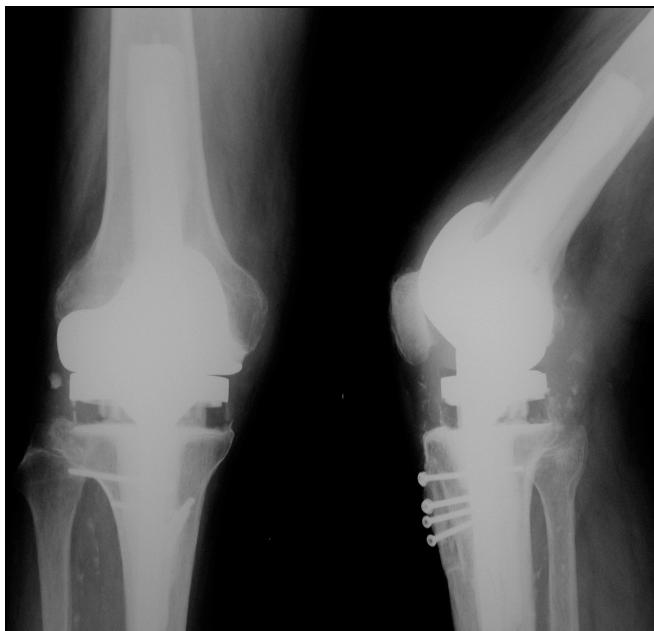


**Abb. 4.3.3 – 1: Rechtes Knie a.p. und seitlich:  
Bikondyläre Oberflächenersatz-  
Prothese mit distalem und  
posteriorem Aufbau**



**Abb. 4.3.3 – 2: Rechtes Knie a.p. und seitlich:  
PS-Prothese und Tuberossitas-  
refixation**

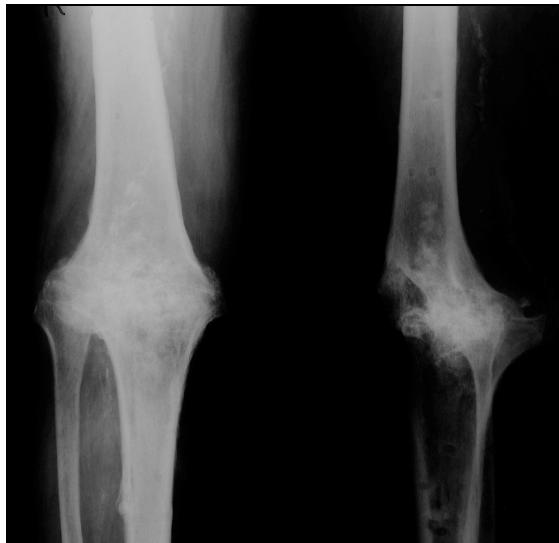
In der vorliegenden Studie wurden in 19 Fällen nach Spacerexplantation Revisionsendoprothesensysteme implantiert.



**Abb. 4.3.3. – 3: Rechtes Knie a.p. und seitlich:  
GSB – Revisionsprothese und Tuberossitasrefixation**

Bei 4 Patienten wurde eine primäre Kniegelenksarthrodese durchgeführt, entweder mit einem Fixateur externe als Kompressionsarthrodese oder mit einem Arthrodesennagel, hierbei in 2 Fällen mit dem Arthrodesennagel der Firma Brehm und in 2 Fällen mit einem Fixateur externe.

Bei 6 Patienten war nach multiplen Revisionseingriffen eine sekundäre Arthrodese unumgänglich.



**Abb. 4.3.3 – 4:** Rechtes Knie a.p. und seitlich:  
Gut durchbaute Kompressions –  
arthrodese



**Abb. 4.3.3 – 5:** Rechtes Knie a.p. und seitlich:  
Arthrodesennagel (Fa. Brehm)

Bei insgesamt 2 Patienten wurde eine Oberschenkelamputation vorgenommen, beide Male auf Wunsch der Patienten bei rezidivierendem septischen Prothesenversagen.

Bei 2 Patienten wurde keine Prothesenreimplantation vorgenommen.

#### **4.3.4 Planung und Durchführung der Studie**

Die 46 in die Studie inkludierten Patienten wurden zunächst telefonisch kontaktiert, über die Studie informiert und darauf hingewiesen, dass eine ambulante klinische und ggf. radiologische Nachuntersuchung in der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie des Universitätsklinikums des Saarlandes Homburg/Saar vorgesehen ist. Die Patienten wurde dazu angehalten, zwei Fragebögen, die die derzeitige Lebensqualität erfassen, bereits zu Hause auszufüllen. Telefonisch wurde bereits ein Nachuntersuchungstermin vereinbart, an dem die Patienten sich in der Ambulanz vorstellten. Es erfolgte zusätzlich ein schriftliches Anschreiben, in dem die klinische Studie beschrieben und in dem die Fragebögen zur Lebensqualität versendet wurden. Die Patienten, die telefonisch nicht erreichbar waren, wurden schriftlich informiert. Die aktuellen Adressen wurden zum Teil bei Hausärzten oder Fachärzten erfragt. Die Anschriften der Patienten, die den Wohnort gewechselt hatten, wurden unter Zuhilfenahme der Einwohnermeldeämter ermittelt.

Bei allen Patienten, die sich im Rahmen der Studie in der Poliklinik der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie des Universitätsklinikums des Saarlandes vorstellten, wurde eine Anamnese erhoben und eine klinische Untersuchung durchgeführt. Falls die Patienten die beiden Fragebögen zur Lebensqualität (SF – 36 Fragebogen zum Gesundheitszustand und DUKE – Gesundheitsprofil) bereits ausgefüllt hatten, wurden diese auf Vollständigkeit überprüft oder während des Gespräches mit den Patienten gemeinsam bearbeitet. Bei der Anamnese und klinischen Untersuchung lag der Schwerpunkt auf kniebezogenen Beschwerden. Dabei wurden auch andere Symptome miterfragt und weiterverfolgt, wenn solche vorhanden waren. Bei der Nachuntersuchung wurden zwei Fragebögen zur Kniegelenkfunktion (Score der "Knee Society", Hospital for Special Surgery Score, HSS) eingesetzt. Falls die letzte radiologische Kontrolle des betreffenden Kniegelenkes älter als sechs Monate war, wurde ein aktuelles Nativröntgenbild in zwei Ebenen und ggf. eine Patella tangential – Aufnahme angefertigt. Bei Problemen bezüglich der klinischen Untersuchung wurde ein ärztlicher Kollege, meist Herr PD Dr. J. Kelm oder Herr Prof. Dr. E. Schmitt, hinzugezogen.

Fünf der Patienten waren bereits verstorben bzw. verstarben im Verlauf der Studie. Einer dieser Patienten verstarb, nachdem bereits eine Nachuntersuchung im Rahmen eines Hausbesuches stattgefunden hatte. Ein weiterer dieser fünf Patienten lehnte eine Wiedervorstellung in unserer Klinik wegen Unzufriedenheit ab. In letzterem Fall konnten daher lediglich die Daten aus den Krankenblättern, den Ambulanzkarten der Orthopädischen

Universitäts – und Poliklinik und der digitalisierten Dokumente im SAP – Programm erhoben und ausgewertet werden.

Aufgrund zu großer Entfernung des Wohnortes der Patienten zum Universitätsklinikum Homburg/Saar waren drei Patienten nicht bereit, an einer Nachuntersuchung teilzunehmen. Diese waren mit einer Zusendung der Fragebögen zur Lebensqualität einverstanden, die per Post zurückgesendet und ggf. telefonisch vervollständigt wurden.

Ein Patient, der sich einer Oberschenkelamputation alio loco unterzogen hatte, lehnte eine ambulante Nachuntersuchung wegen depressiver Grundstimmung ab. Die Fragebögen sowohl zur Lebensqualität als auch zur Kniegelenkfunktion konnten am Telefon bearbeitet werden.

Bei insgesamt vier Patienten wurde wegen Immobilität oder fehlender Reisemöglichkeit ein Hausbesuch durchgeführt.

Bei einem Patienten erfolgte die Weiterbehandlung nach zweizeitigem Prothesenwechsel aufgrund größerer Entfernung zum Universitätsklinikum des Saarlandes Homburg/Saar in Luxemburg und Brüssel. Daher wurde eine Nachuntersuchung in der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie nicht gewünscht. Daten zu weiteren operativen Eingriffen und stationären Krankenhausaufenthalten konnten in der Clinique d'Eich in Zusammenarbeit mit Herrn PD Dr. D. Pape ermittelt werden.

Bei insgesamt drei der Patienten konnte keine Fragebogenerfassung vorgenommen werden. Einer dieser Patienten war wie oben beschrieben aufgrund langer Wartezeiten unzufrieden. Der zweite dieser Patienten war wegen andauernder Krankenausaufenthalte bei persistierender Protheseninfektion, anschließender Unterbringung in einem Pflegeheim, schwieriger sozialer Situation und schlechter psychischer Konstitution nicht zu einer Nachkontrolle in der Lage. In diesem Falle wurden Daten zur TEP – Reimplantation sowie zu den folgenden Revisionseingriffen im St. Josef – Krankenhaus Hermeskeil in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. H. Braick zusammengetragen. Der dritte dieser Patienten hatte sich erst kurz vor Beginn dieser Studie der definitiven Arthrodesis nach Spacerexplantation unterzogen. Das erste postoperative Nachuntersuchungsergebnis war für die Studie nicht verwertbar, da die Zeitdauer zwischen der Arthrodesis und der Nachuntersuchung zu kurz war. Die weiteren Nachuntersuchungen fanden bei diesem Patienten in einer heimatnahen Klinik statt.

Der durchschnittliche Nachbeobachtungszeitraum, gerechnet ab dem Zeitpunkt der TEP – Explantation und Spacerimplantation bis zum Zeitpunkt der Befragung bzw. Nachuntersuchung im Rahmen der Studie, betrug 55 Monate [12/145].

#### **4.3.5 Krankenblattauswertung**

Den Krankenblättern der stationären Aufenthalte, den Ambulanzkarten und den im SAP – Programm in digitaler Form vorliegenden Dokumenten wurden Parameter entnommen, die von Bedeutung für die vorliegende Arbeit sind.

Die folgenden Parameter wurden dokumentiert und statistisch ausgewertet:

- Alter und Geschlecht der Patienten
- Begleiterkrankungen (nach McPherson) und prädisponierende Faktoren
- BMI
- Primäre Indikation zur Knie – TEP – Implantation und OP – Seite
- Prothesentyp der primären Knie – TEP
- Zeitraum zwischen primärer TEP – Implantation und Infektmanifestation
- Erregerspektrum
- Art der implantierten Interimsprothese (artikulierend oder nicht – artikulierend)
- Dauer der Interimsphase
- Prothesentyp der reimplantierten Knie – TEP
- Dauer der stationären Aufenthalte bei
  - Spacerimplantation
  - TEP – Reimplantation
- Operationsdauer bei
  - Spacerimplantation
  - TEP – Reimplantation
- Anzahl der transfundierten Erythrozytenkonzentrate bei
  - Spacerimplantation
  - TEP – Reimplantation
- CRP – Werte
  - Unmittelbar vor der Spacerimplantation
  - Unmittelbar vor der TEP – Reimplantation
- Antibiose
  - Systemische Antibiose
  - Antibiose im Spacer
- Komplikationen nach
  - Spacerimplantation
  - TEP – Reimplantation

- Art und Anzahl der Revisionseingriffe nach
  - Spacerimplantation
  - TEP – Reimplantation

#### **4.3.6 Klinische Nachuntersuchung / Scoreerhebung / Untersuchungszeitpunkt**

Es ist schwierig, die für die Alltagstauglichkeit wichtige Kniegelenkfunktion objektiv zu dokumentieren. Die Resultate nach zweizeitigem Prothesenwechsel kann man anhand der klinischen Symptomatik, der funktionellen Leistungsfähigkeit, des allgemeinen Gesundheitszustandes, der Lebensqualität und des radiologischen Ergebnisses der Patienten evaluieren.

Hinsichtlich des Kniegelenkes beziehen sich die Fragen auf Schmerzen, die maximale Gehstrecke, das Treppensteigen und die Fähigkeit, sich mit Verkehrsmitteln fortzubewegen. Bei der klinischen Untersuchung werden Haut – , Weichteil – und Narbenverhältnisse inspiziert. Das Bewegungsausmaß wird nach der Neutral – Null – Methode bestimmt und die Quadrizeps – Kraft sowie die Bänderstabilität werden beurteilt. Es wird darauf geachtet, ob eine Varus – oder Valgusdeformität vorliegt und ob ein Streckdefizit oder eine Beugekontraktur bestehen. Darüber hinaus wird die Beinlänge gemessen, um eine bestehende Beinlängendifferenz festzustellen.

In der vorliegenden Studie wurden zur Erfassung des aktuellen Gesundheitszustandes bzw. der Lebensqualität der Patienten sowie zur Beurteilung des Gelenkzustandes vier Fragebögen verwendet. Ein zusätzlicher Score wurde zur Befundung der Nativröntgenbilder herangezogen. Die Befragung und Untersuchung fanden zu einem einzigen Zeitpunkt statt. Bei allen Patienten war mindestens ein bzw. mehrere zweizeitige Prothesenwechsel vorausgegangen.

Bei der klinischen Untersuchung des Kniegelenkes wurden zwei in der Fachliteratur anerkannte Scores eingesetzt: der Score der „Knee Society“ [INSALL et al., 1989] und der Hospital for Special Surgery Score (HSS) [RANAWAT und SHINE, 1973].

Bei der Beurteilung der Röntgenbilder wurde auf die Lage der Prothesenkomponenten, die Beinachse, Lockerungszeichen der Prothese, Osteolysen, Sklerosierungssäume, periprothetische Frakturen und das Ausmaß der knöchernen Durchbauung einer eventuell durchgeführten Tuberositasrefixation geachtet. Dementsprechend waren bei Patienten, die eine definitive Arthrodese erhalten hatten, andere Gesichtspunkte von Bedeutung: das Ausmaß der knöchernen Durchbauung des ehemaligen Gelenkspaltes bei

Kompressionsarthrodese, die korrekte Lage des Arthrodesennagels bei Arthrodesen mit dem Brehm – Arthrodesenmodul und radiologische Infektzeichen.

Zur Beurteilung der Patella wurden zusätzliche Patella tangential–Aufnahmen nur bei Patienten angefertigt, die Beschwerden angaben, die auf eine Fehlfunktion der patellofemoralen Gelenkfläche hinwiesen. In den genannten Fällen wurde klinisch–radiologisch auf die Position der Patella, Anzeichen von Retropatellararthrose, Frakturen, Subluxationen und Luxationen geachtet.

Zur einheitlichen radiologischen Beurteilung einer Knieprothese eignet sich das Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System [EWALD, 1989]. Das Scoring System beinhaltet die Komponentenposition in zwei Ebenen, die Beinachse und die Knochen–(Knochenzement–)Prothesen–Grenzfläche.

Zur radiologischen Beurteilung von Arthrodesen existiert kein derartiges Scoring–System. Hier ist das Ausmaß der knöchernen Durchbauung der wichtigste Gesichtspunkt. Union steht für einen vollständigen knöchernen Durchbau, non-union impliziert einen fehlenden bzw. unzureichenden Durchbau.

Zur Erfassung des Gesundheitszustandes bzw. der Lebensqualität der Patienten sind der SF – 36 [BULLINGER und KIRCHBERGER, 1998] sowie das DUKE – Gesundheitsprofil [SCHUNTERMANN, 1997], die in dieser Arbeit verwendet wurden, verbreitete Fragebögen. Da das untersuchte Patientenkollektiv ein durchschnittlich hohes Lebensalter aufweist und an weiteren chronischen, behandlungsbedürftigen Erkrankungen leidet, ist eine genaue Analyse des Gesundheitszustandes und der Lebensqualität des einzelnen Patienten von großem Interesse.

Im Folgenden werden die Fragebögen und Scores beschrieben:

### ***McPherson – Score der Begleiterkrankungen***

Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit sowie zur besseren Gruppierung des Patientenguts wurden die systemischen Begleiterkrankungen nach ihrer Art und Anzahl mittels des McPherson – Scores eingeteilt [MCOPHERSON et al., 2002; ANAGNOSTAKOS et al., 2009]. Hierbei handelt es sich um einen Score, der schädigende Faktoren bei periprosthetischen Infektionen aufzählt und kategorisiert. Es existieren drei Score–Dimensionen (Infection Type, Systemic Host Grade, Local Extremity grade).

Die systemischen Nebenerkrankungen werden nach McPherson wie folgt kategorisiert:

- A: nicht beeinträchtigt
- B: beeinträchtigt
  - 1 – 2 schädigende Faktoren
- C: deutlich beeinträchtigt
  - > 2 schädigende Faktoren oder eines folgender Merkmale:
    - Neutrophile < 100
    - CD 4 – T – Zellen < 100
    - Intravenöser Drogenabusus
    - Chronisch aktive Infektion der kontralateralen Seite
    - Dys – oder Neoplasie ausgehend vom Immunsystem

Als schädigende Faktoren nach McPherson sind definiert:

- Alter > 80
- Einnahme immunsupprimierender Medikamente
- Alkoholismus
- Malignome
- Chronisch aktive Dermatitis oder Zellulitis
- Pulmonalinsuffizienz
- Träger eines Dauerkatheters
- Dialysepflichtige Niereninsuffizienz
- Chronische Unterernährung
- Sepsis
- Regelmäßiger Nikotinabusus
- Immunsuppression
- Diabetes mellitus
- Leberinsuffizienz

### ***Score der "Knee Society" nach Insall***

Der klinische Score der "Knee Society", der von Insall et al. 1989 entwickelt wurde, setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Der erste Teil (Knee-Score) erfasst Schmerz, Bewegungsausmaß, Gelenkstabilität, Beugekontraktur, Streckdefizit und Beinachse. Der zweite Teil (Function-Score) dient zur Erfassung der Gelenkfunktion bei Alltagstätigkeiten durch Fragen nach

maximaler Gehstrecke, Treppensteigen und Hilfsmitteln wie Gehstöcken, Unterarmgehstützen oder einem Rollator. Der maximal erreichbare Scorewert liegt bei je 100 Punkten sowohl bei dem Teil, der als Knee – Score bezeichnet wird, als auch bei dem Function – Score genannten Teil zur Gelenkfunktion.

### ***Hospital for Special Surgery Score, Ranawat und Shine***

Der von Ranawat und Shine bereits 1973 entwickelte HSS – Score zur Beurteilung des klinischen Outcomes nach Kniegelenkersatz ist eines der ältesten Bewertungssysteme und findet breite Anwendung [DRAKE et al., 1994].

Der Score umfasst folgende Dimensionen:

- Schmerz
- Gelenkfunktion
  - Maximale Gehstrecke
  - Treppensteigen
  - Fähigkeit, Verkehrsmittel zu benutzen
- Bewegungsausmaß
- Muskelkraft
- Beugedeformität
- Gelenkinstabilität
- Gebrauch von Gehhilfen
- Streckdefizit
- Beinachse

Der maximal erreichbare Scorewert liegt bei insgesamt 100 Punkten, wobei die verschiedenen Dimensionen unterschiedlich gewichtet werden.

Die Scoreergebnisse können anschließend, wie folgt, kategorisiert werden:

- 85 – 100 Punkte: „exzellent“
- 70 – 81 Punkte: „gut“
- 60 – 69 Punkte: „mittelmäßig“
- < 60 Punkte: „schlecht“

### ***Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System, Ewald***

Ewald entwickelte 1989 den genannten radiologischen Score zur einheitlichen Beurteilung von Kniestendoprothesen. Eckpunkte eines erfolgreichen Kniegelenkersatzes sind nach Ewald die Position der Prothesenkomponenten, die Beinachse sowie die Grenzfläche zwischen Prothese und Knochen bzw. Knochenzement.

Von Tibia, Femur und Patella erfolgt eine Einteilung in verschiedene, nummerierte Zonen. Die tibiale Prothesenkomponente wird im a.p.-Strahlengang beurteilt, die femorale Komponente im seitlichen Strahlengang und zur Beurteilung der Patella wird eine Patella tangential – Aufnahme angefertigt. Man misst auf den Röntgenaufnahmen in Millimetern die Breite von Säumen mit erhöhter Strahlentransparenz in jeder der angegebenen Zonen. Durch Addition der Zahlen wird ein Summenscore für die einzelnen Prothesenkomponenten erstellt. Nach Ewald sind bei einer Einteilung der tibialen Prothesenkomponente in sieben Zonen Scorewerte bis einschließlich 4 mm sowie eine im weiteren Verlauf konstante Breite der Lysesäume unauffällig. Scorewerte zwischen 5 und 9 sollten engmaschig kontrolliert werden, um ggf. eine Progression festzustellen. Ab Werten von mindestens 10 ist auch bei Symptomfreiheit eine Prothesenlockerung nicht auszuschließen.

Nach den S1 - Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC) und des Berufsverbandes der Ärzte für Orthopädie (BVO) [RÖDEL et al., 2009] beträgt der anatomische Gelenkflächenwinkel des distalen Femurs (hier als Winkel  $\alpha$  bezeichnet) bei normaler Beinachse  $79 - 83^\circ$  und der anatomische sowie mechanische Gelenkflächenwinkel der proximalen Tibia (hier als Winkel  $\beta$  bezeichnet) liegt physiologischerweise bei  $85 - 90^\circ$  [PALEY und PFEIL, 2000]. Die anatomische Achse des Femurschaftes hat gegenüber der anatomischen Achse des Tibiaschaftes bei physiologischer Beinachse einen Valgus von  $7^\circ +/- 2^\circ$ . Die Tibiagelenkfläche ist in der Sagittalebene gegenüber der Horizontalen bis zu  $10^\circ$  nach kaudal geneigt (tibial slope) [LOBENHOFFER et al., 2007; WIRTZ et al., 2011].

### ***SF – 36***

Der SF – 36 Health Survey ist konstruiert worden, um von Patienten unabhängig ihres aktuellen Gesundheitszustandes und Alters einen Selbstbericht der gesundheitsbezogenen Lebensqualität zu erhalten. Er besteht aus einem Fragebogen mit 36 Items, in dem besonders auf einfache und klar verständliche Fragen und Formulierungen geachtet wird. Die Aufgabe

der Patienten besteht darin, für jedes der Items die Antwortalternative anzukreuzen, die ihrem persönlichen Erleben am nächsten kommt. Aus diesen 36 Items werden acht Skalen gebildet, die jeweils aus zwei bis zehn Fragen zusammengesetzt werden. Diese Subskalen erfassen acht Gesundheitskonzepte, die erst in ihrer Gesamtheit ein Profil der Lebensqualität liefern [BULLINGER und KIRCHBERGER, 1998].

Die Subskalen sind die folgenden [BULLINGER und KIRCHBERGER, 1998]:

- *Körperliche Funktionsfähigkeit (KÖFU):*

Hierunter versteht man das Ausmaß, in dem der Gesundheitszustand körperliche Aktivitäten wie Selbstversorgung, Gehen, Treppen steigen, bücken, heben und mittelschwere oder anstrengende Tätigkeiten beeinträchtigt.

- *Körperliche Rollenfunktion (KÖRO):*

Hierunter versteht man das Ausmaß, in dem der körperliche Gesundheitszustand die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigt, z.B. weniger schaffen als gewöhnlich, Einschränkungen in der Art der Aktivitäten oder Schwierigkeiten, bestimmte Aktivitäten auszuführen.

- *Körperliche Schmerzen (SCHM):*

Hierunter versteht man das Ausmaß an Schmerzen und den Einfluss der Schmerzen auf die normale Arbeit, sowohl im Haus als auch außerhalb des Hauses.

- *Allgemeine Gesundheitswahrnehmung (AGES):*

Hierunter versteht man die persönliche Wahrnehmung der Gesundheit, einschließlich des aktuellen Gesundheitszustandes, der zukünftigen Erwartungen und der Widerstandsfähigkeit gegenüber Erkrankungen.

- *Vitalität (VITA):*

Hierunter versteht man, sich energiegeladen und voller Schwung zu fühlen versus müde und erschöpft.

- *Soziale Funktionsfähigkeit (SOFU):*

Hierunter versteht man das Ausmaß, in dem körperliche Gesundheit oder emotionale Probleme normale soziale Aktivitäten beeinträchtigen.

- *Emotionale Rollenfunktion (EMRO):*

Hierunter versteht man das Ausmaß, in dem emotionale Probleme die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigen; u.a. weniger Zeit aufbringen, weniger schaffen und nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten.

- *Psychisches Wohlbefinden (PSYC):*

Hierunter versteht man die allgemeine psychische Gesundheit, einschließlich Depression, Angst, emotionale und verhaltensbezogene Kontrolle, allgemeine positive Gestimmtheit.

- *Veränderung der Gesundheit (VGES):*

Hierunter versteht man die Beurteilung des aktuellen Gesundheitszustandes im Vergleich zum vergangenen Jahr.

Die Auswertung erfolgt über die Addition der angekreuzten Itembeantwortungen pro Skala. Für einige Skalen werden spezielle Gewichtungen einbezogen. Die im SF – 36 erfassten Skalen werden in Werte zwischen 0 und 100 laut der Anleitung zur Auswertung im Handbuch des SF – 36 transformiert. Höhere Werte repräsentieren eine bessere Gesundheit.

Transformierte Skala:

$$\frac{\text{tatsächlicher Rohwert} - \text{niedrigst möglicher Rohwert}}{\text{mögliche Spannweite des Rohwertes}} \times 100$$

Die erhaltenen Werte pro SF – 36 – Subskala stellen eine Quantifizierung der subjektiven Gesundheit aus der Sicht der Befragten dar. Sie sollten repräsentativ für die Gesamtpopulation gelten und gleichzeitig auch eine Differenzierung nach Geschlecht, Alter sowie den Einwohnern der neuen und alten Bundesländer erlauben. Referenzwerte für verschiedene chronische und akute Erkrankungen existieren außer für die USA auch für Deutschland.

### ***DUKE – Gesundheitsprofil***

Das Duke Health Profile ist ein nicht krankheitsspezifisches Fragebogeninstrument zur Selbsteinschätzung der Patienten, das in den USA im Bereich der medizinischen Allgemeinversorgung entwickelt und validiert wurde [SCHUNTERMANN, 1997]. Der Fragebogen eignet sich für Patienten der gesamten medizinischen und rehabilitativen Versorgungskette. Er ist also auch für den ambulanten Bereich sehr geeignet. Mit 17 kurzen und leicht verständlichen Fragen wird der subjektive Gesundheitszustand über den Verlauf einer Woche gemessen. Ähnlich wie beim SF – 36 werden einzelne Items Subskalen zugeordnet, wobei eine Subskala eins bis sieben Items zusammenfasst.

Es gibt folgende Subskalen:

- *Physische Gesundheit*
- *Mentale Gesundheit*
- *Soziale Gesundheit*
- *Gesundheit im Allgemeinen*
- *Wahrgenommene Gesundheit*
- *Selbstachtung*
- *Angst*
- *Depression*
- *Angst – Depression*
- *Schmerz*
- *Disability*

Die Auswertung erfolgt manuell nach einem bestimmten Schema. Referenzwerte liegen nur für amerikanische Populationen vor [SCHUNTERMANN, 1997].

Das DUKE - Gesundheitsprofil wird im Auswertungsschema in positive und negative Skalen eingeteilt. Ein hoher Wert in einer positiven Skala spricht für einen guten Gesundheitszustand. Je höher der Wert einer negativen Skala ist, desto höher ist die entsprechende Dysfunktion, d.h. desto schlechter ist die Situation des Patienten.

Die verwendeten Fragebögen und Scores befinden sich im Anhang.

#### **4.3.7 Statistische Auswertung**

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS Version 19.0. In der deskriptiven Statistik wurden der Median bzw. der Mittelwert und die Extremwerte als Streumaß angegeben ([Min./Max.]).

Als statistische Tests wurden zum Vergleich zweier unabhängiger Parameter der Mann – Whitney – Test, zum Vergleich von mehr als zwei unabhängigen Parametern der Kruskal – Wallis – Test und zum Vergleich zweier qualitativer Merkmale der Chi Quadrat – Test verwendet.

Das Signifikanzniveau wurde bei  $p<0,05$  festgelegt und in den Diagrammen mit \* gekennzeichnet. Das Hochsignifikanzniveau bei  $p<0,01$  wurde mit \*\* markiert.

Zum Nachweis von Korrelationen zwischen bestimmten Merkmalen wurde die Korrelation nach Pearson benutzt. Ein Korrelationskoeffizient wurde nicht angegeben. Auch hier wurde das Signifikanzniveau bei  $p<0,05$  definiert [SACHS, 1999].

Zur graphischen Darstellung der Ergebnisse wurde in vielen Fällen ein Boxplot verwendet. Hierbei markieren die Kastengrenzen das erste und dritte Quartil, die Kastenteilungslinie kennzeichnet den Median. Durchgezogene Linien führen zu den Extremwerten, Ausreißer werden einzeln durch Symbole dargestellt.

Balkendiagramme dienten der graphischen Darstellung der Ergebnisse der Analyse qualitativer Merkmale, die häufig benutzt wurde.

Weiterhin wurden Streudiagramme mit Näherungsgeraden zur Darstellung vorhandener Korrelationen zwischen Merkmalen verwendet.

Bei der graphischen Darstellung der Ergebnisse des DUKE - Gesundheitsprofils wurden Netzdiagramme gewählt, wobei die eingezeichnete Linie jeweils von Mittelwert zu Mittelwert der entsprechenden Skalen verläuft.

Zur graphischen Gegenüberstellung der in den angefertigten Röntgenbildern ausgemessenen Winkel mit der Norm entsprechenden Referenzwerten wurden Fehlerbalken gewählt. Bei den gemessenen Winkeln der Patienten kennzeichnen die Balkengrenzen hierbei die Standardabweichung, der Mittelwert ist als ° dargestellt. Der Referenzbereich ist jeweils neben den gemessenen Winkeln zu sehen, wobei hier obere und untere Balkengrenzen des Fehlerbalkens obere und untere Grenze der Normwerte kennzeichnen.

## **4.3.8 Wichtige Definitionen**

### ***4.3.8.1 Gesamtzahl der Revisionseingriffe***

Unter Revisionseingriffen wurden sowohl Eingriffe nach der Spacerimplantation ohne bereits erfolgte Endoprothesenreimplantation, wie z.B. Spacerwechsel, als auch operative Eingriffe nach erfolgter Endoprothesenreimplantation, wie z.B. wiederholte Spacerversorgung, verstanden.

### ***4.3.8.2 Reoperationsrate wegen Infektion***

Die Reoperationsrate wegen Infektion ist die Häufigkeit von Revisionsoperationen nach *und* unter Therapie aufgrund von Infektionen. Hierzu gehören sowohl persistierende Infektionen als auch Reinfektionen. Reoperationen, z.B. wegen aseptischer Lockerung oder Metallentfernung bei Tuberossitasosteotomie, wurden unter diesem Gesichtspunkt nicht als Reoperationen gewertet. Ebensowenig ging bei Vacuseal-Versorgung jeder einzelne Vacuseal-Wechsel in die statistische Analyse ein.

### ***4.3.8.3 Rate der persistierenden Infektionen***

Die Rate der persistierenden Infektionen entspricht der Häufigkeit der unter Therapie persistierenden Infektionen. Eine persistierende Infektion wurde unabhängig vom Erreger als eine trotz Spacerversorgung fortbestehende Infektion definiert. Das Therapieverfahren der Wahl bei persistierender Infektion war der Spacerwechsel.

### ***4.3.8.4 Reinfektionsrate***

Die Reinfektionsrate ist gleichbedeutend mit der Häufigkeit erneuter Infektionen nach Therapie. Eine Reinfektion wurde als eine sich nach erfolgter Endoprothesenreimplantation erneut manifestierende Infektion definiert. Es musste sich nicht um eine Reinfektion mit dem gleichen Erreger wie bei der Erstinfektion handeln, um definitionsgemäß als Reinfektion in die Analyse einzugehen.

## **5 Ergebnisse**

Bei 44 in die Studie inkludierten Patienten konnte eine Knieendoprothese reimplantiert werden.

Bei 2 Patienten wurde keine Prothesenreimplantation vorgenommen. Einer dieser Patienten sollte eine Arthrodese nach Spacerexplantation erhalten, die bei progredienter pectanginöser Symptomatik im Sinne einer instabilen Angina pectoris aufgrund des erhöhten Operationsrisikos nicht durchgeführt werden konnte. Dieser Patient verstarb 9 Monate nach der Spacerimplantation.

Im zweiten Falle erfolgte anästhesiologischerseits aufgrund schwerer Begleiterkrankungen keine OP – Freigabe zur TEP – Reimplantation in domo. Alio loco erfolgte 6 Monate nach Spacerimplantation die Reimplantation einer Revisionsprothese sowie zahlreiche Revisionseingriffe mit fünfmaliger Spacerimplantation. Zuletzt erfolgte auch in domo eine erneute Spacereinlage, während bis heute keine Knie – TEP – Reimplantation stattgefunden hat.

Die Stichprobengröße ist zum Teil unterschiedlich, weil bei bestimmten Tests oder Auswertungen nicht immer alle eingeschlossenen Patienten ausgewertet werden konnten.

### **5.1 Vergleich zwischen artikulierenden Spacern und Blockspacern**

#### **5.1.1 Ergebnisse der Krankenblattauswertung**

##### **5.1.1.1 Infektsanierung**

**Tab. 5.1 – 1: Stichprobengröße**

	<b>artikulierende Spacer</b>	<b>Blockspacer</b>
<b>Stichprobengröße</b>	n = 32	n = 15

##### **5.1.1.1 Operationsdauer bei TEP - Explantation und Spacerimplantation**

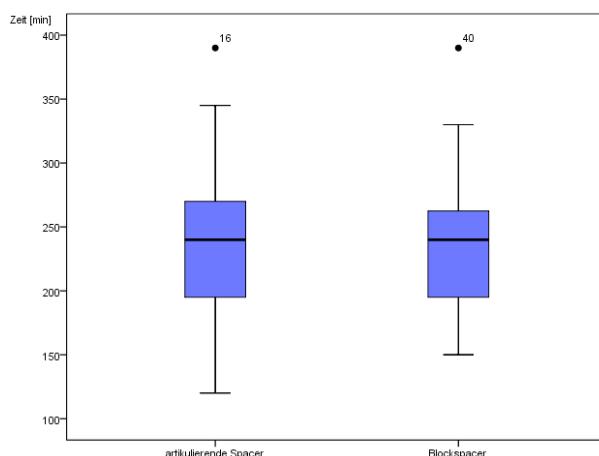
Die mittlere Operationsdauer der Endoprothesenexplantation und Spacerimplantation betrug in der Gruppe der artikulierenden Spacer 240 Minuten [120/390].

Die mittlere Operationsdauer in der Gruppe der Blockspacer betrug ebenfalls 240 Minuten [150/390].

Unter diesem Gesichtspunkt wurde lediglich die Operationsdauer des TEP – Ausbaus und Spacer – Einbaus analysiert, Revisionseingriffe wie Spacerwechsel bei persistierender Infektion wurden nicht mit einbezogen, da es sich definitionsgemäß um eine andere Operation mit unterschiedlichen Operationsschritten handelt.

Bei Patienten, denen mehrmals ein Spacer implantiert wurde, nachdem zuvor eine TEP – (Re – ) Implantation erfolgt war, ging nach Empfehlung unserer Kollegen des Instituts für Medizinische Biometrie der Mittelwert der Operationsdauer der TEP – Explantationen mit Spacerimplantation in die Analyse ein [ONG, 2012].

Es konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,825$ ) nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*).



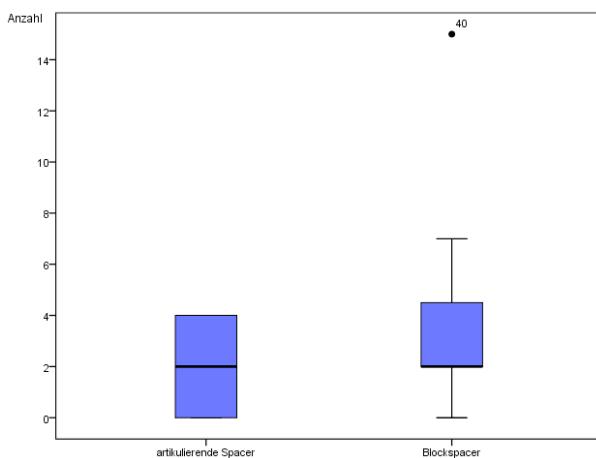
**Abb. 5.1 – 1: Operationsdauer bei TEP – Explantation und Spacerimplantation bei artikulierenden Spacern und Blockspacern**

### 5.1.1.2 Intra – und perioperativ transfundierte Erythrozytenkonzentrate bei TEP – Explantation und Spacerimplantation

In der Gruppe der artikulierenden Spacer wurden intra – und perioperativ im Mittel 2 [0/4] Erythrozytenkonzentrate transfundiert. In der Gruppe der Blockspacer betrug die Anzahl der transfundierten Erythrozytenkonzentrate ebenfalls 2 [0/15]. Bei einem Patienten mit einer Tumorprothese wurden im Rahmen der aufwendigen Explantation perioperativ 15 Erythrozytenkonzentrate transfundiert. Wie unter 5.1.1.1 beschrieben wurde auch hier nur die Anzahl der intra- und perioperativ transfundierten Erythrozytenkonzentrate beim TEP– Ausbau und Spacer–Einbau analysiert, Revisionseingriffe wurden nicht mit einbezogen. Bei Patienten, denen mehrmals ein Spacer implantiert wurde, sind wir den Empfehlungen unseres

Institutes für Medizinische Biometrie gefolgt und analysierten den Mittelwert der Anzahl der transfundierten Erythrozytenkonzentrate [ONG, 2012].

Ein signifikanter Unterschied ( $p = 0,145$ ) konnte nicht nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*). In der Gruppe der Blockspacer wurden tendenziell mehr Erythrozytenkonzentrate transfundiert.



**Abb. 5.1 – 2:** Anzahl der intra - und perioperativ transfundierten Erythrozytenkonzentrate bei artikulierenden Spacern und Blockspacern

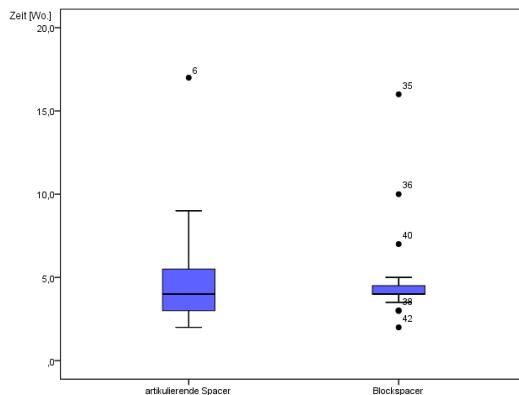
### 5.1.1.3 Dauer des Krankenhausaufenthaltes nach TEP - Explantation und Spacerimplantation

In der Gruppe der artikulierenden Spacer betrug der mittlere Krankenaufenthalt 4 Wochen [2/17]. In der Gruppe der Blockspacer erstreckte sich die mittlere Dauer des Krankenaufenthaltes auch über 4 Wochen [2/16].

Stationäre Aufenthalte wegen nachfolgender Revisionseingriffe wurden hier wie unter 5.1.1.1 und 5.1.1.2 nicht analysiert, es sei denn es handelte sich um eine erneute Spacerversorgung nach erfolgter Endoprothesenreimplantation bei einer Reinfektion. In letzterem Fall wurde die mittlere Dauer der Krankenaufenthalte berechnet.

Vier Patienten wurden während der Interimsperiode nicht nach Hause entlassen, sodass Spacerimplantation und TEP – Reimplantation während des gleichen stationären Aufenthaltes erfolgten. Bei den maximalen Aufenthaltsdauern von 17 Wochen in der Gruppe der artikulierenden Spacer bzw. 16 Wochen in der Gruppe der Blockspacer wurden die Patienten aufgrund ihres Gesundheitszustandes nach der Spacerimplantation nicht entlassen, sondern waren bis zur Reimplantation hospitalisiert.

Es konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,489$ ) zwischen beiden Gruppen nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*).



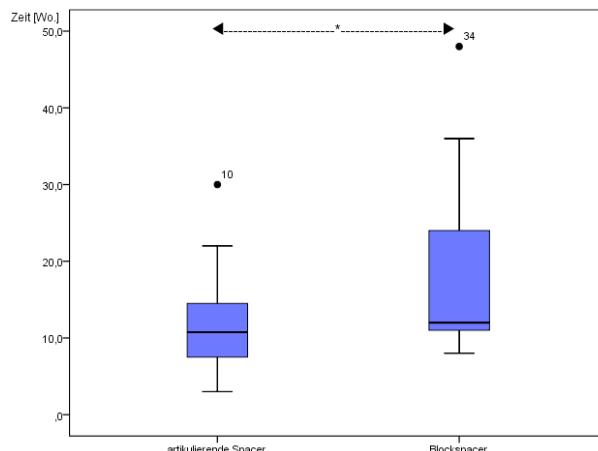
**Abb. 5.1 – 3: Dauer des Krankenhausaufenthaltes nach TEP – Explantation und Spacerimplantation bei artikulierenden Spacern und Blockspacern**

### 5.1.1.3 Dauer der Interimsperiode

Die Dauer der Interimsperiode betrug in der Gruppe der artikulierenden Spacer im Mittel 10,75 Wochen [3/30], in der Gruppe der Blockspacer 12 Wochen [8/48].

Bei Patienten, die sich mehrfach einer Spacerimplantation bzw. einem Spacerwechsel bei persistierender Infektion unterzogen, wurde, wie in 5.1.1.1.2 erläutert, aus allen Interimsperioden der Mittelwert berechnet, der dann in die statistische Analyse einging.

Die Interimsperiode war in der Gruppe der artikulierenden Spacer mit  $p = 0,015$  signifikant kürzer als in der Gruppe der Blockspacer (*Mann – Whitney – Test*).



**Abb. 5.1 – 4 Dauer der Interimsperiode bei artikulierenden Spacern und Blockspacern**

#### 5.1.1.4 CRP – Verlauf

In der Gruppe der artikulierenden Spacer ergab sich eine mittlere Reduktion der CRP - Werte um 27 mg/l [-8,9/248,4]. Die Verminderung des CRP - Wertes in der Gruppe der Blockspacer betrug 21 mg/l [-7,1/135,6]. Die Reduktion der CRP - Werte entspricht der Differenz der CRP - Werte unmittelbar vor Spacerimplantation, also zum Zeitpunkt der akuten Protheseninfektion, und unmittelbar vor Endoprothesenreimplantation, also nach Infektsanierung. Die negativen Werte sind darauf zurückzuführen, dass in insgesamt 11 Fällen die CRP – Werte unmittelbar vor der Endoprothesenreimplantation höher waren als unmittelbar vor Spacerimplantation. Diese CRP – Werte bewegten sich zwischen 0,8 und 16,8 mg/l, die Normwerten bzw. nur sehr gering erhöhten CRP – Werten entsprechen. Bei Patienten, die sich mehrfach einer Spacerimplantation bzw. einem Spacerwechsel bei persistierender Infektion unterzogen, ging nach Empfehlung unserer Kollegen des Institutes für Medizinische Biometrie [ONG, 2012] die Differenz der errechneten Mittelwerte in die statistische Analyse ein.

Es konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,628$ ) nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*).

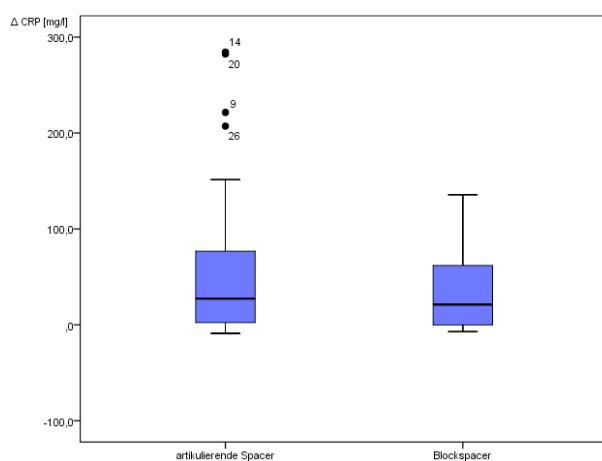


Abb. 5.1 – 5: Senkung der CRP – Werte bei artikulierenden Spacern und Blockspacern

### **5.1.1.2 Endoprothesenreimplantation nach Infektsanierung**

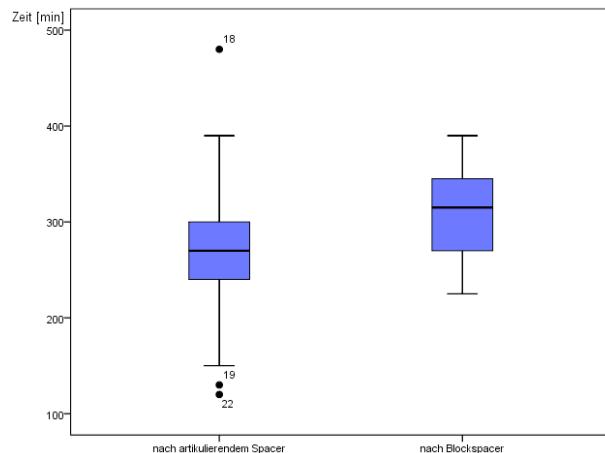
**Tab. 5.1 – 2: Stichprobengröße**

	artikulierende Spacer	Blockspacer
Stichprobengröße	n = 32	n = 14

#### **5.1.1.2.1 Operationsdauer bei Endoprothesenreimplantation**

Die mittlere Operationsdauer der Knieendoprothesenreimplantation betrug in der Gruppe der artikulierenden Spacer 270 Minuten [120/480], in der Gruppe der Blockspacer im Mittel 315 Minuten [225/390].

Bei Patienten, denen mehrmals ein Spacer implantiert wurde, nachdem zuvor eine TEP – (Re – ) Implantation erfolgt war, ging wie unter 5.1.1.1 der Mittelwert der Operationsdauer der TEP – Reimplantationen in die statistische Analyse ein. Ein signifikanter Unterschied ( $p = 0,067$ ) konnte nicht nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*). Allerdings dauerte die Endoprothesenreimplantation bei den Patienten, die mit einem Blockspacer versorgt worden waren, tendenziell länger.



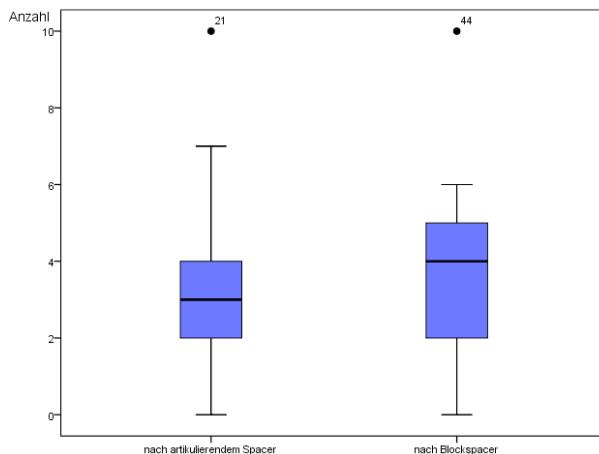
**Abb. 5.1 – 6: Operationsdauer bei Endoprothesenreimplantation nach artikulierenden Spacern und Blockspacern**

#### **5.1.1.2.2 Intra – und perioperativ transfundierte Erythrozytenkonzentrate bei Endoprothesenreimplantation**

In der Gruppe der artikulierenden Spacer wurden intra – und perioperativ bei der Endoprothesenreimplantation im Mittel 3 Erythrozytenkonzentrate [0/10] transfundiert.

Die mittlere Anzahl der transfundierten Erythrozytenkonzentrate betrug in der Gruppe der Blockspacer 4 [0/10]. Bei Patienten, die mehrmals mit einem Spacer versorgt wurden,

nachdem zuvor eine TEP – (Re – ) Implantation erfolgt war, ging der Mittelwert der Anzahl der transfundierten Erythrozytenkonzentrate in die Analyse ein. Es konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,243$ ) nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*), wobei die Anzahl der im Rahmen der Reimplantation nach Versorgung mit einem artikulierenden Spacer tendenziell geringer war.

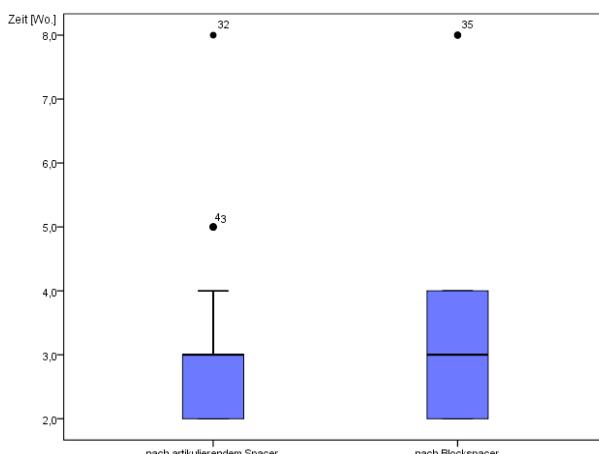


**Abb. 5.1 – 7:** Anzahl der intra - und perioperativ transfundierten Erythrozytenkonzentrate nach artikulierenden Spacern und Blockspacern

### 5.1.1.2.3 Dauer des Krankenhausaufenthaltes bei Endoprothesenreimplantation

Der Krankenaufenthalt bei Endoprothesenreimplantation dauerte in der Gruppe der artikulierenden Spacer und in der Gruppe der Blockspacer im Mittel 3 Wochen [2 / 8].

Bei Patienten, die sich mehrmals einer Spacersversorgung nach erfolgter Endoprothesenreimplantation unterzogen, wurde die mittlere Dauer der Krankenaufenthalte berechnet. Es konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,456$ ) der Krankenaufenthaltsdauer nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*).



**Abb. 5.1 – 8** Dauer des Krankenaufenthaltes bei Endoprothesenreimplantation nach artikulierenden Spacern und Blockspacern

#### 5.1.1.2.4 Implantierter Prothesentyp

In der Gruppe der artikulierenden Spacer wurde bei 56% der Patienten ( $n = 18$ ) eine ungekoppelte bikondyläre oder teilgekoppelte (PS) Oberflächenersatzprothese implantiert. Bei 38% ( $n = 12$ ) wurden gekoppelte Endoprothesen (Revisionssysteme) implantiert. 6 % ( $n = 2$ ) unterzogen sich nach der Interimsperiode einer Kniegelenksarthrodese. In der Gruppe der Blockspacer wurde bei 50% der Patienten ( $n = 7$ ) eine ungekoppelte oder PS – Prothese eingebaut. Bei 35% ( $n = 5$ ) wurden Revisionsendoprothesen implantiert. 14% ( $n = 2$ ) erhielten eine Kniegelenksarthrodese. Bei einem Patienten der Gruppe der Blockspacer wurde keine Reimplantation durchgeführt. Dieser sollte eine Arthrodese erhalten, die bei progredienter pectanginöser Symptomatik im Sinne einer instabilen Angina pectoris aufgrund des erhöhten Operationsrisikos nicht durchgeführt werden konnte. Dieser Patient verstarb 9 Monate nach der Spacerimplantation. Revisionseingriffe wurden unter diesem Gesichtspunkt nicht analysiert. Es konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,789$ ) nachgewiesen werden (*Chi – Quadrat – Test nach Pearson*). Tendenziell war allerdings die prozentuale Häufigkeit der Arthrodesen nach Blockspacerversorgung höher.

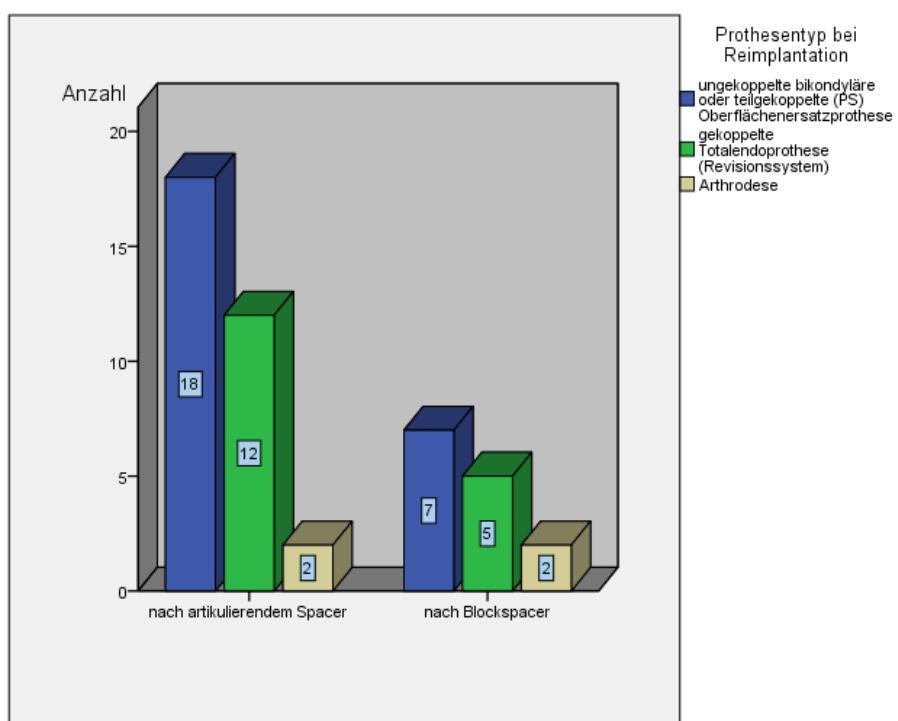


Abb. 5.1 – 9: Prothesentyp bei Reimplantation nach artikulierenden Spacern und Blockspacern

### **5.1.1.3 Komplikationen, Reoperationen wegen Infektion, Reinfektionsrate und Rate der persistierenden Infektionen**

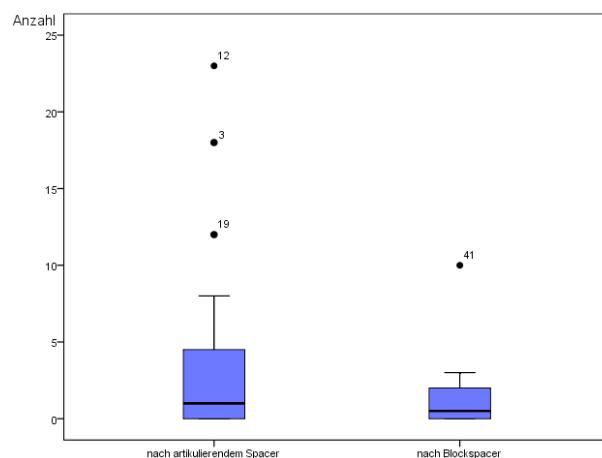
#### **5.1.1.3.1 Gesamtanzahl der Revisionseingriffe**

**Tab. 5.1 – 3: Stichprobengröße**

	artikulierende Spacer	Blockspacer
Stichprobengröße	n = 32	n = 14

In der Gruppe der artikulierenden Spacer unterzogen sich die Patienten im Mittel einem Revisionseingriff [0/23]. In der Gruppe der Blockspacer betrug die mittlere Anzahl der Revisionseingriffe 0,5 [0/10].

Ein signifikanter Unterschied ( $p = 0,62$ ) konnte nicht nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*).



**Abb. 5.1 – 10: Gesamtanzahl der Revisionseingriffe nach artikulierenden Spacern und Blockspacern**

### 5.1.1.3.2 Reoperationsrate wegen Infektion

Tab. 5.1 – 4: Stichprobengröße

	artikulierende Spacer	Blockspacer
Stichprobengröße	n = 32	n = 15

In der Gruppe der artikulierenden Spacer war die Rate der Reoperationen wegen Reinfektion oder persistierender Infektion 38% (n = 12). In der Gruppe der Blockspacer betrug die Reoperationsrate 33% (n = 5).

Es konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 1,0$ ) nachgewiesen werden (*Chi – Quadrat – Test nach Pearson*).

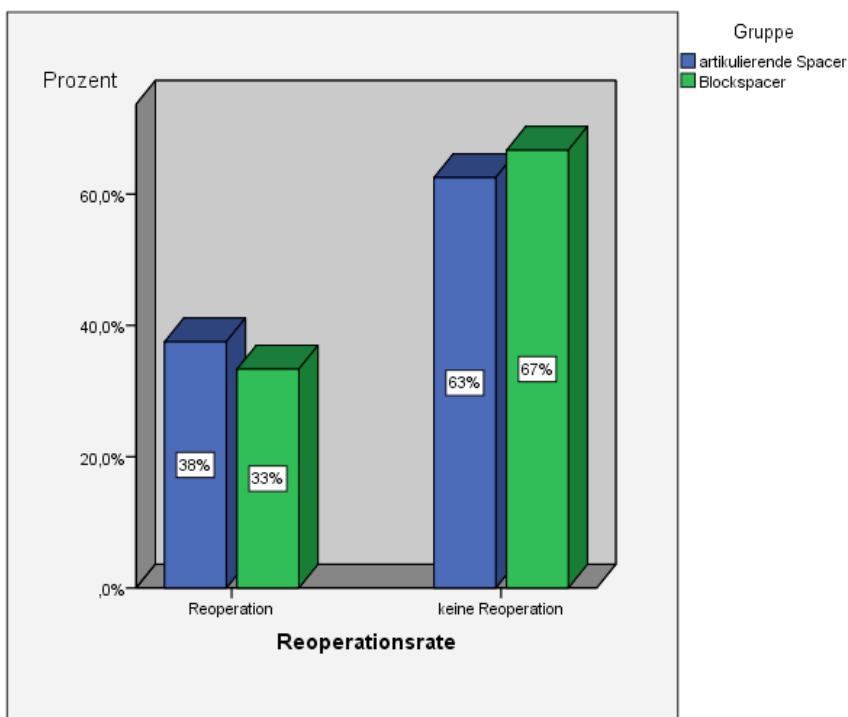


Abb. 5.1 – 11: Reoperationsrate wegen Infektion nach artikulierenden Spacern und Blockspacern

### 5.1.1.3.3 Komplikationen in der Interimsphase

Tab. 5.1 – 5: Stichprobengröße

	artikulierende Spacer	Blockspacer
Stichprobengröße	n = 32	n = 15

#### 5.1.1.3.3.1 Nicht Spacer-assoziierte Komplikationen

##### 5.1.1.3.3.1.1 Rate der persistierenden Infektionen

In der Gruppe der artikulierenden Spacer betrug die Rate der persistierenden Infektionen 13% (n = 4). Sie war um den Faktor 1,9 höher als in der Gruppe der Blockspacer, in der es bei 7% (n = 1) der Patienten eine persistierende Infektion gab.

Es konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,66$ ) nachgewiesen werden (*Chi – Quadrat – Test nach Pearson*). Dennoch kann tendenziell angenommen werden, dass die Rate der persistierenden Infektionen bei der Versorgung mit einem artikulierenden Spacer höher ist.

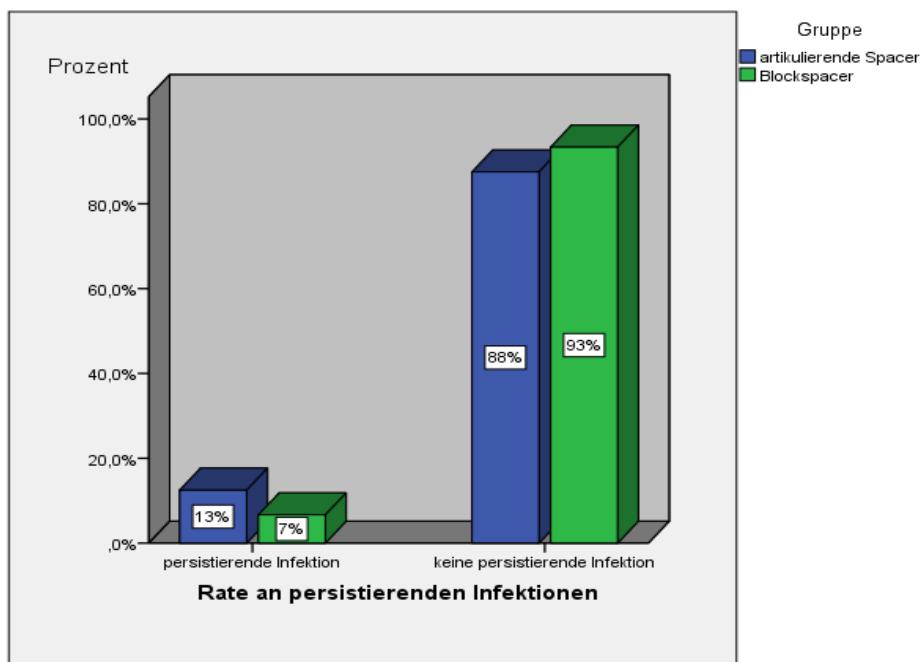


Abb. 5.1 – 12: Rate der persistierenden Infektionen nach artikulierenden Spacern und Blockspacern

Im Folgenden werden die fünf Patienten mit Infektpersistenz während der Interimsphase dargestellt.

**Tab. 5.1 – 6: Persistierende Infektionen in der Interimsphase**

Pat.	Spacer	Art der Komplikation und Indikation zur Therapie	Therapeutische Vorgehensweisen
1	Block	1. Persistierende Infektion nach 8 Wochen Interimsphase	Spacerwechsel
		2. Präligamentäre Weichteilnekrose	Weichteilrevision und Nekrektomie
2	artikulierend Block	1. Persistierende Infektion nach 3 Wochen Interimsphase	Spacerwechsel, Gentamicin-Vancomycin-Ketten
		2. Persistierende Infektion nach 4 Wochen Interimsphase	Spacerwechsel, Gentamicin-Vancomycin-Ketten
		3. Fistelung nach TEP - Reimplantation	Einlegen eines Sulmycinstreifens
		4. Periprosthetische distale Femurfraktur	TEP-Wechsel auf GMRS-Revisionsprothese 42 Monate nach Reimplantation
		5. Chronische prätabiale Fistelung (Staph. aureus)	Fistelpülung, Entfernung der Fixationsschrauben der Tuberositasosteotomie
		6. Chronische Ulzeration des Kniegelenkes und DIII des ipsilateralen Fußes, Verschluss der A. femoralis superficialis bds.	Indikation zur Arthrodese → Ablehnung durch den Patienten → Oberschenkelamputation 44 Monate nach Reimplantation
3	artikulierend	Oberflächliche Wundheilungsstörung	Wunddebridement, offene Wundbehandlung
4	artikulierend	1. Persistierende Infektion	Reimplantation und multiple Revisionseingriffe mit 3-maliger Spaceranlage und Teilentfernung der Prothese
		2. Persistierende Infektion (Staph. epidermidis und Staph. aureus)	In domo anästhesiologischerseits keine OP-Freigabe zum Zeitpunkt der geplanten Reimplantation Erneute TEP-Explantation und Spacerimplantation in domo 3 Jahre nach Reimplantation
	artikulierend	3. Sepsis, Bronchopneumonie, HWI (Proteus mirabilis)	Intensivtherapie
		4. Weiter persistierende Infektion (Empyem bei Spacer in situ)	Spacerwechsel in domo, Vacusealeinlage Nach mehrfachen VAC - Wechseln Meshgraftdeckung Keine Reimplantation

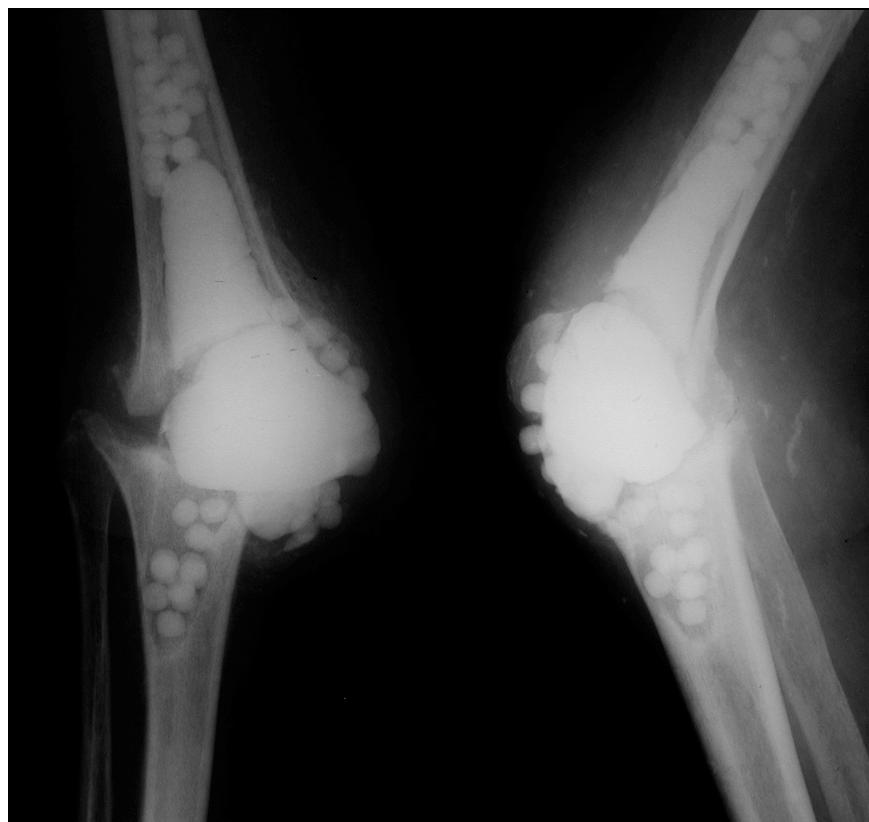
Bei einem Patienten war sowohl eine in der Interimsphase persistierende Infektion als auch eine Reinfektion nach erfolgter TEP-Reimplantation zu beobachten. Der Verlauf dieses Patienten wird unter Kapitel 5.1.1.3.4.1, Tab. 5.1 – 11 genauer dargelegt.

**Tab. 5.1 – 7: Internistische Komplikationen**

Pat.	Spacer	Art der Komplikation und Indikation zur Therapie	Therapeutische Vorgehensweisen
1	Block	1. Pneumonie bei bekanntem Bronchial - Ca	Verlegung in Pulmonologie und i.v. - Antibiose 4 Wochen nach Spacerimplantation
		2. Pectangina	Internistischerseits keine OP - Freigabe zur geplanten Arthrodesen nach Spacersversorgung Tod 9 Monate nach Spacerimplantation mit Spacer in situ
2	Block	TVT 8 Wochen nach Spacerimplantation	Vollantikoagulation
3	Block	Passagere Transaminasenerhöhung, Kathetersepsis	Katheterwechsel, i.v. - Antibiose
4	artikulierend	Akutes Nierenversagen	Konservative Therapie
5	artikulierend	1. Kardiale Dekompensation mit Vorhofflimmern nach Spacerimplantation	Medikamentöse Kardioversion
		2. Zoster - Infektion Th3/4 nach Reimplantation	Virustatische Therapie
6	artikulierend	1. Postoperativer Myokardinfarkt nach Spacerimplantation	Koronarangiographie und Stenting
		2. Allergisch - toxisches Arzneimittelexanthem mit drohendem Lyell - Syndrom (vermutlich auf Vancomycin und Rifampicin)	Systemische und topische Cortisontherapie
		3. Erysipel des ipsilateralen Unterschenkels 3 Wochen nach Spacerimplantation	i.v. - Antibiose, topische Therapie

### 5.1.1.3.3.2 Spacer-assoziierte Komplikationen

Bei einem Patienten mit einem Blockspacer kam es zu einer Spacerluxation nach medial. Nach geschlossener Spacerreposition war keine operative Revision notwendig. Im Rahmen der Endoprothesenreimplantation konnte ein Zementbruch des Spacers festgestellt werden, der klinisch asymptomatisch blieb.



**Abb. 5.1 – 13: Spacerluxation**

### 5.1.1.3.4 Komplikationen nach Endoprothesenreimplantation

#### 5.1.1.3.4.1 Reinfektionsrate

Tab. 5.1 – 8: Stichprobengröße

	artikulierende Spacer	Blockspacer
Stichprobengröße	n = 32	n = 15

In der Gruppe der artikulierenden Spacer betrug die Reinfektionsrate 28% (n = 9) gegenüber 27% (n = 4) in der Gruppe der Blockspacer.

Ein signifikanter Unterschied ( $p = 1,0$ ) konnte nicht nachgewiesen werden (*Chi – Quadrat – Test nach Pearson*).

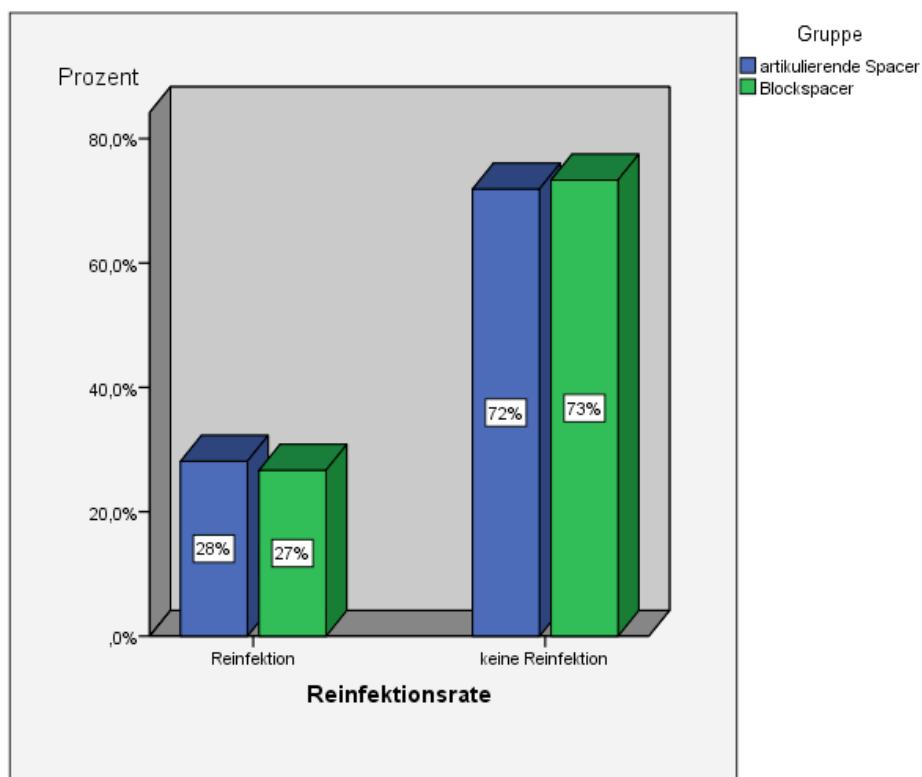


Abb. 5.1 – 14: Reinfektionsrate nach artikulierenden Spacern und Blockspacern

Im Folgenden werden die 14 Fälle (13 Patienten, 14 Knie) mit einer Reinfektion nach erfolgtem zweizeitigem Endoprothesenwechsel aufgelistet.

**Tab. 5.1 –9: Reinfektionen**

Pat.	Spacer	Art der Komplikation und Indikation zur Therapie	Therapeutische Vorgehensweisen
1	artikulierend *		Reimplantation sowie alle aufgezählten Revisionen alio loco:
		1. Reinfektion der Knie - TEP	Erneute TEP - Explantation und Spacerimplantation 6 Monate nach Reimplantation
	artikulierend	2. Femurfraktur	Plattenosteosynthese 6 Monate nach letzter Reimplantation
		3. Reinfektion der Knie - TEP	Erneute TEP - Explantation und Spacerimplantation 8 Monate nach letzter Reimplantation
	Block		Schließlich Reimplantation einer Tumorprothese
2	Block	1. Postoperatives infiziertes Hämatom (Staph. epidermidis, Koagulase - neg. Staphylokokken)	Hämatomausräumung, Debridement, Inlaywechsel
		2. Prätibialer Weichteilinfekt (Staph. epidermidis, Koagulase - neg. Staphylokokken)	Entfernung der Fixationsschrauben der Tuberositasosteotomie, Einlegen eines Sulmycinstreifens
		3. Rezidivierender prätibialer Weichteilinfekt	i.v. - Antibiose
		4. Reinfektion der Knie - TEP (Staph. epidermidis)	TEP - Wechsel auf Scorpio TS - Revisionsprothese
3	artikulierend	1. Gelockerter Fixateur externe nach Arthrodese	Pindebridement, Nachspannen, ventrale Fixateurerweiterung 6 Wochen nach Arthrodese
		2. Phlegmonöse Entzündung nach Entfernung des Fixateur externe	Topische Therapie
		3. Reinfektion der Arthrodese	Arthrodesausräumung, Einlegen von Gentamicin - Vancomycin - Ketten, ventraler Fixateur externe
		4. Infektpseudarthrose	Teilabbau des Fixateur externe, Kettenausbau, Spongiosaanfrischung, Knochenanlagerung, Restabilisierung Fixateur externe
		5. Nervenschädigung des peronealen Anteils des N. ischiadicus	Entfernung des Fixateur externe
4	artikulierend	1. Kardiale Dekompensation nach Spacerimplantation	Konservative Therapie
		2. Reinfektion mit gleichem Keim in Form einer Unterschenkelphlegmone	Debridement, Inlaywechsel, Einlegen eines Sulmycinstreifens 1 Monat nach Reimplantation

\* ohne Antibiotikazusatz wegen multipler Allergien (Arzneimittelallergie gegen Vancomycin und Gentamicin)

Nachfolgend werden sehr schwerwiegende Verläufe einzelner Patienten dargestellt, die aufgrund ihrer Komplexität einzeln aufgeführt werden müssen.

**Tab. 5.1 –10: Patient 1**

<b>Pat. 1</b>	<b>Spacer</b>	<b>Art der Komplikation und Indikation zur Therapie</b>	<b>Therapeutische Vorgehensweisen</b>
rechts	artikulierend	1. Postoperative Wundheilungsstörung nach TEP - Reimplantation	Lokale Wundrevision mit Fistelausschneidung, Debridement, Einlegen eines Sulmycinstreifens
		2. Dislokation der Tuberositas tibiae	Schraubenwechsel, transossäre Rahmencerclage
		3. Prätibialer Weichteilinfekt (Staph. aureus, Enterococcus faecalis, Staph. simulans)	Entfernung der Cerclage und der Fixationsschrauben der Tuberositasosteotomie, Debridement, Vacusealeinlage Mehrere Vac - Wechsel, schließlich Meshgraftdeckung
		4. Pseudobursa mit chronischer Fistelung (Staph. epidermidis)	Pseudobursaexstirpation
		5. Persistierende Sekretion (Pseudomonas aeruginosa)	Wundrevision, Debridement, Vacusealeinlage
		6. Reinfektion der Knie - TEP	TEP - Explantation, Einlegen von Gentamicin - Vancomycin - Ketten, Stabilisierung mittels Fixateur externe
			Nach Infektberuhigung Reimplantation einer GSB - Revisionsendoprothese
		7. Frühinfekt (Enterococcus faecalis)	Arthrotomie, Spülung, Prothesenerhalt
		8. Subkutane Fistelung	Fistelexzision, Debridement, Einlegen eines Sulmycinstreifens (zweimalig)
		9. Reinfektion der Knie - TEP (Enterococcus faecalis)	TEP - Explantation, erneut Einlegen von Gentamicin - Vancomycin - Ketten, Stabilisierung mittels Fixateur externe
		10. Wunddehiszenz und Pininfektion	Operative Wundrevision mit Pinrevision und Wundverschluss Definitive Arthrodese mittels Fixateur externe
		11. Dislokation der Arthrodese	Operative Korrektur und innere Stabilisierung mit 2 gekreuzten Zugschrauben
		12. Mehrere Pininfekte, einmal mit simultanem HWI, Bruch eines Pins	Pinrevision und Entfernung des gebrochenen Pins, intensive Pin - Pflege
		13. Erneuter Bruch eines Pins	Pinrevision und Entfernung des gebrochenen Pins
			Entfernung des Fixateur externe
		14. Non - union	Dauerhafte Versorgung mit einer Orthese
links	Block	Subkutaninfekt bei Fettgewebsnekrose	Fistelexzision, Einlegen von Gentamicin - Ketten



**Abb. 5.1 – 15:** Klinischer Befund eines prätibialen Weichteilinfektes (links) und klinischer Befund nach Meshgraftdeckung des Defektes nach langwieriger VAC - Therapie (rechts) (s. Tab. 5.1-10)



**Abb. 5.1 – 16:** Rechtes Knie a.p. und seitlich:  
Arthrodese nach operativer Korrektur und innerer Stabilisierung mit zwei gekreuzten  
Zugschrauben, non - union (s. Tab. 5.1-10)

**Tab. 5.1 –11: Patient 2 (persistierende Infektion und Reinfektion)**

Pat. 2	Spacer	Art der Komplikation und Indikation zur Therapie	Therapeutische Vorgehensweisen
	artikulierend	1. Persistierende Infektion nach 3 - wöchiger Interimsphase	Spacerwechsel und Einlegen von Gentamicin - Vancomycin - Ketten
	Block	2. Persistierende Infektion nach 4 - wöchiger Interimsphase	Spacerwechsel und Einlegen von Gentamicin - Vancomycin - Ketten
	Block	3. Fistelung nach TEP - Reimplantation	Einlegen eines Sulmycinstreifens
		4. Periprosthetische distale Femurfraktur	TEP - Wechsel auf GMRS - Revisionsprothese 42 Monate nach Reimplantation
		5. Chronische prätabiale Fistelung (Staph. aureus)	Fistelspülung, Entfernung der Fixationsschrauben der Tuberositasosteotomie
		6. Chronische Ulzeration des Kniegelenkes und DIII des ipsilateralen Fußes, Verschluss der A. femoralis superficialis bds.	Indikation zur Arthrodese → Ablehnung durch den Patienten → Oberschenkelamputation 44 Monate nach Reimplantation

**Tab. 5.1 –12: Patient 3**

Pat. 3	Spacer	Art der Komplikation und Indikation zur Therapie	Therapeutische Vorgehensweisen
	artikulierend	1. Wundheilungsstörung	Entfernung der Fixationsschrauben der Tuberositasosteotomie, offene Wundbehandlung
		2. Erneute Wundheilungsstörung	Wunddebridement, Entfernung der restlichen Fixationsschrauben der Tuberositasosteotomie
		3. Persistierende Sekretion und chronische Schmerzen: Reinfektion	TEP - Explantation, Sulmymceinlage und Arthrodese mittels Fixateur externe 20 Monate nach Reimplantation
		4. Weichteil - und Pininfekt (E. coli und nicht - hämolysierende Streptokokken)	Vacusealeinlage, Pinneuanlage
		5. Markraumphlegmone Tibia und Femur (Peptostreptokokken), infrapatellarer Weichteildefekt, simultane ZVK - Sepsis	Fixateurentfernung, Debridement, Einlegen von Gentamicin - Vancomycin - Ketten, Vacusealeinlage
		6. Prätibialer Vollhautdefekt	Meshgraftdeckung
		7. Non - union	Implantation eines Arthrodesennagels 48 Monate nach Kompressionsarthrodese



**Abb. 5.1 – 17: Weichteilinfektion nach Arthrodese, intraoperatives Bild nach Entfernung der Fixateuranordnung (links) und gleicher Befund nach Vac - Therapie mit sichtbarer Granulation (rechts) (s. Tab. 5.1-12)**



**Abb. 5.1 – 18: Gleicher Befund intraoperativ nach Meshgraftdeckung des infrapatellaren Hautdefektes (s. Tab. 5.1-12)**

**Tab. 5.1 –13: Patient 4**

Pat. 4	Spacer	Art der Komplikation und Indikation zur Therapie	Therapeutische Vorgehensweisen
	artikulierend	1. Pseudarthrose im Bereich der Tuberossitas tibiae	Tuberossitasrefixation
		2. Subtotale Spontanruptur des Lig. patellae und Wundheilungsstörung im Bereich der linken proximalen Tibia	Revision mit Debridement, Nachziehen der Fixationsschrauben, Einlegen eines Sulmycinstreifens
		3. Chronisches Schmerzsyndrom	Analgetische Therapie und Krankengymnastik
			Alle folgenden Revisionen alio loco:
		4. Rezidivierende Fistelungen auf Höhe des Tibiaplateaus (ESBL)	TEP - Wechsel auf TC3 - Revisionsprothese Mehrfaeche Wundrevisionen, teilweise mit Vacusealeinlage, Blutegel - Therapie
		5. Reinfektion der Knie - TEP	Erneuter TEP - Ausbau und Anlage einer temporären Arthrodesis mittels Fixateur externe
		6. Reinfektion der Knie - TEP nach erneuter Reimplantation einer S-Rom-Knie-TEP	Erneuter TEP - Ausbau und Anlage einer temporären Arthrodesis mittels Fixateur externe und Vacusealeinlage
			Nach zahlreichen VAC - Wechseln definitive Arthrodesis mit einem Arthrodesennagel

**Tab. 5.1 –14: Patient 5**

Pat. 5	Spacer	Art der Komplikation und Indikation zur Therapie	Therapeutische Vorgehensweisen
	artikulierend	1. Persistierende Infektion	Reimplantation und multiple Revisionseingriffe mit 3 - maliger Spaceranlage und Teilentfernung der Prothese
		2. Persistierende Infektion (Staph. epidermidis, Staph. aureus)	In domo anästhesiologischerseits keine OP - Freigabe zum Zeitpunkt der geplanten Reimplantation Erneute TEP - Explantation und Spacerimplantation in domo 3 Jahre nach Reimplantation
	artikulierend	3. Sepsis, Bronchopneumonie, HWI (Proteus mirabilis)	Intensivtherapie
		4. Weiter persistierende Infektion (Empyem bei Spacer in situ) nach 5 - monatiger Interimsphase (Staph. aureus)	Spacerwechsel in domo, Vacusealeinlage Nach mehrfachen VAC - Wechseln Meshgraftdeckung
			Bisher keine Reimplantation

**Tab. 5.1 –15: Patient 6**

Pat. 6	Spacer	Art der Komplikation und Indikation zur Therapie	Therapeutische Vorgehensweisen
	artikulierend	1. Reinfektion der Knie - TEP, Hautdefekt ( $\beta$ - hämolysierende Streptokokken der Gruppe G)	Diagnostische ASK und Spülung alio loco Erneute TEP - Explantation und Spacerimplantation (Block) 22 Monate nach Reimplantation, Meshgraftdeckung
		2. Erneute Reinfektion (Staph. epidermidis)	Erneute TEP - Explantation und Spacerimplantation (Block) 4 Monate nach letzter Reimplantation Anschließend Arthrodesis mittels Fixateur externe
	Block	1. Infektpseudarthrose nach definitiver Arthrodesis mittels Fixateur externe 2. Phlegmone linker Fuß, multiple Ulzera und Dekubitus bei pAVK 3. Reinfektion	→ Oberschenkelamputation auf Wunsch des Patienten



**Abb. 5.1 – 19: Phlegmonöse und ulzerierende Veränderungen des Fußes bei pAVK (s. Tab. 5.1-15)**

**Tab. 5.1 –16: Patient 7**

<b>Pat. 7</b>	<b>Spacer</b>	<b>Art der Komplikation und Indikation zur Therapie</b>	<b>Therapeutische Vorgehensweisen</b>
	artikulierend	1. Reinfektion mit Wegschmelzung des Lig. patellae mit medialer Instabilität und beginnendem septischen Schockzustand ( $\beta$ - hämolysierende Streptokokken der Gruppe G) , Erysipel des ipsilateralen Unterschenkels	Debridement, Inlaywechsel, Einlegen eines Sulmycinstreifens
		2. Pininfektion	Erneute TEP - Explantation und Anlage einer temporären Arthrodesis mit Einlegen von Gentamicin - Vancomycin - Ketten
		3. HWI	Debridement, Neuanlage des Fixateur externe und definitive Kompressionsarthrodese 19 Monate nach Reimplantation
		4. Pseudomembranöse Colitis	Antibiose
		Non - Union nach Entfernung des Fixateur externe	Metronidazol
			Indikation zur Rearthrodese, seitens des Patienten angesichts des erhöhten Risikoprofils nicht erwünscht

**Tab. 5.1 –17: Patient 8**

<b>Pat. 8</b>	<b>Spacer</b>	<b>Art der Komplikation und Indikation zur Therapie</b>	<b>Therapeutische Vorgehensweisen</b>
	artikulierend	1. Patellasehnenausriss nach Reimplantation	Modifizierte Rahmannnaht nach McLaughlin, Umkipp - Plastik zur Verlängerung des Lig. patellae, transossäre Refixierung
		2. Postoperatives infiziertes Hämatom, Wundheilungsstörung (Staph. epidermidis, Enterobacteriaceae)	Hämatomausräumung mit Debridement und Lavage
		3. Wundheilungsstörung	Arthrotomie, Debridement, Einlegen eines Sulmycinstreifens Nekrektomie, Spülung
		4. Subkutane Abszedierung im Bereich des Unterschenkels	Debridement, Nekrektomie, Einlegen von Gentamicin - Vancomycin - Ketten, Entfernung der i.R. der Patellasehnenrekonstruktion implantierten Kortikalisschrauben
		5. Stauungsdermatitis und postthrombotisches Syndrom des Unterschenkels	Konservative Therapie
		6. Penetration von 2 Antibiotikakugeln durch eine Wunddehiszenz unterhalb der Patella	Ambulante Entfernung der penetrierten Kugeln

**Tab. 5.1–18: Patient 9**

<b>Patient 9</b>	<b>Spacer</b>	<b>Art der Komplikation und Indikation zur Therapie</b>	<b>Therapeutische Vorgehensweisen</b>
	Block	1. aseptische Lockerung nach Reimplantation	Prothesenwechsel auf GSB-Prothese
		2. prätibialer Infekt mit Verbindung zum Prothesenstiel (Staph. epidermidis)	Infektausräumung, Sulmycin-, Gentamicin-Ketten.- Einlage Kettenwechsel auf Gentamicin-Vancomycin-Ketten Erneuter Kettenwechsel, resistenzgerechte Antibiose
		3. Infekt Tibiakopf (Strep. Agalactiae der Serogruppe B), Fistel der rechten proximalen Tibia	Fistelrevision, Sulmycineinlage Mehrfaache Revisionen mit VAC-Anlage Knochendefektdeckung mit Gentamicin-Vancomycin-PMMA Resistenzgerechte Antibiose
	Block (tibiale und femorale Komponenten) mit Fixateur externe	4. Persistierender Infekt	9. Erneuter Prothesenausbau, Spacerblock-Anlage, Gentamicin-Ketten, Anlage eines Fixateur externe zur temporären Stabilisierung →Arthrodesis mit Arthrodesennagel der Fa. Brehm

### 5.1.1.3.4.2 Aseptische Revisionen

**Tab. 5.1 –19: Zusammenfassung aseptischer Komplikationen nach Endoprothesenreimplantation**

Pat.	Spacer	Art der Komplikation und Indikation zur Therapie	Therapeutische Vorgehensweisen
1	Block	Aseptische TEP - Lockerung 72 Monate nach TEP - Reimplantation	Aseptischer TEP - Wechsel, Knochenaufbauplastik
2	artikulierend	1. Verzögerte Wundheilung bei Vacusealeinlage wegen zu großer Weichteilspannung bereits bei Spacerimplantation	Sekundärnaht und Meshgraftdeckung
		2. Sturz und distale Radiusfraktur	K - Draht - Osteosynthese
		3. Aseptische TEP - Lockerung 58 Monate nach TEP - Reimplantation	Aseptischer TEP - Wechsel
3	Block	Aseptische Lockerung der Tibiakomponente und Kniestiefe	Arthrolyse, aseptischer Wechsel der Tibiakomponente, Patellarückflächenersatz 19 Monate nach Reimplantation
4	Block	Aseptische Lockerung der Tibiakomponente	Aseptischer Wechsel der Tibiakomponente
5	artikulierend	1. Aseptische TEP - Lockerung	TEP - Wechsel 84 Monate nach Reimplantation
		2. Patellalateralisation und -fraktur	Konservative Therapie, internistischerseits keine OP - Freigabe zur Revision
6	artikulierend	1. Nervenläsion der sensiblen Anteile des N. femoralis bei Spacerimplantation	-----
		2. Arthrofibrose und ausgeprägte Bewegungseinschränkung nach TEP - Reimplantation	Offene Arthrolyse und Entfernung der Fixationsschrauben der Tuberositasosteotomie
7	Block	1. Kniegelenksdistorsion und Schrubenbruch im Bereich der proximalen Tibia und V.a. erneute septische TEP - Lockerung i.R. der Nachuntersuchung	Nach Dreiphasenskelettszintigraphie und Leukozytenszintigraphie mit V.a. septische TEP - Lockerung Symptomregredienz durch konservative Therapie. Kniegelenkpunktion: Kein Erregernachweis
8	artikulierend	1. Schmerzsyndrom	Stationäre Schmerztherapie in domo
		2. Aseptische TEP - Lockerung	TEP - Wechsel alio loco (Reimplantation ebenfalls bereits alio loco)

### 5.1.2 Ergebnisse der klinischen Untersuchung

#### 5.1.2.1 Narbenverhältnisse

Bei allen nachuntersuchten Patienten ( $n = 37$ ) stellten sich die Narben reizlos dar. Häufiger berichteten die Patienten von einem lokalisierten Taubheitsgefühl im Narbengebiet. Ein Patient, bei dem es im Rahmen der Arthrodese nach Spacerversorgung zu einer Nervenschädigung des Nervus peroneus gekommen war, gab eine Hypästhesie im ipsilateralen Fuß nach längerem Gehen an.

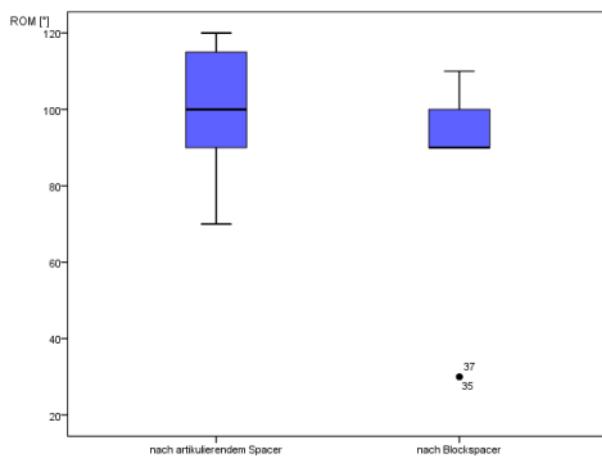
### **5.1.2.2 Bewegungsausmaß nach der Neutral – Null – Methode zum Untersuchungszeitpunkt**

**Tab. 5.1 – 20: Stichprobengröße**

	artikulierende Spacer	Blockspacer
Stichprobengröße	n = 17	n = 10

Bei den Patienten mit artikulierender Spacerversorgung lag das mittlere Bewegungsausmaß des Kniegelenkes nach der Neutral – Null – Methode zum Nachuntersuchungszeitpunkt bei 0/0/100° [0/0/70° / 0/0/120°]. Die Patienten, die mit einem Blockspacer versorgt worden waren, hatten ein mittleres Bewegungsausmaß von 0/0/90° [0/0/30° / 0/0/110°].

Es konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,102$ ) nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – U – Test*). In der Gruppe der artikulierenden Spacer [0/0/70° / 0/0/120°] war das Flexionsvermögen jedoch tendenziell besser als in der Gruppe der Blockspacer [0/0/30° / 0/0/110°].



**Abb. 5.1 – 20: Bewegungsausmaß nach der Neutral–Null–Methode nach artikulierenden Spacern und Blockspacern**

### 5.1.2.3 Beinlängendifferenz zum Untersuchungszeitpunkt

Tab. 5.1 – 21: Stichprobengröße

	artikulierende Spacer	Blockspacer
Stichprobengröße	n = 23	n = 13

In der Gruppe der artikulierenden Spacer lag die mittlere Beinlängendifferenz bei 0 cm [0/3,5]. In der Gruppe der Blockspacer betrug die Beinlängendifferenz im Mittel ebenfalls 0 cm [0/2,5].

Es konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,978$ ) nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*).

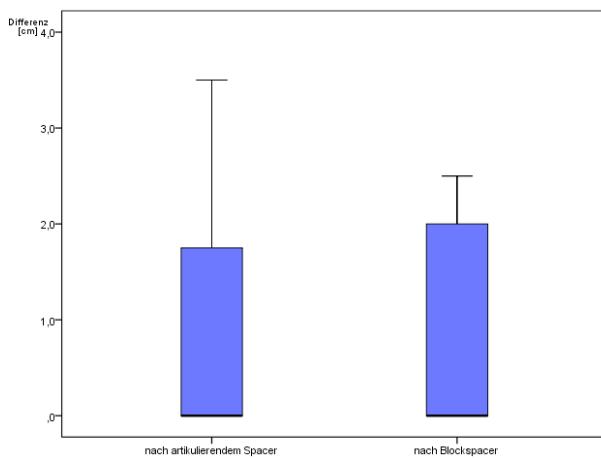


Abb. 5.1 – 21: Beinlängendifferenz nach artikulierenden Spacern und Blockspacern

### 5.1.2.4 Ergebnisse der Auswertung der Kniescores

Tab. 5.1 – 22: Stichprobengröße

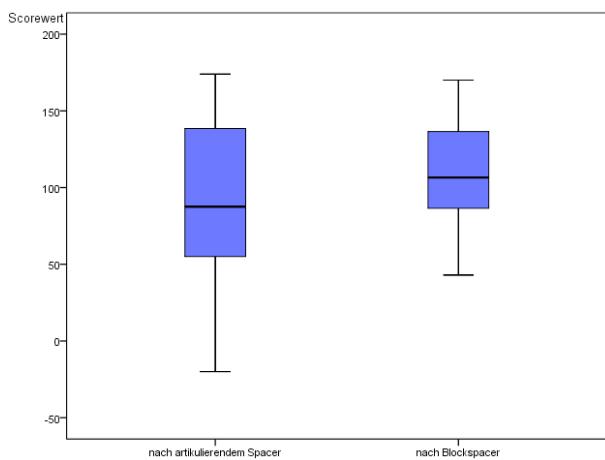
	artikulierende Spacer	Blockspacer
Stichprobengröße	n = 24	n = 12

#### 5.1.2.4.1 Score der "Knee Society"

##### 5.1.2.4.1.1 Gesamtscore der "Knee Society"

Der Gesamtscorewert errechnet sich aus der Summe der Scorewerte des Knee – und Function – Scores. In der Gruppe der artikulierenden Spacer ergab sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein mittlerer Gesamtscorewert von 87,5 [- 20/174]. In der Gruppe der Blockspacer lag der Gesamtscorewert im Mittel bei 106,5 [43/170]. Ein signifikanter Unterschied ( $p = 0,262$ ) konnte nicht nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*).

Um die Unterschiede nach der Implantation eines artikulierenden Spacers bzw. eines Blockspacers zu spezifizieren, werden im Folgenden einzelne Dimensionen des Scores der "Knee Society" dargestellt.

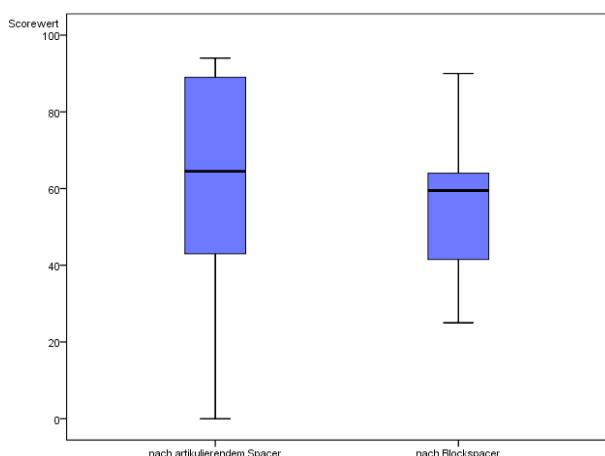


**Abb. 5.1 – 22: Knee Society Score – Gesamtscore –**

#### 5.1.2.4.1.2 Knee – Score

Der Knee – Score setzt sich zusammen aus den Dimensionen Schmerz, Bewegungsausmaß und anteroposteriore sowie mediolaterale Stabilität. Das Vorliegen einer Beugekontraktur, eines Streckdefizites oder einer Varus – bzw. Valgusdeformität führt zu Punktabzügen in der Scoreauswertung.

In der Gruppe der artikulierenden Spacer erreichten die Patienten einen mittleren Scorewert von 64,5 [0/94]. Bei den Patienten, die einen Blockspacer erhalten hatten, lag der Scorewert des Knee – Scores im Mittel bei 59,5 [25/90]. Es konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,330$ ) nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*). Tendenziell wurden im Knee – Score in der Gruppe der artikulierenden Spacer allerdings etwas bessere Ergebnisse erzielt.



**Abb. 5.1 – 23: Knee - Score**

In den einzelnen Teildimensionen konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*).

In der Kategorie Schmerz wurde sowohl in der Gruppe der artikulierenden als auch in der Gruppe der Blockspacer ein mittlerer Scorewert von 20 [0/50] erreicht. Dies entspricht mäßigen oder gelegentlich auftretenden Schmerzen. Stärkste Schmerzen hatte in der Gruppe der Blockspacer nur ein einziger Patient, wohingegen in der Gruppe der artikulierenden Spacer vier Patienten über stärkste Schmerzen berichteten. Tendenziell kann angenommen werden ( $p = 0,251$ ), dass die Patienten, die einen artikulierenden Spacer erhalten hatten, zum Untersuchungszeitpunkt stärkere Schmerzen hatten als diejenigen, die mit einem Blockspacer versorgt worden waren.

In der Kategorie Bewegungsausmaß schnitten die beiden Gruppen ebenfalls ähnlich ab. Der mittlere Scorewert der Gruppe der artikulierenden Spacer lag bei 18,5 [0/24], der mittlere Scorewert der Blockspacer betrug 18 [0/22].

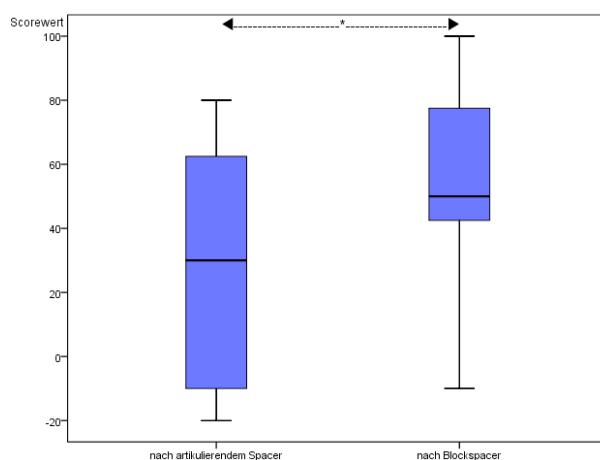
In der Kategorie Gelenkstabilität erreichten die Patienten, die mit einem artikulierenden Spacer versorgt worden waren, im Mittel 25 Scorepunkte [0/25]. Dies entspricht der maximal erreichbaren Punktzahl. In der Gruppe der Blockspacer lag der mittlere Scorewert ebenfalls bei 25 [15/25]. Kein Patient, der mit einem Blockspacer behandelt worden war, hatte eine anteroposteriore Instabilität von  $> 10$  mm bzw. eine mediolaterale Instabilität von  $> 15^\circ$ , während in der Gruppe der artikulierenden Spacer die genannte Instabilität bei zwei Patienten festgestellt werden konnte. Diese Patienten hatten eine misslungene Arthrodese.

Punktabzüge wegen einer Deformität wie Beugekontraktur, Streckdefizit oder Varus – bzw. Valgusdeformität waren in beiden Gruppen mit einem mittleren Abzug von 0 ([0/20] in der Gruppe der artikulierenden Spacer und [0/7] in der Gruppe der Blockspacer) identisch.

#### **5.1.2.4.1.3 Function – Score**

Der zweite Teil des Scores der "Knee Society", der Function – Score, setzt sich aus den beiden Dimensionen Gehen und Treppensteigen zusammen. Bei Zuhilfenahme von Gehstöcken, Unterarmgehstützen oder einem Rollator werden Punkte vom Scorewert subtrahiert. In der Gruppe der artikulierenden Spacer wurde ein mittlerer Scorewert von 30 [-20/80] erreicht. In der Gruppe der Blockspacer betrug der im Mittel erreichte Scorewert 50 [-10/100].

Hier konnten die Patienten, die einen Blockspacer erhalten hatten, signifikant ( $p = 0,043$ ) bessere Ergebnisse erzielen (*Mann – Whitney – Test*).



**Abb. 5.1 – 24: Function - Score**

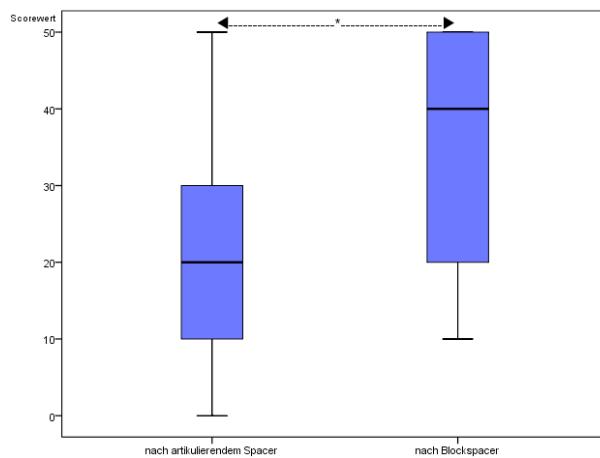
Die beiden Teildimensionen Gehstrecke und Treppensteigen werden im Folgenden einzeln aufgeführt. Hinsichtlich der Abzüge wegen der Zuhilfenahme von Gehhilfen wie Gehstöcken, Unterarmgehstützen oder einem Rollator unterschieden sich die Gruppen nicht signifikant ( $p = 0,959$ ) (*Mann – Whitney – Test*). In beiden Gruppen lag der mittlere Punktabzug bei 5 [0/20].

#### **5.1.2.4.1.3.1 Teildimension Gehstrecke**

Die Patienten, die in der Infektphase mit einem artikulierenden Spacer versorgt worden waren, erreichten einen mittleren Scorewert von 20 [0/50].

In der Gruppe der Blockspacer betrug der mittlere Scorewert 40 [10/50]. In dieser Gruppe gab es keinen Patienten, der unfähig war zu gehen.

In der Teildimension Gehstrecke konnte bei den Patienten der Gruppe der Blockspacer ein signifikant besseres Ergebnis ( $p = 0,037$ ) nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*).

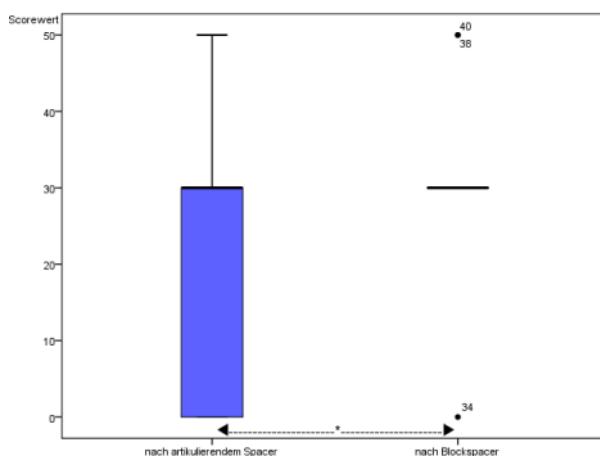


**Abb. 5.1 – 25: Teildimension Gehstrecke**

#### 5.1.2.4.1.3.2 Teildimension Treppensteigen

Sowohl in der Gruppe der artikulierenden Spacer als auch in der Gruppe der Blockspacer lag das mittlere Scoreergebnis bei 30 [0/50]. Abb. 5.1 – 26 zeigt, dass bei den Patienten, die mit einem Blockspacer versorgt worden waren, bis auf drei Ausreißer alle den Wert 30 erreichten. Der Scorewert 0 wurde hier nur einem einzigen Patienten zugeordnet, bei dem nach Protheseninfektion beidseits das rechte Kniegelenk definitiv versteift und das linke Kniegelenk mit einer Revisionsprothese versorgt wurde. Dagegen waren in der Gruppe der artikulierenden Spacer zehn Patienten nicht in der Lage zum Treppensteigen.

Es konnte ein signifikanter Unterschied ( $p = 0,028$ ) zu Gunsten der Gruppe der Blockspacer nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*).



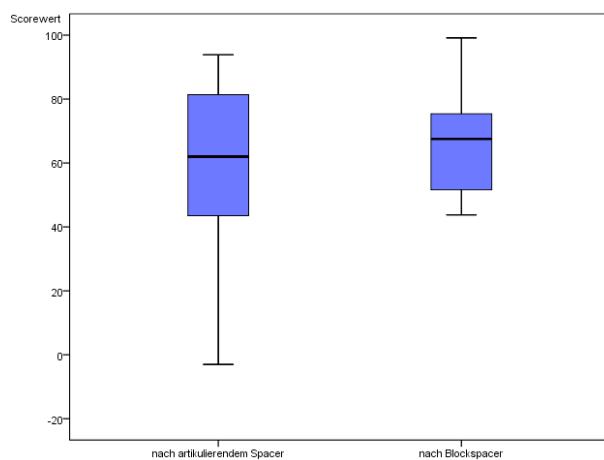
**Abb. 5.1 – 26: Teildimension Treppensteigen**

#### **5.1.2.4.2 Hospital for Special Surgery Score nach Ranawat und Shine**

##### **5.1.2.4.2.1 HSS Gesamtscore**

In der Gruppe der artikulierenden Spacer wurde ein mittlerer Gesamtscorewert von 62 [-3/94] erreicht. In der Gruppe der Blockspacer lag der zum Nachuntersuchungszeitpunkt erreichte Gesamtscorewert bei 67,5 [44/99]. Ein signifikanter Unterschied ( $p = 0,71$ ) konnte nicht nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*).

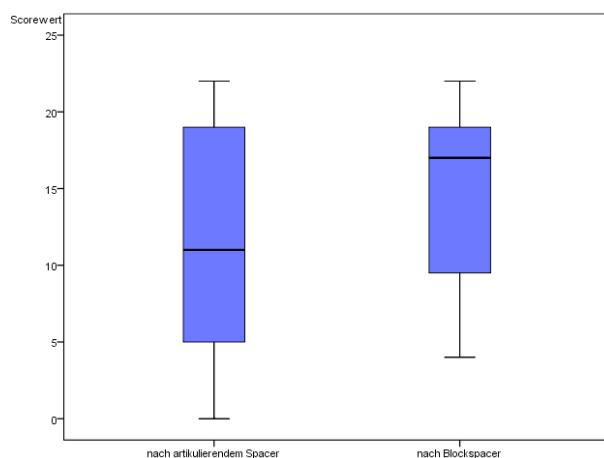
Um die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen genauer zu analysieren, werden im Folgenden einzelne Dimensionen des HSS – Scores aufgezeigt.



**Abb. 5.1 – 27: HSS – Score – Gesamtscore –**

##### **5.1.2.4.2.1.1 Teildimension Gelenkfunktion und weitere Teildimensionen**

In der Gruppe der artikulierenden Spacer betrug der mittlere Scorewert für die Gelenkfunktion 11 [0 / 22]. In der Gruppe der Blockspacer war der mittlere Scorewert mit 17 [4 / 22] nicht signifikant ( $p = 0,391$ ) unterschiedlich (*Mann – Whitney – Test*).



**Abb. 5.1 – 28: Teildimension Gelenkfunktion**

In den einzelnen Teildimensionen konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*). In der Kategorie Schmerz wird zwischen Schmerzen bei Belastung und Ruheschmerz unterschieden. Die Patienten der Gruppe der artikulierenden Spacer erreichten einen mittleren Scorewert von 20 [0/30]. In der Gruppe der Blockspacer lag der erreichte Scorewert im Mittel bei 17,5 [5/25]. Stärkste Ruheschmerzen hatte somit keiner der Patienten, die mit einem Blockspacer versorgt worden waren. In der Gruppe der artikulierenden Spacer berichteten drei Patienten über stärkste Ruheschmerzen. Die Kategorie Gelenkfunktion wurde oben bereits beschrieben. In den Unterpunkten Gehstrecke, Treppensteigen und Benutzen von Verkehrsmitteln schnitten beide Gruppen ähnlich ab. In puncto Gehstrecke betrug der mittlere Scorewert der Gruppe der artikulierenden Spacer 6 [0/20]. In der Gruppe der Blockspacer lag er mit 9 [4/12] tendenziell etwas höher ( $p = 0,205$ ). Hier gab keiner der untersuchten Patienten an, dass das Gehen für ihn unmöglich sei. Beim Treppensteigen erreichten beide Gruppen im Mittel einen Scorewert von 2 [0/5]. Den Wert 0 erreichte in der Gruppe der Blockspacer allerdings nur ein einziger Patient, wohingegen in der Gruppe der artikulierenden Spacer in zehn Fällen über die Unfähigkeit zum Treppensteigen berichtet wurde. Bei der Benutzung von Verkehrsmitteln hatten die Patienten, die mit einem Blockspacer versorgt worden waren, weniger Probleme als die, die mit einem artikulierenden Spacer behandelt worden waren ( $p = 0,175$ ). In der Gruppe der artikulierenden Spacer lag der mittlere erreichte Scorewert bei 2 [0/5]. Die Patienten, die einen Blockspacer hatten, erreichten einen Scorewert von im Mittel 5 [0/5], konnten sich also ohne die Hilfe Anderer mit Verkehrsmitteln fortbewegen. In der Kategorie Bewegungsausmaß schnitten beide Gruppen ähnlich ab. In der Gruppe der artikulierenden Spacer lag der mittlere Scorewert bei 11,56 [0/15]. In der Gruppe der Blockspacer erreichten die Patienten im Mittel ein Ergebnis von 11,25 [0/22]. In der Kategorie Muskelkraft, die an der Quadrizepskraft gemessen wird, hatten die Patienten, die einen artikulierenden Spacer erhalten hatten, tendenziell ( $p = 0,091$ ) mit 10 Scorepunkten [0/10] ein etwas besseres Ergebnis als die Patienten, die mit einem Blockspacer versorgt worden waren. Diese erreichten im Mittel einen Scorewert von 8 [0/10]. Bezüglich der Beugedeformität zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Die Gruppe der artikulierenden Spacer erreichte einen mittleren Scorewert von 10 [0/10]. Auch in der Gruppe der Blockspacer lag der erreichte Scorewert im Mittel bei 10, jedoch ließ sich bei keinem der Patienten eine Beugedeformität mit bei  $\geq 5^\circ$  Flexion fixierter Gelenkstellung feststellen. In der Kategorie Instabilität verhielt es sich ähnlich: Beide Gruppen erreichten einen mittleren Scorewert von 10 ([0/10] in der Gruppe der artikulierenden Spacer und [8/10] in der Gruppe

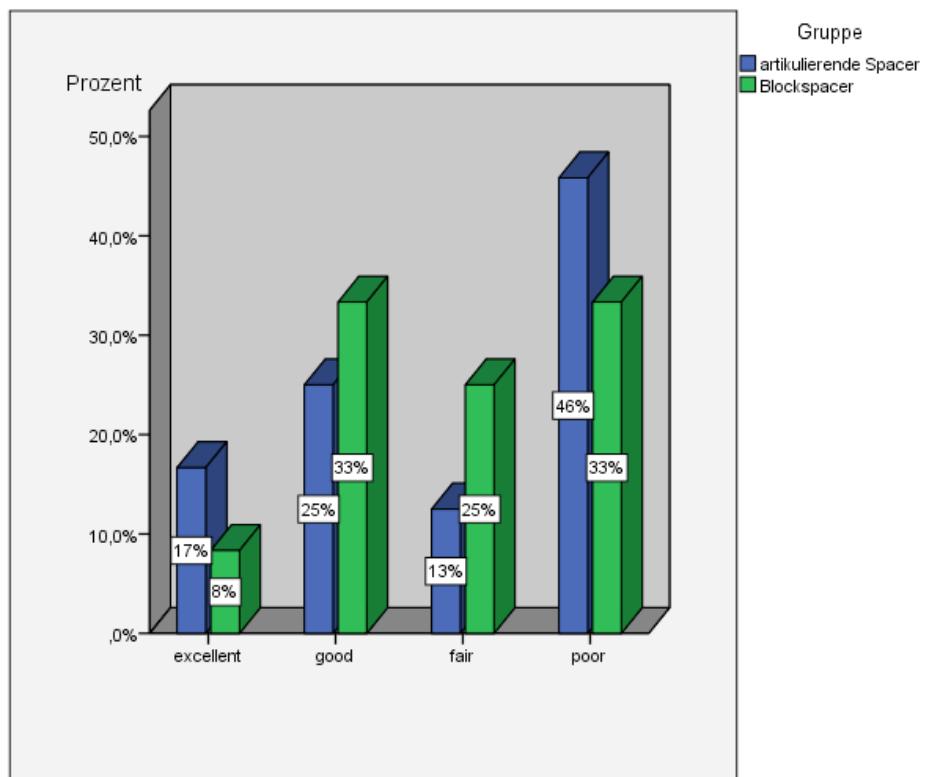
der Blockspacer). Eine Gelenkinstabilität von 6° oder mehr ließ sich bei den Patienten, die einen Blockspacer erhalten hatten, nicht nachweisen.

Vom Gesamtscoreergebnis mussten Punkte abgezogen werden, wenn Gehhilfen benötigt wurden, ein Streckdefizit bestand oder eine Achsfehlstellung vorlag. Unter Gehhilfen werden im HSS – Score Gehstöcke und Unterarmgehstützen verstanden, wobei der Abzug gestaffelt ist, je nachdem ob ein Gehstock oder eine oder zwei Unterarmgehstützen zum Gehen benötigt werden. Im Wesentlichen wurden in beiden Gruppen gleich häufig Gehhilfen gebraucht. In der Gruppe der artikulierenden Spacer lag der mittlere Punktabzug wegen der Benutzung von Gehhilfen bei 2 [0/3], in der Gruppe der Blockspacer bei 2,5 [0/3]. Ein Streckdefizit ließ sich nur bei insgesamt zwei der untersuchten Patienten nachweisen. Einer dieser Patienten hatte einen artikulierenden Spacer erhalten und hatte ein Streckdefizit von 5°. Der zweite Patient war während der Infektphase mit einem Blockspacer versorgt worden. Bei ihm ließ sich ein Streckdefizit von 10° ausmessen. Im Mittel schnitten beide Gruppen mit 0 Punkten Abzug gleich ab. Auch in Bezug auf eine Fehlstellung der Beinachse ergab sich kein signifikant unterschiedliches Ergebnis in den beiden Gruppen. Der mittlere Abzug lag auch hier bei 0 Scorepunkten ([0/2] in der Gruppe der artikulierenden Spacer und [0/1] in der Gruppe der Blockspacer).

#### **5.1.2.4.2.2 Kategorisierung der Scorewerte**

Je nach Scorewert kann von einem exzellenten, guten, mittelmäßigen oder schlechten Ergebnis gesprochen werden. In der Gruppe der artikulierenden Spacer konnte das mittlere Gesamtergebnis als mittelmäßig eingestuft werden. Sowohl bei den Patienten, die in der Interimsphase mit einem artikulierenden Spacer als auch bei den Patienten, die mit einem Blockspacer versorgt worden waren, wurden exzellente Ergebnisse und auch schlechte Ergebnisse erzielt (Abb. 5.1 – 29).

Es konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,849$ ) nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*)[ONG, 2012].



**Abb. 5.1 – 29: Kategorisierung der Scorewerte**

### 5.1.2.5 Ergebnisse der Auswertung der Lebensqualitätsscores

**Tab. 5.1 – 23: Stichprobengröße**

	artikulierende Spacer	Blockspacer
Stichprobengröße	n = 26	n = 13

#### 5.1.2.5.1 SF 36 – Fragebogen zum Gesundheitszustand

Es wurden wie in unten stehender Tab. 5.1 – 11 neun Skalen ausgewertet. In den Kategorien Körperliche Rollenfunktion, Schmerz, Soziale Funktionsfähigkeit, Emotionale Rollenfunktion und Psychisches Wohlbefinden erreichten die Patienten, die in der Infektphase einen Blockspacer erhalten hatten, tendenziell bessere Ergebnisse. Bezuglich der Körperlichen Funktionsfähigkeit sowie der Vitalität waren die Ergebnisse der Patienten der Gruppe der Blockspacer sogar hoch signifikant (KÖFU mit  $p = 0,006$ ) bzw. signifikant (VITA mit  $p = 0,037$ ) besser als die der Gruppe der artikulierenden Spacer (*Mann – Whitney – Test*).

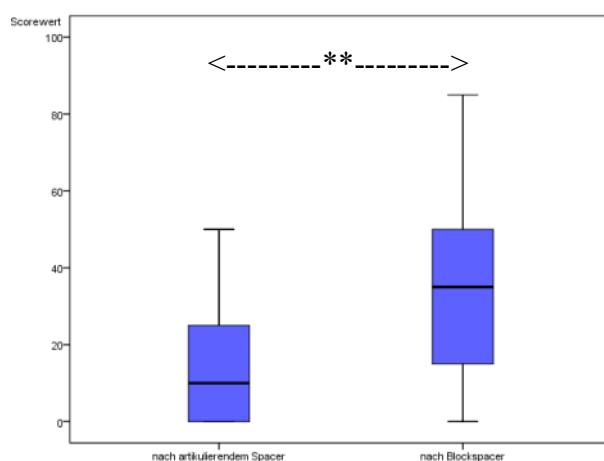
Bei der Auswertung der Skalen Allgemeine Gesundheitswahrnehmung und Veränderung der Gesundheit zeigte sich, dass die Patienten, die in der Infektphase mit einem artikulierenden Spacer versorgt worden waren, tendenziell besser abschnitten.

**Tab. 5.1 – 24: Vergleich der Auswertung der Ergebnisse nach artikulierenden Spacern und Blockspacern**

SF 36	nach artikulierendem Spacer Mittelwert ± SD <b>n = 26</b>	nach Blockspacer Mittelwert ± SD <b>n = 13</b>	Maximal erreichbarer Scorewert	p - Wert
KÖFU	15,38 ± 15,36	36,56 ± 26,33		0,006
KÖRO	11,00 ± 30,69	25,00 ± 39,53		0,090
SCHM	33,38 ± 22,22	42,77 ± 30,18		0,473
AGES	51,96 ± 23,37	45,29 ± 24,19		0,181
VITA	41,15 ± 21,69	58,85 ± 23,99	100,00	0,037
SOFU	66,35 ± 34,42	75,96 ± 34,78		0,307
EMRO	71,79 ± 43,91	82,05 ± 35,00		0,524
PSYC	64,15 ± 27,86	77,85 ± 24,75		0,112
VGES	34,15 ± 19,43	26,54 ± 23,49		0,216

### 5.1.2.5.1.1 KÖFU

Das Ergebnis nach Versorgung mit einem Blockspacer war mit einem mittleren Scorewert von 35 [0 / 85] hoch signifikant ( $p = 0,006$ ) besser als nach Versorgung mit einem artikulierenden Spacer (10 [0 / 50]) (Mann – Whitney – Test).



**Abb. 5.1 – 30: Körperliche Funktionsfähigkeit**

### 5.1.2.5.1.2 VITA

In der Kategorie Vitalität lag der mittlere Scorewert in der Gruppe der artikulierenden Spacer zum Nachuntersuchungszeitpunkt bei 40 [0 / 85]. Die mit einem Blockspacer versorgten Patienten erreichten im Mittel einen transformierten Wert von 55 [55/ 100]. Den Wert 0, der nicht vorhandener Vitalität entspricht, gab keiner der Patienten letzter Gruppe an. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied ( $p = 0,037$ ) zwischen der Gruppe der artikulierenden Spacer und der Gruppe der Blockspacer zu Gunsten der Blockspacer (*Mann – Whitney – Test*).

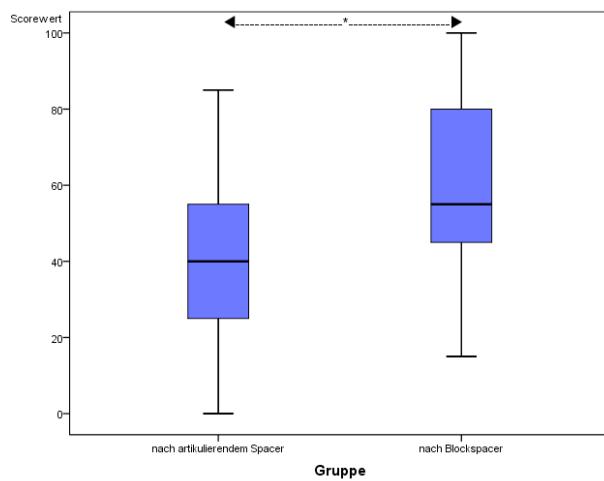


Abb. 5.1 – 31: Vitalität

### 5.1.2.5.2 DUKE – Gesundheitsprofil

In Abb. 5.1 – 32 werden die Mittelwerte der erreichten Punkte der Gruppe der artikulierenden Spacer (blau) und der Gruppe der Blockspacer (rot) dargestellt. Insgesamt ist ein Überwiegen der positiven Skalen erkennbar, jedoch wurden auch in den negativen Skalen Schmerz und Disability hohe Werte erreicht. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen (*Mann – Whitney – Test*).

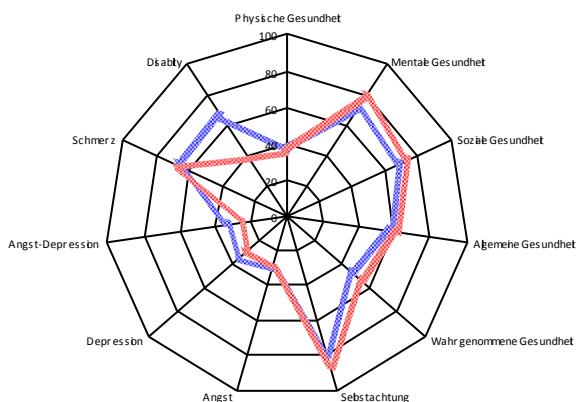


Abb. 5.1 – 32: DUKE - Gesundheitsprofil, Netzdiagramm

**Tab. 5.1 – 25: Vergleich der Auswertung der positiven Skalen**

Skala	nach artikulierendem Spacer Mittelwert ± SD <b>n = 26</b>	nach Blockspacer Mittelwert ± SD <b>n = 13</b>	p - Wert
Physische Gesundheit	35,77 ± 17,93	34,62 ± 21,45	0,544
Mentale Gesundheit	70,77 ± 20,77	79,23 ± 26,29	0,118
Soziale Gesundheit	68,46 ± 21,67	72,31 ± 19,64	0,422
Allgemeine Gesundheit	58,33 ± 15,18	62,05 ± 18,93	0,437
Wahrgenommene Gesundheit	46,15 ± 39,81	53,85 ± 43,12	0,664
Selbstachtung	79,61 ± 20,68	86,15 ± 16,60	0,36

**Tab. 5.1 – 26: Vergleich der Auswertung der negativen Skalen**

Skala	nach artikulierendem Spacer Mittelwert ± SD <b>n = 26</b>	nach Blockspacer Mittelwert ± SD <b>n = 13</b>	p - Wert
Angst	29,49 ± 17,67	30,13 ± 26,90	0,715
Depression	34,61 ± 19,23	28,46 ± 23,40	0,336
Angst-Depression	32,97 ± 20,01	25,28 ± 23,26	0,254
Schmerz	67,31 ± 31,44	65,38 ± 37,55	1
Disability	65,38 ± 44,20	38,46 ± 46,34	0,094

## **5.2 Vergleich der Ergebnissen nach Endoprothesenreimplantation und Arthrodesenversorgung**

Insgesamt neun Patienten hatten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine Kniegelenksarthrodese. Vier dieser Patienten wurden nach der Interimsphase direkt mit einer Arthrodese versorgt, ohne dass zunächst eine Knieendoprothese reimplantiert wurde. Bei einem dieser Patienten war aufgrund eines Chondrosarkoms des rechten lateralen femurkondylus im Rahmen der primären Knieendoprothesenimplantation bereits eine speziell angefertigte Tumorprothese implantiert worden, sodass nach der Protheseninfektion zur erneuten Implantation einer Knie - TEP keine ausreichende Knochenmasse mehr vorlag. In diesem Fall wurde die Arthrodese mit einem Arthrodesennagel durchgeführt. Eine ähnliche Situation bestand bei einem weiteren Patienten: Hier war die Indikation zur Knieprothesenimplantation eine aseptische Osteonekrose, die im Rahmen einer systemischen Sklerodermie auftrat. Auch in diesem Fall wurde ein Arthrodesennagel verwendet. Die Arthrodese erfolgte bei diesem Patienten unmittelbar vor dem Nachuntersuchungszeitpunkt, sodass nur die Lebensqualitätsfragebögen und nicht die Kniefunktion ausgewertet werden konnten. Zwei weitere Patienten erhielten nach der Spacerversorgung eine Kompressionsarthrodese mit einem Fixateur externe.

Fünf weitere Patienten hatten mehrere Revisionen einschließlich mehrfacher Spacerimplantationen bzw. Spacerwechsel, bevor letztendlich eine Arthrodese durchgeführt wurde.

Nicht alle der ausgewerteten Arthrodesen waren erfolgreiche Arthrodesen, wodurch sicherlich das Ergebnis der Gruppe der Patienten, die eine definitive Arthrodese erhielten, verschlechtert wurde. Von insgesamt fünf Kompressionsarthrodessen, die mit einem Fixateur externe durchgeführt worden waren, zeigten sich drei fest durchbaut, sodass man hier den in der Literatur häufig vorkommenden Begriff "union" verwenden kann. Zwei waren nicht zureichend durchbaut, sodass hier von "non – union" gesprochen werden muss. Die verbleibenden vier Arthrodesen waren Arthrodesen mit einem intramedullären Arthrodesennagel.

## 5.2.1. Ergebnisse der Auswertung der Kniescores

Tab. 5.2 – 1: Stichprobengröße

	Prothese	Arthrodese
Stichprobengröße	n = 27	n = 8

### 5.2.1.1 Score der "Knee Society"

#### 5.2.1.1.1 Gesamtscore der "Knee Society"

Der Gesamtscorewert ergibt sich auch hier wieder aus der Summe der Scorewerte des Knee – und Function – Scores. In der Prothesengruppe lag das mittlere Gesamtscoreergebnis zum Nachuntersuchungszeitpunkt bei 108 [21/174]. Bei den Patienten, die mit einer Arthrodese versorgt worden waren, ergab sich ein mittlerer Gesamtscorewert von 75 [10/165]. Obwohl kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,066$ ) nachgewiesen werden konnte (*Mann – Whitney – Test*), muss von einem tendenziell besseren Gesamtergebnis bei den Patienten mit Endoprothese gesprochen werden.

Um die Unterschiede nach Reimplantation einer Kniestotalendoprothese bzw. nach Versorgung mit einer definitiven Arthrodese zu spezifizieren, werden im Folgenden einzelne Dimensionen des Scores der "Knee Society" dargestellt.

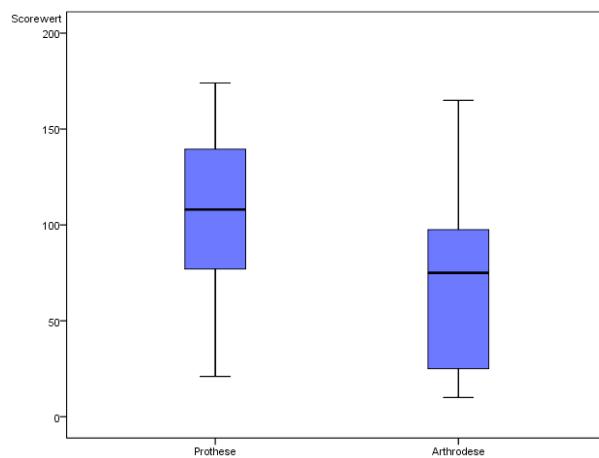


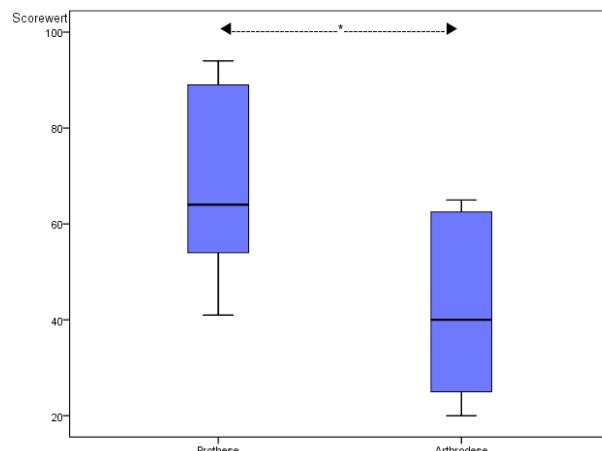
Abb. 5.2 – 1: Knee Society Score – Gesamtscore –

#### 5.2.1.1.2 Knee – Score

In der Prothesengruppe erreichten die Patienten einen mittleren Scorewert von 64 [41/94].

Bei den Patienten, die zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine definitive Arthrodese hatten, lag der Knee – Scorewert im Mittel bei 40 [25/90].

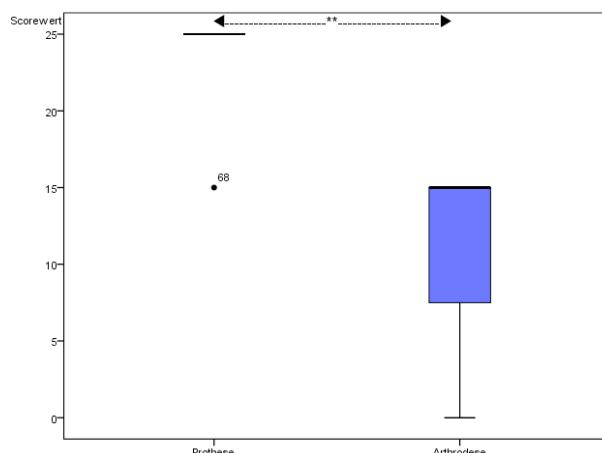
Mit einem p – Wert von 0,011 konnte ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*). Da eine Dimension des Knee – Scores das Bewegungsausmaß nach der Neutral – Null – Methode ist, ist der Wert der Arthrodesengruppe zwangsläufig schlechter als der der Prothesengruppe.



**Abb. 5.2 – 2: Knee - Score**

#### 5.2.1.1.2.1 Teildimension Stabilität

In der Kategorie Gelenkstabilität lag das mittlere Scoreergebnis in der Prothesengruppe bei 25 [15/25]. Die Patienten der Arthrodesengruppe erreichten mit im Mittel 15 Scorepunkten [0/15] ein hoch signifikant ( $p = 0,000$ ) schlechteres Ergebnis (*Mann – Whitney – Test*). Wie bereits beschrieben, waren nicht alle der untersuchten Arthrodesen fest durchbaut, sodass demnach nicht in allen Fällen eine erfolgreiche Arthrodese erzielt werden konnte.



**Abb. 5.2 - 3: Teildimension Stabilität**

### **5.2.1.1.2.2 Weitere Teildimensionen**

In der Kategorie Schmerz konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,426$ ) zwischen der Prothesen – und der Arthrodesengruppe nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*).

Mit im Mittel 32,5 Scorepunkten [10/50] hatten die Patienten, die eine definitive Arthrodesen erhalten hatten, aber tendenziell weniger Schmerzen als die Patienten, die zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine TEP hatten. Hier berichtete keiner der untersuchten Patienten über stärkste Schmerzen, wohingegen in der Prothesengruppe vier Patienten stärkste Knieschmerzen angaben.

Aufgrund von Gelenkdeformitäten wie Beugekontraktur, Streckdefizit oder Varus - bzw. Valgusdeformität betrug der mittlere Abzug in der Prothesengruppe 0 Punkte [0/7]. Der maximale hier nachgewiesene Abzug von 7 Punkten war nur bei 2 Patienten zu verzeichnen. In der Arthrodesengruppe gab es einen Patienten, der den maximalen Abzug (20 Punkte) erhielt. Der mittlere Abzug betrug jedoch auch hier 0 Punkte [0/20].

### **5.2.1.1.3 Function – Score**

In den Teildimensionen Gehstrecke, Treppensteigen, Gehhilfen und Deformitäten konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (*Mann – Whitney – Test*).

Die maximale Gehstrecke der Patienten mit Kniestalendoprothese betrug im Mittel weniger als 450 m, was einem Scoreergebnis von 20 [0/50] entspricht. In der Arthrodesengruppe lag die maximale Gehstrecke im Mittel bei weniger als 450 m oder die Patienten waren an das häusliche Umfeld gebunden. Das mittlere Scoreergebnis in der Kategorie Gehstrecke betrug hier somit 15 [10/50].

Bezüglich des Treppensteigens wurden in beiden Gruppen mit einem mittleren Scorewert von 30 [0/50] gleiche Scoreergebnisse erzielt.

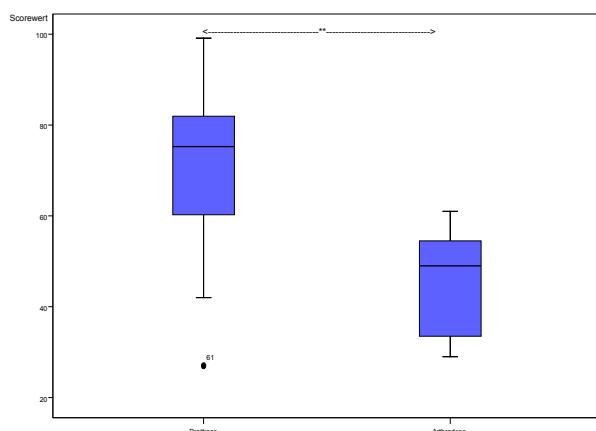
Abzüge wegen der Benutzung von Gehhilfen gab es in beiden Gruppen ebenfalls ohne signifikanten Unterschied. In der Prothesengruppe wurden im Mittel aufgrund der Zuhilfenahme eines Gehstocks 5 Punkte [0/20] abgezogen, in der Arthrodesengruppe gab es mehr Patienten, die sich mit Hilfe von zwei Unterarmgehstützen oder eines Rollators fortbewegten. Dies entspricht einem mittleren Abzug von 20 Punkten [0/20].

### **5.2.1.2 Hospital for Special Surgery Score nach Ranawat und Shine**

#### **5.2.1.2.1 HSS Gesamtscore**

In der Gruppe der Patienten, die nach Reimplantation einer Kniestalendoprothese nachuntersucht wurden, wurde ein mittlerer Gesamtscorewert von 75,25 [27/99] erreicht.

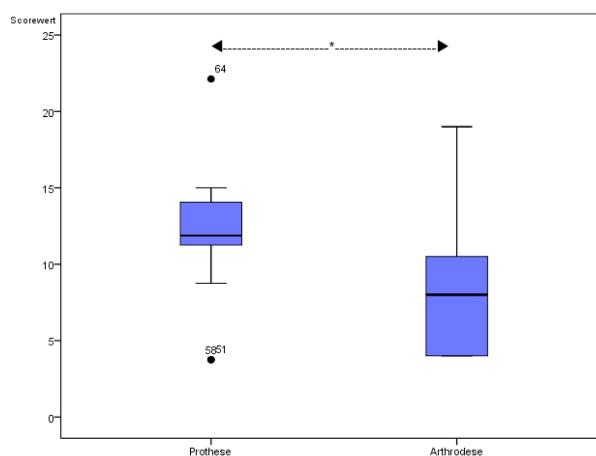
In der Arthrodesengruppe lag der Gesamtscorewert bei 49 [29/61]. Es konnte ein hoch signifikanter Unterschied ( $p = 0,001$ ) zwischen Prothesen - und Arthrodesengruppe nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*). Um die Unterschiede genauer darzustellen, werden im Folgenden einzelne Dimensionen des HSS-Scores aufgeführt.



**Abb. 5.2 – 4: HSS – Score – Gesamtscore –**

#### **5.2.1.2.1.1 Teildimension Gelenkfunktion**

Die Patienten der Prothesengruppe erreichten bezüglich ihrer Kniegelenksfunktion einen mittleren Scorewert von 11,88 [4/22]. Bei den Patienten, die zum Nachuntersuchungszeitpunkt mit einer definitiven Arthrodese versorgt waren, lag das mittlere Scoreergebnis bei 8 [4/19]. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen ( $p = 0,035$ ) zu Gunsten der Kniestalendoprothesen (*Mann – Whitney – Test*).



**Abb. 5.2 – 5: Teildimension Gelenkfunktion**

In den Teilkategorien Gehstrecke, Treppensteigen und Benutzen von Verkehrsmitteln waren die Ergebnisse der Patienten mit Knie - TEP besser als die der mit einer Arthrodese versorgten Patienten. In den Unterpunkten Treppensteigen und Benutzen von Verkehrsmitteln ergab sich mit p - Werten von 0,032 und 0,037 ein signifikanter Unterschied (*Mann – Whitney – Test*).

Der im Mittel erreichte Scorewert in puncto Treppensteigen betrug in der Prothesengruppe 2 [0/5], während in der Arthrodesengruppe ein mittleres Ergebnis von 1 [0/2] errechnet werden konnte.

Die Mehrheit der Patienten nach Reimplantation einer Knietotalendoprothese gab an, Verkehrsmittel benutzen zu können, was einem mittleren Scorewert von 5 [0/5] entspricht. In der Arthrodesengruppe berichteten die Patienten dagegen über größere Schwierigkeiten in der Benutzung von Verkehrsmitteln, sodass dies nur mit Unterstützung möglich war. Hier ergab sich somit ein mittleres Ergebnis von 2 [0/2].

Bezüglich der maximalen Gehstrecke waren die meisten Patienten, die mit einer Knietotalendoprothese versorgt waren, in der Lage 90 - 450 m zu gehen und bis zu 30 min zu stehen. Zwei Patienten mit Knie - TEP konnten nicht gehen. Der mittlere Scorewert lag bei 8 [0/12]. In der Arthrodesengruppe waren alle nachuntersuchten Patienten gehfähig, die meisten allerdings weniger als 90 m. Hier betrug das im Mittel erzielte Scoreergebnis 4 [0/12].

### 5.2.1.2.1.2 Teildimension Muskelkraft

In der Subkategorie Muskelkraft, gemessen an der Quadrizepskraft, wurde ein hoch signifikanter Unterschied ( $p = 0,000$ ) zwischen der Prothesen - und der Arthrodesengruppe festgestellt (*Mann – Whitney – Test*).

Die Patienten nach Reimplantation einer Knie - TEP erreichten im Mittel einen Scorewert von 10 [8/10], die nach einer definitiven Arthrodesis 0 [0/10]. Allerdings kann die Quadrizepskraft im Falle einer Arthrodesis nicht objektiv beurteilt werden, da das Kniegelenk in Extensionsstellung fixiert ist. Daher ist hier nur eine subjektive Einschätzung der Kraft bzw. die Beurteilung der Beugung im Hüftgelenk (M. rectus femoris) möglich.

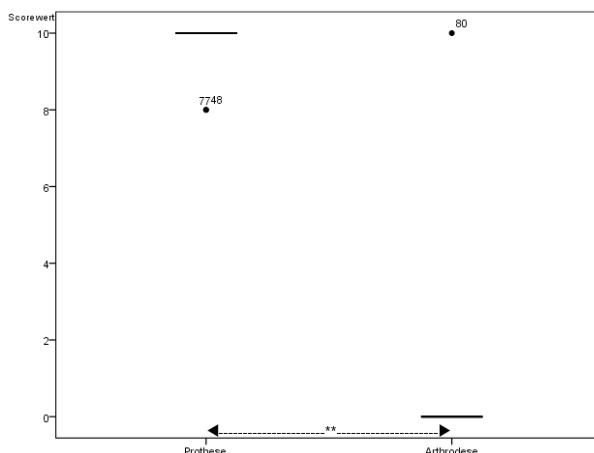
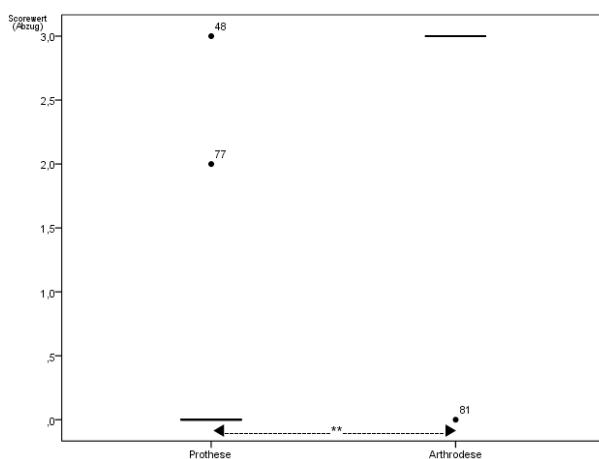


Abb. 5.2 – 6: Teildimension Muskelkraft

### 5.2.1.2.1.3 Teildimension Gehhilfen

Die Patienten mit einer Arthrodese benötigten hoch signifikant ( $p = 0,000$ ) mehr Gehhilfen, die meisten von ihnen zwei Unterarmgehstützen, als die Patienten, die nach Reimplantation einer Kniestotalendoprothese nachuntersucht wurden (*Mann – Whitney – Test*). Letztere erreichten einen mittleren Abzug von 0 Punkten [0/3]. Bei den Patienten der Arthrodesengruppe dagegen lag der Abzug wegen Gehhilfen im Mittel bei 3 Punkten [0/3].



**Abb. 5.2 – 7: Teildimension Gehhilfen (Punktabzug)**

### 5.2.1.2.1.4 Weitere Teildimensionen

In den Teilkategorien Schmerz, Gehstrecke, Beugedeformität, Instabilität, Streckdefizit und Achsfehlstellung konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Prothesen - und Arthrodesengruppe nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*).

Mit einem  $p$  - Wert von 0,897 in der Kategorie Schmerz lagen die erreichten Scorewerte der Patienten beider Gruppen im Mittel bei 20 ([0/30] in der Prothesengruppe und ([10/30] in der Arthrodesengruppe). Über stärkste Ruhe - oder Belastungsschmerzen klagte keiner der Patienten, die zum Untersuchungszeitpunkt eine definitive Arthrodese hatten. Insgesamt errechnete sich der Wert 0 in der Kategorie Schmerz bei insgesamt drei Patienten des Gesamtkollektivs, zwei davon in der Prothesengruppe, der dritte nach Oberschenkelamputation. Bei ersterem wurde im Rahmen der Nachuntersuchung klinisch der V.a. Reinfektion gestellt und eine 3 Phasen - Skelettszintigraphie durchgeführt. Hier ergab sich bei leicht erhöhten laborchemischen Infektparametern jedoch kein Anhalt für einen erneuten septischen Prozess im Bereich der Knie - TEP, seitens des Patienten wurde trotz starker Schmerzen keine weitere Diagnostik oder Therapie gewünscht. Der zweite dieser

Patienten gab den Hauptschmerz im Bereich der Patella an, die bereits in der klinischen Untersuchung sehr prominent war. Röntgenologisch zeigte sich eine Patellalateralisation und -fraktur mit Luxation des Fragmentes nach lateral - kranial. Der beschriebene Befund hatte bereits 2007 bestanden und war wegen internistischerseits nicht gewährleisteter OP - Fähigkeit nicht operativ versorgt worden.

In Bezug auf die maximale Gehstrecke und die längstmögliche Zeit, stehen zu können, schnitten die Patienten mit Knie - TEP mit einem p - Wert von 0,115 tendenziell besser ab als die mit definitiver Arthrodese. In der Prothesengruppe lag der mittlere Scorewert bei 8 [0/12], in der Arthrodesengruppe bei 4 [4/12]. Zwei Patienten, die mit einer Knietotalendoprothese versorgt worden waren, waren nicht gehfähig.

In der Kategorie Beugedeformität wurden in beiden Gruppen ähnliche Ergebnisse festgestellt ( $p = 1,000$ ). Die maximale, bei zwei Patienten der Prothesengruppe festgestellte Beugedeformität, betrug wenige Grade, bei allen anderen Patienten ergab sich in der klinischen Untersuchung kein Anhalt für eine Beugedeformität.

In puncto Gelenkinstabilität erreichten die Patienten, die nach Reimplantation einer Knie - TEP nachuntersucht wurden, im Mittel das beste Scoreergebnis von 10 [8/10]. Auch das mittlere Scoreergebnis der Patienten, die eine definitive Arthrodese hatten, lag bei 10 [0/10], wobei hier beide Patienten, deren Arthrodesen röntgenologisch als nicht durchbaut eingeordnet wurden, auch klinisch eine medio - laterale Instabilität  $\geq 16^\circ$  im Bereich des ehemaligen Gelenkspaltes zeigten.

Ein Streckdefizit konnte wie unter 5.1.2.4.2.1.1 beschrieben bei insgesamt zwei Patienten der Prothesengruppe nachgewiesen werden.

Auch eine Fehlstellung der Beinachse im Sinne einer Varus - oder Valgusdeformität kam mit insgesamt fünf Fällen nicht häufig vor: Drei Patienten der Prothesengruppe und ein Patient der Arthrodesengruppe hatten eine Achsfehlstellung von  $5^\circ$ , und ein weiterer Patient der Arthrodesengruppe hatte eine Achsfehlstellung von  $10^\circ$ .

### 5.2.1.2.2 Kategorisierung der Scorewerte

Auch hier kann zum Untersuchungszeitpunkt je nach Scorewert von einem exzellenten, guten, mittelmäßigen oder schlechten Ergebnis gesprochen werden. In der Prothesengruppe konnte das mittlere Gesamtergebnis als gut eingestuft werden [exzellen / schlecht] (Abb. 5.2 - 8). Gleich viele Patienten (19%) erzielten ein exzellentes bzw. mittelmäßiges Gesamtergebnis. Von 26% der Patienten musste das Gesamtergebnis als schlecht eingestuft werden.

In der Arthrodesengruppe ergab sich hingegen bei der Mehrheit der Patienten (88%) ein schlechtes Gesamtergebnis [mittelmäßig / schlecht]. Ein insgesamt als exzellen oder gut bewertetes Ergebnis erreichte hier keiner der nachuntersuchten Patienten.

Es konnte ein hoch signifikanter Unterschied ( $p = 0,002$ ) zwischen beiden Gruppen nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*) [ONG, 2012].

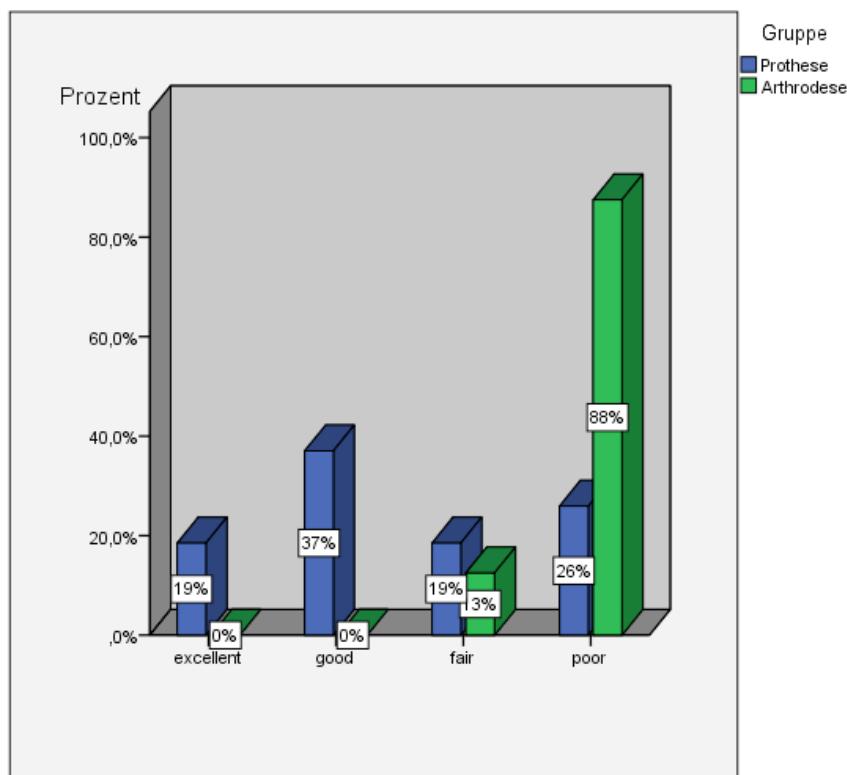


Abb. 5.2 – 8: Kategorisierung der Scorewerte

## 5.2.2 Ergebnisse der Auswertung der Lebensqualitätsscores

**Tab. 5.2 – 2: Stichprobengröße**

	Prothese	Arthrodese
Stichprobengröße	n = 29	n = 9

### 5.2.2.1 SF 36 – Fragebogen zum Gesundheitszustand

Es wurden wie in unten stehender Tab. 5.2 – 3 neun Skalen ausgewertet. In den Kategorien Körperliche Funktionsfähigkeit, Körperliche Rollenfunktion und Soziale Funktionsfähigkeit erreichten die Patienten, die zum Nachuntersuchungszeitpunkt eine Kniestalendoprothese hatten, tendenziell bessere Ergebnisse.

Bezüglich der Skalen Allgemeine Gesundheitswahrnehmung, Vitalität, Emotionale Rollenfunktion, Psychisches Wohlbefinden und Veränderung der Gesundheit zeigte sich, dass die Patienten, die mit einer definitiven Arthrodese versorgt worden waren, tendenziell besser abschnitten.

In der Kategorie Schmerz erreichten die Patienten der Arthrodesengruppe ein signifikant besseres Ergebnis ( $p = 0,011$ ) als die Patienten der Prothesengruppe (*Mann – Whitney – Test*).

**Tab. 5.2 - 3: Vergleich der Auswertung der Ergebnisse nach Endoprothesenimplantation und Arthrodesenversorgung**

SF 36	Prothese Mittelwert ± SD n = 29	Arthrodese Mittelwert ± SD n = 9	Maximal erreichbarer Scorewert	p - Wert
KÖFU	23,62 ± 21,71	20,00 ± 24,11		0,591
KÖRO	17,24 ± 34,79	11,11 ± 33,33		0,643
SCHM	30,34 ± 18,75	59,11 ± 31,39		0,011
AGES	46,86 ± 25,01	56,78 ± 19,73		0,180
VITA	46,03 ± 25,08	55,00 ± 22,64	100,00	0,373
SOFU	71,55 ± 35,50	68,06 ± 30,69		0,632
EMRO	72,41 ± 42,79	81,48 ± 37,68		0,649
PSYC	68,28 ± 26,90	76,00 ± 24,66		0,430
VGES	29,38 ± 20,39	39,56 ± 22,82		0,262

### 5.2.2.1.1 SCHM

In der Prothesengruppe betrug der mittlere erreichte Scorewert 31 [0/62]. Mit im Mittel 44 [31/100] war das Ergebnis nach Versorgung mit einer Arthrodesen signifikant ( $p = 0,011$ ) besser als nach Reimplantation einer Knie - TEP (*Mann – Whitney – Test*).

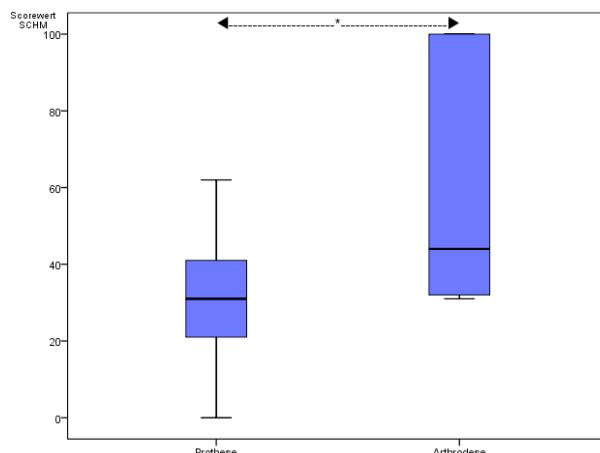


Abb. 5.2 – 9: Schmerz

### 5.2.2.2 DUKE – Gesundheitsprofil

Wie unter 5.1.2.5.2 beschrieben indiziert auch hier ein hoher Wert in einer positiven Skala einen günstigen Gesundheitszustand. Je höher der Wert einer negativen Skala ist, desto schlechter ist der Zustand des Patienten. Abb. 5.2 - 10 zeigt die Mittelwerte der erreichten Punkte der Prothesengruppe (blau) und der Arthrodesengruppe (rot). Insgesamt überwiegen auch hier die positiven Skalen. In der Skala Physische Gesundheit und Schmerz erzielten die Patienten, die sich einer Arthrodesenversorgung unterzogen hatten, ein signifikant ( $p = 0,038$ ) bzw. hoch signifikant ( $p = 0,002$ ) besseres Ergebnis als die Patienten, die nach Reimplantation einer Endoprothese nachuntersucht worden waren (*Mann – Whitney – Test*).

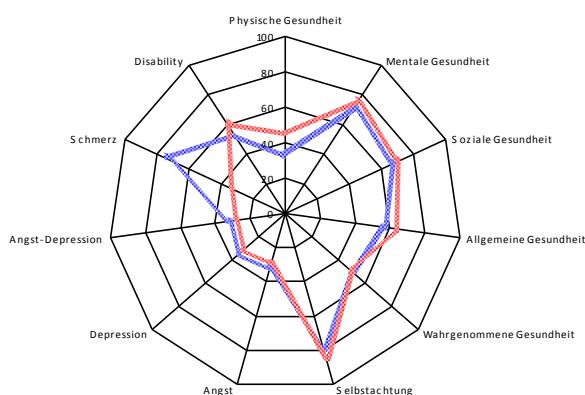


Abb. 5.2 – 10: DUKE - Gesundheitsprofil, Netzdiagramm

**Tab. 5.2 – 4: Vergleich der Auswertung der positiven Skalen**

Skala	Prothese Mittelwert ± SD <b>n = 29</b>	Arthrodese Mittelwert ± SD <b>n = 13</b>	p - Wert
Physische Gesundheit	$32,76 \pm 19,07$	$45,56 \pm 15,90$	0,038
Mentale Gesundheit	$72,07 \pm 22,10$	$75,56 \pm 27,89$	0,530
Soziale Gesundheit	$67,58 \pm 23,25$	$70,00 \pm 21,21$	0,912
Allgemeine Gesundheit	$57,47 \pm 16,87$	$63,71 \pm 18,37$	0,264
Wahrgenommene Gesundheit	$50,00 \pm 42,26$	$50,00 \pm 35,36$	1,000
Selbstachtung	$79,31 \pm 21,37$	$85,56 \pm 16,67$	0,485

**Tab. 5.2 – 5: Vergleich der Auswertung der negativen Skalen**

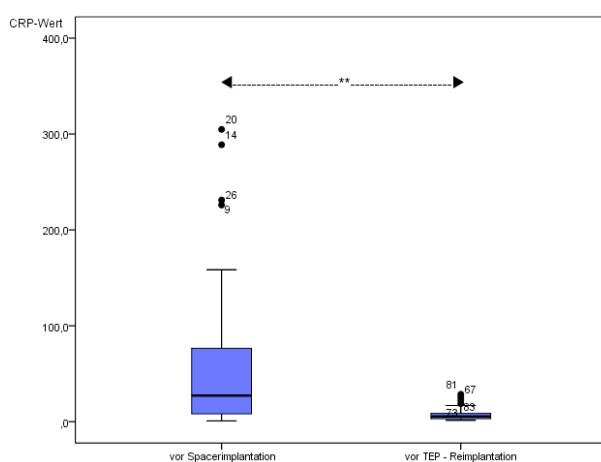
Skala	Prothese Mittelwert ± SD <b>n = 29</b>	Arthrodese Mittelwert ± SD <b>n = 13</b>	p - Wert
Angst	$32,18 \pm 22,46$	$28,70 \pm 22,48$	0,640
Depression	$34,48 \pm 21,31$	$31,11 \pm 20,28$	0,728
Angst-Depression	$31,53 \pm 21,22$	$27,78 \pm 20,96$	0,690
Schmerz	$74,14 \pm 28,72$	$33,33 \pm 25,00$	0,002
Disability	$53,45 \pm 46,16$	$61,11 \pm 48,59$	0,691

## 5.3 Allgemeine Ergebnisse nach zweizeitigem Prothesenwechsel

### 5.3.1 CRP - Werte

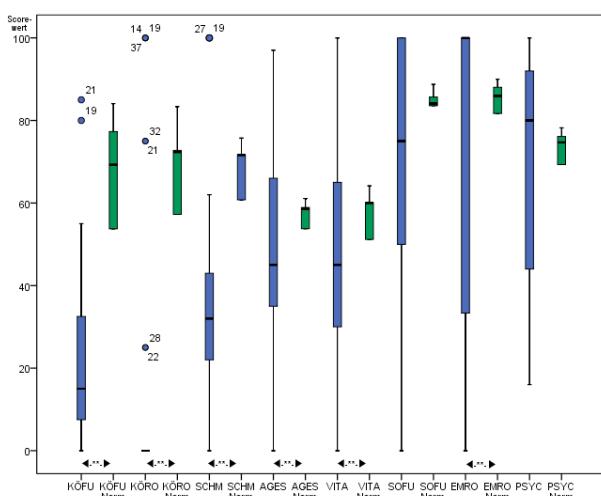
Durch die Spacerimplantation ergab sich im Gesamtkollektiv der Patienten eine hoch signifikante CRP - Senkung, die als Parameter einer Infektsanierung verstanden werden kann (*Mann – Whitney – Test*).

Unmittelbar vor TEP - Explantation und Spacerimplantation wurden CRP - Werte von im Mittel 27,2 mg/l [0,8/304,8] gemessen, gegenüber mittleren CRP - Werten von 5,55 mg/l [1,5/28,6] unmittelbar vor Endoprothesenreimplantation.



**Abb. 5.3 – 1:** CRP - Werte unmittelbar vor TEP - Explantation und Spacerimplantation sowie unmittelbar vor Endoprothesenreimplantation

### 5.3.2 SF 36 – Fragebogen zum Gesundheitszustand



**Abb. 5.3 – 2:** SF 36 – Vergleich zwischen untersuchtem Patientenkollektiv (blau) und gesunder Normalbevölkerung (grün)

In Abb. 5.3 - 2 werden die im untersuchten Patientenkollektiv errechneten Scorewerte des SF 36 (blau) im Vergleich zu erreichten Werten eines die gesunde, deutsche Normalbevölkerung repräsentierenden Kollektivs (grün) dargestellt. Jedem Patienten wurde ein in Geschlecht und Altersgruppe entsprechender Wert aus der bevölkerungsrepräsentativen gesunden Vergleichsgruppe zugeordnet, wobei angesichts des Patientenalters in dieser Studie die Altersgruppen 51 - 60 Jahre, 61 - 70 Jahre und > 70 Jahre von Bedeutung waren. Diese Normwerte wurden Tabellen entnommen, die im Handbuch des SF 36 für jede einzelne Teilkategorie aufgeführt sind.

Hoch signifikant schlechtere Ergebnisse des untersuchten Gesamtkollektivs wurden in den Kategorien Körperliche Funktionsfähigkeit ( $p = 0,000$ ), Körperliche Rollenfunktion ( $p = 0,000$ ), Schmerz ( $p = 0,000$ ), Allgemeine Gesundheitswahrnehmung ( $p = 0,001$ ) sowie Vitalität ( $p = 0,009$ ) nachgewiesen (*Mann – Whitney – Test*).

Ein hoch signifikant besseres Ergebnis ( $p = 0,000$ ) des Patientenkollektivs ergab sich in der Kategorie Emotionale Rollenfunktion (*Mann – Whitney – Test*). Hier lag der mittlere Scorewert der Patientengruppe bei 100 [0/100], während in der bevölkerungsrepräsentativen Vergleichsgruppe ein mittleres Scoreergebnis von 85,92 [82/90] ermittelt wurde.

In der Kategorie Soziale Funktionsfähigkeit waren die Ergebnisse der gesunden Normalbevölkerung mit mittleren Scorewerten von 84,12 [84/89] tendenziell besser als die Ergebnisse des Patientenkollektivs der Studie. In der Kategorie Psychisches Wohlbefinden waren mit einem mittleren Scorewert von 80 [16/100] bei den in der Studie untersuchten Patienten tendenziell bessere Scoreergebnisse nachzuweisen als bei den gesunden Normalbürgern (Median 74,69 [69/78]). Hier konnte in beiden Fällen jedoch mit  $p$  - Werten von 0,643 (SOFU) und 0,211 (PSYC) kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden (*Mann – Whitney – Test*).

### **5.3.3 Röntgenologische Evaluation**

#### ***5.3.3.1 The Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System***

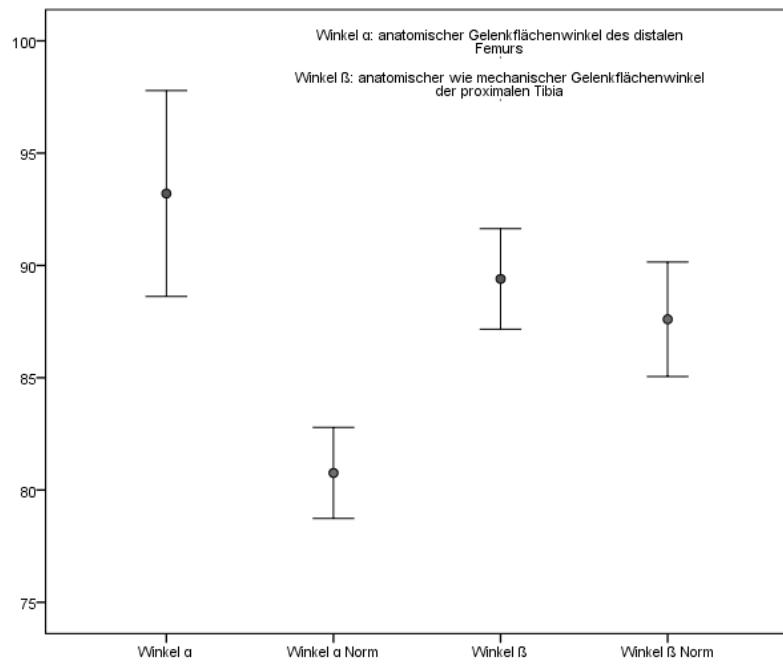
##### **5.3.3.1.1 Beinachse**

In Abb. 5.3 - 3 und 5.3 - 4 werden zunächst die gemessenen Winkel dargestellt, anhand derer beurteilt werden kann, ob die *in situ* befindliche Knieendoprothese korrekt implantiert wurde. Bei den gemessenen Winkeln der Patienten kennzeichnen die Balkengrenzen hierbei die Standardabweichung, der Mittelwert ist als ° dargestellt. Der Referenzbereich ist jeweils neben den gemessenen Winkeln zu sehen, wobei hier obere und untere Balkengrenzen des Fehlerbalkens obere und untere Grenze der Normwerte kennzeichnen.

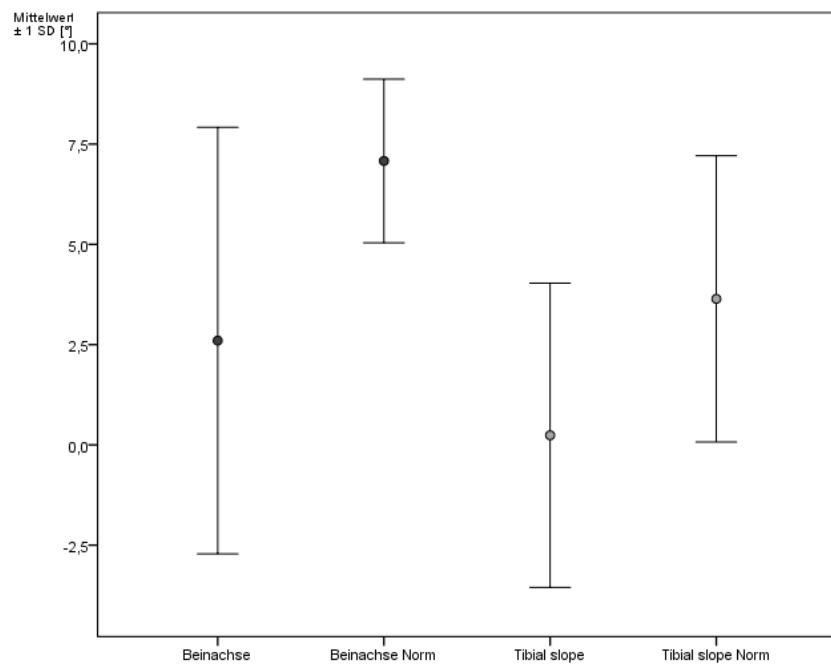
Bezüglich der in 4.3.6 erläuterten vier Maße zu Beinachse ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der Gruppe der artikulierenden Spacer und der Gruppe der Blockspacer (*Mann – Whitney – Test*).

Der anatomische Gelenkflächenwinkel des distalen Femurs wurde im Patientenkollektiv mit im Mittel 94° [80°/100°] ausgemessen, der mittlere Gelenkflächenwinkel der proximalen Tibia betrug 90° [83°/93°]. Die meisten Patienten hatten eine Valgus - Stellung von 4° [+11°/-9°].

In Abb. 5.3 - 4 wurde der Valgus als positiver Wert auf der Ordinate aufgetragen, der Varus als negativer Wert. Die Neigung des Tibiaplateaus zur Horizontalen wurde auf den vermessenen Röntgenbildern im Mittel mit 0° [+9°/-8°] ermittelt. In den Fällen, in denen ein Minus vor der Angabe des tibial slope steht, handelt es sich nicht um eine Neigung nach kaudal, wie es physiologischerweise der Fall ist, sondern um eine Neigung nach kranial um die angegebene Gradzahl.



**Abb. 5.3 – 3:** Vergleich von anatomischem Gelenkflächenwinkel des distalen Femurs bzw. anatomischem wie mechanischem Gelenkflächenwinkel der proximalen Tibia bei Patientenkollektiv mit Normwerten



**Abb. 5.3 – 4:** Vergleich von Valgus - / Varusstellung der Beinachse bzw. Neigung des Tibiaplateaus (tibial slope) bei Patientenkollektiv mit Normwerten

### **5.3.3.1.2 Lysezonen**

Bei insgesamt vier nachuntersuchten Patienten wurden röntgenologisch Lysesäume festgestellt (Tab. 5.3 - 1). Nach Ewald sprechen aufsummierte Werte von mindestens 10 auch bei Symptomfreiheit für eine mögliche Prothesenlockerung. Daher müsste bei Patient 1 und 3 von einer möglichen Lockerung ausgegangen werden.

**Tab. 5.3 - 1: Breite der Lysezonen bei vier Patienten**

Patient	Lysezonen Femur (F)	Lysezonen Tibia (T) a.p.	Lysezonen Tibia (T) seitlich	Summe (T) / (F)
1	—	20 mm	—	20 mm (T)
2	1 mm	—	—	1 mm (F)
3	6mm	9,5 mm	10 mm	19,5 mm (T) 6 mm (F)
4	2mm	3mm	2mm	5 mm (T) 2 mm (F)

Bei Patient 1 handelte es sich bei der nachgewiesenen medialseitigen Osteolyse im Bereich der proximalen Tibia um einen bereits im Jahr 2007 bestehenden Röntgenbefund, der sich in der aktuellen Röntgenuntersuchung unverändert darstellte.

Bei Patient 3 wurde bei V.a. erneute septische TEP - Lockerung eine Drei - Phasen . Skelettszintigraphie durchgeführt, in der ebenfalls der Befund erhärtet wurde, ebenso wie in der im Anschluss veranlassten Leukozytenszintigraphie. Angesichts des im Verlauf unter konservativer Therapie mittels bedarfsgerechter Analgesie deutlich rückläufigen Kniegelenkergusses und der Regredienz klinischer Infektzeichen entschlossen sich die behandelnden ärztlichen Kollegen gegen einen TEP - Ausbau und für eine Fortführung der eingeleiteten konservativen Therapie unter klinisch - radiologischer Verlaufskontrolle.

Bei Patient 4 sollte eine engmaschige Verlaufskontrolle zur frühzeitigen Feststellung einer Lockerung erfolgen, für die es aktuell sowohl klinisch als auch röntgenologisch keinen Anhalt gibt.

Bei Patient 2 muss keine Konsequenz aus der kleinen Lyse im Bereich des distalen Femurs gezogen werden, da es sich um einen unauffälligen Befund handelt.

### **5.3.3.2 Evaluation des Patella - Status**

Bei 12 der nachuntersuchten Patienten wurden zusätzlich zu Röntgenaufnahmen des Kniegelenks in zwei Ebenen auch Patella tangential - Aufnahmen angefertigt. Hier zeigte sich in 2 Fällen eine isolierte Patellalateralisation, in einem Fall eine kombinierte Patellalateralisation und - fraktur, wie bereits unter 5.2.1.2.1.4 beschrieben, und in einem Fall eine Patellaluxation und - fraktur. In keinem der beschriebenen Fälle ergab sich aufgrund des Befundes eine operative Therapiekonsequenz.

### **5.3.3.3 Röntgenologische Beurteilung der Arthrodesen**

Insgesamt wurden bei 9 Patienten Arthrodesen durchgeführt. Von insgesamt fünf Kompressionsarthrodesen, die mit einem Fixateur externe durchgeführt worden waren, zeigten sich in der röntgenologischen Kontrolle zum Untersuchungszeitpunkt drei fest durchbaut, sodass hier von "union" gesprochen werden kann. Zwei müssen als nicht durchbaut eingeordnet werden, für die daher der in der Literatur häufig zu findende Begriff "non - union" zutrifft. Vier Arthrodesen waren Arthrodesen mit einem intramedullären Arthrodesennagel.

### **5.3.4 Einfluss von Begleiterkrankungen**

Es wurde der Einfluss der innerhalb des McPherson Scores kategorisierten Begleiterkrankungen der Patienten auf die OP - Dauer sowohl bei TEP - Explantation und Spacerimplantation (Abb. 5.3 - 5) als auch bei Spacerausbau und Endoprothesenreimplantation untersucht. Es wurde außerdem nach einer Korrelation zwischen dem Ausmaß der Begleiterkrankungen und der Anzahl der notwendigen Revisionseingriffe gesucht ( Abb. 5.3 - 6).

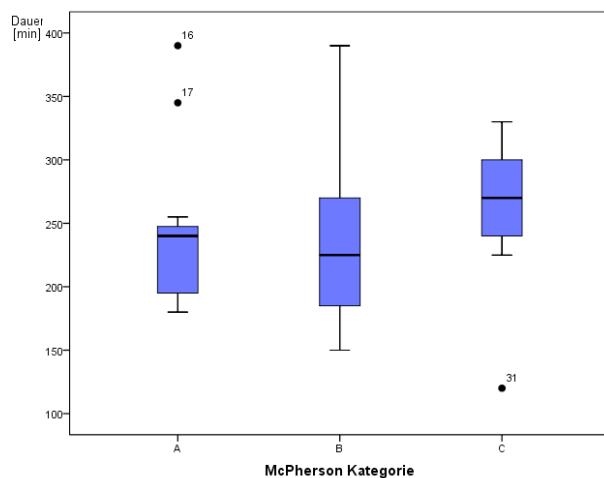
12 Patienten des Gesamtkollektivs wurden nach den Kriterien des McPherson Scores (s. Kap. 4.2.6) in Kategorie A (nicht beeinträchtigt), 25 in Kategorie B (beeinträchtigt) und 10 in Kategorie C (deutlich beeinträchtigt) eingeordnet.

**Tab. 5.3 - 2: Einteilung des Patientenkollektivs in Gruppen nach dem McPherson Score**

<b>Systemic Host Grade</b>	<b>Patientengruppe (n = 46)</b>
A	12 (26%)
B	25 (54%)
C	9 (20%)

### **5.3.4.1 Operationsdauer bei TEP – Explantation und Spacerimplantation in Abhängigkeit von Begleiterkrankungen**

Sowohl für artikulierende als auch für Blockspacer ergab sich kein signifikanter Unterschied der Operationsdauer in Abhängigkeit von der Schwere bzw. der Anzahl der Begleiterkrankungen (*Kruskal - Wallis - Test*).



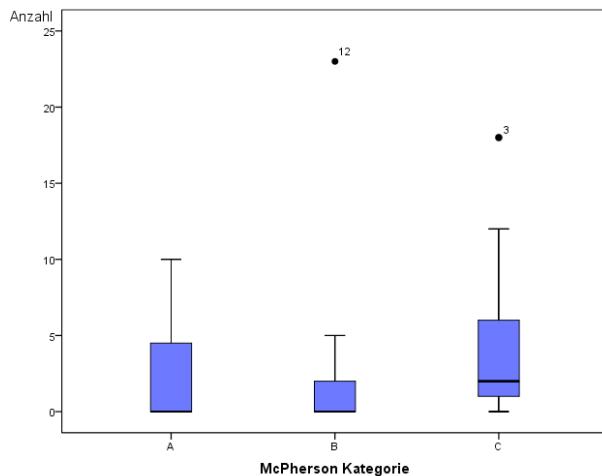
**Abb. 5.3 – 5:** OP - Dauer bei TEP - Explantation und Spacerimplantation innerhalb der Kategorien nach McPherson

### **5.3.4.2 Gesamtanzahl der Revisionseingriffe in Abhängigkeit von Begleiterkrankungen**

Auch für die Anzahl der operativen Revisionen nach Spacerimplantation scheint das Ausmaß an Begleiterkrankungen keine ausreichende Rolle zu spielen.

Hier wurden unter Revisionseingriffen sowohl operative Eingriffe nach der Spacerimplantation ohne erfolgte Endoprothesenreimplantation, wie z.B. Spacerwechsel, als auch Eingriffe nach erfolgter Endoprothesenreimplantation, wie z.B. wiederholte Spacerversorgung, verstanden (s. Kap. 5.1.1.3.1).

Es wurde kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,159$ ) in der Anzahl der notwendigen Revisionseingriffe zwischen Patienten, die je nach Anzahl und Schwere ihrer Begleiterkrankungen nach dem McPherson Score in die Kategorien A, B oder C eingeordnet wurden, nachgewiesen (*Kruskal - Wallis - Test*).



**Abb. 5.3 – 6: Gesamtanzahl der Revisionseingriffe in Abhängigkeit innerhalb der Kategorien nach McPherson**

### 5.3.5 Einfluss des BMI

Der BMI des Patientenkollektivs lag im Mittel bei 32 [21,6/47,8]. Dies entspricht per definitionem Adipositas Grad 1 (BMI zwischen 30 und 34,9). Drei Patienten, zwei davon weiblich und einer männlich, hatten einen  $\text{BMI} > 40$ , sodass hier von extremer Adipositas gesprochen werden muss. Fünf Patienten hatten Normalgewicht (BMI zwischen 18,5 und 24,9), zehn waren mit einem BMI zwischen 25 und 29,9 präadipös. Elf Patienten des nachuntersuchten Gesamtkollektivs waren in die Kategorie Adipositas Grad 1 einzuordnen, weitere sieben gehörten mit einem BMI zwischen 35 und 39,9 in die Kategorie Adipositas Grad 2 [HEROLD et al., 2012]. Mit einem  $p$  - Wert von 0,238 unterschied sich der BMI bei männlichen bzw. weiblichen Patienten nicht signifikant (*Chi - Quadrat - Test*). Der mittlere BMI der Männer betrug 31,6 [26,5/47,8] und war etwas niedriger als der BMI der Frauen. Dieser lag im Mittel bei 33,6 [21,6/44,1].

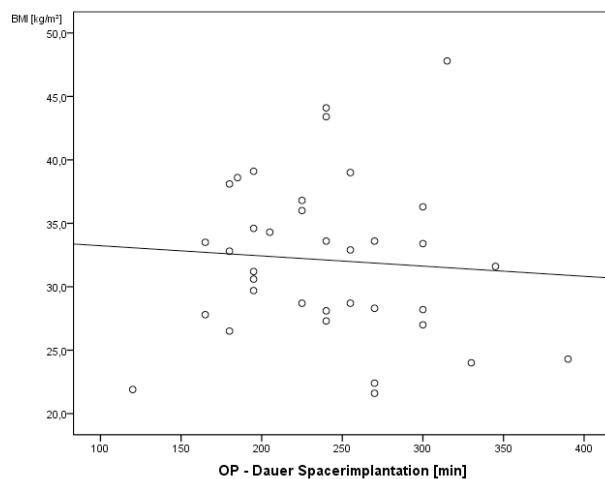
Ebenfalls wurde der Einfluss des Körpergewichts der Patienten sowohl auf die Operationsdauer bei Spacerimplantation (Abb 5.3 - 7) und bei Endoprothesenreimplantation (Abb. 5.3 - 8) als auch auf die Anzahl der operativen Revisionen nach Spacerversorgung (Abb. 5.3 - 9) untersucht.

**Tab. 5.3 - 3: Körperegewicht**

Körperegewicht	Patientengruppe n = 36	weiblich n = 17	männlich n = 19
Normalgewicht	5 (14 %)	5 (14 %)	0
Präadipositas	10 (28 %)	2 (6 %)	8 (22 %)
Adipositas Grad 1	11 (30 %)	3 (8 %)	8 (22 %)
Adipositas Grad 2	7 (19 %)	5 (14 %)	2 (6 %)
Adipositas Grad 3	3 (8 %)	2 (6 %)	1 (3 %)

### 5.3.5.1 Operationsdauer bei TEP – Explantation und Spacerimplantation

Unten stehendes Streudiagramm verdeutlicht sehr deutlich, dass es keine signifikante Korrelation ( $p = 0,668$ ) zwischen BMI und Operationsdauer bei TEP - Explantation und Spacerimplantation gibt (*Korrelation nach Pearson*).



**Abb. 5.3 – 7: OP - Dauer bei TEP - Explantation und Spacerimplantation in Abhängigkeit vom BMI**

### 5.3.5.2 Operationsdauer bei Endoprothesenreimplantation

Auch für die Operationsdauer bei Spacerausbau und TEP - Reimplantation ließ sich keine signifikante Korrelation ( $p = 0,403$ ) mit dem BMI des untersuchten Patientenkollektivs nachweisen (*Korrelation nach Pearson*). Die errechnete gering ansteigende Näherungsgerade spricht jedoch für eine tendenziell eher längere OP - Dauer bei Patienten mit hohem BMI.

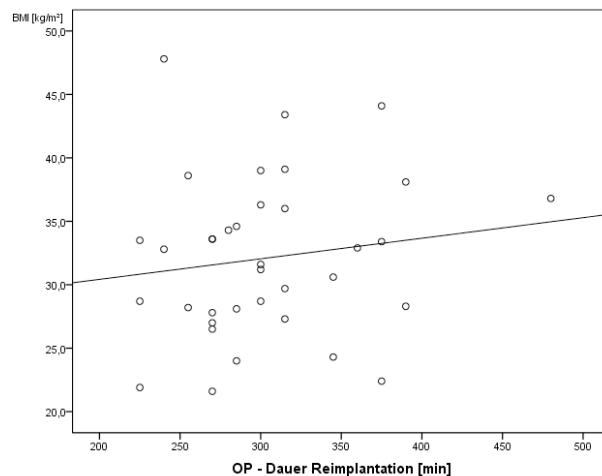


Abb. 5.3 – 8: OP - Dauer bei Endoprothesenreimplantation in Abhängigkeit vom BMI

### 5.3.5.3 Gesamtanzahl der Revisionseingriffe

Auf die Anzahl der Revisionseingriffe nach der Versorgung mit einem Kniegelenksspace hatte der BMI der Patienten ebenfalls keinen signifikanten Einfluss ( $p = 0,505$ ) (*Korrelation nach Pearson*). Hier wurden unter Revisionseingriffen sowohl operative Eingriffe nach der Spacerimplantation ohne erfolgte Endoprothesenreimplantation, wie z.B. Spacerwechsel, als auch Eingriffe nach bereits erfolgter TEP - Reimplantation, wie z.B. wiederholte Spacerversorgung, verstanden (s. Kap. 5.3.4.2).

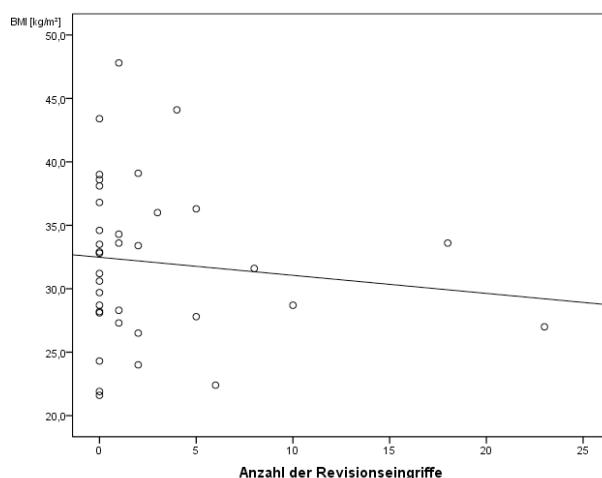


Abb. 5.3 – 9: Gesamtanzahl der Revisionseingriffe in Abhängigkeit vom BMI

## **6 Diskussion**

Die periprothetische Infektion stellt eine der schwerwiegendsten, wenn nicht sogar die schwerwiegendste Komplikation nach einer Knieendoprothesenimplantation dar. Hiermit verbunden sind zahlreiche, kurzfristige, aber auch langfristige Einschränkungen in der Lebensqualität der betroffenen, meist multimorbid Patienten. Trotz der Weiterentwicklung der Therapie der Protheseninfektion und zunehmender Maßnahmen zur Optimierung der Qualität der Endoprothetik in Deutschland zählt die Therapie des periprothetischen Infektes des Kniegelenkes zu den optimierbaren Verfahren in der Alloarthroplastik des Kniegelenkes [SIEBEL et al., 2002].

Es besteht kein Zweifel, dass eine infizierte Knieendoprothese mit einem hohen Maß an Aggressivität behandelt werden muss [KOHN und RUPP, 1999]. Nach der aktuellen Datenlage ist der Goldstandard in der Therapie der periprothetischen Spätinfektion der zweizeitige Prothesenwechsel [SPRINGER und SCUDERI, 2013]. In den letzten Jahren hat die temporäre Versorgung mit Antibiotika-haltigen Knochenzement-Platzhaltern (Spacers) zur Behandlung des nach Endoprothesenexplantation folgenden Resektionszustandes an Bedeutung gewonnen. Erste Publikationen [COHEN et al., 1988; BOOTH und LOTKE, 1989] beschrieben die zweizeitige Behandlung von Infektzuständen des künstlichen Kniegelenkes mittels starrer, in Tibia und/oder Femur verankerter Blockspacers. Um sowohl während der Interimsphase, die dem Zeitraum der Infektsanierung entspricht, als auch nach Reimplantation einer originären Endoprothese nach gesicherter Infektsanierung eine verbesserte Gelenkbeweglichkeit bei reduzierter Weichteilschrumpfung zu gewährleisten, wurden bewegliche, artikulierende Interimsprothesen entwickelt, die zum größten Teil zumindest eine Teilbelastung der Extremität in der Interimsphase erlauben [SCOTT et al., 1993; HOFFMAN et al., 1995; HADDAD et al., 2000]. Die artikulierenden Spacers können ausschließlich aus Antibiotika-haltigem Knochenzement bestehen oder zusätzlich Fremdmaterialien wie Endoprothesenteile enthalten [PITTO und SPIKA, 2004].

### **Vorbemerkungen:**

In der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie des Universitätsklinikums des Saarlandes unterzogen sich in den Jahren 1999 bis 2008 insgesamt 46 Patienten, die an einer Knieprotheseninfektion litten, einem zweizeitigen Prothesenwechsel mit temporärer Implantation eines Antibiotika-haltigen Blockspacers oder eines artikulierenden Spacers. Die implantierten Spacers waren intraoperativ handgeformt ohne Zuhilfenahme von Gussformen

sowie ohne Hinzunahme von Metall-oder Polyethylenkomponenten. Eine Studie, die eine identische Fertigung der Platzhalterprothesen untersucht, konnte nach ausgiebiger Literaturrecherche nicht gefunden werden.

Die vorliegende Arbeit vergleicht subjektive und objektive Befunde nach zweizeitigem Prothesenwechsel von Patienten, die während der Interimsphase mit einem nicht-artikulierenden Blockspacer behandelt und Patienten, die temporär mit einem artikulierenden, prothesenartigen Spacer versorgt wurden. Ausgehend von der aktuellen Datenlage wird versucht, die Frage zu beantworten, inwiefern sich die Ergebnisse der beiden Versorgungstechniken hinsichtlich funktioneller Behandlungsergebnisse, Komplikationen sowie Einfluss der Erkrankung und Therapie auf die Lebensqualität der Patienten nach Endoprothesenreimplantation unterscheiden. Durch die Aufarbeitung der jeweiligen Vor-und Nachteile soll untersucht werden, ob eines der beiden Verfahren aufgrund seiner Ergebnisse zu favorisieren ist. Da die klinische Untersuchung und Scoreerhebung zu einem einzigen Zeitpunkt nach zweizeitigem Prothesenwechsel erfolgte und zu diesem Zeitpunkt insgesamt 9 Patienten mit einer definitiven Arthrodese versorgt waren, ist auch ein Vergleich funktioneller Behandlungsergebnisse nach Reimplantation einer Endoprothese bzw. definitiver Arthrodesenversorgung sinnvoll. Die Fragestellung, ob bei Patienten eines gewissen Alters und gewisser Morbiditäten eine Kniegelenksarthrodese nach erfolgter Infektsanierung akzeptabel bzw. empfehlenswert ist, soll kritisch beleuchtet werden. Als dritter Gesichtspunkt sollen Infektsanierung, röntgenologisches Ergebnis nach Reimplantation bzw. definitiver Arthrodese, Lebensqualität und Einfluss von Begleiterkrankungen nach zweizeitigem Prothesenwechsel diskutiert werden.

### **Limitationen:**

Einschränkung dieser Arbeit ist der geringe Stichprobenumfang sowohl in der Gruppe der mit Blockspacern versorgten Patienten als auch in der Gruppe der Patienten mit temporären, artikulierenden Spacern und die divergente Patientenzahl pro Gruppe. Weitere grundsätzliche Probleme in der Interpretation der klinischen Ergebnisse und deren Vergleich mit anderen Studien bestehen in der Multimorbidität des Patientenkollektivs, der Anzahl, zum Teil bereits septischer Voroperationen des betroffenen Kniegelenkes, die *alio loco* erfolgt waren, und der Art der Versorgung des Kniegelenkes nach zweizeitigem Prothesenwechsel zum Untersuchungs- bzw. Befragungszeitpunkt (Standardprothese, Revisionsprothese, Arthrodese, Amputation). Die in dieser Arbeit untersuchten Patienten litten an einer Vielzahl für das Gesamtergebnis relevanter Begleiterkrankungen.

## 6.1 Infektphase

Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersuchten Patienten hatten ein durchschnittliches Alter von 74 Jahren zum Untersuchungszeitpunkt bei einem durchschnittlichen Nachbeobachtungszeitraum (Endoprothesenexplantation - Nachuntersuchung) von 55 Monaten. Somit betrug das mittlere Alter der Patienten zum zweizeitigen Prothesenwechsel circa 69 Jahre, ein mit Studienpopulationen aus der Literatur vergleichbares Alter, die von einem mittleren Alter zum Zeitpunkt der Endoprothesenexplantation und Spacerimplantation von 65 bis 71 Jahren berichten [HADDAD et al., 2000; EMERSON et al., 2002; FREEMAN et al., 2007; HOFMANN et al., 2005; CHIANG et al., 2011].

Die individuelle Wahl eines adäquaten Therapieverfahrens für einen Patienten mit einer periprothetischen Infektion gründet sich auf verschiedene Faktoren: die Dauer der Infektion und den Zeitpunkt der Infektmanifestation, patientenabhängige Faktoren wie Alter, Gesundheitszustand, Beeinträchtigung des Immunsystems sowie die Virulenz des auslösenden Erregers [HOFMANN et al., 2005]. Insbesondere die dramatische Zunahme Antibiotikaresistenter Erreger erschwert eine adäquate, effektive lokale als auch systemische antimikrobielle Therapie [HENDRICH et al., 2004]. Emerson publizierte 2002 eine vergleichende Studie über artikulierende Knochenzement-Platzhalterprothesen, die neben dem Knochenzement auch Prothesenteilen enthielten, und Blockspacer. Patienten der Kategorie C nach Mc Pherson wurden in der Arbeit von Emerson et al. [2002] grundsätzlich nicht inkludiert, da sie nicht einer Spacerimplantation zugeführt wurden, sondern eine Resektionsarthroplastik oder Arthrodese erhielten. Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Patienten wurden jedoch zu 20% in die Kategorie C nach Mc Pherson eingeteilt. Dies verdeutlicht, dass das untersuchte Kollektiv mit nur 26% der Kategorie A zugehörigen Patienten multimorbide und demnach als anfällig für persistierende oder wiederkehrende Infektionen anzusehen ist [ENGLAND et al., 1990; WINIARSKY et al., 1998; GIBBS et al., 1999; PEERSMAN et al., 2001; CIERNY und DIPASQUALE, 2002; PARVIZI et al., 2009; MORTAZAVI et al., 2011].

Bei den nachgewiesenen Erregern handelte es sich übereinstimmend mit der Literatur [INSALL et al., 1983; HADDAD et al., 2000; EMERSON et al., 2002; SIEBEL et al., 2002; HENDRICH et al., 2004; MEEK et al., 2004; ANAGNOSTAKOS et al., 2006; HSU et al., 2007; JACOBS et al., 2009] in erster Linie um grampositive Keime, der Haupterreger war mit 19% *Staphylokokkus epidermidis*, bei einem Patienten konnte eine Pilzinfektion nachgewiesen werden. Auffällig ist der mit 30% hohe Anteil an fehlenden mikrobiologischen Keimnachweisen, der von anderen Autoren ebenfalls beschrieben wird [HSU et al., 2007],

und der im Falle dieser Studie am ehesten mit dem mit 45% hohen Anteil septischer Voroperationen und antibiotischen Vortherapien in anderen Kliniken zusammenhängt [HOFMANN et al., 1995; HSU et al., 2007].

## 6.2 Interimsphase

In Bezug auf die untersuchten Parameter der infektsanierenden Operation ergab sich bei der statistischen Auswertung lediglich ein einziger statistisch signifikanter Unterschied: die Interimsphase bei den Patienten, die während des Resektionszustandes einen artikulierenden Spacer erhielten, war kürzer als bei den Patienten, die in der Interimsphase mit einem starren Blockspacer versorgt waren. Dies spricht für die Tatsache, dass eine Infektsanierung bei Verwendung artikulierender Antibiotika-haltiger Platzhalter schneller zu erreichen war als bei Nutzung nicht-artikulierender Spacer. Hierbei dürfen jedoch auch andere Begleitumstände wie beispielsweise Verzögerungen durch Einholung einer Zweit-oder Drittmeinung der Patienten, durch verspätete Einweisung der Patienten oder Organisationsschwierigkeiten bei der Vergabe eines Operationstermines [HOFMANN et al., 2005] nicht außer Acht gelassen werden.

Es stellt sich die entscheidende Frage, wann der optimale Zeitpunkt zur Reimplantation und somit Beendigung der Interimsphase ist. Die Literatur gibt in der Mehrzahl der veröffentlichten Studien Interimsphasen zwischen sechs und zwölf Wochen an [WILDE et al., 1988; SCOTT et al., 1993; HOFMANN et al., 1995; HADDAD et al., 2000; EMERSON et al., 2002; SIEBEL et al., 2002; HALEEM et al., 2004; HOFMANN et al., 2005; BURNETT et al., 2007; PASCALE und PASCALE, 2007; ANDERSON et al., 2008]. Andere Autoren, insbesondere älterer Arbeiten über den zweizeitigen Prothesenwechsel mit Implantation artikulierender Spacer, empfehlen längere Interimsperioden [COHEN et al., 1988; ZILKENS et al., 1990; GUSSO et al., 1995] von bis zu 17 Monaten [BOOTH und LOTKE, 1989]. Gegen lange Interimszeiträume sprechen die Kenntnisse über die Pharmakokinetik von Antibiotika aus PMMA [SCHURMANN et al., 1978; WAHLIG et al., 1984; JUPITER et al., 1981; ADAMS et al., 1992; KELM et al., 1997; SIEBEL et al., 2002], die zusammengefasst zeigen, dass nach einem Monat keine therapeutischen Wirkspiegel mehr im Gewebe nachgewiesen werden können. Ein weiterer Nachteil einer langen Verweildauer der Antibiotika-haltigen Interimsprothese ist die mögliche Hypersensibilisierung und somit Entstehung einer Allergie des Patienten [SCHURMANN et al., 1978; TRIPPEL, 1986; SIEBEL et al., 2002].

Ein anderer Diskussionspunkt ist die Frage, wann von einer gesicherten Infektsanierung gesprochen werden kann. Im Falle der vorliegenden Arbeit waren sowohl klinische Untersuchungsbefunde (Rötung, Schwellung, Überwärmung, starke Schmerzen) als auch laborchemische Entzündungsparameter (BSG, CRP, Leukozytenzahl) Eckpunkte zur Festlegung des richtigen Zeitpunktes der Endoprothesenreimplantation. Zum Zeitpunkt der Reimplantation war nach einer sechswöchigen antibiotischen Therapie und einer zweiwöchigen Antibiotikakarenz ein innerhalb des Referenzbereiches liegender CRP-Wert die Voraussetzung. Der Großteil der Autoren [BOOTH et al., 1989; HOFMANN et al., 1995; FEHRING et al., 2000; EMERSON et al., 2002; HOFMANN et al., 2005; ANDERSON et al., 2008; JÄMSEN et al., 2006; LOMBARDI et al., 2007; CHIANG et al., 2011] wählt den Zeitpunkt der Reimplantation nach Beendigung einer meist sechswöchigen systemischen Antibiose [INSALL et al., 1983; CALTON et al., 1997; MCPHERSON et al., 1997; PAGNANO et al., 1999; HADDAD et al., 2000; NAZARIAN et al., 2003; HALEEM et al., 2004; SPRINGER et al., 2004; MEEK et al., 2004; HOFMANN et al., 2005; MCAVOY und RIES, 2005; PITTO et al., 2005; FREEMAN et al., 2007; HADDAD und ADEJUWON, 2007; HSU et al., 2007; ANDERSON et al., 2008; HARRASSER et al., 2012] auf die gleiche Weise, während andere im Zweifelsfall [PIETSCH et al., 2003; KIRSCHNER et al., 2004] oder sogar in jedem Fall [HADDAD et al., 2000; FREEMAN et al., 2007] eine erneute Kniegelenkpunktion zur Sicherung der Infektsanierung empfehlen. Emerson et al. [2002] gehen von einer ausreichenden und langfristigen Antibiotikaabgabe der Antibiotikabeladenen Interimsprothesen aus, sodass er eine erneute Punktion vor der Reimplantation als fragwürdig bezeichnet. Diesbezüglich wurde in der vorliegenden Arbeit auch ein Vergleich der CRP-Werte vor dem Spacereinbau, der der akuten Infektphase entspricht, und vor der Endoprothesenreimplantation, die mit dem Zeitpunkt der Infektsanierung gleichzusetzen ist, vorgenommen. In der Mehrzahl der Fälle war eine deutliche Senkung des CRP-Wertes (Median artikulierende Spacer 27 mg/l, Median Blockspacer 21 mg/l) bis zur Reimplantation zu verzeichnen, auch Patienten mit sehr hohen Werten in der Infektphase fielen auf Werte innerhalb des Referenzbereiches ab. Bei 11 Patienten war der CRP-Wert vor der Endoprothesenreimplantation geringfügig höher als vor der Spacerimplantation. Jedoch bewegten sich die Werte dieser Patienten insgesamt im normalen oder nahezu normalen Bereich (0,8 mg/l-16,8 mg/l), sodass hier nicht von einer repräsentativen Statistik ausgegangen werden kann.

Die Operationsdauer bei der Endoprothesenexplantation und Spacerimplantation artikulierender bzw. nicht-artikulierender Platzhalter unterschied sich, vergleichbar mit der

Literatur [FEHRING et al., 2000], mit 240 Minuten in beiden Gruppen dieser Studie nicht. Auch die Hospitalisation der Patienten (Median vier Wochen) war unabhängig von der jeweiligen Versorgungstechnik, die für die Interimsphase gewählt wurde, wobei zwei Patienten vier Monate in stationärer Behandlung waren, da sie zwischen Spacerimplantation und Endoprothesenreimplantation nicht in das häusliche Umfeld entlassen werden konnten. Bei einem dieser Patienten lag eine MRSA-Infektion des Kunstgelenkes vor, die bekanntermaßen oft mit einer schlechteren Prognose hinsichtlich dauerhafter Infektsanierung [HIRAKAWA et al., 1998; KILGUS et al., 2002] verbunden ist, bei dem zweiten Patienten kam es zu postoperativen internistischen Komplikationen, sodass von einer Entlassung abgesehen wurde.

### **Nicht Spacer-assozierte Komplikationen**

In der Spacerphase konnte im untersuchten Patientenkollektiv eine Infektpersistenzrate von 13% bei Patienten mit artikulierenden Platzhalterprothesen und 7% bei Patienten mit Blockspacern berechnet werden. Eine persistierende Infektion wurde hier nicht als Infektion mit dem identischen Keim definiert, sondern als eine trotz Spacerversorgung klinisch bzw. laborchemisch persistierenden Infektion mit oder ohne mikrobiologischen Erregernachweis. Der in der Literatur gebräuchlichste Begriff bezugnehmend auf die Infektsanierung ist die Infekteradikationsrate [FEHRING et al., 2000; EMERSON et al., 2002; HOFMANN et al., 2005; FREEMAN et al., 2007], der sich jedoch in den meisten Fällen nicht nur auf eine erfolgreiche Endoprothesenreimplantation (Fehlen einer persistierenden Infektion während der Spacerphase) bezieht, sondern auch die Infektfreiheit nach erfolgter Reimplantation einer Knie-TEP, also die Abwesenheit von Reinfektionen fordert [MACMULL et al., 2010]. Macmull et al. berichten in ihrer Arbeit aus 2010 über 16% persistierende Infektionen nach Implantation einer Spacerprothese, die er als SMILES-Spacer (Stanmore Modular Individualised Lower Extremity System) bezeichnete. Hierbei handelt es sich um eine mit Antibiotika-haltigem Knochenzement beladene, artikulierende Platzhalterprothese mit einem Metallgerüst (Cobalt-Chrom). In der Literatur werden Infektpersistenzraten zwischen 8 [DURBHAKULA et al., 2004] und 16% [MACMULL et al., 2010] beschrieben. Problematisch ist, wie bereits erläutert, einen "korrekten" Zeitpunkt zur Endoprothesenreimplantation zu finden, denn die allgemein bekannten und auch in dieser Studie zur Diagnose einer Protheseninfektion herangezogenen laborchemischen Infektparameter sind nicht richtungsweisend bei der Diagnose einer während der Spacerphase bzw. zum Zeitpunkt der geplanten TEP-Reimplantation persistierenden Infektion [KUSUMA

et al., 2011]. Kusuma et al. [2011] empfehlen hier drei Gesichtspunkte, an denen man sich bei der geplanten Reimplantation orientieren sollte: intraoperative, makroskopische Infektfreiheit des Gewebes, intraoperativer Gefrier-Schnellschnitt ohne Nachweis einer aktiven Infektion sowie Leukozytenzahl des intraoperativen Gelenkaspirats  $< 3000/\mu\text{l}$ . Geben die genannten Parameter Anhalt für das Vorliegen einer persistierenden Infektion, sollte nach neuerlichem Debridement ein Spacerwechsel vorgenommen werden. Das initiale Keimspektrum der insgesamt fünf Patienten ( $n=4$  bei artikulierenden Spacern,  $n=1$  bei Blockspacern) mit persistierenden Infektionen in der Spacerphase umfasste Koagulase-negative Staphylokokken ( $n=1$ ),  $\alpha$ -hämolisierende Streptokokken ( $n=1$ ), *Staphylococcus aureus* ( $n=1$ ) und Mischinfektionen ( $n=1$ ). Bei einem Patienten mit Infektpersistenz war bei der Spacerimplantation kein mikrobiologischer Keimnachweis gelungen. Somit konnte ein Zusammenhang persistierender Infektionen mit besonders aggressiven, multiresistenten Erregern nicht hergestellt werden. Das Ergebnis unserer Patienten mit einer Infektpersistenz in der Interimsphase war ähnlich schlecht wie in der Literatur beschrieben [DURBHAKULA et al., 2004; KALORE et al., 2012]. Durbhakula et al. [2004] berichten in ihrer Arbeit über zwei Patienten mit persistierender Infektion, die sich letztlich einer Oberschenkelamputation unterziehen mussten. Dies war bei einem der betroffenen Patienten unserer Studie nach zwei Spacerwechseln und zweimaliger TEP-Reimplantation ebenfalls notwendig (siehe Kapitel 5.1.1.3.3.1.1 Tab. 5.1-6). Drei Patienten konnten nach einem bzw. zwei Spacerwechseln reimplantiert werden, zwei von ihnen erhielten Revisionsprothesen. Bei einem Patienten war bis dato nach multiplen Revisionseingriffen noch keine Endoprothesenreimplantation möglich (siehe Kapitel 5.1.1.3.3 Tab. 5.1-6).

An sonstigen Spacer-unabhängigen Komplikationen kam es insbesondere bei multimorbidien Patienten zu internistischen Komplikationen wie Pneumonie, Harnwegsinfektion, kardiale Dekompensation, Myokardinfarkt und postoperativem Nierenversagen. Bei einem Patienten mit einem bekannten metastasierten Bronchialkarzinom kam es in der Interimsphase zu einer nosokomial erworbenen Pneumonie und im weiteren Verlauf zu pectanginöser Symptomatik. Aufgrund seines Risikoprofils mit schlechtem Allgemeinzustand und multiplen, schweren Begleiterkrankungen (Mc Pherson Kategorie C) sollte bei diesem Patienten nach Spacerexplantation eine Arthrodese vorgenommen werden. Der Patient konnte jedoch aus internistischer Sicht nicht mehr zur Operation freigegeben werden und verstarb neun Monate nach der Spacerimplantation im häuslichen Umfeld.

## **Spacer-assoziierte Komplikationen**

Vergleichbar mit der Literatur gab es bei den verwendeten intraoperativ handgeformten artikulierenden Platzhaltern keine Brüche oder Anhalt für hochgradige Instabilität des Spacers bei der Spacerexplantation [JAEKEL et al., 2012]. Wenngleich verdeckte Hohlräume unter der Spaceroberfläche, irreguläre Mischverhältnisse des Antibiotika-haltigen Palacos oder Unebenheiten festzustellen sind, führen diese nicht zwangsläufig zu einer Rissbildung innerhalb des Spacers oder gar zu einem Materialversagen [JAEKEL et al., 2012]. Bei einem Patienten mit einem Blockspacer kam es zu einer Fehlstellung der Extremität nach der Spacerimplantation, röntgenologisch zeigte sich eine Spacerluxation nach medial. Nach geschlossener Spacerreposition war keine operative Revision notwendig. Im Rahmen der Endoprothesenreimplantation konnte jedoch ein Zementbruch des Spacers festgestellt werden, der klinisch asymptomatisch war. Tatsächlich werden Spacerluxationen häufiger bei Blockspacern beschrieben [FEHRING et al., 2000; EMERSON et al., 2002], insbesondere wenn diese ohne Zapfen in die Knochenhöhle eingesetzt werden [BURNETT et al., 2007]. Hiermit ist nach Fehring et al. [2000] auch ein deutlicher Knochensubstanzverlust verbunden, der die Reimplantation einer Endoprothese erschwert und die Implantation von Revisionsendoprothesen mit hohem Fremdmaterialanteil erfordern kann.

## **6.3 Reimplantationsphase**

Die Analyse der bei der Endoprothesenreimplantation untersuchten Parameter ergab keine signifikanten Ergebnisse. Erwähnenswert ist jedoch eine mit 315 min bei Patienten mit Blockspacern gegenüber 270 min bei Patienten mit artikulierenden Platzhaltern tendenziell längere Operationsdauer nach Versorgung mit Blockspacern. In der Literatur existieren zu Parametern wie Operationsdauern, Bluttransfusionen oder Dauer der Krankenhausaufenthalte nur wenige Angaben, da die Autoren sich in den meisten Fällen auf das funktionelle Ergebnis nach zweizeitigem Prothesenwechsel und auf den Erfolg des Therapieverfahrens hinsichtlich der Infektsanierung konzentrieren. Die Implantation artikulierender Spacer erleichtert den Autoren zufolge jedoch die Endoprothesenreimplantation im Vergleich zu Blockspacern durch geringeren Knochensubstanzverlust, geringeres Auftreten von Quadrizepsverkürzung und Arthrofibrose sowie bessere Weichteilverhältnisse [LOMBARDI et al., 2007].

Die intraoperative Auswahl der Implantate bedarf einer differenzierten Betrachtung. Die Patienten, die in der Interimsphase mit einem artikulierenden Spacer versorgt waren, unterschieden sich in der Art der reimplantierten Prothesen nicht voneinander. In nahezu gleicher Häufigkeit wurden Standardimplantate (ungekoppelte bzw. teilgekoppelte (posterior

stabilized) bikondyläre Oberflächenersatzprothesen) und Revisionssysteme (gekoppelte Totalendoprothesen) implantiert. Bemerkenswert ist die mit 56% (nach artikulierendem Spacer) bzw. 50% (nach Blockspacer) relativ hohe Anzahl von implantierten Standardprothesen. Die Literatur bestätigt, dass in der Mehrzahl der Fälle keine achsgeführten Implantate nach infektionsbedingtem zweizeitigem Prothesenwechsel notwendig sind [BOOTH und LOTKE, 1989; HADDAD et al., 2000; EMERSON et al., 2002; PIETSCH et al., 2003; HALEEM et al., 2004; BURNETT et al., 2007; CHIANG et al., 2011]. Vier Patienten in dieser Studie war bereits im Rahmen der primären Endoprothesenimplantation aufgrund mangelhafter Knochenverhältnisse, z.B. durch Osteodestruktion bei Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises oder tumorbedingt, ein gekoppeltes Modell und in einem Fall eine maßangefertigte Tumorprothese implantiert worden. Zwei dieser Patienten erhielten nach der Spacerexplantation eine Arthrodese ohne den erneuten Versuch einer Endoprothesenreimplantation. Diese Daten werden in einer Arbeit von Kotwal et al. [2012] bestätigt, in der das Outcome von Patienten mit schlechten Knochen- und Weichteilverhältnissen nach zweizeitigem Prothesenwechsel mit Implantation eines intramedullären Metallstabs unter Nutzung eines den Gelenkspalt überbrückenden starren Knochenzement-Spacers untersucht wird [KOTWAL et al., 2012]. Hier erhielten 65% der Patienten im Rahmen der Reimplantation Revisionsimplantate, während Standardsysteme nur bei 35% Verwendung fanden.

In den meisten Fällen wurden die Implantate vergleichbar mit der Literatur bei der Reimplantation mit Antibiotikazusatz zementiert [COHEN et al., 1988; BOOTH und LOTKE 1989; HOFMANN et al., 1995; SIEBEL et al., 2002; JÄMSEN et al., 2006; ANDERSON et al., 2008; VILLANUEVA-MARTINEZ et al., 2008].

Eine Schwierigkeit bei der Reimplantation ist aufgrund der Voroperationen meist die klare Darstellung des Operationssitus mit den anatomischen Verhältnissen [INSALL et al., 1983], wobei besonders ein Tuberositas- bzw. Patellasehnabriss vermieden werden soll. Zur Verbesserung der intraoperativen Übersicht musste in unserer Studie in 65% der Fälle eine Tuberositasosteotomie vorgenommen werden - ein im Vergleich zur Literatur hoher Prozentsatz, die nur in seltenen Fällen über die Notwendigkeit einer Tuberositasosteotomie [HOFMANN et al., 1995; HOFMANN et al., 2005; PIETSCH et al., 2006] berichtet. Ein Grund hierfür ist am ehesten das Ausmaß an Gewebskontrakturen aufgrund einer hohen Zahl (57%) an vor dem zweizeitigen Prothesenwechsel erfolgten Revisionsoperationen, die den Zugang zum Kniegelenk und die intraoperative Darstellung anatomischer Strukturen erschweren. In diesen Fällen hat sich die Tuberositasosteotomie als sinnvolle Maßnahme zur

Vermeidung eines Patellasehnenabisses [YOUNGER et al., 1998] mit zufriedenstellenden funktionellen postoperativen Ergebnissen bei guter knöcherner Konsolidierung erwiesen [WHITESIDE, 1995; MENDES et al., 2004; CHOI et al., 2012]. Es zeigten sich kaum Komplikationen, die spezifisch auf die Tuberositasosteotomie zurückzuführen waren. Bei einem Patienten musste aufgrund einer Pseudarthrose eine Tuberositasrefixation durchgeführt werden, woran sich dann eine subtotale Spontanruptur des Ligamentum patellae mit einer revisionsbedürftigen Wundheilungsstörung anschloss. Des Weiteren wurde ein Patellasehnenabriss nach Tuberositasosteotomie, der mit einer modifizierten Rahmennaht nach McLaughlin [MCLAUGHLIN, 1946] und Umkipp-Plastik versorgt wurde, beobachtet. Bei vier Patienten dieser Studie wurde nach der Spacerphase die Indikation zur Kniegelenksarthrodese gestellt, ohne den Versuch einer erneuten Endoprothesenreimplantation zu unternehmen. Ein Zusammenhang mit der jeweiligen Versorgungstechnik in der Interimsphase (artikulierender versus Blockspacer) konnte nicht festgestellt werden. In gleicher Verteilung wurden Kompressionsarthrodesen und Arthrodesen mit einem Arthrodesennagel durchgeführt. Nach Literaturangaben [MAURER und OCHSNER, 2006] muss die Kniegelenksarthrodese beim periprothetischen Infekt in bestimmten Fällen diskutiert werden. Die Tatsache, dass für Patienten mit Immunsuppression, schweren, kompromittierenden Begleiterkrankungen und schlechter Weichteilsituationen, in denen eine gute postoperative Funktionalität des Kniegelenkes nicht mehr zu erwarten ist, oder nach mehrfachen frustranen Revisionsversuchen [MAURER und OCHSNER, 2006] die Arthrodese eine adäquate Versorgungsoption ist, kann durch unsere Ergebnisse bestätigt werden. Insbesondere älteren, morbiden Patienten, ist eine Schmerzkontrolle bzw. Schmerzfreiheit und ein verkürzter Krankheitsverlauf mit konsekutiver frühzeitiger Entlassung in das häusliche Umfeld deutlich wichtiger als eine gute Gelenkfunktion im Alltag [KLINGER et al., 2006; BIERWAGEN et al., 2010]. Eine erfolgreiche Kniegelenksarthrodese ermöglicht diesen Patienten ein unabhängiges Leben mit einer stabilen Extremität [OOSTENBROEK und VAN ROERMUND, 2001; CHRISTIE et al., 2003]. Im Falle einer guten knöchernen Durchbauung ist die Arthrodese der Literatur zufolge mit einer deutlichen Schmerzlinderung und einer geringen Reinfektionsrate verbunden [FIGGIE et al., 1987; STIEHL und HANEL, 1993; BULLINGER, 1995; VLASAK et al., 1995]. Die besten Ergebnisse hinsichtlich der Stabilität und knöchernen Konsolidierung werden mit interner Stabilisierung z.B. mit einem Arthrodesennagel erzielt [WIEDEL, 2002], sodass diese Methode bei Patienten mit ausgeprägten Knochensubstanzverlusten die Kompressionsarthrodese als Therapie der Wahl abgelöst hat. Zur Diskussion steht die Frage,

ob bei Patienten mit periprothetischen Infektionen, bei denen schließlich die Indikation zur Kniegelenksarthrodese gestellt wird, eine erneute Implantation von Fremdmaterial sinnvoll ist. Die Rate unter Kompressionsarthrodese persistierender Infektionen und auch die Wahrscheinlichkeit, eine Reinfektion zu erleiden, wird als geringer im Vergleich mit anderen Methoden beschrieben [VAN RENSCH et al., 2013]. Der Nachteil der Arthrodesen unter Verwendung einer äußeren Stabilisierung besteht in niedrigeren Konsolidierungsraten (38-70% bei Arthrodesen mit Fixateur externe versus 83-100% bei Arthrodesen mit Arthrodesennagel) [DAMRON und MCBEATH, 1995; WIEDEL, 2002; CONWAY et al., 2004; BARGIOTAS et al., 2006; MACDONALD et al., 2006; TALMO et al., 2007; SOMAYAJI et al., 2008; BIERWAGEN et al., 2010; NAMDARI et al., 2011], sodass Autoren mittlerweile auch nach chronischem Protheseninfekt eine Arthrodese mittels Arthrodesennagel bevorzugen [DE VIL et al., 2008; YEOH et al., 2008]. Bei beiden Patienten mit Kompressionsarthrodese war zum Nachuntersuchungszeitpunkt 21 bzw. 25 Monate nach Arthrodese röntgenologisch eine gute knöcherne Durchbauung bei guter Stabilität in der klinischen Untersuchung zu sehen. Einer der genannten Patienten erlitt eine Reinfektion, die erneut operative Revisionen erforderte. Wie auch in der Literatur dokumentiert und empfohlen [BRODERSON et al., 1979; ROTHACKER und CABANELA, 1983; KNUTSON et al., 1984; CROCKARELL et al., 2005; DE VIL et al., 2008; GARCÍA-LOPEZ et al., 2008; YEOH et al., 2008; BIERWAGEN et al., 2010], wurde bei zwei Patienten mit schon initial schlechtem Knochenzustand aufgrund eines Knochentumors bzw. Rheuma-assozierter ossärer Destruktionen ein Arthrodesennagel verwendet. Beide Patienten hatten einen komplikationsfreien Verlauf und ein gutes Ergebnis beim Followup.

## Komplikationen

Neben allgemeinen, vorwiegend internistischen Komplikationen, muss zwischen aseptischen und septischen Komplikationen bzw. Revisionseingriffen unterschieden werden. Auf internistische Zwischenfälle nach der Endoprothesenreimplantation soll im Folgenden nicht mehr dezidiert eingegangen werden, da diese bereits unter 5.2 für die Phase nach der Spacerimplantation dargestellt wurden und in Art und Häufigkeit der Komplikationen nach der Reimplantation keine wesentlichen Unterschiede auftraten.

### *Aseptische Revisionen*

Aseptische Komponentenwechsel waren bei insgesamt sechs Patienten (13%) notwendig, zwei Patienten erhielten eine offene Arthrollyse bei Arthrofibrose nach

Endoprothesenreimplantation, einmal in Kombination mit einem Wechsel der Tibiakomponente, ein Patient erlitt eine proximale Femurfraktur und ein Weiterer eine proximale Tibiafraktur. Die Anzahl aseptischer Komponentenlockerungen entspricht publizierten Daten vergleichbarer Studien [HALEEM et al., 2004].

### *Septische Revisionen*

Das zentrale Interesse bei der Beurteilung der Ergebnisse des zweizeitigen Prothesenwechsels ist die postoperative, dauerhafte Infektfreiheit. Bekannt ist, dass nach infektbedingtem zweizeitigem Prothesenwechsel ohnehin schon ein mit durchschnittlich 14% [BORDEN und GEAREN, 1987; WILDE und RUTH, 1988; WINDSOR et al., 1990; GOLDMAN et al, 1996; FEHRING et al., 2000; HADDAD et al., 2000; EMERSON et al., 2002; HOFMANN et al., 2005; FREEMAN et al., 2007; JACOBS et al., 2009; MORTAZAVI et al., 2011; KUBISTA et al., 2012] deutlich höheres Infektrisiko als in der Primärendoprothetik besteht. Die Reinfektionsrate nach zweizeitigem Prothesenwechsel wird in der Literatur mit einer relativ großen Spannweite von 5-33% angegeben, Raten von unter 20% überwiegen jedoch in den aktuelleren Arbeiten. Artikulierende Platzhalterprothesen haben sich hinsichtlich Komplikations- und Reinfektionsrate in Langzeitverlaufskontrollen als äquivalent zu Spacerblöcke erwiesen [HOFMANN et al., 1995; MCPHERSON et al., 1995; HADDAD et al., 2000; MASRI et al., 2000; EMERSON et al., 2002; SIEBEL et al., 2002; FEHRING et al., 2003; HOFMANN 2003; PITTO und SPIKA et al., 2004; PITTO et al., 2005; JÄMSEN et al., 2006; HSU et al., 2007; PARK et al., 2010; MUNRO et al., 2012; PIVEC et al., 2013]. In einer aktuellen Übersichtsarbeit von Pivec et al. [2013] wurden die Ergebnisse aus insgesamt 48 Studien von 944 implantierten artikulierenden Spacern und 675 Blockspacern analysiert. Das Followup lag im Mittel bei 40 Monaten [12/108]. Anhand bestimmter Charakteristika wurden Studien mit komplexem und weniger komplexem Patientengut identifiziert. Studien über artikulierende Interimsprothesen, die Patienten mit hoch virulenten Erregern oder Mischinfektionen, Fistelbildung, deutlichem bereits präoperativem Knochensubstanzverlust und schweren Begleiterkrankungen (pAVK, Herzerkrankungen, chronische Lungenerkrankungen, Apoplex, Niereninsuffizienz) inkludierten, wurden als "complex patient study" klassifiziert und bezüglich Reinfektionen nach Reimplantation gesondert betrachtet. Alle Studien über Blockspacer konnten in die Kategorie "complex patient study" eingeteilt werden, wodurch die Hypothese bestätigt wird, dass bei sehr morbiden Patienten eher Spacerblocks implantiert bzw. diese auch aufgrund der einfacheren und schnelleren Operationstechnik bei der Reimplantation zu empfehlen sind [EMERSON et al., 2002; PARK

et al., 2010]. Natürlich ist jedoch der operative Aufwand bei der Explantation eines prothesenartigen, artikulierenden Knochenzement-Spacers, der z.T. zusätzliche Prothesenteile enthält, größer als bei einem wie in unserer Studie verwendeten, handgeformten artikulierenden Spacers, der ausschließlich aus Antibiotika-haltigem Knochenzement gefertigt ist.

Die in den Studien dokumentierten mittleren Reinfektionsraten nach Implantation eines artikulierenden bzw. eines starren Spacers unterschieden sich statistisch nicht signifikant (9,7% bei Blockspacern und 7,9% bei artikulierenden Spacern). Die getrennte Auswertung der "simple patient studies" und "complex patient studies" ergab jedoch mit 3,8% Reinfektionen nach Infektsanierung bei weniger komplexen Patienten einen deutlich geringeren Anteil an Reinfektionen gegenüber 11,2% bei nach den oben beschriebenen Kriterien als komplex geltenden Patienten. Die Reinfektionsrate nach Versorgung mit einem starren Platzhalter unterschied sich mit 10% nicht wesentlich von derjenigen der komplexen Patienten mit artikulierenden Spacern.

Die Reinfektionsrate in dieser Studie mit einem Nachbeobachtungszeitraum von im Mittel 55 Monaten [12/145] liegt mit 28% bei Patienten nach Versorgung mit einem artikulierenden Spacer bzw. 27% bei Patienten mit einem Blockspacer an der oberen Grenze der in der Literatur dokumentierten Daten. Daher stellt sich die Frage, worin der Grund für diese vergleichsweise hohen Zahlen an Reinfektionen zu sehen ist. Ein wesentlicher Gesichtspunkt vor diesem Hintergrund ist sicher die Patientenselektion. Mit 74% in die Kategorien B und C nach McPherson eingeteilten Patienten (54% B, 20% C) handelt es sich insgesamt um ein morbides, immunsupprimiertes Patientengut, das im Allgemeinen anfälliger für Reinfektionen und Komplikationen ist [MCPHERSON et al., 2002] und anhand oben genannter Kriterien [PIVEC et al., 2013] sicher als "complex patients" klassifiziert werden kann. Vorangegangene Studien mit vergleichbaren Reinfektionsraten [MORTAZAVI et al., 2011; KOTWAL et al., 2012; KUBISTA et al., 2012] konnten bisher keine signifikante Korrelation zwischen dem Outcome der Patienten bezüglich Infektfreiheit und bestimmter Begleiterkrankungen wie Diabetes mellitus oder Adipositas nachweisen, die im Allgemeinen zu den Risikofaktoren für Infektionen zählen [ENGLAND et al., 1990; WINIARSKY et al., 1998; PEERSMAN et al., 2001; JONES et al., 2013]. Kubista et al. [2012] beschrieben in ihrer Arbeit einen signifikanten Zusammenhang zwischen chronischen Lymphödemen als Folge chronischer venöser Insuffizienz und dem Auftreten einer Reinfektion nach zweizeitigem Prothesenwechsel. Diabetiker haben nach ihren Analysen ein tendenziell höheres Reinfektionsrisiko ohne Nachweis einer statistisch signifikanten Korrelation. Obwohl 45%

der Patienten aus Kubistas Studie als immunsupprimiert einzuordnen waren, konnte ein schlechter Gesundheitsstatus nicht als Prädiktor für das Auftreten einer Reinfektion ermittelt werden. Dies galt auch bei Adipositas.

McPherson et al. konnten 2002 jedoch ähnlich zweier anderer Autoren [CIERNY und DIPASQUALE, 2002; TIGANI et al., 2013] zeigen, dass der Gesundheits - und Immunstatus des Patienten eine wichtige Rolle für die dauerhafte Infektsanierung bei periprothetischen Infektionen spielt. Tigani et al. teilte sein Patientengut ähnlich der Klassifizierung nach McPherson nach Anzahl der systemischen Komorbiditäten und Virulenz des Erregers in drei Gruppen ein und konnte bei Patienten mit mehr als drei Begleiterkrankungen und hoch aggressivem Erreger (Gruppe 3) eine signifikant erhöhte Reinfektionsrate nachweisen.

Mittal et al. publizierten 2007 Ergebnisse einer multizentrischen Studie, die ebenfalls einen Einfluss systemischer Begleiterkrankungen auf die Reinfektionsrate nach zweizeitigem Prothesenwechsel nahe legten, vor allem aufgrund der Tatsache, dass die beobachteten Reinfektionen meist Infektionen mit einem neuen, also einem sich von dem auslösenden Keim der Primärinfektion unterscheidenden Erreger waren [MITTAL et al., 2007].

Im Speziellen geht es bei den systemischen Begleiterkrankungen, die zu Einschränkungen des Outcomes bzw. einer höheren Komplikationsrate führen können, in der Literatur neben Diabetes mellitus um Adipositas, chronischen Nikotinabusus, Arthritis, koronare Herzerkrankung und Herzinsuffizienz [ENGLAND et al., 1990; WINIARSKY et al., 1998; GIBBS et al., 1999; PEERSMAN et al., 2001; CIERNY und DIPASQUALE, 2002; PARVIZI, 2009]. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit der internistischen Optimierung und begleitenden Therapie der morbiden Patienten insbesondere während der Interimsphase.

Unsere Analysen der Reinfektionsrate bzw. der Reoperationsrate wegen Infektion, die sowohl Revisionseingriffe aufgrund persistierender Infektionen in der Interimsphase als auch Revisionen bei Reinfektionen nach zweizeitiger Endoprothesenreimplantation einschließen, konnten keinen Einfluss der Anzahl und Schwere der Begleiterkrankungen aufzeigen. Die Gesamtzahl der notwendigen Revisionen unterschied sich in den Kategorien A, B und C nach McPherson nicht signifikant. Bei insgesamt 12 der Kategorie A zugeordneten Patienten (26%) hatten sieben keine Revisionseingriffe (58%), in der Kategorie B (n=25, 54%) ergab sich mit 52% Revisionsfreiheit ein ähnliches Ergebnis. In der Kategorie C (n=9, 20%) war jedoch nur bei 22% der Patienten keinerlei operative Revision notwendig. Ein Einfluss des Gesundheitsstatus des Patienten erscheint somit zumindest naheliegend, wenn auch keine statistische Korrelation nachgewiesen werden konnte. Dies könnte auf die geringe Stichprobengröße unserer Studie zurückzuführen sein.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Frage nach Risikofaktoren für das gehäufte Auftreten von Reinfektionen ist der auslösende Erreger. Insbesondere multiresistente Erreger wie MRSA stellen eine zunehmende Herausforderung in der Therapie periprothetischer Infektionen dar. Ein nachgewiesenermaßen schlechteres Ergebnis hinsichtlich dauerhafter Infektfreiheit haben der Literatur zufolge Patienten mit multiresistenten (MRSA) oder hoch virulenten Erregern (Enterokokken, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida krusei*) oder Mischinfektionen [KILGUS et al., 2002; MITTAL et al., 2007; KURD et al., 2010; LAUDERMILCH et al., 2010; TIGANO et al., 2013].

Von insgesamt 13 Patienten mit Reinfektionen war bei sechs Patienten bei der initialen Infektmanifestation kein mikrobiologischer Erreger nachweis gelungen, bei drei Patienten war der initiale Erreger *Staphylococcus aureus*, bei einem Patienten wurde initial *Staphylococcus epidermidis* nachgewiesen, bei einem Patienten waren initial  $\alpha$ -hämolysierende Streptokokken diagnostiziert worden. Initiale Mischinfektionen gab es in zwei Fällen: bei einem Patienten lag eine Mischinfektion mit MRSA und *Enterococcus faecalis* sowie eine Infektion auch der Gegenseite vor, bei einem weiteren Patienten konnte eine Mischinfektion mit *Staphylococcus epidermidis* und Enterokokken festgestellt werden. Eine Reinfektion mit einem identischen Keim, hiervon in zwei Fällen eine Mischinfektion, war bei drei Patienten festzustellen, ein neuer Keim bei der Reinfektion war bei acht Patienten festzustellen, keinen Nachweis bei der Reinfektion gab es in zwei Fällen. Wir können somit die Hypothese von Mittal et al. [MITTAL et al., 2007], dass Reinfektionen häufig auf dem Boden eines vorher nicht nachgewiesenen Erregers entstehen, bestätigen.

Hier ergibt sich der nächste Diskussionspunkt vor dem Hintergrund der in dieser Studie vergleichsweise hohen Reinfektionsrate. Ein Problem ist, dass Reinfektionen mit neuen Erregern - vielleicht sollte man sie sogar Neuinfektionen nennen, in der Literatur zum Teil nicht als Therapieversagen des zweizeitigen Prothesenwechsels gewertet werden [MITTAL et al., 2007; MORTAZAVI et al., 2011; TIGANI et al., 2013], sodass sich auf dem Boden einer Definitionsschwäche ein Interpretationsproblem ergibt.

Nicht unproblematisch ist auch die Tatsache, dass wie bereits erwähnt, eine Patientenselektion vorliegt, die das Ergebnis verschlechtern könnte. Unser Versorgungszentrum stellt als Universitätsabteilung eine spezialisierte Einheit dar, in die Patienten auch nach zum Teil frustranen Revisionsversuchen aus nicht spezialisierten Einrichtungen überwiesen werden. Dies spiegelt sich in der Anzahl (45%) der bereits vor der zweizeitigen Versorgung in der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie des Universitätsklinikums des Saarlandes erfolgten septischen Revisionseingriffen wider. Die Patienten mit Reinfektionen nach

erfolgter Endoprothesenreimplantation hatten zu 46% bereits septische Revisionen in auswärtigen Kliniken hinter sich, bevor sie in unserer Klinik vorstellig wurden - ein Aspekt, der auch in der Literatur berücksichtigt wird [MORTAZAVI et al., 2011; KUBISTA et al., 2012].

### **Klinische Untersuchungsergebnisse / Scoreerhebung**

Bei der Diskussion der klinischen Untersuchungsergebnisse, bei denen die Kniegelenksfunktion im Vordergrund steht, muss berücksichtigt werden, dass die untersuchten Patienten aufgrund ihres fortgeschrittenen Alters, der verschiedensten Begleiterkrankungen und der multiplen Voroperationen sicherlich erhebliche funktionelle Defizite aufweisen [HADDAD et al., 1999]. Gute oder sehr gute funktionelle Resultate können von einem derart heterogenen und morbiden Patientenkollektiv in den geläufigen Scoring-Systemen kaum erreicht werden [HANSSEN und OSMON, 1999]. Überwiegend werden in der Literatur Scorewerte zu verschiedenen Erhebungszeitpunkten (Infektphase - Spacerphase - Prothesenphase) miteinander verglichen [MASRI et al., 1994; HADDAD et al., 2000; MEEK et al., 2003; VILLANUEVA-MARTINEZ et al., 2008; PARK et al., 2010; CHIANG et al., 2011; CARULLI et al., 2013]. In dieser Arbeit gab es nur einen einzigen Erhebungszeitpunkt nach erfolgter Endoprothesenreimplantation, sodass keine Aussage über die Funktionalität in der Spacerphase getroffen werden kann. Vielmehr sollen daher die klinischen Ergebnisse der Kniegelenksfunktion, die Möglichkeit der Patienten an den "Aktivitäten des täglichen Lebens" teilzuhaben und die Lebensqualität nach zweizeitigem Prothesenwechsel diskutiert werden.

Da der Vergleich artikulierender Spacer mit Blockspacern zunehmend in den Diskussionsmittelpunkt rückt, kommt der Funktionalität des Kniegelenkes, insbesondere dem Bewegungsausmaß, das den Einsatz des Gelenkes im Alltag beim Gehen, Stehen, Treppensteigen, Nutzen oder Bedienen von Verkehrsmitteln bestimmt, eine große Bedeutung zu. Vergleichende Studien haben gezeigt, dass Patienten mit artikulierenden Spacern gegenüber Patienten mit Blockspacern durch eine erhaltene Gelenkfunktion während der Spacerphase, ein geringeres Ausmaß an Knochen-und Weichteilverlust und bessere intraoperative Bedingungen bei der Endoprothesenreimplantation von einer besseren Gelenkfunktionalität im Langzeitverlauf profitieren [EMERSON et al., 2002; HOFMANN et al., 2005; HSU et al., 2007; PARK et al., 2010; CHIANG et al., 2011; PIVEC et al., 2013].

In unserer Studie betrug das mittlere Bewegungsausmaß nach der Neutral-Null-Methode zum Nachuntersuchungszeitpunkt 0/0/100° nach Versorgung mit einem beweglichen Spacer

gegenüber 0/0/90° nach Versorgung mit einem starren Spacer. Obwohl kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Versorgungstechniken nachgewiesen werden konnte, können wir die von den oben genannten Autoren beschriebene bessere Gelenkfunktionalität nach Versorgung mit artikulierenden Spacern bestätigen. Fehring et. al [2000] konnten ebenso keinen signifikanten Unterschied des Bewegungsausmaßes feststellen, wobei die Autoren jedoch betonen, dass aggressive Versuche, die Gelenkbeweglichkeit während der Spacerphase zu erhalten, nicht sinnvoll sind und dies daher in ihrer Studienpopulation vermieden wurde. Für sie hat die Ruhigstellung des Gelenkes in der Akutphase der Infektion Priorität für den Heilungsprozess.

Da es sich bei den in der aktuellen Literatur aufgeführten Untersuchungsergebnissen häufig um retrospektiv erhobene Daten handelt, sind zukünftig prospektive Studien mit größeren Patientenkollektiven notwendig [KELM, 2008], um wissenschaftlich gesicherte Unterschiede in der Kniegelenkfunktionalität nach Versorgung mit artikulierenden Spacern bzw. Blockspacern herauszuarbeiten [PIVEC et al., 2013].

#### *Gesamtscore*

Bei den verwendeten, in der Literatur gebräuchlichen Scoring-Systemen (Score der "Knee Society", Hospital for Special Surgery-Score) konnte kein signifikanter Unterschied des Gesamtscorewertes der Patienten nach Versorgung mit artikulierenden Spacern bzw. Blockspacern nachgewiesen werden. Der Großteil der Patienten (46% bei den Patienten nach Versorgung mit artikulierenden Spacern, 33% bei den Patienten nach Versorgung mit Blockspacern) hatte im HSS-Score jedoch ein Gesamtscoreergebnis, das als "poor" einzuordnen war, wobei der Anteil der Patienten mit einem als "good" einzustufenden Ergebnis tendenziell nach Blockspacer-Versorgung etwas höher war als nach Versorgung mit einem artikulierenden Spacer (33% bei Blockspacern bzw. 25% bei artikulierenden Spacern). Als "excellent" zu bezeichnende Ergebnisse erreichten demgegenüber jedoch tendenziell mehr Patienten, die in der Infektphase mit einem artikulierenden Spacer behandelt worden waren (8% bei Blockspacern bzw. 17% bei artikulierenden Spacern).

Beim Gesamtscore der "Knee Society" erreichten die Patienten nach Versorgung mit einer artikulierenden Spacer einen mittleren Scorewert von 87,5 gegenüber 106,5 bei den Patienten nach Blockspacer-Versorgung. In der Literatur werden hauptsächlich Scorewerte zu verschiedenen Untersuchungszeitpunkten gegenüber gestellt, hierbei ist die Dynamik der Scorewerte von der Infektphase bis zur Rehabilitationsphase nach Infektsanierung von großem Interesse. Die Literatur dokumentiert nach abgeschlossener Infektsanierung einen

deutlichen Anstieg der Scorewerte und somit eine Verbesserung der Gelenkfunktion [HOFMANN et al., 2005; CASTELLI et al., 2014]. Gesamtscorewerte werden in aktuellen Publikationen selten angegeben, in der Regel werden Knee- und Function-Score getrennt aufgezeigt. Nach Addition der entsprechenden Werte liegen die in der Literatur angegebenen Scorewerte zwischen 86,4 und 158,0 bei Nachbeobachtungszeiträumen von 3,6 bis 7 Jahren [BARRACK et al., 2000; HSU et al., 2007; HSU et al., 2008; CAI et al., 2012; SUN et al., 2012; CARULLI et al. 2013; KIM et al., 2013; CASTELLI et al., 2014; LUQUE et al., 2014]. Lombardi et al. [2007] berichten in ihrer Arbeit über Scorewerte nach zweizeitigem Prothesenwechsel, die vergleichbar mit den Werten nach einem unkomplizierten aseptischen Endoprothesenwechsel sind.

Der HSS-Score ist der in der Literatur am häufigsten angegebene Kniescore [DRAKE et al., 1994]. Hier werden nach zweizeitigem Prothesenwechsel mit artikulierenden und starren Spacerprothesen Gesamtscorewerte zwischen 69 und 90 dokumentiert [SCOTT et al., 1993; MASRI et al., 1994; CADAMBI et al., 1995; HOFMANN et al., 1995; MCPHERSON et al., 1995; FEHRING et al., 2000; HADDAD et al., 2000; GOLDSTEIN et al., 2001; PIETSCH et al., 2003; PASCALE und PASCALE, 2007; CHIANG et al., 2011]. Bei der Interpretation der Scorewerte muss bei dem vergleichsweise schlechten Ergebnis unserer Studie bedacht werden, dass acht Patienten zum Nachuntersuchungszeitpunkt mit einer Arthrodese versorgt waren und so alleine durch die nicht mehr mögliche Gelenkbeweglichkeit 18 Punkte verloren. Aus diesem Grund erfolgte auch eine gesonderte Auswertung der Ergebnisse der Patienten mit Endoprothese bzw. Arthrodese zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

Ein weiterer Aspekt, der ebenfalls vor dem Hintergrund der schlechten Scoreergebnisse erwähnt werden muss, ist der hohe Anteil an Revisionsoperationen bereits vor zweizeitigem Prothesenwechsel in unserem Klinikum als auch der Anteil an operativen Revisionen nach erfolgtem Wechsel, der in Zusammenhang mit persistierenden Infektionen und Reinfektionen zu sehen ist. Eine Arbeit von Jerosch et al. [1999] berichtet über ähnlich schlechte Scoreergebnisse bei einem sehr kleinen Patientenkollektiv von nur 11 Patienten. Der im Allgemeinen reduzierte Gesundheitszustand der zum Großteil älteren Patienten in Kombination mit entsprechenden Komorbiditäten und Revisionsoperationen resultiert nach Autorenmeinung in einer schlechteren Gelenkfunktion und somit in einem schlechteren Scoreergebnis.

Auch der in unserem Kollektiv mit 35% nach Versorgung mit einem Blockspacer bzw. 38% nach Versorgung mit einem artikulierenden Spacer relativ hohe Anteil an Revisionssystemen kann für schlechtere Scorergebnisse ursächlich sein.

Die Beurteilung von Endoprothesen mit Hilfe objektivierender Scoring-Systeme legt ein großes Gewicht auf die volle Funktionsfähigkeit, Schmerzfreiheit und ein gutes Bewegungsausmaß [JEROSCH et al., 1999]. Es stellt sich jedoch die Frage, ob bei einem Patientenkollektiv, wie man es bei Protheseninfekten vor sich hat, derartige Scoring-Systeme überhaupt adäquat sind.

### *Teilscores*

Wichtig bei der Untersuchung mit Kniescores ist die Betrachtung der einzelnen Score-Dimensionen.

Beim Score der "Knee Society" dient der Knee-Score der Beurteilung von Schmerz, Bewegungsausmaß und Stabilität. Hier erreichten die Patienten nach Versorgung mit artikulierenden Spacern mit 64,5 Punkten erwartungsgemäß ein zwar nicht statistisch signifikantes, jedoch tendenziell etwas besseres Ergebnis als die Patienten nach Versorgung mit Blockspacern (59,5 Punkte). In den genannten Teildimensionen konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden. Das in dieser Studie erreichte Ergebnis des Knee-Scores ist vergleichbar mit den in der aktuellen Literatur dokumentierten Scorewerten nach zweizeitigem Prothesenwechsel [SALEH et al., 2003; VAN DEN BROEK et al., 2006; INCAVO et al., 2007; LEE et al., 2012; STERNHEIM et al., 2012; LUQUE et al., 2014].

Der Function-Score als Teildimension des Scores der "Knee Society" erfasst die maximale Gehstrecke und das Treppensteigen, die die Einsatzfähigkeit bzw. Funktionalität des Kniegelenkes im Alltag bedingen. Hier erreichten die innerhalb dieser Studie untersuchten Patienten mit 30 Punkten nach Versorgung mit artikulierenden Spacern bzw. 50 Punkten nach Versorgung mit Blockspacern ein im Vergleich mit publizierten Studien [BARRACK et al., 2000; PITTO et al., 2005; HSU et al., 2008; CAI et al., 2012; SUN et al., 2012; KIM et al., 2013; CASTELLI et al., 2014], die durchschnittliche Werte zwischen 60 und 87,5 angeben, schlechteres Ergebnis mit einem statistisch signifikanten Unterschied zu Gunsten der Blockspacer-Versorgung. Die genauere Analyse zeigt, dass insbesondere die Gehfähigkeit der Patienten nach Blockspacerversorgung besser war bei ähnlichem Ergebnis im Treppensteigen. Ein Zusammenhang mit Bewegungsschmerzen könnte der eingeschränkten Gehfähigkeit zugrunde liegen, da in der Gruppe der Patienten mit artikulierenden Spacern tendenziell mehr

Patienten über Schmerzen klagten. Somit handelt es sich am wahrscheinlichsten um eine schmerzabhängige Einschränkung der Gehfähigkeit.

Retrospektiv waren die Patienten mit starken Schmerzen im Bereich des Kniegelenkes insgesamt sehr morbide. Eine Patientin, die von einem Schmerztherapeuten behandelt wurde, war zum Untersuchungszeitpunkt fast 100 Jahre alt. Die Schmerzen dieser Patientin, die sicher in Zusammenhang mit anderen kompromittierenden Erkrankungen und insbesondere der bei ihr bekannten chronischen Polyarthritis zu betrachten sind, hatten zur absoluten Gehunfähigkeit geführt. Schmerzkorrelat war eine Luxationsfraktur der Patella, die aufgrund des erhöhten OP-Risikos der Patientin nicht mehr operativ behandelt wurde.

Außerdem liegt die Vermutung nahe, dass eine Korrelation mit Revisionsoperationen und dem verwendeten Implantat besteht. Viele der Patienten, die bei der Nachuntersuchung Schmerzen angaben, hatten keine Standardprothesen, sondern Revisionssysteme. Obwohl die Datenlage bezüglich postoperativer Schmerzen nach Revisionsalloarthroplastik am Kniegelenk heterogen und größtenteils unbefriedigend ist, wird nach einer initialen Schmerzreduktion eine erneute Zunahme der Schmerzen und somit eine Funktionseinschränkung des künstlichen Gelenkes beschrieben [DEEHAN et al., 2006; SCHARF und SCHULZE, 2010].

Auffallend war weiterhin die Tatsache, dass Schmerzen häufig im Bereich der Tuberositas tibiae, insbesondere nach Tuberositasosteotomie, auftraten. Dies ist ein Phänomen, das Review-Arbeiten zum Thema Tuberositasosteotomie bei komplizierten Kniegelenksrevisionen nach Kniegelenkersatz ebenso beschreiben [ZONNENBERG et al., 2010].

Angesichts der geschilderten Sachverhalte sind zusammenfassend weder Schmerzen noch eingeschränkte Gehfähigkeit auf die Versorgungstechnik (artikulierende Spacer / Blockspacer) in der Interimsphase zurückzuführen. Der Schluss, das artikulierende Spacer mit stärkeren Schmerzen und einer schlechteren Gelenkfunktionalität verbunden sind, ist daher nicht zulässig.

Die Auswertung des HSS-Scores zeigte im Vergleich zum Score der "Knee Society" keine inhaltlichen Unterschiede, hier war jedoch der Unterschied in puncto Gehfähigkeit nicht signifikant unterschiedlich. Beim HSS-Score kommt verglichen mit dem Score der "Knee Society" noch eine Dimension, die die Muskelkraft (Quadrizeps-Kraft) beurteilt, hinzu. Hier erreichten die Patienten nach Versorgung mit einem artikulierenden Spacer mit 10 gegenüber 8 Scorepunkten bei Blockspacern tendenziell ein etwas besseres Ergebnis. Dabei handelt es sich um ein naheliegendes Phänomen, wenn man bedenkt, dass artikulierende Spacer im

Gegensatz zu Blockspacern während der Interimsphase eine Gelenkbeweglichkeit zulassen, sodass die Muskelkraft besser erhalten werden kann.

### **Scores zur Lebensqualität und zum Gesundheitszustand**

Die Auswertung des SF 36 zeigte in den Dimensionen Vitalität (VITA) und Körperliche Funktionsfähigkeit (KÖFU) ein signifikant bzw. hoch signifikant besseres Ergebnis der Patienten nach Blockspacer-Versorgung (VITA: 41,15 bei Patienten nach Versorgung mit einem artikulierenden Spacer; 58,85 bei Patienten nach Versorgung mit einem Blockspacer. KÖFU: 15,38 bei Patienten nach Versorgung mit einem artikulierenden Spacer; 36,56 bei Patienten nach Versorgung mit einem Blockspacer).

Zu diskutieren ist ähnlich der Dimensionen der Kneescores, die eine Beurteilung der Gelenkfunktionalität erlauben, das Ergebnis der Körperlichen Funktionsfähigkeit (KÖFU). Unter Körperlicher Funktionsfähigkeit wird die Gehfähigkeit, das Treppensteigen und insbesondere die Fähigkeit, an den "Aktivitäten des täglichen Lebens" teilzuhaben, verstanden. Auch hier ist nicht anzunehmen, dass das schlechtere Ergebnis der Patienten nach Versorgung mit artikulierenden Spacern tatsächlich auf die Versorgungstechnik zurückzuführen ist und es muss an dieser Stelle auf die Diskussion der Teilscores des Scores der "Knee Society" und des HSS-Scores verwiesen werden.

Die Dimension Vitalität erfasst die beiden negativen Skalen Müdigkeit und Erschöpfung und die beiden positiven Skalen Energie und Schwung. Diese vier Attribute werden sicher nicht ausschließlich durch die Spacerversorgung beeinflusst, sondern vielmehr durch das Alter und alle möglichen Befindlichkeitsstörungen oder Komorbiditäten der Patienten. Daher ist auch hier eine negative Bewertung der artikulierenden Spacer nicht sinnvoll und zulässig.

Von viel größerer Bedeutung ist der Vergleich der Lebensqualität und Zufriedenheit unseres Patientenkollektivs mit der gesunden Normalbevölkerung. In den Dimensionen Körperliche Funktionsfähigkeit (KÖFU), Körperliche Rollenfunktion (KÖRO), Schmerz (SCHM), Allgemeine Gesundheitswahrnehmung (AGES) und Vitalität (VITA) zeichneten sich die Patienten nach zweizeitigem Prothesenwechsel durch ein hoch signifikant schlechteres Ergebnis aus. Im Gegensatz dazu war jedoch das Ergebnis der Dimension Emotionale Rollenfunktion (EMRO) des Patientenkollektivs hoch signifikant besser.

Die schlechteren Ergebnisse des untersuchten Patientenkollektivs im Vergleich mit der Normalbevölkerung sind in erster Linie auf Einschränkungen in der Gelenkbeweglichkeit und der Gelenkfunktion zurückzuführen [BARRACK et al., 2000]. Im Vergleich mit Patienten nach aseptischem Knieendoprothesenwechsel konnten Barrack et al. [2000] bei Patienten

nach septischen Wechseloperationen ebenfalls stärkere Schmerzen, eine schlechtere Gelenkbeweglichkeit und eine schlechtere Gehfähigkeit, die Beeinträchtigungen im Verrichten alltäglicher Aufgaben bedingt, feststellen. Die Notwendigkeit von mindestens einer zusätzlichen operativen Prozedur beim septischen Prothesenwechsel mit Spacerversorgung und die systemische Entzündung bei einer Protheseninfektion erklären nach Autorenmeinung die schlechtere Lebensqualität der Patienten nach septischem Endoprothesenwechsel [BARRACK et al., 2000]. Interessant ist jedoch, dass die Zufriedenheit, die u.a. in den Dimensionen Psychisches Wohlbefinden (PSYC), Soziale Funktionsfähigkeit (SOFU) und Emotionale Rollenfunktion (EMRO) widergespiegelt wird, beider Gruppen dennoch ähnlich war [BARRACK et al., 2000]. Meek et al. [2004] führen die ähnliche Zufriedenheit der Patienten nach aseptischem bzw. septischem Prothesenwechsel trotz des insgesamt deutlich komplizierteren und längeren Krankheitsverlaufes auf einen gewissen Placebo-Effekt zurück. Im Wesentlichen hoffnungslose Patienten, die nach einer langen Vorgeschichte mit Revisionsoperationen in nicht spezialisierten Kliniken in eine spezialisierte Einrichtung überwiesen werden, in der sie Chirurgen kennenlernen, die über eine große Erfahrung mit ihrem Krankheitsbild verfügen, stellen fest, dass ihre Krankheit doch nicht unheilbar ist. Dieser Umstand kann viele Negativerfahrungen ausgleichen und trotzdem zu einer hohen subjektiven Zufriedenheit führen [MEEK et al., 2004].

In einer Arbeit von Younger et al. aus dem Jahr 1997 über das Outcome der Behandlung von Hüftprotheseninfektionen werden unsere Ergebnisse ebenfalls bestätigt [YOUNGER et al., 1997].

Das DUKE- Gesundheitsprofil ist ebenso ein gängiges Scoring-System zur Beurteilung des Gesundheitszustandes und der Lebensqualität von Patienten mit Referenzwerten allerdings nur für die amerikanische Bevölkerung [SCHUNTERMANN, 1997].

Die Auswertung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen Patienten nach Versorgung mit artikulierenden Spacern und Patienten nach Versorgung mit Blockspacern. Die graphische Darstellung mittels Netzdiagramm (Kap. 5.1.2.5.2, Abb. 5.1-33) verdeutlicht das Überwiegen der positiven Skalen mentale Gesundheit, soziale Gesundheit, allgemeine Gesundheit, wahrgenommene Gesundheit und Selbstachtung. In den Dimensionen Schmerz und Disability wurden jedoch entsprechend des SF-36 und der Kniescores gleichfalls hohe Werte erreicht. Disability ist ein englischer Begriff, der in der deutschsprachigen Literatur, die sich mit dem DUKE-Gesundheitsprofil befasst, nicht übersetzt wird. Verstanden wird jedoch nach Schuntermann [1997] unter Disability nicht etwa eine Behinderung, sondern lediglich eine

Einschränkung wegen Krankheit, Verletzung oder anderen gesundheitlichen Schwierigkeiten. Es handelt sich hierbei um einen sehr allgemein gehaltenen, unscharfen Begriff, der zukünftig treffender definiert werden sollte.

### **Vergleich zwischen Arthrodesen- und Endoprothesenversorgung**

Zum Nachuntersuchungszeitpunkt war eine nicht unerhebliche Anzahl von acht Patienten mit einer Arthrodese versorgt, sodass wir uns dazu entschieden, die klinischen Untersuchungsergebnisse zwischen Endoprothesen- und Arthrodesenträgern zu vergleichen. Vorab muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die Anzahl der Patienten pro Gruppe mit 27 Endoprothesen und 8 Arthrodesen ungleich verteilt ist, und deshalb statistisch signifikante Unterschiede limitiert auftraten.

#### *Gesamtscore*

Beim Gesamtscore der "Knee Society" konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Patienten mit Endoprothese und Patienten mit Arthrodese nachgewiesen werden. Mit einem Scorewert von 108 bei Endoprothesenträgern gegenüber 75 bei Patienten mit einer definitiven Arthrodese kann dennoch ein tendenziell besseres Ergebnis nach Endoprothesenversorgung erreicht werden. Dieses etwas bessere Scoreergebnis der Endoprothesenträger gegenüber Arthrodesenträgern wird in der Literatur ebenso dokumentiert [WANG et al., 2002] und ist deshalb schlüssig, da das Bewegungsausmaß mit maximal 25 Punkten in die Scoreauswertung eingeht und alle Patienten mit definitiver Arthrodese hier schon per se einen Punktverlust von 25 Punkten haben. Die Literatur beschreibt im Gesamtscore der "Knee Society" mit Scorewerten zwischen 98,7 und 117,1 [WANG et al., 2002; LEE et al., 2012; WATANABE et al., 2013] tendenziell etwas höhere Werte als die in unserer Studie evaluierten.

Die Auswertung des HSS-Score zeigte bei Patienten, die zum Untersuchungszeitpunkt mit einer definitiven Arthrodese versorgt waren, bei sieben Patienten (88%) ein Ergebnis, das als "poor" einzustufen war. Ein Patient (13%) erreichte ein mittelmäßiges Gesamtergebnis ("fair"). Hier konnte nicht nur eine Tendenz zu Gunsten der Patienten mit einer Endoprothese festgestellt werden, sondern sogar ein hoch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Der HSS-Score hat als zusätzliche Dimension, in der Arthrodesenträger prinzipiell keine Scorepunkte erreichen können, neben dem Bewegungsumfang noch die Quadrizeps-Kraft. Diese kann bei einem Patienten nach Arthrodese nicht objektiv gemessen werden, da das

Kniegelenk in Extensionsstellung fixiert ist. Der genannte Umstand könnte den Unterschied zwischen beiden Scoring-Systemen erklären.

Gegenüber des mittleren Scoreergebnisses unserer Patienten (49 Punkte) mit definitiver Arthrodese sind die in der Literatur publizierten Werte wiederum vergleichbar mit denen des Scores der "Knee Society" mit Werten um 60 Punkte etwas besser [MACDONALD et al., 2006; BEDI und HAIDUKEWYCH, 2009].

Um die Unterschiede genauer darzustellen ist auch hier die Analyse der Teildimensionen der Scores erforderlich.

### *Teilscores*

Erwartungsgemäß war das Ergebnis des Knee-Scores als Teilscore des Scores der "Knee Society" der Patienten mit Endoprothese mit 64 Punkten statistisch signifikant besser als das Ergebnis der Patienten mit Arthrodese (40 Punkte). Wie bereits erläutert, ist dies hinreichend dadurch zu erklären, dass ein Patient mit einer Arthrodese durch sein Bewegungsausmaß von 0/0/0° in jedem Fall 25 Punkte verliert.

In der Dimension Stabilität erreichten die Patienten mit Endoprothesen zum Untersuchungszeitpunkt ein hoch signifikant besseres Ergebnis als die Patienten mit Arthrodesen. Dies könnte neben dem großen Unterschied in der Stichprobengröße der Gruppen damit zusammenhängen, dass zwei der Arthrodesen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nicht durchbaut und somit instabil waren. Subjektiv hatten wir in den meisten Fällen den Eindruck, dass eine Arthrodese den Patienten eine stabile und belastbare Extremität gewährt, was Bestätigung in der aktuellen Literatur findet [IACONO et al., 2013]. Ein weiterer Aspekt, der gleichzeitig auch von sehr großer Bedeutung für die Lebensqualität der betroffenen Patienten ist, stellt das Ausmaß der Schmerzen dar. In der Auswertung des Scores der "Knee Society" konnte zwar kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden, wobei dennoch gezeigt werden konnte, dass Patienten mit einer Arthrodese tendenziell weniger Schmerzen hatten als Patienten mit einer Endoprothese. Dieser Aspekt, der in der Literatur Bestätigung findet [KNUTSON et al., 1984; WASIELEWSKI et al., 1996; STEIN et al., 2006; WATANABE et al., 2013] spricht ganz klar dafür, dass die Arthrodese für ein bestimmtes Patientengut nach komplizierenden septischen Revisionsoperationen nicht als chirurgische Niederlage, sondern als Alternative zur Revisionsendoprothetik angesehen werden darf und muss [JEROSCH et al., 1999; STEIN et al., 2006; WU et al., 2014]. Wu et al. [2014] schlussfolgern in ihrer Review-Arbeit, dass die Kniegelenksarthrodese aufgrund ihrer relativ niedrigen Reinfektionsraten von max. 8% [JOHNSON und BANNISTER, 1986;

FUCHS und MERSMANN, 2000; MACDONALD et al., 2006; CHEN et al, 2012; WU et al., 2014] bei angemessener Funktionalität auch heute noch als Option bei misslungener zweizeitiger Reimplantation berücksichtigt werden sollte.

Dies bestätigen auch unsere Ergebnisse des Function-Score der "Knee Society". Hier konnte in keiner der Teildimensionen Gehstrecke, Treppensteigen und Deformitäten ein signifikanter Unterschied zwischen Endoprothesenträgern und Arthrodesenträgern nachgewiesen werden. Oft benötigen Patienten mit Arthrodese Gehhilfen [ROSENBERG et al., 1988; STIEHL und HANEL, 1993; ARROYO et al., 1997; GARCÍA-LOPEZ et al., 2008; WATANABE et al., 2013], insbesondere bei einer relevanten Beinlängenverkürzung [IACONO et al., 2013; WATANABE et al., 2013]. Unser Ergebnis war daher übereinstimmend mit der Literatur: Während viele Patienten mit einer Endoprothese einen Gehstock benötigten, gingen die meisten Patienten mit einer Arthrodese an zwei Unterarmgehstützen oder an einem Rollator.

Die Auswertung des HSS-Scores ergab verglichen mit den Ergebnissen des Scores der "Knee Society" keine wesentlichen inhaltlichen Unterschiede. Im HSS-Score zeigte sich jedoch wie bereits erwähnt, ein hoch signifikant besseres Ergebnis bei den Patienten mit Endoprothesen. In der Dimension Gelenkfunktion ergab sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied zu Gunsten der Patienten mit Endoprothesenversorgung. Obwohl sich die maximale Gehstrecke zwischen beiden Gruppen nicht wesentlich unterschied, hatten die Patienten mit Arthrodese signifikant mehr Schwierigkeiten beim Treppensteigen und beim Benutzen von Verkehrsmitteln. Die Literatur zeigt hier heterogene Ergebnisse [CONWAY et al., 2004]: Siller und Hadjipavlou dokumentierten 1976 bereits, dass Patienten mit Kniegelenksarthrodessen Probleme mit Treppen, Teppichen und Leitern haben und in der Mehrheit der Fälle keinen körperlich anstrengenden Beruf mehr ausüben können [SILLER und HADJIPAVLOU, 1976]. Eine andere Arbeit mit 23 Patienten, von denen 18 wieder ihren ursprünglichen Beruf aufnehmen konnten, zeigte ein deutlich besseres funktionelles Ergebnis [RUD und JENSEN, 1985]. Betrachtet man die Gesamtfunktionalität der Extremität nach Arthrodese, die in vielen Arbeiten sogar als besser im Vergleich zu Revisionsendoprothesen beschrieben wird [BEHR et al., 1985; WILDE und STEARNS, 1989; HARRIS et al., 1990; DROBNY et al., 1991; FÜRSTER et al., 1991; DAMRON und MCBEATH, 1995; HAK et al., 1995; WASIELEWSKI et al., 1996; FUCHS und MERSMANN, 2000; OOSTENBROEK und VAN ROERMUND, 2000; BARGIOTAS et al., 2006; VON STEIN et al., 2006; GARCÍA-LOPEZ et al., 2008], so können Patienten mit Arthrodessenversorgung nach Conway et al. [2004] insgesamt eine stabile, schmerzfreie Extremität mit gewissen

Einschränkungen beim Treppensteigen oder Sitzen in fixierten Positionen mit wenig Beinfreiheit (z.B. Flugzeug) erwarten.

Das Ausmaß der sozialen Problematik als Folge eines versteiften Kniegelenkes ist schwierig zu quantifizieren.

In der Dimension Gehhilfen des HSS-Scores ergab sich ähnlich des entsprechenden Ergebnisses des Knee Society-Score ein hoch signifikanter Unterschied zu Ungunsten der Patienten mit Arthrodesen.

In den sonstigen Dimensionen Schmerz, Gehstrecke, Beugedeformität, Instabilität, Streckdefizit und Achsfehlstellung wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

#### *Scores zur Lebensqualität und zum Gesundheitszustand*

In der Auswertung des SF 36 war das Ausmaß der Schmerzen (SCHM) der einzige signifikante Unterschied zwischen Patienten mit Endoprothesen (30,34 Punkte) und Patienten mit Arthrodesen (59,11 Punkte). Hier konnten wir die in der Literatur verbreitete Meinung einer schmerzfreien Extremität nach erfolgreicher Arthrodese [KNUTSON et al., 1984; WASIELEWSKI et al., 1996; BARGIOTAS et al., 2006; VON STEIN et al., 2006; IACONO et al., 2012; CORONA et al., 2013; WATANABE et al., 2013] unterstützen.

In den Dimensionen Körperliche Funktionsfähigkeit (KÖFU), Körperliche Rollenfunktion (KÖRO) und Soziale Funktionsfähigkeit (SOFU) erreichten Patienten mit einer Endoprothese tendenziell ein besseres Ergebnis als die Patienten der Arthrodesengruppe. In den Dimensionen Allgemeine Gesundheitswahrnehmung (AGES), Vitalität (VITA), Emotionale Rollenfunktion (EMRO), Psychisches Wohlbefinden (PSYC) und Veränderung der Gesundheit (VGES) war hingegen erstaunlicherweise das Ergebnis der Arthrodesenträger tendenziell besser.

Studien, die sich mit der Lebensqualität von Patienten nach Kniegelenksarthrodese nach septischer Revision befassen, berichten tatsächlich über eine ähnliche Lebensqualität bei Patienten mit Endoprothesen und Arthrodesen [BENSON et al., 1998, BIERWAGEN et al., 2010]. In der Literatur finden sich mit unseren Scorewerten vergleichbare Ergebnisse bei Patienten mit Arthrodesen [BENSON et al., 1998; FUCHS und MERSMANN, 2000; CROCKARELL und MIHALKO, 2005; KLINGER et al., 2006; DE VIL et al., 2008; BIERWAGEN et al., 2010].

Hieraus lässt sich schließen, dass Patienten durchaus bereit sind, sich mit der Behinderung, die eine versteifte Extremität mit sich bringt, zu arrangieren, wenn sie mit einem kürzeren Krankheitsverlauf und einem kürzeren Krankenhausaufenthalt rechnen können

[BIERWAGEN et al., 2010]. Diese Ergebnisse untermauern, dass die Arthrodese nach dem schwerwiegenden, physisch und psychisch strapazierenden Krankheitsbild einer Protheseninfektion durchaus eine Therapiemaßnahme ist, die mit der Infektsanierung und Mobilität auch die Lebensqualität steigern kann [BENSON et al., 1998; STEIN et al., 2006; BIERWAGEN et al., 2010; WU et al., 2014].

Inhaltlich ergab die Auswertung des DUKE-Gesundheitsprofils keine Unterschiede zum SF 36. Das in Kap. 5.2.2.2 Abb. 5.2-10 abgebildete Netzdiagramm verdeutlicht, dass sowohl bei Endoprothesenträgern als auch Arthrodesenträgern die positiven Skalen mentale Gesundheit, soziale Gesundheit, allgemeine Gesundheit, wahrgenommene Gesundheit und Selbstachtung überwiegen. Ein statistisch signifikanter bzw. hoch signifikanter Unterschied konnte in den Dimensionen physische Gesundheit und Schmerz nachgewiesen werden. Das Diagramm veranschaulicht, dass in beiden Dimensionen die Patienten mit Arthrodesenversorgung zum Untersuchungszeitpunkt ein besseres Ergebnis erreichten. Der Vorteil einer kaum schmerzhaften Extremität nach Arthrodese wurde bereits hinreichend diskutiert. In diesem Kontext verwundert auch das Ergebnis der Patienten mit einer Arthrodese in der Dimension physische Gesundheit nicht, denn hierunter werden physische Fähigkeiten der Fortbewegung (Gehen, Laufen) und psychische Symptome (Schlaf, Erschöpfung, Schmerz) verstanden [SCHUNTERMANN, 1997].

## **6.4 Entwicklung der CRP-Werte bei zweizeitigem Endoprothesenwechsel**

Eine entscheidende Frage ist, wann der optimale Zeitpunkt zur Endoprothesenreimplantation und somit Therapieende gekommen ist. Wie bereits unter 5.2 beschrieben gibt es hier unterschiedliche Ansichten. Ein Teil der Autoren [BOOTH et al., 1989; HOFMANN et al., 1995; FEHRING et al., 2000; EMERSON et al., 2002; HOFMANN et al., 2005; ANDERSON et al., 2008; JÄMSEN et al., 2006; LOMBARDI et al., 2007; CHIANG et al., 2011] stellt die Indikation zur Reimplantation, wie es auch in unserem Klinikum üblich ist, anhand klinischer und laborchemischer Parameter, wobei hier insbesondere die Leukozytenzahl und die CRP-Werte von Bedeutung sind. Andere [HADDAD et al., 2000; PIETSCH et al., 2003; KIRSCHNER et al., 2004; FREEMAN et al., 2007] empfehlen zusätzlich eine erneute Kniegelenkpunktion zur Sicherung der Infektsanierung.

Die Rolle des CRP-Wertes in der Diagnostik von Infektionen ist umstritten [SPANGEHL et al., 1999; TRAMPUZ et al., 2004; DELLA VALLE et al., 2007; AUSTIN et al., 2008;

SCHINSKY et al., 2008]. Zu der wichtigen Frage, ob die sogenannten "laborchemischen Infektparameter" jedoch auch dazu geeignet sind, anzuzeigen, ob die Infektion tatsächlich saniert und somit die Indikation zur Reimplantation gegeben ist, existieren nur wenige Daten [SPANGEHL et al., 1999; HANSEN et al., 2004; GHANEM et al., 2009]. Eine frühzeitige Reimplantation bei noch florider Entzündung kann desaströse Folgen haben [KUSUMA et al., 2011].

In unserer Studie konnte eine hoch signifikante Reduktion der CRP-Werte von 27,2 mg/l [0,8/304,8] auf 5,55 mg/l [1,5/28,6] durch die Behandlung mit einer Antibiotika-haltigen Platzhalterprothese festgestellt werden. Auffallend ist jedoch, wie unter 5.2 bereits erläutert, dass in manchen Fällen der CRP-Wert vor der Reimplantation höher war als vor dem Prothesenausbau aufgrund der Infektion. Diese Tatsache wirft die schon geäußerte Frage auf, ob der CRP-Wert einen solchen Stellenwert besitzen sollte.

Kusuma et al. [2011] konnten in ihrer Arbeit keine der gängigen laborchemischen Parameter als verlässlich bezüglich der Detektion einer während der Spacerversorgung persistierenden Gelenkinfektion identifizieren. Eine erneute Gelenkpunktion vor geplanter Reimplantation liefert nach der aktuellen Datenlage ebenfalls nicht immer ein diagnostisch zuverlässiges Ergebnis [LONNER et al., 2001; KUSUMA et al., 2011], da relativ häufig sowohl falsch negative als auch falsch positive Ergebnisse auftreten. Wenn zum Zeitpunkt der geplanten Reimplantation weiterhin erhöhte Infektparameter vorhanden sind, empfehlen Kusuma et al. [2011] die Reimplantation dennoch vorzunehmen, sofern keine klinischen Infektzeichen vorhanden sind, die intraoperative Schnellschnittuntersuchung die Infektsanierung bestätigt, und die Leukozytenzahl im Aspirat <3000/ $\mu$ l bei <80% Granulozyten beträgt. Gibt es Anhalt für eine persistierende Infektion, empfehlen die Autoren ein erneutes Gelenkdebridement und einen Spacerwechsel.

## 6.5 Einfluss von Begleiterkrankungen und BMI

Von großem Interesse ist die Frage, ob sich der Gesundheitszustand des Patienten auf die Infektfreiheitsrate bzw. die Prognose nach zweizeitigem Prothesenwechsel auswirkt.

In unserer Studie untersuchten wir den Einfluss der Begleiterkrankungen und des BMI der Patienten auf die OP-Dauer bei Endoprothesenexplantation und Spacerimplantation bzw. Endoprothesenreimplantation und auf die Anzahl der notwendigen Revisionseingriffe. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Patienten der Kategorien A, B und C nach McPherson nachgewiesen werden. Weiterhin ergab sich keine Korrelation zwischen BMI und

OP-Dauer oder Anzahl notwendiger Revisionen sowohl in der Spacerphase als auch in der Reimplantationsphase. In Abb 5.3-8 Kap. 5.3.5.2 zeigt sich lediglich eine tendenziell mit dem BMI steigende OP-Dauer bei der Endoprothesenreimplantation.

Es existieren Studien, die einen Einfluss von Komorbiditäten wie Diabetes mellitus, Adipositas, Nikotinabusus, Arthritis, koronare Herzkrankheit oder Herzinsuffizienz auf Komplikationen, insbesondere Reinfektionen nachweisen konnten [WINIARSKY et al., 1998; ENGLAND et al., 1990; GIBBS et al., 1999; PEERSMAN et al., 2001; CIERNY und DI PASQUALE, 2002; PARVIZI et al, 2009]. Daher sollte davon auszugehen sein, dass z.B. ein höherer ASA (American Society of Anesthesiologists)-Score [SAKLAD, 1941] bzw. Charlson-Index [CHARLSON et al., 1987] mit einem erhöhten Reinfektionsrisiko verbunden ist [MORTAZAVI et al., 2011]. Diesen Zusammenhang konnten jedoch Mortazavi et al. [2011] in ihrer Studie mit einem vergleichsweise relativ großen Patientenkollektiv nicht bestätigen. Die klinische Erfahrung legt ebenso wie die genannten Studien einen Einfluss des Gesundheitszustandes, der Art der Infektion (akut / chronisch) und des periartikulären Weichteilmantels auf das Endergebnis einer Protheseninfektion nahe [MCPHERSON et al., 1997, 2002; JÄMSEN et al., 2009]. Je profunder die Thematik betrachtet wird, umso mehr ergibt sich der Eindruck, dass der Gesundheitszustand des Patienten sowohl den Krankheitsverlauf als auch das Ergebnis bei einem Protheseninfekt beeinflusst, obwohl wir in unserer Studie keine signifikante Korrelation mit Komplikationen, die zu operativen Revisionen führen, nachweisen konnten.

Die insgesamt hohe Anzahl morbider Patienten in unserer Studie (siehe auch Kapitel 6.3, *Komplikationen*) könnte die Korrelation zwischen Begleiterkrankungen und der Prognose der Patienten unter besonderer Berücksichtigung der dauerhaften Infektfreiheitsrate erschweren, da nur eine sehr geringe Zahl von Patienten wenige oder keine Begleiterkrankungen aufweist. Pulido et al. publizierten 2007 eine Studie über Risikofaktoren periprothetischer Infektionen. In ihrem Kollektiv von über 9000 Patienten konnten u.a. ein  $\text{BMI} > 40 \text{ kg/m}^2$  und einen ASA-Score  $> 2$  als Risikofaktoren identifiziert werden [PULIDO et al. 2007].

Bei unseren Analysen zum BMI muss bedacht werden, dass der Großteil der Patienten des untersuchten Kollektivs adipös war. Der Anteil der Normalgewichtigen unter den Patienten war mit 14% sehr gering. Der Großteil der Patienten (30%) hatte einen BMI zwischen 30 und  $34,9 \text{ kg/m}^2$  (Adipositas Grad 1), und ein nicht unerheblicher Anteil von 8% wies einen BMI von  $> 40 \text{ kg/m}^2$  auf.

## **6.6 Röntgen-Evaluation**

*The Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System*

Das von Ewald [1989] entwickelte Scoring-System dient der einheitlichen radiologischen Beurteilung von Kniestendoprothesen hinsichtlich Komponentenposition, Beinachse und Lockerungszeichen.

Besonders im Rahmen der septischen Revisionsalloarthroplastik ist die korrekte Bewertung von Lockerungszeichen der reimplantierten Endoprothese, d.h. Säume mit erhöhter Strahlentransparenz (Osteolysesäume) von Bedeutung. Wilde und Ruth [1988] verwendeten den radiologischen Score bereits 1988, um kritische Lysesäume und somit Anzeichen für eine erneute aseptische oder gar septische Lockerung der Prothese festzustellen. In ihrem Patientenkollektiv von 21 Patienten war bei einer Patientin ein 19 mm messender Lysesum zu erkennen, der nach dem Scoring-System der "Knee Society" als verdächtig für eine Endoprothesenlockerung gilt. Bei der gleichen Patientin hatten bereits die mikrobiologischen Ergebnisse im Rahmen der Reimplantation eine Infektpersistenz gezeigt, und auch eine Kontrollpunktion im Rahmen der Nachuntersuchung hatte einen identischen Keimnachweis erbracht, sodass ein erneuter Prothesenwechsel notwendig war.

In einer aktuelleren Arbeit über Knieprotheseninfektionen von Macheras et al. [2011] wurde ebenfalls das Scoring-System der "Knee Society" verwendet, um bei der klinisch-radiologischen Nachuntersuchung eine erneute Lockerung zu diagnostizieren. Bei keinem der Patienten konnten kritische Lysesäume festgestellt werden.

Allgemein bekannt ist die Tatsache, dass Röntgen-Aufnahmen nicht dazu geeignet sind, eine erneute Protheseninfektion frühzeitig zu erkennen, da Lysesäume typischerweise erst in einem fortgeschrittenen Stadium der Infektion zu sehen sind [GALLAZZI et al., 2007; MACHERAS et al., 2011].

In unserem Patientenkollektiv wurden bei insgesamt vier Patienten im Rahmen der Nachuntersuchung Lysezonen festgestellt, zwei hatten ausgemessene Säume von 20 bzw. 19,5 mm. Bei ersterem Patienten handelte es sich um eine isolierte Osteolyse im Bereich der proximalen Tibia, die bereits seit zwei Jahren bekannt und in ihrer Darstellung unverändert war. Bei dem zweiten Patienten wurde anhand des Röntgenbildes und der klinischen Untersuchung, die eine deutliche Schwellung und Überwärmung des Kniegelenkes ergab, der Verdacht auf eine erneute septische Prothesenlockerung gestellt. Die anschließenden szintigraphischen Untersuchungen (Drei-Phasen-Skelettszintigraphie und Leukozytenszintigraphie) sprachen gleichfalls für eine erneute Protheseninfektion. Bei

unauffälligen laborchemischen Infektzeichen einigten wir uns mit dem Patienten zunächst auf ein konservatives Vorgehen mit bedarfsgerechter Analgesie und klinisch-radiologischer Verlaufskontrolle. Die klinischen Infektzeichen waren hierunter regredient, sodass von einem erneuten Endoprothesenausbau abgesehen wurde.

Auf die Komponentenposition wird in Arbeiten, die sich mit septischen Wechseloperationen auseinandersetzen, kaum eingegangen.

Gemessen an den S1-Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC) und des Berufsverbandes der Ärzte für Orthopädie (BVO) [RÖDEL et al., 2009] waren die anhand des Gelenkflächenwinkels des distalen Femurs ( $94^\circ$ ), der proximalen Tibia ( $90^\circ$ ) und der Neigung der Tibiagelenkfläche in der Sagittalebene nach kaudal (tibial slope) ( $0^\circ$ ) [PALEY und PFEIL, 2000] bestimmte Komponentenposition und die Achse (Varus-/Valgusstellung) ( $4^\circ$  Valgus-Stellung) [LOBENHOFFER et al., 2007, WIRTZ et al., 2011] der radiologisch nachuntersuchten Endoprothesen korrekt.

Die ermittelte Komponentenposition und die Beinachse entsprechen den in der Literatur publizierten Daten [WANG et al., 2002; MENEGHINI, 2008; SIKORSKY, 2008]. So werden z.B. in einer aktuellen Studie über die klinisch-radiologischen Ergebnisse von insgesamt 223 implantierten Knieendoprothesen von Bistolfi et al. ähnliche Gelenkflächenwinkel ( $\alpha$ :  $94,4^\circ$ ,  $\beta$ :  $89,1^\circ$ ) angegeben [BISTOLFI et al., 2011].

#### *Radiologische Beurteilung der Arthrodesen*

Von insgesamt neun radiologisch nachuntersuchten Arthrodesen waren fünf Kompressionsarthrodesen, die mit einem Fixateur externe durchgeführt worden waren. Vier waren Arthrodesen mit einem intramedullären Arthrodesennagel. Insgesamt zwei der untersuchten Arthrodesen waren nicht durchbaut (non-union), sodass sich bei diesem kleinen Kollektiv eine Fusionsrate von 78% ergab. Beide nicht durchbauten Arthrodesen waren Kompressionsarthrodesen. Hingegen waren alle Arthrodesen, die mit einem Arthrodesennagel durchgeführt worden waren, gut knöchern konsolidiert.

In der Literatur werden Fusionsraten bei Kniegelenksarthrodesen von 70-100% angegeben [CHARNLEY und LOWE, 1958; ENNEKING und SHIRLEY, 1977; FAHMY et al., 1984; KNUTSON et al., 1985; RAND et al., 1987; PRITCHETT et al., 1988; PURANEN et al., 1990; DONLEY et al., 1991; HAK et al., 1995; ARROYO et al., 1997; WALDMAN et al., 1999; MACDONALD et al., 2006], wobei die Fusionsraten intramedullärer Systeme vergleichbar mit dem Ergebnis unserer Studie höher sind als die der Arthrodesen mit externer

Fixation [KNUTSON et al., 1984; WILDE und STEARNS, 1989; DAMRON und MCBEATH, 1995; OOSTENBROEK und VAN ROERMUND, 2001; WIEDEL, 2002; CONWAY et al., 2004; CROCKARELL und MIHALKO, 2005; MACDONALD et al., 2006; MABRY et al., 2007; BIERWAGEN et al., 2010; LEROUX et al., 2013].

Unsere Ergebnisse zeigen vergleichbar mit der Literatur, dass Arthrodesen nach Knieendoprotheseninfektion häufiger aufgrund massiver Knochensubstanzverluste durch die vorangegangenen Revisionen [ROTHACKER und CABANELA, 1983; KNUTSON et al., 1984; WADE und DENHAM, 1984; BEHR et al., 1985; RAND et al., 1987; WILDE und STEARNS, 1989; CONWAY et al., 2004] schlecht bzw. verzögert knöchern konsolidieren [BRODERSON et al., 1979; ROTHACKER und CABANELA, 1983; KNUTSON et al., 1984; BIERWAGEN et al., 2010].

Intramedulläre Arthrodesennägel erlauben in der Regel eine rasche Vollbelastung, sind am osteoporotischen Knochen bei schlechter Knochenqualität verwendbar und lassen sich weichteilschonend implantieren [BIERWAGEN et al., 2010]. Mittlerweile existieren Arbeiten, die entgegen der Meinung, dass Arthrodesennägel im Vergleich zu Verfahren mit externer Stabilisierung aufgrund der erneuten Implantation von Fremdmaterial mit einer erhöhten Reinfektionsrate assoziiert sind [MABRY et al., 2007], die die Arthrodese mit einem intramedullären Arthrodesennagel bevorzugen [CROCKARELL et al., 2005; DE VIL et al., 2008; GARCÍA-LOPEZ et al., 2008; YEOH et al., 2008]. Ein Nachteil des intramedullären Arthrodesennagels ist die relativ schwierige operative Entfernung, sodass im Fall eines Infektrezidivs, insbesondere bei der gefürchteten Markraumphlegmone, meist eine Amputation der Extremität droht [MACDONALD et al., 2006; BIERWAGEN et al., 2010].

Als Kontraindikationen einer Arthrodese mittels externer Stabilisierung gelten Adipositas per magna, massive Osteoporose sowie mangelnde Kooperation des Patienten, da die tägliche Pin-Pflege unumgänglich ist [VON STEIN et al., 2006; SCHWEIGKOFLER et al., 2008; BIERWAGEN et al., 2010]. Ein wesentliches Problem der Arthrodese mit Fixateur externe vor allem im Rahmen der septischen Revisionschirurgie ist das Auftreten von Pin-Infektionen mit einer Häufigkeit von bis zu 30% und die relativ schnelle Lockerung des Fixationssystems bei schlechter Knochenqualität [BIERWAGEN et al., 2010].

Daher ist die Arthrodese mit Marknagelung zunehmend die Methode der Wahl, da sie neben der schnelleren Heilung eine höhere Konsolidierungsrate hat, Pin-Infektionen verhindert und aufgrund der schneller erreichbaren Belastbarkeit von Patienten insgesamt besser toleriert wird [MAZET und URIST, 1960; ELLINGSEN und RAND, 1994; HANSSEN et al., 1995;

WEINER et al., 1996; VLASAK et al., 1995]. Dies kann anhand unserer Erfahrungen bestätigt werden.

## **7 Schlussfolgerungen der Arbeit**

1. Die Versorgung mit artikulierenden Spacern verbessert das Bewegungsausmaß und hiermit verbunden die Gelenkfunktionalität im Alltag nach erfolgreicher Endoprothesenreimplantation nicht signifikant gegenüber nichtartikulierenden Spacern.
2. Insgesamt erwiesen sich die Ergebnisse der standardisierten Nachuntersuchung nach Endoprothesenreimplantation bezogen auf Schmerz und Extremitätenfunktionalität als mittelmäßig bis schlecht.
3. Die Lebensqualität des untersuchten Patientenkollektivs ist hinsichtlich körperlicher Funktionen deutlich schlechter als die der gesunden Normalbevölkerung, wohingegen psychische Faktoren nur wenig beeinträchtigt sind.
4. Die Versorgung mit einem artikulierenden Spacer erleichtert tendenziell die Endoprothesenreimplantation nach abgeschlossener Infektsanierung.
5. Unabhängig von der Versorgungstechnik während der Interimsphase (artikulierende/nichtartikulierende Spacer) ist mit einer erheblichen Reinfektionsrate zu rechnen.
6. Der Gesundheitszustand der Patienten (unter besonderer Berücksichtigung des BMI) beeinflusst die Infektfreiheitsrate und den operativen Aufwand sowohl bei Spacerimplantation als auch bei Endoprothesenreimplantation nicht.
7. Die Arthrodesis bietet die Möglichkeit einer schmerzfreien Extremität ohne subjektive Einschränkungen in der Lebensqualität und stellt für multimorbide Patienten mit Prädisposition für Reinfektionen in der Reimplantationsphase eine adäquate Versorgungsoption dar.

## 8 Literaturverzeichnis

1. Adams K, Couch L, Cierny G, Calhoun J, Mader JT. In vitro and in vivo evaluation of antibiotic diffusion from antibiotic-impregnated polymethylacrylate beads. *Clin Orthop* 278: 244-252, 1992
2. Anagnostakos K, Kelm J, Regitz T, Schmitt E, Jung W. In vitro evaluation of antibiotic release from and bacteria growth inhibition by antibiotic-loaded acrylic bone cement spacers. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 72 B: 373-378, 2005  
Anagnostakos K, Fürst O, Kelm J. Antibiotic-impregnated PMMA hip spacers: current status. *Acta Orthop* 77: 628-637, 2006
3. Anagnostakos K, Schmid N, Kelm J, Grün U, Jung J. Classification of hip joint infections. *Int J Med Sci* 6: 227-233, 2009
4. Anderson JA, Sculco PK, Heitkemper S, Mayman DJ, Bostrom MP, Sculco TP. An articulating spacer to treat and mobilize patients with infected total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 00: 1-5, 2008
5. AOK (Malzahn J). Qualitätskontrolle fürs Kunstgelenk, Gesundheit und Gesellschaft 14: 21 - 24, 2011
6. Arroyo JS, Garvin KL, Neff JR. Arthrodesis of the Knee with a Modular Titanium Intramedullary Nail. *J Bone Joint Surg* 79: 26-35, 1997
7. Austin MS, Ghanem E, Joshi A, Lindsay A, Parvizi J. A simple, cost-effective screening protocol to rule out periprosthetic infection. *J Arthroplasty* 23: 65–68, 2008
8. Azzam K, McHale K, Austin M, Purtill JJ, Parvizi J. Outcome of a second two-stage reimplantation for periprosthetic knee infection. *Clin Orthop Relat Res* 467: 1706-1714, 2009
9. Bargiotas K, Wohlhab D, Sewecke JJ, Lavinge G, Demeo PJ, Sotereanos NG. Arthrodesis of the knee with a long intramedullary nail following the failure of a total knee arthroplasty as the result of infection. *J Bone Joint Surg Am* 88: 553-558, 2006
10. Barrack RL, Engh G, Rorabeck C, Sawhney J, Woolfrey M. Patient satisfaction and outcome after septic versus aseptic revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 15: 990-993, 2000
11. Battmann A, Stahl U. Pathophysiologie. In: Hendrich C, Frommelt L, Eulert J [Hrsg.]. *Septische Knochen- und Gelenkchirurgie*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Seiten 198-202, 2004
12. Bedi A, Haidukewych GJ. Management of the Posttraumatic Arthritic Knee. *J Am Acad Orthop Surg* 17: 88-101, 2009
13. Behr JT, Chmell SJ, Schwartz CM. Knee arthrodesis for failed total knee arthroplasty. *Arch Surg* 120: 350-354, 1985

14. Benson ER, Resine ST, Lewis CG (1998) Functional outcome of arthrodesis for failed total knee arthroplasty. *Orthopedics* 21: 875–879, 1998
15. Bierwagen U, Walter G, Hoffmann R. Knee arthrodesis-quality of life and comparison of methods. *Z Orthop Unfall*, 148: 566-572, 2010
16. Bistolfi A, Massazza G, Rosso F, Deledda D, Gaito V, Lagalla F, Olivero C, Crova M. Cemented fixed-bearing PFC total knee arthroplasty: survival and failure analysis at 12–17 years. *J Orthop Traumatol* 12: 131-136, 2011
17. Booth RE, Lotke PA. The results of spacer block technique in revision of infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 248: 57-60, 1989
18. Borden LS, Gearen PF. Infected total knee arthroplasty: a protocol for management. *J Arthroplasty* 2: 27-36, 1987
19. Breusch SJ, Kühn KD. Bone cements based on polymethacrylate. *Orthopade* 32: 41-50, 2003
20. Brodersen MP, Fitzgerald RH Jr, Peterson LF, Coventry MB, Bryan RS. Arthrodesis of the knee following failed total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 61: 181-185, 1979
21. Bullinger M. German translation and psychometric testing of the SF-36 Healthy Survey: preliminary results from the IQOLA Project. International quality of life assessment. *Soc Sci Med* 41:1359-1366, 1995
22. Bullinger M, Kirchberger I. Der SF-36-Fragebogen zum Gesundheitszustand. Handbuch für die deutschsprachige Fragebogenversion. Göttingen, Hogrefe Verlag, 1998
23. Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung, Boy O, Hahn E, Kociemba E, BQS-Fachgruppe Orthopädie und Unfallchirurgie [Hrsg.]. BQS-Qualitätsreport 2008
24. Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung, BQS-Registerprojekte. Endoprothesenregister Deutschland (EPRD, DGOOC, AOK BV, vdek, BVMed, BQS), 2010
25. Burnett RSJ, Kelly MA, Hanssen AD, Barrack RL. Technique and timing of two-stage exchange for infection in TKA. *Clin Orthop Relat Res* 464: 164-178, 2007
26. Cadambi A, Jones RE, Maale GE. A protocol for staged revision of infected total hip and knee arthroplasties: the use of antibiotic-cement-implant composites. *Int Orthop* 3: 133–145, 1995
27. Cai P, Hu Y, Xie L, Wang L. Two-stage revision of infected total knee arthroplasty using antibiotic-impregnated articulating cement spacer. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi* 26: 1169-1173, 2012
28. Calton TF, Fehring TK, Griffin WL. Bone loss associated with the use of spacer blocks in infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 345: 148-154, 1997

29. Carulli C, Villano M, Civinini R, Matassi F, Nistri L, Innocenti M. A novel technique to preserve range of motion in two-stage revision of infected total knee arthroplasty. *Int Orthop* 37: 1069-1074, 2013
30. Castelli C, Martinelli R, Ferrari R. Preformed all-cement knee spacer in two-stage revision for infected knee replacement. Proceedings of the SICOT XXII World Congress, 327c, 2002
31. Castelli C, Martinelli R, Ferrari R. Key Points in two-stage revision for infected knee arthroplasty: bone loss, quality of life between stages and surgical approach at second stage. In: *Infection and Local Treatment in Orthopedic Surgery*, Meani E, Romanò C, Crosby L, Hofmann G [Hrsg.], Springer - Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 294-301, 2007
32. Castelli C, Gotti V, Ferrari R. Two-stage treatment of infected total knee arthroplasty: two to thirteen year experience using an articulating preformed spacer. *Int Orthop*. [Epub ahead of print], 2014
33. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: Development and validation. *Journal of Chronic Diseases* 40: 373-383, 1987
34. Charnley J, Lowe HG. A study of the end-results of compression arthrodesis of the knee. *J Bone Joint Surg* 40: 633-635, 1958
35. Chen AF, Kinback NC, Heyl AE, McClain EJ, Klatt BA. Better function for fusions versus above the knee amputations for recurrent periprosthetic knee infection. *Clin Orthop Relat Res* 470: 2737-2745, 2012
36. Chiang ER, Su YP, Chen TH, Chiu FY, Chen WM. Comparison of articulating and static spacers regarding infection with resistant organisms in total knee arthroplasty. *Acta Orthopaedica* 82: 460-464, 2011
37. Choi HR, Kwon YM, Burke DW, Rubash HE, Malchau H. The outcome of sequential repeated tibial tubercle osteotomy performed in 2-stage revision arthroplasty for infected total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 27: 1487-1491, 2012
38. Christie MJ, DeBoer DK, McQueen DA, Cooke FW, Hahn DL. Salvage procedures for failed total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 85: 58-62, 2003
39. Cierny G 3rd, DiPasquale D. Periprosthetic total joint infections: staging, treatment and outcomes. *Clin Orthop Relat Res* 403: 23-28, 2002
40. Cohen JC, Hozack WJ, Cuckler JM, Booth RE. Two-stage reimplantation of septic total knee arthroplasty. Report of three cases using an antibiotic-PMMA spacer block. *J Arthroplasty* 3: 369-377, 1988
41. Conway JD, Mont MA, Bezwada HP. Arthrodesis of the Knee. *J Bone Joint Surg* 86: 835-848, 2004

42. Corona PS, Hernandez A, Reverte Vinaixa MM, Amat C, Flores X. Outcome after knee arthrodesis for failed septic total knee replacement using a monolateral external fixator. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 21: 275-280, 2013
43. Crockarell Jr J R, Mihalko M J. Knee arthrodesis using an intramedullary nail. *J Arthroplasty* 20: 703-708, 2005
44. Damron TA, McBeath AA. Arthrodesis following failed total knee arthroplasty: comprehensive review and meta-analysis of recent literature. *Orthopedics* 18: 361-368
45. Deehan JD, Murray JD, Birdsall PD, Pinder IM. Quality of life after knee revision arthroplasty. *Acta Orthop* 77: 761–766, 2006
46. Della Valle CJ, Sporer SM, Jacobs JJ, Berger RA, Rosenberg AG, Paprosky WG. Preoperative testing for sepsis before revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 22: 90–93, 2007
47. De Vil J, Almquist K F, Vanheeren P et al. Knee arthrodesis with an intramedullary nail: a retrospective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 16: 645-650, 2008
48. Donley BG, Matthews LS, Kaufer H. Arthrodesis of the knee with an intramedullary nail. *J Bone Joint Surg Am* 73: 907-913, 1991
49. Drake BG, Callahan CM, Dittus RS, Wright JG. Global rating systems used in assessing knee arthroplasty outcomes. *J Arthroplasty* 4: 409-417, 1994
50. Drobny TK, Munziner U. Zur Problematik der infizierten Knieprothese. *Orthopäde* 20: 239–243, 1991
51. Duncan CP, Beauchamp C, Masri BA. The antibiotic-loaded joint replacement system: a novel approach to the management of the infected knee replacement. *J Bone Joint Surg* 74: 296, 1992
52. Durbhakula SM, Czajka J, Fuchs MD, Uhl RL. Antibiotic-loaded articulating cement spacer in the 2-stage exchange of infected total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 19: 768-774, 2004
53. Ellingsen DE, Rand JA. Intramedullary arthrodesis of the knee after failed total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 76: 870-877, 1994
54. Emerson RH, Muncie M, Tarbox TR, Higgins LL. Comparison of a static with a mobile spacer in total knee infection. *Clin Orthop Relat Res* 404: 132-138, 2002
55. England SP, Stern SH, Insall JN, Windsor RE. Total knee arthroplasty in diabetes mellitus. *Clin Orthop Relat Res* 260: 130-134, 1990
56. Enneking WF, Shirley PD. Resectionarthrodesis for malignant and potentially malignant lesions about the knee using an intramedullary rod and local bone grafts. *J Bone Joint Surg Am* 59: 223-236, 1977

57. EPRD (Endoprothesenregister Deutschland). Probefbetrieb: Praxistauglichkeit eindrucksvoll belegt, 2013
58. Ewald FC. The Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System. Clin Orthop 248: 9-12, 1989
59. Fahmy NR, Barnes KL, Noble J. A technique for difficult arthrodesis of the knee. J Bone Joint Surg 66: 367-370, 1984
60. Fehring TK, Odum S, Calton TF, Mason JB. Articulating versus static spacers in revision total knee arthroplasty for sepsis. Clin Orthop Relat Res 380: 9-16, 2000
61. Figgie HE, Brody GA, Inglis AE, Sculco TP, Goldberg VM, Figgie MP. Knee arthrodesis following total knee arthroplasty in rheumatoid arthritis. Clin Orthop 224: 237-243, 1987
62. Förster G, Kluber D, Kabler O. Mittel- bis langfristige Ergebnisse nach Behandlung von 118 periprothetischen Infektionen nach Kniegelenkersatz durch einzeitige Austauschoperation. Orthopäde 20: 244–252, 1991
63. Freeman MA, Sudlow RA, Casewell MW, Radcliff SS. The management of infected total knee replacements. J Bone Joint Surg 67: 764-768, 1985
64. Freeman MG, Fehring TK, Odum SM, Fehring K, Griffin WL, Mason JB. Functional Advantage of Articulating Versus Static Spacers in 2 – Stage revision for Total Knee Arthroplasty Infection. J Arthroplasty 22: 1116 – 1121, 2007
65. Fuchs S, Mersmann A. Ergebnisse von Arthrodesen nach infizierten Knieendoprothesen. Unfallchirurg 103: 626–631, 2000
66. Gallazzi MB, Cgiapparino R, Garbagna PG. Early radiological diagnosis and differential diagnosis of infection in orthopedic surgery. In Infection and Local Treatment in Orthopedic Surgery, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2007
67. Gallo J, Smizanský M, Radová L, Potomková J. Comparison of therapeutic strategies for hip and knee prosthetic joint infection. Acta Chir Orthop Traumatol Cech 76: 302-309, 2009
68. García-Lopez I, Aguayo MA, Cuevas A, Navarro P, Prieto C, Carpintero P. Knee arthrodesis with the Vari-well nail fort treatment of infected total knee arthroplasty. Acta Orthop Belg 74: 809-815, 2008
69. Ghanem E, Azzam K, Seeley M, Joshi A, Parvizi J. Staged revision for knee arthroplasty infection: what is the role of serologic tests before reimplantation? Clin Orthop Relat Res 467: 1699–1705, 2009
70. Gibbs J, Cull W, Henderson W, Daley J, Hur K, Khuri SF. Preoperative serum albumin level as a predictor of operative mortality and morbidity: results from the National VA Surgical Risk Study. Arch Surg 134:36-42, 1999

71. Goldman RT, Scuderi GR, Insall JN. 2-stage reimplantation for infected total knee replacement. *Clin Orthop* 331: 118-124, 1996
72. Goldstein WM, Kopplin M, Wall R, Berland K. Temporary articulating methylmethacrylate antibiotic spacer (TAMMAS). A new method of intraoperative manufacturing of a custom articulating spacer. *J Bone Joint Surg Am* 83: 92-97, 2001
73. Gooding CR, Masri BA, Duncan CP, Greidanus NV, Garbuza DS. Durable infection control and function with the PROSTALAC spacer in two-stage revision for infected knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 469: 985-993, 2011
74. Gusso MI, Capone A, Civini R, Scoccianti G. The spacer block technique in revision of total knee arthroplasty with septic loosening. *Chir Organi Mov* 80: 21-27, 1995
75. Haaker R, Senge A, Kramer J, Rubenthaler F. Osteomyelitis nach Endoprothesen. *Orthopäde* 33: 431-438, 2004
76. Haddad FS, Adejuwon A. The management of infected total knee arthroplasty. *Orthopedics* 30: 779-780, 2007
77. Haddad FS, Masri BA, Campbell D, McGraw RW, Beauchamp CP, Duncan CP. The PROSTALAC functional spacer in two-stage revision for infected knee replacements. *J Bone Joint Surg* 82 B: 807-812, 2000
78. Hak DJ, Lieberman JR, Finerman GA. Single plane and biplane external fixators for knee arthrodesis. *Clin Orthop Relat Res* 316: 134-144, 1995
79. Haleem AA, Berry DJ, Hanssen AD. Mid-term to long-term follow-up of two-stage reimplantation for infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 428: 35-39, 2004
80. Hanssen AD, Trousdale RT, Osmon DR. Patient outcome with reinfection following reimplantation for the infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 321: 55-67, 1995
81. Hanssen AD, Osmon DR. Evaluation of a staging system for infected hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 403: 16-22, 2002
82. Hanssen AD, Spangenh MJ. Practical applications of antibiotic-loaded bone cement for treatment of infected joint replacements. *Clin Orthop Relat Res* 427: 79-85, 2004
83. Harrasser N, Lenze U, Pohlig F. Die periprosthetische Gelenkinfektion: Diagnostik und Therapie. Deutscher Ärzte-Verlag OUP 1: 16-22, 2012
84. Harris IE, Leff AR, Gitelis S, Simon MA. Function after amputation, arthrodesis, or arthroplasty for tumors about the knee. *J Bone Joint Surg Am* 72: 1477-1485, 1990
85. Hartman MB, Fehring TK, Jordan L, Norton HJ. Periprosthetic knee sepsis: the role of irrigation and debridement. *Clin Orthop* 273: 113-118, 1991

86. Hendrich C, Frommelt L, Eulert J [Hrsg.]. Septische Knochen-und Gelenkchirurgie, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2004
87. Herold G und Mitarbeiter. Innere Medizin. Seiten 690-693, 2011
88. Hirakawa K, Stulberg BN, Wilde AH, Bauer TW, Secic M. Results of 2-stage reimplantation for infected total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 13: 22-8, 1998
89. Hofmann AA, Goldberg T, Tanner AM, Kurtin SM. Treatment of infected total knee arthroplasty using an articulating spacer. *Clin Orthop Relat Res* 430: 125-131, 2005
90. Hofmann AA, Kane KR, Tkach TK, Pflaster RL, Camargo MP. Treatment of infected total knee arthroplasty using an articulating spacer. *Clin Orthop* 321: 45-54, 1995
91. Hofmann AA. Techniques for the infected knee: 10-year experience in the treatment of infected total knee arthroplasty using an articulating spacer. Proceedings of the Knee Society  
92. meeting, New Orleans, LA, USA p. 17, 2003
93. Hofmann S, Pietsch M, Wendisch CH. Zweizeitiger Knieprothesenwechsel mit der temporären Antibiotika-Spacerprothese. In: Schnettler R, Steinau H-U [Hrsg.]. Septische Knochenchirurgie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, Seite 260, 2004
94. Hsu CS, Hsu CC, Wang JW, Lin PC. Two-stage revision of infected total knee arthroplasty using an antibiotic-impregnated static cement-spacer. *Chang Gung Med J.* 31: 583-591, 2008
95. Hsu YC, Cheng HC, Chiu KY. Antibiotic-loaded cement articulating spacer for 2-stage reimplantation in infected total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 22: 1060-1066, 2007
96. Iacono F, Raspagli GF, Bruni D, Lo Presti M, Sharma B, Akkawi I, Marcacci M. Arthrodesis after infected revision TKA: Retrospective comparison of intramedullary nailing and external fixation. *HSS Journal* 9: 229-235, 2013
97. Incavo S, Wild J, Coughlin M et al. Early revision for component malrotation in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 8: 458-464, 2007
98. Insall JN, Dorr LD, Scott R, Scott WN. Rationale of the knee society clinical rating system. *Clin Orthop* 248: 13-14, 1989
99. Insall JN, Thompson FM, Brause BD. Two-stage reimplantation for the salvage of infected total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 65 A: 1087-1098, 1983
100. Jacobs C, Christensen CP, Berend ME. Static and mobile antibioticimpregnated cement spacers for the management of prosthetic joint infection. *J Am Acad Orthop Surg* 17: 356-368, 2009
101. Jaekel DJ, Day JS, Klein GR, Levine H, Parvizi J, Kurtz SM. Do dynamic cement-on-cement spacers provide better function and activity during two-stage exchange? *Clin Orthop Relat Res* 470: 2599-2604, 2012

102. Jämsen E, Sheng P, Halonen P, Lehto MUK, Moilanen T, Pajamäki, J, Puolakka T, Konttinen JT. Spacer prostheses in two-stage revision of infected knee arthroplasty. *Int Orthop* 30: 257-261, 2006
103. Jämsen E, Stogiannidis I, Malmivaara A, Pajamäki J, Puolakka T, Konttinen YT. Outcome of prosthesis exchange for infected knee arthroplasty: the effect of treatment approach: A systematic review of the literature. *Acta Orthopaedica* 80: 67–77, 2009
104. Jamsen E, Huhtala H, Puolakka T, Moilanen T. Risk factors for infection after knee arthroplasty. A register-based analysis of 43,149 cases. *J Bone Joint Surg* 91: 38-47, 2009
105. Jerosch J, Mersmann M, Fuchs S. treatment modalities in infected knee alloarthroplasties. *Z orthop Ihre Grenzgeb* 137: 61-66, 1999
106. Johnson DP, Bannister GC. The outcome of infected arthroplasty of the knee. *J Bone Joint Surg* 68: 289–291, 1986
107. Jones RE, Russell RD, Huo MH. Wound healing in total joint replacement. *Bone Joint J* 95: 144-147, 2013
108. Jupiter JB, Karchmer AW, Lowell JD, Harris HW. Total hip arthroplasty in the treatment of adult hips with current or quiescent sepsis. *J Bone Surg* 63A: 194-200, 1981
109. Kalore NV, Maheshwari A, Sharma A, Cheng E, Gioe TJ. Is there a preferred articulating spacer technique for infected knee arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res* 47B: 228-235, 2012
110. Kelm J. Die PMMA-Hüftinterimsprothese, mechanische Eigenschaften, mikrobiologische Wirksamkeit und klinischer Einsatz. *Habilitationsschrift*, 2008
111. Kelm J, Siebel T. Pharmakokinetik von Gentamicin-Vancomycin-Palacos-Gemisch beim zweizeitigen Prothesenwechsel mittels gegossener Interimsprothese. *Unveröffentlicht*, 1997
112. Kilgus DJ, Howe DJ, Strang A. Results of periprosthetic hip and knee infections caused by resistant bacteria. *Clin Orthop Relat Res* 404: 116-24, 2002
113. Kim YS, Bae KC, Cho CH, Lee KJ, Sohn ES, Kim BS. Two-stage revision using a modified articulating spacer in infected total knee arthroplasty. *Knee Surg Relat Res* 25: 180-185, 2013
114. Kirschner S, Werner A, Walther M, Rader CP, Gohlke FE. Versorgung mit anatomischen Spacern bei chronischem Endoprotheseninfekt am Knie. *Orthopädische Praxis* 36: 422, 2000
115. Kirschner S, Frommelt L, Hendrich C. Wechselkonzept Würzburg. In: Hendrich C, Frommelt L, Eulert J [Hrsg.]. *Septische Knochen-und Gelenkchirurgie*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2004

116. Klinger HM, Spahn G, Schultz W, Baums MH. Arthrodesis of knee after failed infected total knee arthroplasty. *Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14: 447-453, 2006
117. Knutson K, Hovelius L, Lindstrand A, Lidgren L. Arthrodesis after failed knee arthroplasty. A nationwide multicenter investigation of 91 cases. *Clin Orthop* 191: 202–211, 1984
118. Knutson K, Lindstrand A, Lidgren L. Arthrodesis after failed knee arthroplasty: A report of 20 cases. *J Bone Joint Surg* 67: 47-52, 1985
119. Kohn D, Rupp S. Alloarthroplastik des Kniegelenkes. *Orthopäde* 27: 975-995, 1999
120. Kotwal SY, Farid YR, Patil SS, Alden KJ, Finn HA. Intramedullary rod and cement static spacer construct in chronically infected total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 27: 253-263, 2012
121. Kubista B, Hartzler RU, Wood CM, Osmon DR, Hanssen AD, Lewallen DG. Reinfection after two-stage revision for periprosthetic infection of total knee arthroplasty. *Int Orthop* 2012 36: 65-71, 2012
122. Kurd MF, Ghanem E, Stienbrecher J, Parvizi J. Two-stage Exchange Knee Arthroplasty. Does resistance of the infecting organism influence the outcomes? *Clin Orthop Relat Res* 468: 2060-2066, 2010
123. Küsswetter W, Martini F. Zweizeitige Revisionsendoprothetik am Kniegelenk. *Z Orthop* 135: 7-9, 1997
124. Kusuma SK, Ward J, Jacofsky M, Sporer SM, Della Valle CJ. What is the role of serological testing between stages of two-stage reconstruction of the infected prosthetic knee? *Clin Orthop Relat res* 469: 1002-1008, 2011
125. Laudermilch DJ, Fedorka CJ, Heyl A, Rao N, McGough RL. Outcomes of revision total knee arthroplasty after methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection. *Clin Orthop Relat Res* 468: 2067-2073, 2010
126. Lee JK, Kim SJ, Choi CH, Chung HK. Revision total knee arthroplasty using a constrained condylar knee prosthesis in conjunction with a posterior stabilized articular polyethylene. *J Arthroplasty* 28: 566–569, 2012
127. Lee S, Jang J, Seong SC, Lee MC. Distraction arthrodesis with intramedullary nail and mixed bone grafting after failed infected total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 20: 346-355, 2012
128. Leroux B, Aparicio G, Fontanin N, Ohl X, Madi K, Dehoux E, Diallo S. Arthrodesis in septic knees using a long intramedullary nail: 17 consecutive cases. *Orthop Traumatol Surg Res* 99: 399-404, 2013
129. Lobenhoffer P, Agneskirchner JD, Galla M. Kniegelenknahe Osteotomien Indikation-Planung-Operationstechnik mit Plattenfixateuren. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, Seite 5, 2007

130. Lombardi AV, Karnes JM, Berend KR. A motion maintaining antibiotic delivery system. *J Arthroplasty* 22: 50-55, 2007
131. Lonner JH, Siliski JM, Della Valle C, DiCesare P, Lotke PA. Role of knee aspiration after resection of the infected total knee arthroplasty. *Am J Orthop* 30: 305–309, 2001
132. Luque R, Rizo B, Urda A, Garcia-Crespo R, Moro E, Marco F, López-Duran L. Predictive factors for failure after total knee replacement. *Int Orthop [Epub ahead of print]*, 2014
133. Mabry TM, Jacofsky DJ, Haidukewych GJ, Hanssen AD. Comparison of intramedullary nailing and external fixation knee arthrodesis for the infected knee replacement. *Clin Orthop Relat Res* 464: 11–15, 2007
134. MacAvoy MC, Ries MD. The ball and socket articulating spacer for infected total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 20: 757-762, 2005
135. Macheras GA, Kateros K, Galanakos SP, Koutsostathis SD, Kontou E, Papadakis SA. The long-term results of a two-stage protocol for revision of an infected total knee replacement. *J Bone Joint Surg* 93: 1487-1492, 2011
136. Macmull S, Barlett W, Miles J, Blunn GW, Pollock RC, Carrington RW, Skinner JA, Cannon SR, Briggs TW. Custom-made hinged spacers in revision knee surgery for patients with infection, bone loss and instability. *Knee* 17: 403-406, 2010
137. Marculescu CE, Berbari EF, Hanssen AD, Steckelberg JM, Harmsen SW, Mandrekar JN, Osmon DR. Outcome of prosthetic joint infections treated with debridement and retention of components. *Clin Infect Dis* 42: 471-478, 2006
138. Masri BA, Kendall RW, Duncan CP, Beauchamp CP, McGraw RW, Bora B. Two-stage exchange arthroplasty using a functional antibiotic-loaded spacer in the treatment of the infected knee replacement: the Vancouver experience. *Semin Arthroplasty* 5: 122-136, 1994
139. Masri BA, Duncan CP, Campbell D, McGraw RW. Prostalac two-stage exchange for infected knee replacements: a prospective analysis. Proceedings of the 10th combined meeting of the orthopedic associations of the English speaking world, Auckland, NZ, *J Bone Joint Surg* 82:153, 2000
140. Maurer TB, Ochsner PE. Infected knee arthroplasty. A treatment algorithm at the Kantonsspital Liestal, Switzerland. *Orthopade* 35: 917-928, 2006
141. Mazet R Jr, Urist MR. Arthrodesis of the knee with intramedullary nail fixation. *Clin Orthop* 18: 43-53, 1960
142. MacDonald JH, Agarwal S, Lorei MP, Johanson NA, Freiberg AA. Knee arthrodesis. *J Am Acad Orthop Surg* 14: 154-163, 2006
143. McLaughlin HL. Repair of ruptures through the larger tendons by removable staple suture, *Arch Surg* 52: 547-556, 1946 1946

144. McMaster WC. Techniques for intraoperative construction of PMMA spacer in total knee revision. *J Orthop* 24: 178-180, 1995
145. McPherson EJ, Lewonowski K, Dorr LD. Techniques in arthroplasty. Use of an articulated PMMA spacer in the infected total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 10: 87-89, 1995
146. McPherson EJ, Patzakis MJ, Gross JE, Holtom PD, Song M, Dorr LD. Infected total knee arthroplasty. Two-stage reimplantation with an gastrocnemius rotational flap. *Clin Orthop Relat Res* 341: 73-81, 1997
147. McPherson EJ, Woodson C, Holtom P, Roidis N, Shufelt C, Patzakis M. Periprosthetic total hip infection: outcomes using a staging system. *Clin Orthop Relat Res* 403: 8-15, 2002
148. Meek RMD, Masri BA, Dunlop D, Garbuz DS, Greidanus NV, McGraw R, Duncan CP. Patient satisfaction and functional status after treatment of infection at the site of a total knee arthroplasty with use of the PROSTALAC articulating spacer. *J Bone Joint Surg* 85: 1888-1892, 2003
149. Meek RMD, Dunlop D; Garbuz DS, McGraw R, Greidanus NV, Masri BA. Patient satisfaction and functional status after aseptic versus septic revision total knee arthroplasty using the PROSTALAC articulating spacer. *J Arthroplasty* 19: 874-879, 2004
150. Mendes MW, Caldwell P, Jiranek WA. The results of tibial tubercle osteotomy for revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 19: 167-174, 2004
151. Meneghini RM. Should the patella be resurfaced in primary total knee arthroplasty? An evidence-based analysis. *J Arthroplasty* 23: 11-14, 2008
152. Merritt K, Hitchins VM, Brown SA. Safety and cleaning of medical materials and devices. *J Biomed Mater Res* 53: 131-136, 2000
153. Mittal Y, Fehring TK, Hanssen A, Marculescu C, Odum SM, Osmon D. Two-stage reimplantation for periprosthetic knee infection involving resistant organisms. *J Bone Joint Surg* 89: 1227-1231, 2007
154. Mortavazi SMJ, Vegari DV, Ho A, Zmistowski B, Parvizi J. Two-stage exchange arthroplasty for infected total knee arthroplasty: predictors of failure. *Clin Orthop Relat Res* 469: 3049-3054, 2011
155. Moyad TF, Thornhill , Estok D. Evaluation and management of the infected total hip and knee. *Orthopedics* 31: 581-590, 2008
156. Munro JT, Garbuz DS, Masri BA, Duncan CP. Articulating antibiotic impregnated spacers in two-stage revision of infected total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 94: 123-125, 2012

157. Namdari S, Milby AH, Garino JP. Limb salvage after infected knee arthroplasty with bone loss and extensor mechanism deficiency using a modular segmental replacement system. *J Arthroplasty* 26: 977, 2011
158. Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen (NRZ), KISS (Krankenhaus - Infektions - Surveillance - System). Referenzdaten, Berechnungszeitraum Jan 2007 bis Dez 2011, Erstellungsdatum 05/2012
159. Nazarian DG, De Jesus D, McGuigan F, Booth RE. A Two-stage approach to primary knee arthroplasty in the infected arthritic knee. *J Arthroplasty* 18: 16-21, 2003
160. Ong MF. Statistische Auswertung. Gespräch vom 16.10.2012
161. Oostenbroek HJ, Van Roermund PM. Arthrodesis of the knee after an infected arthroplasty using the Ilizarov method. *J Bone Joint Surg* 83-: 50-54, 2001
162. Pagnano M, Cushner FD, Hansen A, Scuderi GR, Scott WN. Blood management in two-stage revision knee arthroplasty for deep prosthetic infection. *Clin Orthop Relat Res* 367: 238-242, 1999
163. Paley D, Pfeil J. Principles of deformity correction around the knee. *Orthopade* 29: 18-38, 2000
164. Park SJ, Song EK, Seon JK, Yoon TR, Park GH. Comparison of static and mobile antibiotic-impregnated cement spacers for the treatment of infected total knee arthroplasty. *Int Orthop* 34: 1181-1186, 2010
165. Parvizi J, Azzam K, Ghanem E, Austin MS, Rothman RH. Periprosthetic infection due to resistant staphylococci: serious problems on the horizon. *Clin Orthop Relat Res* 467: 1732-1739, 2009
166. Pascale V, Pascale W. Custom-made articulating spacer in two-stage revision total knee arthroplasty. An early follow-up of 14 cases of at least 1 year after surgery. *HSSJ* 3: 159-163, 2007
167. Peersman G, Laskin R, Davis J, Peterson M. Infection in total knee replacement: a retrospective review of 6489 total knee replacements. *Clin Orthop Relat Res* 392:15-23, 2001
168. Pietsch M, Wenisch C, Traussnig S, Troska R, Hofmann S. Die temporäre Antibiotikaspacerprothese bei der infizierten Knieendoprothese. *Orthopäde* 32: 490-497, 2003
169. Pietsch M, Hofmann S, Wenisch C. Treatment of deep infection of total knee arthroplasty using a two-stage procedure. *Oper Orthop Traumatol* 1: 66-87, 2006
170. Pitto RP, Spika IA. Antibiotic-loaded bone cement spacers in two-stage management of infected total knee arthroplasty. *Int Ortop* 28: 129-133, 2004
171. Pitto RP, Castelli CC, Ferrari R, Munro J. Pre-formed articulating knee spacer in two-stage revision for the infected total knee arthroplasty. *Int Orthop* 29: 305-308, 2005

172. Pivec R, Naziri Q, Issa K, Banerjee S, Mont MA. Systematic review comparing static and articulating spacers used for revision of infected total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, pii: S0883-5403(13)00559-7. doi: 10.1016/j.arth.2013.07.041. [Epub ahead of print], 2013
173. Pritchett JW, Mallin BA, Matthews AC. Knee arthrodesis with a tensionband plate. *J Bone Joint Surg Am* 70: 285-288, 1988
174. Pulido L, Ghanem E, Joshi A, Purtill JJ, Parvizi J. Periprosthetic joint infection: The incidence, timing, and predisposing factors. *Clin Orthop Relat Res* 466: 1710–1715, 2008
175. Puranen J, Kortelainen P, Jalovaara P. Arthrodesis of the knee with intramedullary fixation. *J Bone Joint Surg Am* 72: 433-442, 1990
176. Ranawat CS, Shine JJ. Duocondylar total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 94: 185-195, 1973
177. Rand JA, Bryan RS, Chao EYS. Failed total knee arthroplasty treated by arthrodesis of the knee using the Ace-Fischer apparatus. *J Bone Joint Surg Am* 69: 39-45, 1987
178. Rasul AT, Tsukayama D, Gustilo RB. Effect of time of onset and depth of infection on the outcome of total knee arthroplasty infections. *Clin Orthop Relat Res* 273: 98-104, 1991
179. Rödel R. Kniegelenknahe Beinachsfehlstellung. Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC) und des Berufsverbandes der Ärzte für Orthopädie (BVO). AWMF-Leitlinien-Register Nr. 033/005, 2009
180. Rosenberg AG, Haas B, Barden RRN, Marquez D, Landon GC, Galante JO. Salvage of infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 226: 29-33, 1988
181. Rothacker GW Jr, Cabanelo ME. External fixation for arthrodesis of the knee and ankle. *Clin Orthop* 180: 101-108, 1983
182. Rud B, Jensen UH. Function after arthrodesis of the knee. *Acta Orthop Scand* 56: 337-339, 1985
183. Sachs L. *Angewandte Statistik. Anwendung statistischer Methoden*. 9. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1999
184. Saklad M. Grading of patients for surgical procedures. *Anesthesiology* 2:281-284, 1941
185. Saleh KJ, Hoeffel DP, Kassim, Burstein C. Complications after revision total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 85: 72–75, 2003
186. Scharf HP, Schulze A. Endoprothesenwechsel am Kniegelenk. *Chirurg* 81: 293-298, 2010

187. Schinsky MF, Della Valle CJ, Sporer SM, Paprosky WG. Perioperative testing for joint infection in patients undergoing revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 90: 1869–1875, 2008
188. Schoifet SD, Morrey BF. Treatment of infection after total knee arthroplasty by debridement with retention of the components. *J Bone Joint Surg* 72-A: 1383-1390, 1990
189. Schuntermann MF. Das DUKE – Gesundheitsprofil. *Rehabilitation* 36: I – XVI, 1997
190. Schurmann DJ, Trindade C, Hirshman HP, Moser K, Kajiyama G, Stevens P. Antibiotic-acrylic bone cement composites. *J Bone Surg* 60A: 978-984, 1978
191. Scott IR, Stockley I, Getty CJ. Exchange arthroplasty for infected knee replacements. *J Bone Joint Surg* 75 B: 28-31, 1993
192. Schweikofler U, Dörrhöfer R, WalterG. Sachgerechte Anwendung und Komplikationsmanagement beim Fixateur externe. *OP-Journal* 24: 1-8, 2008
193. Siebel T, Kelm J, Porsch M, Neumann WH, Regitz T. Two-stage exchange of infected knee arthroplasty with a prosthesis-like interim cement spacer. *Acta Orthopaedica Belgica* 68: 150-156, 2002
194. Sikorski JM. Alignment in total knee replacement. *J Bone Joint Surg* 90: 1121–1127, 2008
195. Siller TN, Hadjipavlou A. Knee arthrodesis: long-term results. *Can J Surg* 19: 217-219, 1976
196. Somayaji HS, Tsaggerides P, Ware HE, Dowd GS. Knee arthrodesis-a review. *Knee* 15: 247-254, 2008
197. Spangehl MJ, Masri BA, O'Connell JX, Duncan CP. Prospective analysis of preoperative and intraoperative investigations for the diagnosis of infection at the sites of two hundred and two revision total hip arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am* 81: 672–683, 1999
198. Spika IA, Castelli C, Ferrari R, Federici A, Grandizio M, Matamala PA, Asuncion MJ, Pitto RP. Articulating spacers in two-stage revision of the infected total knee replacement. Proceedings of the 63rd Annual Meeting of the Australian Orthopaedic Association, *J Bone Joint Surg*, 2004
199. Springer BD, Lee GC, Osmon D, Haidukewych GJ, Hanssen AD, Jacofsky DJ. Systemic safety of high-dose antibiotic-loaded cement spacers after resection of an infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 427: 47-51, 2004
200. Springer BD, Scuderi GR. Evaluation and management of the infected total knee arthroplasty. *Instr Course Lect* 62: 349-361, 2013
201. Stein von T, Gollwitzer H, Kruis C. Arthrodese nach Knietotalendoprothetik am Beispiel der septischen Lockerung. *Orthopade* 35: 946-955, 2006

202. Sternheim A, Lochab J, Drexler M, Kuzyk P, Safir O, Gross A, Backstein D (2012) The benefit of revision knee arthroplasty for component malrotation after primary total knee replacement. *Int Orthop* 36: 2473–2478
203. Stiehl JB, Hanel DP. Knee arthrodesis using combined intramedullary rod and plate fixation. *Clin Orthop* 294: 238-241, 1993
204. Sun Z, Wang L, Sun Y, Cao J, Zhang Y, Tian M, Liu J. Management of deep infection after total knee arthroplasty. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi* 26: 918-921, 2012
205. Talmo CT, Bono JV, Figgie MP, Sculco TP, Laskin RS, Windsor RE. Intramedullary arthrodesis of the knee in the treatment of sepsis after TKR. *HSS J* 3: 83-88, 2007
206. Tannenbaum DA, Metthews LS, Grady Benson JC. Infection around joint replacements in patients who have a renal or liver transplantation. *J Bone Joint Surg* 79: 36-43, 1997
207. Tattevin P, Cremieux AC, Pottier P, Huten D, Carbon C. Prosthetic joint infection: when can prosthesis salvage be considered? *Clin Infect Dis* 29: 292-295, 1999
208. Tigani D, Trisolino G, Fosco M, Ben Ayad R, Costigliola P. Two-stage reimplantation for periprosthetic knee infection: influence of host health status and infecting microorganism. *Knee* 20: 9-18, 2013
209. Trampuz A, Hanssen AD, Osmon DR, Mandrekar J, Steckelberg JM, Patel R. Synovial fluid leukocyte count and differential for the diagnosis of prosthetic knee infection. *Am J Med* 117: 556–562, 2004
210. Trepte CT, Puhl W. Revisionseingriffe bei aseptisch und septisch gelockerten Knieendoprothesen. *Z Orthop* 127: 315-321, 1989
211. Trippel SB. Current concepts review. Antibiotic-impregnated cement in total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 68A: 1297-1302, 1986
212. Trousdale RT, Hanssen AD. Infection after total knee arthroplasty. *Instr Course Lect* 50 (409): 5, 2001
213. Tsukayama DT, Estrada R, Gustilo RB. Infection after total hip arthroplasty: a study of the treatment of one hundred and six infections. *J Bone Joint Surg* 78: 512-523, 1996
214. Van den Broek CM, Van Hellemond, Jacobs, Wymenga. Step-cut tibial tubercle osteotomy for access in revision total knee replacement. *Knee* 13: 430–434, 2006
215. Villanueva-Martínez M, Ríos-Luna A, pereiro J, Fahandez-Saddi H, Villamor A. Hand-made articulating spacers in two-stage revision for infected total knee arthroplasty. *Acta Orthopaedica* 79: 674-482, 2008
216. Vlasak R, Gearn PF, Petty W. Knee arthrodesis in the treatment of failed total knee replacement. *Clin Orthop* 321: 138-144, 1995

217. Wade PJ, Denham RA. Arthrodesis of the knee after failed knee replacement. *J Bone Joint Surg* 66: 362-366, 1984
218. Wahlig H, Dingeldein H, Buchholz HW, Buchholz M, Bachmann F. Pharmacokinetic study of gentamicin-loaded cement in total hip replacements. *J Bone Surg* 66B: 175-179, 1984
219. Waldman BJ, Mont MA, Payman KR. Infected total knee arthroplasty treated with arthrodesis using a modular nail. *Clin Orthop* 367:230-237, 1999
220. Wang CH, Huang TW, Wang JW, Chen HS. The often poor clinical outcome of infected total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 17: 608-614, 2002
221. Wasielewski RC, Barden RM, Rosenberg AG. Results of different surgical procedures on total knee arthroplasty infections. *J Arthroplasty* 11: 931-938, 1996
222. Watanabe K, Minowa T, Takeda S, Otsubo H, Kobayashi T, Kura H, Yamashita T. Outcomes of knee arthrodesis following infected total knee arthroplasty: a retrospective analysis of 8 cases. *Mod Rheumatol* [Epub ahead of print], 2013
223. Weiner SD, Scarborough M, Vander Griend RA. Resection arthrodesis of the knee with an intercalary allograft. *J Bone Joint Surg Am* 78: 185-192, 1996
224. Whiteside LA. Treatment of infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 299: 169-172, 1994
225. Whiteside LA. Exposure in difficult knee arthroplasty using tibial tubercle osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 321: 32-35, 1995
226. Wiedel JD. Salvage of infected total knee fusion: the last option. *Clin Orthop Relat Res* 404: 139-142, 2002
227. Wilde AH, Ruth JT. Two-stage reimplantation in infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 236: 23-35, 1988
228. Wilde AH, Stearns KL. Intramedullary fixation for arthrodesis of the knee after infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 248: 87-92, 1989
229. Windsor RE, Insall JN, Urs WK, Miller DV, Brause BD. Two-stage reimplantation for the salvage of total knee arthroplasty complicated by infection. Further follow-up and refinement of indications. *J Bone Joint Surg* 72: 272-278, 1990
230. Winiarsky R, Barth P, Lotke P. Total knee arthroplasty in morbidly obese patients. *J Bone Joint Surg* 80: 1770-1774, 1998
231. Wirtz C, Wanner R, Kohl S, Krüger A, Zumstein MA. Knie-Achsendeviationen-Ursache für Gonarthrose? *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie* 59 (4): 169-173, 2011
232. Wu CH, Gray CF, Lee GC. Arthrodesis should be strongly considered after failed two-stage reimplantation TKA. *Clin Orthop Relat Res* [Epub ahead of print], 2014

233. Yeoh D, Goddard R, Macnamara P. A comparison of two techniques for knee arthrodesis: the custom made intramedullarnail versus a monoaxial external fixator. *Knee* 15: 263-267, 2008
234. Younger AS, Duncan CP, Masri BA, McGraw RW. The outcome of two-stage arthroplasty using a custom-made interval spacer to treat the infected hip. *J Arthroplasty* 12: 615-623, 1997
235. Younger AS, Duncan CP, Masri BA. Surgical exposures in revision total knee arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 6: 55-64, 1998
236. Zilkens KW, Casser HR, Ohnsorge J. Treatment of an old infection in a total hip replacement with an interim spacer prosthesis. *Arch Orthop Trauma Surg* 109: 94-96, 1990
237. Zimmerli W, Widmer AF, Blatter M, Frei R, Ochsner PE. Role of rifampin for treatment of orthopedic implant-related staphylococcal infections: a randomized controlled trial. Foreign-Body Infection Study Group. *JAMA* 279: 1537-1541, 1998
238. Zimmerli W, Ochsner PE. Management of infection associated with prosthetic joints. *Infection* 31:99-108, 2003
239. Zonnenberg CB, Lisowski LA, van den Bekerom MP, Nolte PA. Tuberositas osteotomy for total knee arthroplasty: a review of the literature. *J Knee Surg* 23: 121-129, 2010

## 9 Anhang

### 9.1 Score der "Knee Society" nach Insall et al.

#### A. Knee-Score

<b>Schmerz</b>	keiner		50
	wenig/gelegentlich		45
	beim Treppensteigen		20
	beim Gehen und Treppensteigen		40
	mäßig	gelegentlich	20
		kontinuierlich	10
	stark		0
<b>Bewegungsumfang</b>	1 Punkt / 5°		max. 25/125°
<b>Stabilität</b>	anteroposterior	< 5 mm	10
		5-10 mm	5
		> 10 mm	0
	mediolateral	< 5°	15
		6-9°	10
		10-14°	5
		> 15°	0
<b>Zwischensumme</b>			<b>max. 100</b>
<b>Abzüge</b>	Beugekontraktur	5-10°	2
		10-15°	5
		16-20°	10
		> 20°	15
	Streckdefizit	< 10°	5
		10-20°	10
		> 20°	15
	Fehlstellung der Beinachse (Varus/Valgus)	5-10°	0
		0-4°	3°
		11-15°	3°
		> 15°	20

#### B. Function-Score

<b>Gehen</b> (1 Block=90 m)	unbegrenzt	50
	> 10 Blocks	40
	5-10 Blocks	30
	< 5 Blocks	20
	hausgebunden	10
	immobil	0
<b>Treppensteigen</b>	normal herauf und herunter	50
	normal herauf, herunter am Geländer	40
	herauf und herunter mit Geländer	30
	herauf mit Geländer, herunter nicht möglich	15
	nicht möglich	0
<b>Zwischensumme</b>		<b>max. 100</b>
<b>Abzüge</b>	Gehstock	5
	Zwei Gehstöcke	10
	Unterarmgehstützen oder Rollator	20

## 9.2 Score nach Ranawat und Shine (Hospital for Special Surgery Score, HSS)

<b>Schmerz</b> (30 Punkte)	überhaupt beim Gehen	keiner	30
		keiner	15
		leicht	10
		mäßig	5
		stark	0
	in Ruhe	keiner	15
		leicht	10
		mäßig	5
		stark	0
<b>Funktion</b> (22 Punkte) (1 Block=90 m)	Gehen	Gehen und Stehen unbegrenzt	12
		Gehstrecke 5-10 Blocks und intermittierende Stehfähigkeit < 30 min	10
		Gehstrecke 1-5 Blocks und Stehfähigkeit bis zu 30 min	8
		Gehstrecke < 1 Block	4
		Gehunfähigkeit	0
	Treppensteigen	alleine	5
		mit Unterstützung	2
	Verkehrsmittel benutzen	alleine	5
		mit Unterstützung	2
<b>Bewegungsausmaß</b> (18 Punkte)	1 Punkt / 8°		max. 18
<b>Muskelkraft</b> (Quadrizeps) (10 Punkte)	gut	5 von 5	10
		4 von 5	8
	mittelmäßig	2-3 von 5	4
	schlecht	< 2 von 5	0
<b>Beugedeformität</b> (10 Punkte)	keine wenige ° 5-10° > 10°	keine	10
		wenige °	8
		5-10°	5
		> 10°	0
	stark		0
<b>Instabilität</b> (10 Punkte)	keine		10
	leicht	0-5°	8
	mäßig	6-15°	5
	stark	> 16°	0
<b>Abzüge</b>	Hilfsmittel	Gehstock	1
		Unterarmgehstütze	2
		Zwei Unterarmgehstützen	3
	Streckdefizit	5°	2
		10°	3
		15°	5
	Fehlstellung der Beinachse	je 5° Varus	1
		je 5° Valgus	1
<b>Bewertung</b>	85-100	exzellent	
	70-84	gut	
	60-69	mittelmäßig	
	< 60	schlecht	

### **9.3 SF 36 Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand**

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

1  Ausgezeichnet

2  Sehr gut

3  Gut

4  Weniger gut

5  Schlecht

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

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

3. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt?

Wenn ja, wie stark?

	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
3a. Anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben	1	2	3
3b. Mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen?	1	2	3
3c. Einkaufstaschen heben oder tragen	1	2	3
3d. Mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3
3e. Einen Treppenabsatz steigen	1	2	3
3f. Sich beugen, knien, bücken	1	2	3
3g. Mehr als einen Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3
3h. Mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3
3i. Eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	2	3
3j. Sich baden oder anziehen	1	2	3

4. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?

	Ja	Nein
4a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
4b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
4c. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	1	2
4d. Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung	1	2

5. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?

	Ja	Nein
5a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
5b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
5c. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	1	2

6. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelische 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

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

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

1  Überhaupt nicht

2  Ein bißchen

3  Mäßig

4  Ziemlich

5  Sehr

*In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht).*

9. Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen

	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
9a. ... Voller Schwung?	1	2	3	4	5	6
9b. .... Sehr nervös?	1	2	3	4	5	6
9c. .... So niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheiteren konnte?	1	2	3	4	5	6
9d. .... Ruhig und gelassen?	1	2	3	4	5	6
9e. .... Voller Energie?	1	2	3	4	5	6
9f. .... Entmutigt und traurig?	1	2	3	4	5	6
9g. .... Erschöpft?	1	2	3	4	5	6
9h. .... Glücklich?	1	2	3	4	5	6
9i. .... Müde?	1	2	3	4	5	6

10. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelische 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

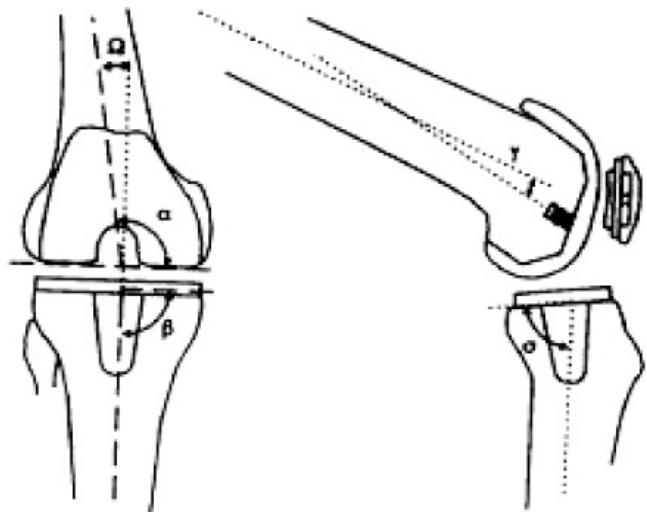
11. Inwiefern trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?

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

## 9.4 DUKE-Gesundheitsprofil

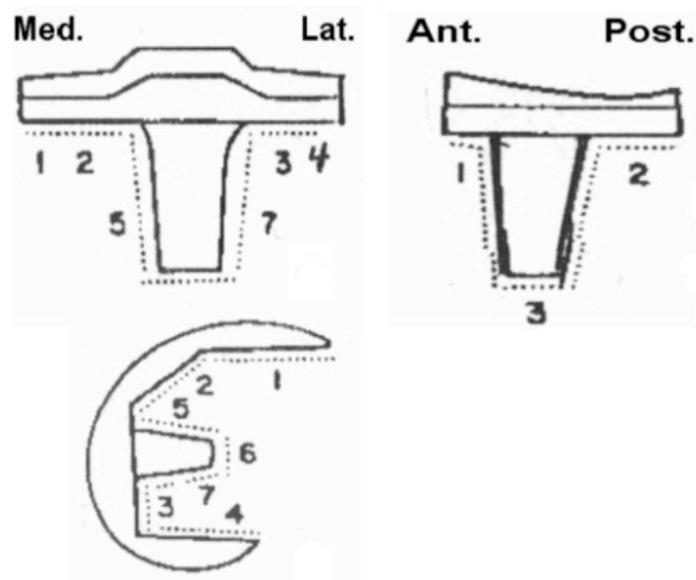
	<b>Ja, das trifft bei mir genau zu</b>	<b>Das trifft bei mir zum Teil zu</b>	<b>Nein, das trifft bei mir überhaupt nicht zu</b>
1. Ich mag mich so wie ich bin	12	11	10
2. Mit mir ist nicht leicht auszukommen	20	21	22
3. Ich bin im Grunde ein gesunder Mensch	32	31	30
4. Ich gebe zu leicht auf	40	41	42
5. Ich kann mich nur schwer konzentrieren	50	51	52
6. Ich bin mit meinen familiären Beziehungen zufrieden	62	61	60
7. Ich fühle mich unter Menschen wohl	72	71	70
Würden Sie heute körperliche Probleme oder Schwierigkeiten haben,	<b>Keine</b>	<b>Einige</b>	<b>Große</b>
8. Eine Etage Treppen hochzusteigen?	82	81	80
9. 100 m zu rennen?	92	91	90
Wieviele Schwierigkeiten hatten Sie letzte Woche hinsichtlich	<b>Keine</b>	<b>Einige</b>	<b>Große</b>
10. Dem Schlaf?	102	101	110
11. Schmerzen in irgendeinem Teil Ihres Körpers?	112	121	120
12. Schnelllem Ermüden?	122	121	120
13. Niedergeschlagenheit oder Traurigkeit?	132	131	130
14. Nervosität?	142	141	140
Wie oft haben Sie letzte Woche:	<b>Nie</b>	<b>Einige Male</b>	<b>Oft</b>
15. Kontakt mit Freunden oder Verwandten gehalten, indem Sie sie besucht, mit ihnen gesprochen oder mit ihnen telefoniert haben?	150	151	152
16. An Versammlungen, religiösen Veranstaltungen (z.B. Gottesdienst) oder Freizeitaktivitäten (z.B. Kino, Sport, Feste) teilgenommen?	160	161	162
Wie oft haben Sie letzte Woche:	<b>Nie</b>	<b>an 1-4 Tagen</b>	<b>an 5-7 Tagen</b>
17. Wegen Krankheit, Verletzung oder anderen gesundheitlichen Schwierigkeiten den Tag zu Hause oder stationär (z.B. im Krankenhaus, in der Reha-Einrichtung) verbracht?	172	171	170

## 9.5 The Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System



Winkel  $\alpha$  entspricht dem anatomischen Gelenkflächenwinkel des distalen Femurs.

Der anatomische sowie mechanische Gelenkflächenwinkel der proximalen Tibia wird als Winkel  $\beta$  bezeichnet.



Tibia, Femur und Patella werden in verschiedene, nummerierte Zonen eingeteilt. Man misst auf den Röntgenaufnahmen in Millimetern die Breite von Lysesäumen in jeder der angegebenen Zonen. Durch Addition der Zahlen ergibt sich ein Summenscore.

## 9.6 Statistische Analysen

**Tab. 9.6-1: OP-Dauer bei TEP-Explantation und Spaceimplantation**

Statistiken			
OP - Dauer Spacerimplantation [min]			
artikulierende Spacer	N	Gültig	32
		Fehlend	0
		Mittelwert	242,03
		Median	240,00
		Standardabweichung	59,322
		Minimum	120
		Maximum	390
	Perzentile	25	195,00
		50	240,00
		75	270,00
Blockspacer	N	Gültig	15
		Fehlend	0
		Mittelwert	240,67
		Median	240,00
		Standardabweichung	63,439
		Minimum	150
		Maximum	390
	Perzentile	25	195,00
		50	240,00
		75	270,00

**Tab. 9.6-2: Mann-Whitney-U-Test: Operationsdauer bei TEP-Explantation und Spacerimplantation**

Statistik für Test <sup>a</sup>	
	OP - Dauer Spacerimplantatio n [min]
Mann-Whitney-U	230,000
Wilcoxon-W	350,000
Z	-,230
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,818
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,825
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,412
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,004

**Tab. 9.6-3: Anzahl der transfundierten Erythrozytenkonzentrate bei TEP-Explantation und Spacerimplantation**

**Statistiken**

Anzahl der EKs Spacerimplantation

artikulierende Spacer	N	Gültig	32
		Fehlend	0
		Mittelwert	2,06
		Median	2,00
		Standardabweichung	1,585
		Minimum	0
		Maximum	4
	Perzentile	25	,00
		50	2,00
		75	4,00
Blockspacer	N	Gültig	15
		Fehlend	0
		Mittelwert	3,67
		Median	2,00
		Standardabweichung	3,619
		Minimum	0
		Maximum	15
	Perzentile	25	2,00
		50	2,00
		75	5,00

**Tab. 9.6-4: Mann-Whitney-U-Test: Anzahl der transfundierten Erythrozytenkonzentrate bei TEP-Explantation und Spacerimplantation**

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

	Anzahl der EKs Spacerimplantatio n
Mann-Whitney-U	177,500
Wilcoxon-W	705,500
Z	-1,468
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,142
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,145
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,071
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,001

**Tab. 9.6-5: Dauer des stationären Aufenthaltes bei TEP-Explantation und Spacerimplantation****Statistiken**

KH - Aufenthalt Spacerimplantation [Wochen]

artikulierende Spacer	N	Gültig	32
		Fehlend	0
		Mittelwert	4,609
		Median	4,000
		Standardabweichung	2,8048
		Varianz	7,867
		Minimum	2,0
		Maximum	17,0
	Perzentile	25	3,000
		50	4,000
		75	5,750
Blockspacer	N	Gültig	15
		Fehlend	0
		Mittelwert	5,233
		Median	4,000
		Standardabweichung	3,5095
		Varianz	12,317
		Minimum	2,0
		Maximum	16,0
	Perzentile	25	4,000
		50	4,000
		75	5,000

**Tab. 9.6-6: Mann-Whitney-U-Test: Dauer des stationären Aufenthaltes bei TEP-Explantation und Spacerimplantation****Statistik für Test<sup>a</sup>**

	KH - Aufenthalt Reimplantation [Wochen]
Mann-Whitney-U	193,500
Wilcoxon-W	721,500
Z	-,760
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,447
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,456
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,231
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,008

**Tab. 9.6-7: Dauer der Interimsperiode****Statistiken**

Dauer der Interimsperiode [Wochen]

artikulierende Spacer	N	Gültig	32
		Fehlend	0
		Mittelwert	11,203
		Median	10,750
		Standardabweichung	5,6851
		Minimum	3,0
		Maximum	30,0
	Perzentile	25	7,250
		50	10,750
		75	14,750
Blockspacer	N	Gültig	15
		Fehlend	0
		Mittelwert	17,933
		Median	12,000
		Standardabweichung	11,5029
		Minimum	8,0
		Maximum	48,0
	Perzentile	25	11,000
		50	12,000
		75	24,000

**Tab. 9.6-8: Mann-Whitney-U-Test: Dauer der Interimsperiode****Statistik für Test<sup>a</sup>**

	Dauer der Interimsperiode [Wochen]
Mann-Whitney-U	135,000
Wilcoxon-W	663,000
Z	-2,405
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,016
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,015
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,008
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,000

**Tab.9.6-9: Senkung der CRP-Werte in der Interimsperiode****Statistiken**

Delta CRP [mg/l]

		Gültig	32
		Fehlend	0
	Mittelwert		57,550
	Median		27,300
	Standardabweichung		82,8730
	Varianz		6867,926
	Minimum		-8,9
	Maximum		284,4
artikulierende Spacer	Perzentile	25	1,825
		50	27,300
		75	83,475
Blockspacer	N	Gültig	14
		Fehlend	1
	Mittelwert		36,221
	Median		21,100
	Standardabweichung		46,7056
	Varianz		2181,410
	Minimum		-7,1
	Maximum		135,6
	Perzentile	25	-,350
		50	21,100
		75	67,425

**Tab. 9.6-10: Mann-Whitney-U-Test: Senkung der CRP-Werte in der Interimsperiode****Statistik für Test<sup>a</sup>**

	Delta CRP [mg/l]
Mann-Whitney-U	203,000
Wilcoxon-W	308,000
Z	-,501
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,616
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,628
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,314
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,008

**Tab. 9.6-11: OP-Dauer bei Endoprothesenreimplantation****Statistiken**

OP - Dauer Reimplantation [min]

artikulierende Spacer	N	Gültig	32
		Fehlend	0
		Mittelwert	272,66
		Median	270,00
		Standardabweichung	75,198
		Varianz	5654,814
		Minimum	120
		Maximum	480
	Perzentile	25	240,00
		50	270,00
		75	300,00
Blockspacer	N	Gültig	14
		Fehlend	1
		Mittelwert	309,29
		Median	315,00
		Standardabweichung	49,995
		Varianz	2499,451
		Minimum	225
		Maximum	390
	Perzentile	25	270,00
		50	315,00
		75	348,75

**Tab. 9.6-12: Mann-Whitney-U-Test: OP-Dauer bei Endoprothesenreimplantation****Statistik für Test<sup>a</sup>**

	OP - Dauer Reimplantation [min]
Mann-Whitney-U	147,500
Wilcoxon-W	675,500
Z	-1,833
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,067
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,067
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,034
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,001

**Tab. 9.6-13: Anzahl der transfundierten Erythrozytenkonzentrate bei Endoprothesenreimplantation****Statistiken**

Anzahl der EKs Reimplantation

artikulierende Spacer	N	Gültig	32
		Fehlend	0
		Mittelwert	3,16
		Median	3,00
		Standardabweichung	2,343
		Varianz	5,491
		Minimum	0
		Maximum	10
	Perzentile	25	2,00
		50	3,00
		75	4,00
Blockspacer	N	Gültig	14
		Fehlend	1
		Mittelwert	4,00
		Median	4,00
		Standardabweichung	2,353
		Varianz	5,538
		Minimum	0
		Maximum	10
	Perzentile	25	2,00
		50	4,00
		75	5,00

**Tab. 9.6-14: Mann-Whitney-U-Test: Anzahl der transfundierten Erythrozytenkonzentrate bei Endoprothesenreimplantation****Statistik für Test<sup>a</sup>**

	Anzahl der EKs Reimplantation
Mann-Whitney-U	175,500
Wilcoxon-W	703,500
Z	-1,182
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,237
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,243
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,121
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,003

**Tab. 9.6-15: Dauer des stationären Aufenthaltes bei Endoprothesenreimplantation**

Statistiken			
KH - Aufenthalt Reimplantation [Wochen]			
artikulierende Spacer	N	Gültig	32
		Fehlend	0
		Mittelwert	3,000
		Median	3,000
		Standardabweichung	1,2636
		Varianz	1,597
		Minimum	2,0
		Maximum	8,0
	Perzentile	25	2,000
		50	3,000
		75	3,000
Blockspacer	N	Gültig	14
		Fehlend	1
		Mittelwert	3,321
		Median	3,000
		Standardabweichung	1,5641
		Varianz	2,446
		Minimum	2,0
		Maximum	8,0
	Perzentile	25	2,000
		50	3,000
		75	4,000

**Tab. 9.6-16: Mann-Whitney-U-Test: Dauer des stationären Aufenthaltes bei Endoprothesenreimplantation**

Statistik für Test <sup>a</sup>	
	KH - Aufenthalt Reimplantation [Wochen]
Mann-Whitney-U	193,500
Wilcoxon-W	721,500
Z	-,760
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,447
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,456
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,231
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,008

**Tab. 9.6-17: Prothesentyp bei Endoprothesenreimplantation**

**Gruppe \* Prothesentyp bei Reimplantation Kreuztabelle**

			Prothesentyp bei Reimplantation	
			ungekoppelte bikondyläre oder teilgekoppelte (PS) Oberflächenersatz zprothese	gekoppelte Totalendoprothes e (Revisionssystem )
Gruppe		artikulierende Spacer	Anzahl	18
			% innerhalb von Gruppe	56,3% 37,5%
Blockspacer		Anzahl		7 5
			% innerhalb von Gruppe	50,0% 35,7%
Gesamt		Anzahl		25 17
			% innerhalb von Gruppe	54,3% 37,0%

**Gruppe \* Prothesentyp bei Reimplantation Kreuztabelle**

			Prothesentyp bei Reimplantation	
			Arthrodesse	Gesamt
Gruppe		artikulierende Spacer	Anzahl	2 32
			% innerhalb von Gruppe	6,3% 100,0%
Blockspacer		Anzahl		2 14
			% innerhalb von Gruppe	14,3% 100,0%
Gesamt		Anzahl		4 46
			% innerhalb von Gruppe	8,7% 100,0%

**Tab. 9.6-18: Ch-Quadrat-Test nach Pearson: Dauer des stationären Aufenthaltes bei Endoprothesenreimplantation**

**Chi-Quadrat-Tests**

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,802 <sup>a</sup>	2	,670	,789
Likelihood-Quotient	,744	2	,689	,789
Exakter Test nach Fisher	1,016			,708
Zusammenhang linear-mit-linear	,461 <sup>b</sup>	1	,497	,628
Anzahl der gültigen Fälle	46			

**Tab.9.6-19: Gesamtanzahl der Revisionseingriffe****Statistiken**

Anzahl der Revisionseingriffe insgesamt

artikulierende Spacer	N	Gültig	32
		Fehlend	0
		Mittelwert	3,03
		Median	1,00
		Standardabweichung	5,421
		Varianz	29,386
		Minimum	0
		Maximum	23
	Perzentile	25	,00
		50	1,00
		75	4,75
Blockspacer	N	Gültig	14
		Fehlend	1
		Mittelwert	1,50
		Median	,50
		Standardabweichung	2,653
		Varianz	7,038
		Minimum	0
		Maximum	10
	Perzentile	25	,00
		50	,50
		75	2,00

**Tab. 9.6-20: Mann-Whitney-U-Test: Gesamtanzahl der Revisionseingriffe****Statistik für Test<sup>a</sup>**

	Anzahl der Revisionseingriffe insgesamt
Mann-Whitney-U	204,000
Wilcoxon-W	309,000
Z	-,508
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,612
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,620
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,312
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,004

**Tab. 9.6-21: Reoperationsrate wegen Infektion****Statistiken**

## Reoperationsrate

artikulierende Spacer	N	Gültig	32
		Fehlend	0
		Mittelwert	1,63
		Median	2,00
		Standardabweichung	,492
		Varianz	,242
		Minimum	1
		Maximum	2
	Perzentile	25	1,00
		50	2,00
		75	2,00
Blockspacer	N	Gültig	15
		Fehlend	0
		Mittelwert	1,67
		Median	2,00
		Standardabweichung	,488
		Varianz	,238
		Minimum	1
		Maximum	2
	Perzentile	25	1,00
		50	2,00
		75	2,00

**Tab. 9.6-22: Chi-Quadrat-Test nach Pearson: Reoperationsrate wegen Infektion****Chi-Quadrat-Tests**

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,077 <sup>a</sup>	1	,782	1,000
Kontinuitätskorrektur <sup>b</sup>	,000	1	1,000	
Likelihood-Quotient	,077	1	,781	1,000
Exakter Test nach Fisher				1,000
Zusammenhang linear-mit-linear	,075 <sup>c</sup>	1	,784	1,000
Anzahl der gültigen Fälle	47			

**Tab. 9.6-23: Rate der persistierenden Infektionen****Statistiken**

Rate an persistierenden Infektionen

		Gültig	32
		Fehlend	0
		Mittelwert	1,88
		Median	2,00
		Standardabweichung	,336
		Varianz	,113
		Minimum	1
		Maximum	2
Perzentile	25		2,00
	50		2,00
	75		2,00
Blockspacer		Gültig	15
		Fehlend	0
		Mittelwert	1,93
		Median	2,00
		Standardabweichung	,258
		Varianz	,067
		Minimum	1
		Maximum	2
Perzentile	25		2,00
	50		2,00
	75		2,00

**Tab. 9.6-24: Chi-Quadrat-Test: Rate der persistierenden Infektionen****Chi-Quadrat-Tests**

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,366 <sup>a</sup>	1	,545	,660
Kontinuitätskorrektur <sup>b</sup>	,009	1	,923	
Likelihood-Quotient	,394	1	,530	,660
Exakter Test nach Fisher				1,000
Zusammenhang linear-mit-linear	,358 <sup>c</sup>	1	,550	,660
Anzahl der gültigen Fälle	47			

**Tab. 9.6-25: Reinfektionsrate****Statistiken**

## Reinfektionsrate

		Statistiken	
		Gültig	32
		Fehlend	0
artikulierende Spacer	N	Mittelwert	1,72
		Median	2,00
		Standardabweichung	,457
		Varianz	,209
		Minimum	1
		Maximum	2
	Perzentile	25	1,00
		50	2,00
		75	2,00
Blockspacer	N	Gültig	15
		Fehlend	0
		Mittelwert	1,73
		Median	2,00
		Standardabweichung	,458
		Varianz	,210
		Minimum	1
		Maximum	2
	Perzentile	25	1,00
		50	2,00
		75	2,00

**Tab. 9.6-26: Chi-Quadrat-Test: Reinfektionsrate****Chi-Quadrat-Tests**

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,011 <sup>a</sup>	1	,917	1,000
Kontinuitätskorrektur <sup>b</sup>	,000	1	1,000	
Likelihood-Quotient	,011	1	,917	1,000
Exakter Test nach Fisher				1,000
Zusammenhang linear-mit-linear	,011 <sup>c</sup>	1	,918	1,000
Anzahl der gültigen Fälle	47			

**Tab. 9.6-27: Bewegungsausmaß nach der Neutral-Null-Methode****Statistiken**

Bewegungsausmaß [°]

artikulierende Spacer	N	Gültig	17
		Fehlend	15
		Mittelwert	98,82
		Median	100,00
		Standardabweichung	17,005
		Varianz	289,154
		Minimum	70
		Maximum	120
	Perzentile	25	85,00
		50	100,00
		75	115,00
Blockspacer	N	Gültig	10
		Fehlend	5
		Mittelwert	82,00
		Median	90,00
		Standardabweichung	28,206
		Varianz	795,556
		Minimum	30
		Maximum	110
	Perzentile	25	75,00
		50	90,00
		75	100,00

**Tab. 9.6-28: Mann-Whitney-U--Test: Bewegungsausmaß nach der Neutral-Null-Methode****Statistik für Test<sup>b</sup>**

	Bewegungsausmaß [°]
Mann-Whitney-U	52,500
Wilcoxon-W	107,500
Z	-1,650
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,099
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,103 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,102
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,051
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,002

**Tab. 9.6-29: Beinlängendifferenz**

Statistiken			Beinlängendiffere nz [cm]
Gruppe	N		
artikulierende Spacer	N	Gültig	23
		Fehlend	9
	Mittelwert		,891
		Standardabweichung	1,2056
	Minimum		,0
		Maximum	3,5
	Perzentile	25	,000
		50	,000
		75	2,000
Blockspacer	N	Gültig	13
		Fehlend	2
	Mittelwert		,869
		Standardabweichung	1,0633
	Minimum		,0
		Maximum	2,5
	Perzentile	25	,000
		50	,000
		75	2,000

**Tab. 9.6-30: Mann-Whitney-U-Test: Beinlängendifferenz**

Statistik für Test <sup>b</sup>	
	Beinlängendiffere nz [cm]
Mann-Whitney-U	148,500
Wilcoxon-W	424,500
Z	-,036
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,971
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,974 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,978
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,486
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,008

**Tab. 9.6-31: Ergebnisse des Scores der "Knee Society"  
artikulierende Spacer vs. Blockspacer**

			Statistiken	
Gruppe	N		Knee Society Score - Knie -	Knee Society Score - Funktion -
artikulierende Spacer	N	Gültig	24	24
		Fehlend	8	8
	Mittelwert		62,04	28,13
		Median	64,50	30,00
	Standardabweichung		26,453	36,080
		Varianz	699,781	1301,766
	Minimum		0	-20
		Maximum	94	80
	Perzentile	25	42,00	-10,00
		50	64,50	30,00
		75	89,00	66,25
Blockspacer	N	Gültig	12	12
		Fehlend	3	3
	Mittelwert		55,58	54,58
		Median	59,50	50,00
	Standardabweichung		16,730	28,956
		Varianz	279,902	838,447
	Minimum		25	-10
		Maximum	90	100
	Perzentile	25	41,25	41,25
		50	59,50	50,00
		75	64,50	78,75

**Statistiken**

Gruppe			Knee Society Score - Summe -	KS Schmerz
artikulierende Spacer	N	Gültig	24	24
		Fehlend	8	8
	Mittelwert		90,17	28,13
	Median		87,50	20,00
	Standardabweichung		54,226	19,605
	Varianz		2940,406	384,375
	Minimum		-20	0
	Maximum		174	50
	Perzentile	25	53,00	10,00
		50	87,50	20,00
		75	138,75	48,75
Blockspacer	N	Gültig	12	12
		Fehlend	3	3
	Mittelwert		110,17	19,58
	Median		106,50	20,00
	Standardabweichung		37,353	14,532
	Varianz		1395,242	211,174
	Minimum		43	0
	Maximum		170	50
	Perzentile	25	83,75	10,00
		50	106,50	20,00
		75	138,25	20,00

**Statistiken**

Gruppe	N		KS	KS Stabilität
			Bewegungsausmaß	
artikulierende Spacer		Gültig	24	24
		Fehlend	8	8
		Mittelwert	14,00	20,21
		Median	18,50	25,00
		Standardabweichung	9,605	8,658
		Varianz	92,261	74,955
		Minimum	0	0
		Maximum	24	25
	Perzentile	25	,00	15,00
		50	18,50	25,00
		75	22,25	25,00
Blockspacer		Gültig	12	12
		Fehlend	3	3
		Mittelwert	13,67	22,50
		Median	18,00	25,00
		Standardabweichung	8,172	4,523
		Varianz	66,788	20,455
		Minimum	0	15
		Maximum	22	25
	Perzentile	25	6,00	17,50
		50	18,00	25,00
		75	19,50	25,00

**Statistiken**

Gruppe	N		KS	
			Gehstrecke	Treppensteigen
artikulierende Spacer	N	Gültig	24	24
		Fehlend	8	8
	Mittelwert		20,83	18,33
	Median		20,00	30,00
	Standardabweichung		15,012	16,330
	Varianz		225,362	266,667
	Minimum		0	0
	Maximum		50	50
	Perzentile	25	10,00	,00
		50	20,00	30,00
		75	30,00	30,00
Blockspacer	N	Gültig	12	12
		Fehlend	3	3
	Mittelwert		33,33	30,83
	Median		40,00	30,00
	Standardabweichung		16,143	12,401
	Varianz		260,606	153,788
	Minimum		10	0
	Maximum		50	50
	Perzentile	25	20,00	30,00
		50	40,00	30,00
		75	50,00	30,00

Statistiken					
Gruppe			KS Gehhilfen (Abzug)	KS Deformitäten (Abzug)	
artikulierende Spacer	N	Gültig	24	24	
		Fehlend	8	8	
	Mittelwert		10,21	1,13	
		Median	5,00	,00	
		Standardabweichung	9,381	4,266	
		Varianz	87,998	18,201	
		Minimum	0	0	
		Maximum	20	20	
	Perzentile	25	,00	,00	
		50	5,00	,00	
		75	20,00	,00	
Blockspacer	N	Gültig	12	12	
		Fehlend	3	3	
	Mittelwert		9,58	,58	
		Median	5,00	,00	
		Standardabweichung	9,405	2,021	
		Varianz	88,447	4,083	
		Minimum	0	0	
		Maximum	20	7	
	Perzentile	25	,00	,00	
		50	5,00	,00	
		75	20,00	,00	

**Tab. 9.6-32: Mann-Whitney-U-Test: Ergebnisse des Scores der "Knee Society"  
artikulierende Spacer vs. Blockspacer**

Statistik für Test <sup>b</sup>					
	KS Kniescore	KS Funktionsscore	KS Gesamtscore	KS Schmerz	
Mann-Whitney-U	114,500	84,000	110,000	110,500	
Wilcoxon-W	192,500	384,000	410,000	188,500	
Z	-,992	-2,025	-1,141	-1,153	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,321	,043	,254	,249	
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,327 <sup>a</sup>	,045 <sup>a</sup>	,265 <sup>a</sup>	,265 <sup>a</sup>	
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,330	,043	,262	,251	
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,165	,021	,131	,128	
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,004	,001	,003	,009	

**Statistik für Test<sup>b</sup>**

	KS Bewegungsausma		KS Gehstrecke	KS Treppensteigen
	aß	KS Stabilität		
Mann-Whitney-U	129,500	133,500	82,500	87,500
Wilcoxon-W	207,500	433,500	382,500	387,500
Z	-,493	-,449	-2,107	-2,199
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,622	,653	,035	,028
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,631 <sup>a</sup>	,728 <sup>a</sup>	,038 <sup>a</sup>	,057 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,634	,744	,037	,028
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,318	,348	,019	,020
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,007	,087	,003	,013

**Statistik für Test<sup>b</sup>**

	KS Gehhilfen (Abzug)	KS Deformitäten (Abzug)
Mann-Whitney-U	140,000	143,500
Wilcoxon-W	218,000	221,500
Z	-,144	-,035
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,885	,972
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,908 <sup>a</sup>	,987 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,959	1,000
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,484	,593
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,097	,309

**Tab. 9.6-33: Ergebnisse des HSS-Scores  
artikulierende Spacer vs. Blockspacer**

Statistiken			HSS Gesamt	HSS Bewertung
Gruppe	N			
artikulierende Spacer	N	Gültig	24	24
		Fehlend	8	8
	Mittelwert		60,42	2,88
		Median	62,00	3,00
	Standardabweichung		24,538	1,191
		Varianz	602,108	1,418
	Minimum		-3	1
		Maximum	94	4
	Perzentile	25	42,75	2,00
		50	62,00	3,00
		75	81,38	4,00
Blockspacer	N	Gültig	12	12
		Fehlend	3	3
	Mittelwert		66,34	2,83
		Median	67,50	3,00
	Standardabweichung		16,683	1,030
		Varianz	278,327	1,061
	Minimum		44	1
		Maximum	99	4
	Perzentile	25	50,44	2,00
		50	67,50	3,00
		75	75,44	4,00

Statistiken			HSS Schmerz	HSS Gehstrecke
Gruppe	N			
artikulierende Spacer	N	Gültig	24	24
		Fehlend	8	8
	Mittelwert		18,75	6,42
		Median	20,00	6,00
	Standardabweichung		10,135	3,866
		Varianz	102,717	14,949
	Minimum		0	0
		Maximum	30	12
	Perzentile	25	11,25	4,00
		50	20,00	6,00
		75	28,75	10,00

Blockspacer	N	Gültig	12	12
		Fehlend	3	3
	Mittelwert		15,83	8,17
	Median		17,50	9,00
	Standardabweichung		7,017	3,353
	Varianz		49,242	11,242
	Minimum		5	4
	Maximum		25	12
	Perzentile	25	10,00	4,00
		50	17,50	9,00
		75	20,00	11,50

Statistiken

Gruppe	N		HSS	HSS
			Treppensteigen	Verkehrsmittel
artikulierende Spacer	N	Gültig	24	24
		Fehlend	8	8
	Mittelwert		2,29	2,88
	Median		2,00	2,00
	Standardabweichung		2,274	2,133
	Varianz		5,172	4,549
	Minimum		0	0
	Maximum		5	5
	Perzentile	25	,00	,50
		50	2,00	2,00
		75	5,00	5,00
Blockspacer	N	Gültig	12	12
		Fehlend	3	3
	Mittelwert		2,42	3,92
	Median		2,00	5,00
	Standardabweichung		1,730	2,021
	Varianz		2,992	4,083
	Minimum		0	0
	Maximum		5	5
	Perzentile	25	2,00	2,75
		50	2,00	5,00
		75	4,25	5,00

**Statistiken**

Gruppe	N		HSS	
			Funktion insgesamt	Bewegungsausma aß
artikulierende Spacer		Gültig	24	24
		Fehlend	8	8
		Mittelwert	11,71	8,75
		Median	11,00	11,56
		Standardabweichung	7,434	6,003
		Varianz	55,259	36,039
		Minimum	0	0
		Maximum	22	15
		Perzentile	25	,00
			11,00	11,56
			50	
			19,50	13,91
			75	
Blockspacer		Gültig	12	12
		Fehlend	3	3
		Mittelwert	14,50	10,59
		Median	17,00	11,25
		Standardabweichung	6,230	5,831
		Varianz	38,818	34,003
		Minimum	4	0
		Maximum	22	22
		Perzentile	25	5,63
			17,00	11,25
			50	
			19,00	13,44
			75	

**Statistiken**

Gruppe	N		HSS	Flexionsdeformitä
			HSS Muskelkraft	t
artikulierende Spacer		Gültig	24	24
		Fehlend	8	8
		Mittelwert	5,25	9,50
		Median	8,00	10,00
		Standardabweichung	4,711	2,064
		Varianz	22,196	4,261
		Minimum	0	0
		Maximum	10	10
		Perzentile	25	10,00
			,00	
		50	8,00	10,00
			75	10,00
			10,00	10,00
Blockspacer		Gültig	12	12
		Fehlend	3	3
		Mittelwert	8,50	9,83
		Median	10,00	10,00
		Standardabweichung	2,844	,577
		Varianz	8,091	,333
		Minimum	0	8
		Maximum	10	10
		Perzentile	25	10,00
			,00	
		50	10,00	10,00
			75	10,00
			10,00	10,00

**Statistiken**

Gruppe	N		HSS Gehhilfen	
			HSS Instabilität	(Abzug)
artikulierende Spacer	N	Gültig	24	24
		Fehlend	8	8
		Mittelwert	8,67	1,71
		Median	10,00	2,00
		Standardabweichung	3,371	1,367
		Varianz	11,362	1,868
		Minimum	0	0
		Maximum	10	3
		Perzentile	25 50 75	10,00 10,00 10,00 .00 2,00 3,00
Blockspacer	N	Gültig	12	12
		Fehlend	3	3
		Mittelwert	9,50	2,00
		Median	10,00	2,50
		Standardabweichung	,905	1,279
		Varianz	,818	1,636
		Minimum	8	0
		Maximum	10	3
		Perzentile	25 50 75	8,50 10,00 10,00 .50 2,50 3,00

**Statistiken**

Gruppe	N		HSS Streckdefizit	HSS Fehlstellung
			(Abzug)	(Abzug)
artikulierende Spacer	N	Gültig	24	24
		Fehlend	8	8
		Mittelwert	,08	,17
		Median	,00	,00
		Standardabweichung	,408	,482
		Varianz	,167	,232
		Minimum	0	0
		Maximum	2	2
		Perzentile	25 50 75	,00 ,00 ,00

Blockspacer	N	Gültig	12	12
		Fehlend	3	3
	Mittelwert		,25	,17
	Median		,00	,00
	Standardabweichung		,866	,389
	Varianz		,750	,152
	Minimum		0	0
	Maximum		3	1
	Perzentile	25	,00	,00
		50	,00	,00
		75	,00	,00

**Tab. 9.6-34: Mann-Whitney-U-Test: Ergebnisse des HSS-Scores  
artiklierende Spacer vs. Blockspacer**

**Statistik für Test<sup>b</sup>**

	HSS Gesamtscore	HSS Bewertung	HSS Schmerz	HSS Gehstrecke
Mann-Whitney-U	132,500	138,500	110,000	107,000
Wilcoxon-W	432,500	216,500	188,000	407,000
Z	-,386	-,195	-1,158	-1,286
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,700	,846	,247	,199
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,704 <sup>a</sup>	,856 <sup>a</sup>	,265 <sup>a</sup>	,224 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,710	,849	,255	,205
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,355	,424	,128	,108
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,006	,023	,004	,014

**Statistik für Test<sup>b</sup>**

	HSS Treppensteigen	HSS Verkehrsmittel	HSS Funktion insgesamt	HSS Bewegungsausmaß aß
Mann-Whitney-U	132,000	106,000	118,000	132,000
Wilcoxon-W	432,000	406,000	418,000	432,000
Z	-,427	-1,419	-,876	-,407
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,669	,156	,381	,684
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,704 <sup>a</sup>	,212 <sup>a</sup>	,398 <sup>a</sup>	,704 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,832	,175	,391	,694
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,416	,095	,195	,347
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,154	,030	,005	,006

**Statistik für Test<sup>b</sup>**

	HSS Muskelkraft	HSS Flexionsdeformität	HSS Instabilität	HSS Gehhilfen (Abzug)
Mann-Whitney-U	94,500	143,500	136,500	133,500
Wilcoxon-W	394,500	443,500	214,500	433,500
Z	-1,777	-,035	-,365	-,382
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,075	,972	,715	,702
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,097 <sup>a</sup>	,987 <sup>a</sup>	,804 <sup>a</sup>	,728 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,091	1,000	,760	,695
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,047	,593	,429	,348
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,007	,309	,032	,002

**Statistik für Test<sup>b</sup>**

	HSS Streckdefizit (Abzug)	HSS Fehlstellung (Abzug)
Mann-Whitney-U	137,500	139,000
Wilcoxon-W	437,500	439,000
Z	-,549	-,280
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,583	,780
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,830 <sup>a</sup>	,882 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,771	1,000
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,333	,549
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,229	,213

**Tab.9.6-35: Ergebnisse des SF 36**

			Statistiken	
Gruppe	N		SF - 36 KÖFU	SF - 36 KÖRO
artikulierende Spacer	N	Gültig	26	25
		Fehlend	6	7
	Mittelwert		15,38	11,00
		Median	10,00	,00
	Standardabweichung		15,357	30,687
		Varianz	235,846	941,667
	Minimum		0	0
		Maximum	50	100
	Perzentile	25	,00	,00
		50	10,00	,00
		75	26,25	,00
Blockspacer	N	Gültig	13	13
		Fehlend	2	2
	Mittelwert		36,54	25,00
		Median	35,00	,00
	Standardabweichung		26,330	39,528
		Varianz	693,269	1562,500
	Minimum		0	0
		Maximum	85	100
	Perzentile	25	15,00	,00
		50	35,00	,00
		75	52,50	50,00

			Statistiken	
Gruppe	N		SF - 36 SCHM	SF - 36 AGES
artikulierende Spacer	N	Gültig	26	26
		Fehlend	6	6
	Mittelwert		33,38	51,96
		Median	32,00	45,00
	Standardabweichung		22,215	23,270
		Varianz	493,526	541,478
	Minimum		0	0
		Maximum	100	92
	Perzentile	25	18,75	40,00
		50	32,00	45,00
		75	42,50	77,00

Blockspacer	N	Gültig	13	14
		Fehlend	2	1
	Mittelwert		42,77	45,29
	Median		41,00	37,50
	Standardabweichung		30,178	24,190
	Varianz		910,692	585,143
	Minimum		0	15
	Maximum		100	97
	Perzentile	25	22,00	28,75
		50	41,00	37,50
		75	57,00	65,00

#### Statistiken

Gruppe	N	SF - 36 VITA	SF - 36 SOFU
artikulierende Spacer	N	Gültig	26
		Fehlend	6
	Mittelwert	41,15	66,35
	Median	40,00	68,75
	Standardabweichung	21,694	34,418
	Varianz	470,615	1184,615
	Minimum	0	0
	Maximum	85	100
	Perzentile	25	46,88
		50	68,75
		75	100,00
Blockspacer	N	Gültig	13
		Fehlend	2
	Mittelwert	58,85	75,96
	Median	55,00	100,00
	Standardabweichung	23,993	34,784
	Varianz	575,641	1209,936
	Minimum	15	0
	Maximum	100	100
	Perzentile	25	62,50
		50	100,00
		75	100,00

### Statistiken

Gruppe			SF - 36 EMRO
artikulierende Spacer	N	Gültig	26
		Fehlend	6
		Mittelwert	71,79
		Median	100,00
		Standardabweichung	43,912
		Varianz	1928,226
		Minimum	0
		Maximum	100
	Perzentile	25	25,00
		50	100,00
		75	100,00
Blockspacer	N	Gültig	13
		Fehlend	2
		Mittelwert	82,05
		Median	100,00
		Standardabweichung	35,002
		Varianz	1225,125
		Minimum	0
		Maximum	100
	Perzentile	25	66,66
		50	100,00
		75	100,00

### Statistiken

Gruppe			SF - 36 PSYC	SF - 36 AG
artikulierende Spacer	N	Gültig	26	26
		Fehlend	6	6
		Mittelwert	64,15	34,15
		Median	72,00	25,00
		Standardabweichung	27,862	19,431
		Varianz	776,295	377,575
		Minimum	16	0
		Maximum	100	61
	Perzentile	25	36,00	25,00
		50	72,00	25,00
		75	89,00	61,00

Blockspacer	N	Gültig	13	13
		Fehlend	2	2
		Mittelwert	77,85	26,54
		Median	88,00	25,00
		Standardabweichung	24,745	23,490
		Varianz	612,308	551,769
		Minimum	20	0
		Maximum	100	84
	Perzentile	25	62,00	12,50
		50	88,00	25,00
		75	96,00	25,00

**Tab. 9.6-36: Mann-Whitney-U-Test: Ergebnisse des SF 36**

	Statistik für Test <sup>b</sup>			
	SF - 36 KÖFU	SF - 36 KÖRO	SF - 36 SCHM	SF - 36 AGES
Mann-Whitney-U	79,000	122,500	144,500	134,500
Wilcoxon-W	430,000	447,500	495,500	239,500
Z	-2,707	-1,729	-,734	-1,351
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,007	,084	,463	,177
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,006 <sup>a</sup>	,222 <sup>a</sup>	,471 <sup>a</sup>	,180 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,006	,090	,473	,181
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,003	,068	,236	,091
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,000	,013	,005	,002

	Statistik für Test <sup>b</sup>		
	SF - 36 VITA	SF - 36 SOFU	SF - 36 EMRO
Mann-Whitney-U	99,500	135,500	151,000
Wilcoxon-W	450,500	486,500	502,000
Z	-2,076	-1,037	-,679
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,038	,300	,497
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,037 <sup>a</sup>	,323 <sup>a</sup>	,607 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,037	,307	,524
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,019	,153	,266
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,001	,003	,068

**Statistik für Test<sup>b</sup>**

	SF - 36 PSYC	SF - 36 AG
Mann-Whitney-U	115,500	131,000
Wilcoxon-W	466,500	222,000
Z	-1,598	-1,305
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,110	,192
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,112 <sup>a</sup>	,268 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,112	,216
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,056	,112
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,002	,008

**Tab. 9.6-37: Ergebnisse des DUKE-Gesundheitsprofils**

Statistiken				
Gruppe	N		DUKE - PHYGE	DUKE - MENGE
artikulierende Spacer	N	Gültig	26	26
		Fehlend	6	6
	Mittelwert		35,77	70,77
		Median	30,00	75,00
	Standardabweichung		17,927	20,770
		Varianz	321,385	431,385
	Minimum		0	30
		Maximum	80	100
	Perzentile	25	20,00	57,50
		50	30,00	75,00
		75	50,00	90,00
Blockspacer	N	Gültig	13	13
		Fehlend	2	2
	Mittelwert		34,62	79,23
		Median	20,00	90,00
	Standardabweichung		21,454	26,287
		Varianz	460,256	691,026
	Minimum		10	20
		Maximum	80	100
	Perzentile	25	20,00	60,00
		50	20,00	90,00
		75	45,00	100,00

**Statistiken**

Gruppe			DUKE - SOGE	DUKE - ALGE
artikulierende Spacer	N	Gültig	26	26
		Fehlend	6	6
	Mittelwert		68,46	58,3342
		Median	70,00	60,0000
		Standardabweichung	21,669	15,18050
		Varianz	469,538	230,448
		Minimum	20	30,00
		Maximum	100	86,67
	Perzentile	25	57,50	46,6700
		50	70,00	60,0000
		75	82,50	70,0000
Blockspacer	N	Gültig	13	13
		Fehlend	2	2
	Mittelwert		72,31	62,0515
		Median	80,00	63,3300
		Standardabweichung	19,644	18,93336
		Varianz	385,897	358,472
		Minimum	30	23,33
		Maximum	90	86,67
	Perzentile	25	60,00	48,3300
		50	80,00	63,3300
		75	85,00	76,6700

**Statistiken**

Gruppe			DUKE - WAGE	DUKE - SEA
artikulierende Spacer	N	Gültig	26	26
		Fehlend	6	6
	Mittelwert		46,15	79,62
		Median	50,00	85,00
		Standardabweichung	39,807	20,684
		Varianz	1584,615	427,846
		Minimum	0	30
		Maximum	100	100
	Perzentile	25	,00	70,00
		50	50,00	85,00
		75	100,00	100,00

Blockspacer	N	Gültig	13	13
		Fehlend	2	2
	Mittelwert		53,85	86,15
	Median		50,00	90,00
	Standardabweichung		43,116	16,602
	Varianz		1858,974	275,641
	Minimum		0	40
	Maximum		100	100
	Perzentile	25	,00	80,00
		50	50,00	90,00
		75	100,00	100,00

#### Statistiken

Gruppe	N		DUKE -	
			DUKE - Angst	Depression
artikulierende Spacer	N	Gültig	26	26
		Fehlend	6	6
	Mittelwert		29,4873	34,62
	Median		25,0000	35,00
	Standardabweichung		17,67499	19,231
	Varianz		312,405	369,846
	Minimum		,00	0
	Maximum		66,67	70
	Perzentile	25	16,6700	20,00
		50	25,0000	35,00
		75	41,6700	50,00
Blockspacer	N	Gültig	13	13
		Fehlend	2	2
	Mittelwert		30,1285	28,46
	Median		25,0000	30,00
	Standardabweichung		26,90308	23,397
	Varianz		723,776	547,436
	Minimum		,00	0
	Maximum		83,33	80
	Perzentile	25	8,3350	10,00
		50	25,0000	30,00
		75	54,1650	40,00

Statistiken		
Gruppe		DUKE - AD
artikulierende Spacer	N	Gültig
		Fehlend
		Mittelwert
		32,9681
		Median
		32,1400
		Standardabweichung
		20,00787
		Varianz
		400,315
Blockspacer		Minimum
		,00
		Maximum
		71,43
	Perzentile	25
		14,2900
		50
		32,1400
		75
		44,6450
Blockspacer	N	Gültig
		Fehlend
		Mittelwert
		25,2754
		Median
		21,4300
		Standardabweichung
		23,25728
		Varianz
		540,901
Blockspacer		Minimum
		,00
		Maximum
		71,43
	Perzentile	25
		7,1450
		50
		21,4300
		75
		42,8550

Tab. 9.6-38: Mann-Whitney-U-Test: Ergebnisse des DUKE-Gesundheitsprofils

	Statistik für Test <sup>b</sup>			
	DUKE - PHYGE	DUKE - MENGE	DUKE - SOGE	DUKE - ALGE
Mann-Whitney-U	148,500	117,000	142,000	142,500
Wilcoxon-W	239,500	468,000	493,000	493,500
Z	-,622	-1,574	-,819	-,793
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,534	,116	,413	,428
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,546 <sup>a</sup>	,126 <sup>a</sup>	,435 <sup>a</sup>	,435 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,544	,118	,422	,437
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,272	,059	,210	,219
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,005	,002	,004	,004

**Statistik für Test<sup>b</sup>**

	DUKE - WAGE	DUKE - SEA	DUKE - Angst	DUKE - Depression
Mann-Whitney-U	151,500	138,500	156,500	138,500
Wilcoxon-W	502,500	489,500	247,500	229,500
Z	-,553	-,933	-,376	-,921
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,580	,351	,707	,357
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,607 <sup>a</sup>	,368 <sup>a</sup>	,713 <sup>a</sup>	,368 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,664	,360	,715	,366
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,350	,183	,358	,183
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,070	,012	,006	,004

**Statistik für Test<sup>b</sup>**

	DUKE - AD	DUKE - Schmerz	DUKE - Disability
Mann-Whitney-U	130,500	167,500	116,500
Wilcoxon-W	221,500	258,500	207,500
Z	-1,156	-,049	-1,712
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,248	,961	,087
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,255 <sup>a</sup>	,965 <sup>a</sup>	,119 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,254	1,000	,094
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,127	,522	,058
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,003	,078	,025

**Tab. 9.6-39: Ergebnisse des Scores der "Knee Society"  
Arthrode vs. Endoprothese**

**Statistiken**

Gruppe			Knee Society Score - Knie -	Knee Society Score - Funktion -	Knee Society Score - Summe -
Prothese	N	Gültig	27	27	27
		Fehlend	3	3	3
		Mittelwert	67,26	41,48	108,74
		Median	64,00	45,00	108,00
		Standardabweichung	19,150	32,899	41,475
		Varianz	366,738	1082,336	1720,199
		Minimum	41	-20	21
		Maximum	94	80	174
	Perzentile	25	53,00	15,00	73,00
		50	64,00	45,00	108,00
		75	89,00	70,00	140,00

Arthrodese	N	Gültig	8	8	8
		Fehlend	1	1	1
		Mittelwert	42,50	28,75	71,25
		Median	40,00	25,00	75,00
		Standardabweichung	18,898	41,897	51,738
		Varianz	357,143	1755,357	2676,786
		Minimum	20	-10	10
		Maximum	65	100	165
		Perzentile	25 50 75	25,00 40,00 63,75	-10,00 25,00 67,50
					20,00 75,00 101,25

#### Statistiken

Gruppe	N	Gültig	KS		Knee Society
			KS Schmerz	Bewegungsausm aß	
Prothese		Fehlend	3	3	3
		Mittelwert	24,44	18,52	24,63
		Median	20,00	19,00	25,00
		Standardabweichung	18,152	4,569	1,925
		Varianz	329,487	20,875	3,704
		Minimum	0	6	15
		Maximum	50	24	25
		Perzentile	25 50 75	10,00 20,00 45,00	18,00 19,00 22,00
					25,00 25,00 25,00
Arthrodese		Gültig	8	8	8
		Fehlend	1	1	1
		Mittelwert	31,25	,00	11,25
		Median	32,50	,00	15,00
		Standardabweichung	17,879	,000	6,944
		Varianz	319,643	,000	48,214
		Minimum	10	0	0
		Maximum	50	0	15
		Perzentile	25 50 75	12,50 32,50 48,75	,00 ,00 ,00
					3,75 15,00 15,00

**Statistiken**

			KS	
			KS Gehstrecke	Treppensteigen
Prothese	N	Gültig	27	27
		Fehlend	3	3
	Mittelwert		26,67	23,70
		Median	20,00	30,00
	Standardabweichung		15,689	15,229
		Varianz	246,154	231,909
	Minimum		0	0
		Maximum	50	50
	Perzentile	25	10,00	,00
		50	20,00	30,00
		75	40,00	30,00
Arthrodesis	N	Gültig	8	8
		Fehlend	1	1
	Mittelwert		22,50	21,25
		Median	15,00	30,00
	Standardabweichung		17,525	18,851
		Varianz	307,143	355,357
	Minimum		10	0
		Maximum	50	50
	Perzentile	25	10,00	,00
		50	15,00	30,00
		75	42,50	30,00

**Statistiken**

			KS Gehhilfen	KS Deformitäten
			(Abzug)	(Abzug)
Prothese	N	Gültig	27	27
		Fehlend	3	3
	Mittelwert		8,89	,52
		Median	5,00	,00
	Standardabweichung		8,916	1,868
		Varianz	79,487	3,490
	Minimum		0	0
		Maximum	20	7
	Perzentile	25	,00	,00
		50	5,00	,00
		75	20,00	,00

Arthrodese	N	Gültig	8	8
		Fehlend	1	1
		Mittelwert	12,50	2,50
		Median	20,00	,00
		Standardabweichung	10,351	7,071
		Varianz	107,143	50,000
		Minimum	0	0
		Maximum	20	20
	Perzentile	25	,00	,00
		50	20,00	,00
		75	20,00	,00

**Tab. 9.6-40: Mann-Whitney-U-Test: Ergebnisse des Scores der "Knee Society"  
Arthrodese vs. Endoprothese**

**Statistik für Test<sup>b</sup>**

	Knee Society Score - Knie -	Knee Society Score - Funktion -	Knee Society Score - Summe -	KS Schmerz
Mann-Whitney-U	45,000	84,500	61,000	87,000
Wilcoxon-W	81,000	120,500	97,000	465,000
Z	-2,480	-,929	-1,846	-,848
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,013	,353	,065	,397
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,012 <sup>a</sup>	,363 <sup>a</sup>	,067 <sup>a</sup>	,428 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,011	,366	,066	,426
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,006	,183	,033	,223
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,000	,005	,003	,015

**Statistik für Test<sup>b</sup>**

	KS Bewegungsausmaß aß	KS Stabilität	KS Gehstrecke	KS Treppensteigen
Mann-Whitney-U	,000	3,000	89,000	100,500
Wilcoxon-W	36,000	39,000	125,000	136,500
Z	-4,289	-5,405	-,763	-,345
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,445	,730
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,000 <sup>a</sup>	,000 <sup>a</sup>	,475 <sup>a</sup>	,773 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,462	,834
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,000	,000	,233	,386
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,000	,000	,008	,112

**Statistik für Test<sup>b</sup>**

	KS Gehhilfen (Abzug)	KS Deformitäten (Abzug)
Mann-Whitney-U	92,500	101,500
Wilcoxon-W	470,500	479,500
Z	-,653	-,526
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,514	,599
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,550 <sup>a</sup>	,802 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,531	,714
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,236	,267
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,028	,143

**Tab. 9.6-41: Ergebnisse des HSS-Scores  
Arthrodesse vs. Endoprothese**

Gruppe			HSS Gesamt	HSS Bewertung	HSS Schmerz	HSS Gehstrecke	HSS Treppensteigen	HSS Verkehrsmittel
Prothese	N	Gültig	27	27	27	27	27	27
		Fehlend	3	3	3	3	3	3
		Mittelwert	69,82	2,52	17,96	7,70	2,81	3,70
		Median	75,25	2,00	20,00	8,00	2,00	5,00
		Standardabweichung	17,662	1,087	9,533	3,667	2,131	1,958
		Varianz	311,954	1,182	90,883	13,447	4,541	3,832
		Minimum	27	1	0	0	0	0
		Maximum	99	4	30	12	5	5
	Arthrodesse	N	Gültig	8	8	8	8	8
			Fehlend	1	1	1	1	1
			Mittelwert	45,50	3,88	19,38	5,50	1,00
			Median	49,00	4,00	20,00	4,00	1,00
			Standardabweichung	12,142	,354	6,232	2,976	1,069
			Varianz	147,429	,125	38,839	8,857	1,143
			Minimum	29	3	10	4	0
			Maximum	61	4	30	12	5

HSS Gesamtfunk tion	HSS Bewegungs ausmaß	HSS Muskelkraft	HSS Flexionsdef ormität	HSS Instabilität	HSS Gehhilfen (Abzug)	HSS Streckdefizit (Abzug)	HSS Fehlstellung (Abzug)
27	27	27	27	27	27	27	27
3	3	3	3	3	3	3	3
11,93	11,93	9,85	9,85	9,70	1,52	,19	,11
11,88	11,88	10,00	10,00	10,00	1,00	,00	,00
3,503	3,503	,534	,534	,724	1,312	,681	,320
12,271	12,271	,285	,285	,524	1,721	,464	,103
4	4	8	8	8	0	0	0
22	22	10	10	10	3	3	1
8	8	8	8	8	8	8	8
1	1	1	1	1	1	1	1
8,50	1,88	1,25	10,00	7,50	2,63	,00	,38
8,00	,00	,00	10,00	10,00	3,00	,00	,00
5,127	5,303	3,536	,000	4,629	1,061	,000	,744
26,286	28,125	12,500	,000	21,429	1,125	,000	,554
4	0	0	10	0	0	0	0
19	15	10	10	10	3	0	2

**Tab. 9.6-42: Mann-Whitney-U-Test: Ergebnisse des HSS-Scores  
Arthrose vs. Endoprothese**

	HSS Gesamt	HSS Bewertung	HSS Schmerz	HSS Gehstrecke	HSS Treppensteigen	HSS Verkehrsmittel
Mann-Whitney-U	30,500	34,000	104,500	69,000	58,000	61,500
Wilcoxon-W	66,500	412,000	482,500	105,000	94,000	97,500
Z	-3,045	-3,055	-,140	-1,591	-2,083	-2,050
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,002	,002	,889	,112	,037	,040
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,001(a)	,003(a)	,893(a)	,132(a)	,050(a)	,067(a)
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,001	,002	,897	,115	,032	,037
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,001	,001	,448	,055	,016	,032
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,000	,001	,009	,005	,007	,016

HSS Gesamtfunk tion	HSS Bewegungsa usmaß	HSS Muskelkraft	HSS Flexionsdef ormität	HSS Instabilität	HSS Gehhilfen (Abzug)	HSS Streckdefizit (Abzug)	HSS Fehlstellung (Abzug)
55,000	24,500	14,500	100,000	93,000	57,500	100,000	91,500
91,000	60,500	50,500	478,000	129,000	435,500	136,000	469,500
-2,092	-3,309	-4,813	-,781	-,899	-2,140	-,781	-1,067
,036	,001	,000	,435	,369	,032	,435	,286
,037(a)	,000(a)	,000(a)	,773(a)	,576(a)	,046(a)	,773(a)	,524(a)
,035	,000	,000	1,000	,320	,033	1,000	,416
,018	,000	,000	,590	,137	,017	,590	,167
,001	,000	,000	,590	,020	,008	,590	,101

**Tab. 9.6-43: Ergebnisse des SF 36**  
**Arthrodesis vs. Endoprosthesis**

Statistiken					
Gruppe	N		SF - 36 KÖFU	SF - 36 KÖRO	SF - 36 SCHM
Prothese	N	Gültig	29	29	29
		Fehlend	1	1	1
	Mittelwert		23,62	17,24	30,34
		Median	20,00	,00	31,00
	Standardabweichung		21,708	34,785	18,753
		Varianz	471,244	1209,975	351,663
	Minimum		0	0	0
		Maximum	85	100	62
	Perzentile	25	2,50	,00	16,50
		50	20,00	,00	31,00
		75	40,00	12,50	41,50
Arthrodesis	N	Gültig	9	9	9
		Fehlend	0	0	0
	Mittelwert		20,00	11,11	59,11
		Median	10,00	,00	44,00
	Standardabweichung		24,109	33,333	31,390
		Varianz	581,250	1111,111	985,361
	Minimum		0	0	31
		Maximum	80	100	100
	Perzentile	25	7,50	,00	32,00
		50	10,00	,00	44,00
		75	25,00	,00	100,00

Statistiken					
Gruppe	N		SF - 36 AGES	SF - 36 VITA	SF - 36 SOFU
Prothese	N	Gültig	29	29	29
		Fehlend	1	1	1
	Mittelwert		46,86	46,03	71,55
		Median	42,00	45,00	87,50
	Standardabweichung		25,012	23,083	35,497
		Varianz	625,623	532,820	1260,006
	Minimum		0	0	0
		Maximum	92	85	100
	Perzentile	25	30,00	27,50	50,00
		50	42,00	45,00	87,50
		75	71,00	67,50	100,00

Arthrodese	N	Gültig	9	9	9
		Fehlend	0	0	0
	Mittelwert		56,78	55,00	68,06
	Median		45,00	55,00	75,00
	Standardabweichung		19,728	22,638	30,689
	Varianz		389,194	512,500	941,840
	Minimum		40	30	13
	Maximum		97	100	100
	Perzentile	25	42,50	35,00	43,75
		50	45,00	55,00	75,00
		75	72,00	70,00	100,00

#### Statistiken

Gruppe		SF - 36 EMRO	SF - 36 PSYC	SF - 36 AG
Prothese	N	Gültig	29	29
		Fehlend	1	1
	Mittelwert		72,41	68,28
	Median		100,00	80,00
	Standardabweichung		42,789	26,895
	Varianz		1830,898	723,350
	Minimum		0	20
	Maximum		100	100
	Perzentile	25	33,33	44,00
		50	100,00	80,00
		75	100,00	92,00
Arthrodese	N	Gültig	9	9
		Fehlend	0	0
	Mittelwert		81,48	76,00
	Median		100,00	80,00
	Standardabweichung		37,680	24,658
	Varianz		1419,793	608,000
	Minimum		0	36
	Maximum		100	100
	Perzentile	25	66,66	54,00
		50	100,00	80,00
		75	100,00	100,00

**Tab. 9.6-44: Mann-Whitney-U-Test: Ergebnisse des SF 36  
Arthrodes vs. Endoprothese**

	Statistik für Test <sup>b</sup>			
	SF - 36 KÖFU	SF - 36 KÖRO	SF - 36 SCHM	SF - 36 AGES
Mann-Whitney-U	114,500	115,500	58,500	91,000
Wilcoxon-W	159,500	160,500	493,500	526,000
Z	-,554	-,723	-2,485	-1,361
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,579	,469	,013	,174
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,589 <sup>a</sup>	,613 <sup>a</sup>	,012 <sup>a</sup>	,184 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,591	,643	,011	,180
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,296	,375	,006	,090
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,006	,144	,000	,003

	Statistik für Test <sup>b</sup>		
	SF - 36 VITA	SF - 36 SOFU	SF - 36 EMRO
Mann-Whitney-U	104,000	116,500	117,500
Wilcoxon-W	539,000	161,500	552,500
Z	-,913	-,501	-,560
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,361	,616	,575
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,379 <sup>a</sup>	,636 <sup>a</sup>	,661 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,373	,632	,649
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,186	,314	,364
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,005	,006	,153

	Statistik für Test <sup>b</sup>	
	SF - 36 PSYC	SF - 36 AG
Mann-Whitney-U	107,000	100,000
Wilcoxon-W	542,000	535,000
Z	-,809	-1,199
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,418	,231
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,436 <sup>a</sup>	,309 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,430	,262
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,215	,122
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,005	,022

**Tab. 9.6-45: Ergebnisse des DUKE-Gesundheitsprofils**  
**Arthrodes vs. Prothese**

			Statistiken		
Gruppe			DUKE - PHYGE	DUKE - MENGE	DUKE - SOGE
Prothese	N	Gültig	29	29	29
		Fehlend	1	1	1
	Mittelwert		32,76	72,07	67,59
		Median	30,00	80,00	70,00
	Standardabweichung		19,067	22,100	23,246
		Varianz	363,547	488,424	540,394
	Minimum		0	20	20
		Maximum	80	100	100
	Perzentile	25	20,00	60,00	50,00
		50	30,00	80,00	70,00
		75	50,00	90,00	85,00
Arthrodes	N	Gültig	9	9	9
		Fehlend	0	0	0
	Mittelwert		45,56	75,56	70,00
		Median	40,00	90,00	70,00
	Standardabweichung		15,899	27,889	21,213
		Varianz	252,778	777,778	450,000
	Minimum		30	30	20
		Maximum	80	100	90
	Perzentile	25	35,00	45,00	65,00
		50	40,00	90,00	70,00
		75	55,00	100,00	85,00

			Statistiken		
Gruppe			DUKE - ALGE	DUKE - WAGE	DUKE - SEA
Prothese	N	Gültig	29	29	29
		Fehlend	1	1	1
	Mittelwert		57,4717	50,00	79,31
		Median	60,0000	50,00	90,00
	Standardabweichung		16,87221	42,258	21,369
		Varianz	284,672	1785,714	456,650
	Minimum		23,33	0	30
		Maximum	86,67	100	100
	Perzentile	25	45,0000	,00	70,00
		50	60,0000	50,00	90,00
		75	68,3350	100,00	100,00

Arthrodese	N	Gültig	9	9	9
		Fehlend	0	0	0
		Mittelwert	63,7056	50,00	85,56
		Median	70,0000	50,00	90,00
		Standardabweichung	18,36731	35,355	16,667
		Varianz	337,358	1250,000	277,778
		Minimum	30,00	0	50
		Maximum	86,67	100	100
		Perzentile	25 50 75	46,6700 70,0000 76,6700	25,00 50,00 75,00
					100,00

#### Statistiken

Gruppe	DUKE - Angst	DUKE -	
		Depression	DUKE - AD
Prothese	29	29	29
	1	1	1
	32,1841	34,48	31,5279
	33,3300	30,00	28,5700
	22,46274	21,312	21,21596
	504,575	454,187	450,117
	,00	0	,00
	83,33	80	71,43
	16,6700 33,3300 45,8350	20,00 30,00 50,00	14,2900 28,5700 50,0000
Arthrodese	9	9	9
	0	0	0
	28,7033	31,11	27,7789
	25,0000	30,00	21,4300
	22,48120	20,276	20,96158
	505,404	411,111	439,388
	,00	0	,00
	75,00	60	64,29
	12,5000 25,0000 41,6650	15,00 30,00 50,00	10,7150 21,4300 46,4300

**Statistiken**

Gruppe			DUKE - Schmerz	DUKE - Disability
Prothese	N	Gültig	29	29
		Fehlend	1	1
	Mittelwert		74,14	53,45
	Median		100,00	50,00
	Standardabweichung		28,725	46,158
	Varianz		825,123	2130,542
	Minimum		0	0
	Maximum		100	100
	Perzentile	25	50,00	,00
		50	100,00	50,00
		75	100,00	100,00
Arthrodesis	N	Gültig	9	9
		Fehlend	0	0
	Mittelwert		33,33	61,11
	Median		50,00	100,00
	Standardabweichung		25,000	48,591
	Varianz		625,000	2361,111
	Minimum		0	0
	Maximum		50	100
	Perzentile	25	,00	,00
		50	50,00	100,00
		75	50,00	100,00

**Tab. 9.6-46: Mann-Whitney-U-Test: Ergebnisse des DUKE-Gesundheitsprofils  
Arthrodesis vs. Prothese****Statistik für Test<sup>b</sup>**

	DUKE - PHYGE	DUKE - MENGE	DUKE - SOGE	DUKE - ALGE
Mann-Whitney-U	71,500	112,000	127,000	97,500
Wilcoxon-W	506,500	547,000	562,000	532,500
Z	-2,061	-,644	-,122	-1,138
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,039	,519	,903	,255
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,041 <sup>a</sup>	,543 <sup>a</sup>	,919 <sup>a</sup>	,262 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,038	,530	,912	,264
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,019	,265	,456	,132
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,000	,005	,007	,004

**Statistik für Test<sup>b</sup>**

	DUKE - WAGE	DUKE - SEA	DUKE - Angst	DUKE - Depression
Mann-Whitney-U	130,500	110,000	116,500	120,000
Wilcoxon-W	175,500	545,000	161,500	165,000
Z	,000	-,721	-,484	-,365
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	1,000	,471	,628	,715
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	1,000 <sup>a</sup>	,499 <sup>a</sup>	,636 <sup>a</sup>	,736 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	1,000	,485	,640	,728
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,593	,246	,320	,366
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,186	,012	,006	,010

**Statistik für Test<sup>b</sup>**

	DUKE - AD	DUKE - Schmerz	DUKE - Disability
Mann-Whitney-U	118,500	46,500	118,500
Wilcoxon-W	163,500	91,500	553,500
Z	-,415	-3,199	-,449
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,678	,001	,653
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,686 <sup>a</sup>	,003 <sup>a</sup>	,686 <sup>a</sup>
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,690	,002	,691
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,345	,001	,379
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,006	,001	,115

**Tab. 9.6-47: Verlauf der CRP-Werte im Gesamtkollektiv**

Statistiken			
CRP			
CRP vorher	N	Gültig	46
		Fehlend	1
		Mittelwert	58,707
		Median	27,200
		Standardabweichung	75,7451
		Varianz	5737,317
		Minimum	,8
		Maximum	304,8
	Perzentile	25	8,050
		50	27,200
		75	81,725
CRP nachher	N	Gültig	46
		Fehlend	1
		Mittelwert	7,376
		Median	5,550
		Standardabweichung	6,3240
		Varianz	39,993
		Minimum	1,5
		Maximum	28,6
	Perzentile	25	2,975
		50	5,550
		75	8,925

**Tab. 9.6-48: Mann-Whitney-U-Test: Verlauf der CRP-Werte im Gesamtkollektiv**

Statistik für Test <sup>a</sup>	
	CRP
Mann-Whitney-U	381,000
Wilcoxon-W	1462,000
Z	-5,288
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,000
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,000
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,000

a. Gruppenvariable: Art\_Num

**Tab.9.6-49: Ergebnisse des SF 36 im Vergleich zur Normalbevölkerung**

Gruppe	N	Gültig	SF - 36 KÖFU	SF - 36 KÖRO	SF - 36 SCHM
alle	N	Gültig	39	39	39
		Fehlend	0	0	0
	Mittelwert		22,44	15,38	36,51
	Median		15,00	,00	32,00
	Standardabweichung		21,821	33,744	25,147
	Varianz		476,147	1138,664	632,362
	Minimum		0	0	0
	Maximum		85	100	100
	SF - 36 Normwerte	Gültig	39	39	39
		Fehlend	0	0	0
	Mittelwert		67,44	68,32	67,94
	Median		69,28	72,34	71,61
	Standardabweichung		11,416	8,911	5,577
	Varianz		130,331	79,399	31,108
	Minimum		54	57	61
	Maximum		84	83	76

SF - 36 AGES	SF - 36 VITA	SF - 36 SOFU	SF - 36 EMRO	SF - 36 PSYC	SF - 36 AG
39	39	39	39	39	0
0	0	0	0	0	39
49,23	47,05	69,55	75,21	68,72	
45,00	45,00	75,00	100,00	80,00	
23,679	23,723	34,388	40,981	27,328	
560,709	562,787	1182,524	1679,442	746,839	
0	0	0	0	16	
97	100	100	100	100	
39	39	39	39	39	0
0	0	0	0	0	39
57,28	57,38	85,17	85,59	73,30	
58,61	60,01	84,12	85,92	74,69	
2,793	4,912	1,996	3,291	3,591	
7,799	24,126	3,984	10,830	12,892	
54	51	84	82	69	
61	64	89	90	78	

**Tab. 9.6-50: Mann-Whitney-U-Test: Ergebnisse des SF 36 im Vergleich zur Normalbevölkerung**

	Statistik für Test <sup>a</sup>			
	SF - 36 KÖFU	SF - 36 KÖRO	SF - 36 SCHM	SF - 36 AGES
Mann-Whitney-U	86,000	222,000	159,000	443,000
Wilcoxon-W	866,000	1002,000	939,000	1223,000
Z	-6,780	-5,586	-6,042	-3,189
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,001
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,001
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,000	,000	,000	,001
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,000	,000	,000	,000

	Statistik für Test <sup>a</sup>			
	SF - 36 VITA	SF - 36 SOFU	SF - 36 EMRO	SF - 36 PSYC
Mann-Whitney-U	502,000	714,000	429,000	680,000
Wilcoxon-W	1282,000	1494,000	1209,000	1460,000
Z	-2,596	-,469	-3,410	-,808
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,009	,639	,001	,419
Exakte Signifikanz (2-seitig)	,009	,643	,001	,422
Exakte Signifikanz (1-seitig)	,004	,321	,000	,211
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,000	,002	,000	,001

**Tab. 9.6-51: OP-Dauer bei Spacerimplantation und TEP-Reimplantation innerhalb der Kategorien nach Mc-Pherson**

		Statistik für Test <sup>a,b,c</sup>	
Gruppe		OP - Dauer Spacerimplantatio n [min]	OP - Dauer Reimplantation [min]
artikulierende Spacer	Chi-Quadrat	2,821	2,551
	df	2	2
	Asymptotische Signifikanz	,244	,279
	Exakte Signifikanz	,249	
	Punkt-Wahrscheinlichkeit	,000	
Blockspacer	Chi-Quadrat	1,773	1,106
	df	2	2
	Asymptotische Signifikanz	,412	,575
	Exakte Signifikanz	,448	,666
	Punkt-Wahrscheinlichkeit	,005	,003

**Tab. 9.6-52: Gesamtanzahl der Revisionseingriffe innerhalb der Kategorien nach McPherson**

Statistik für Test <sup>a,b</sup>	
	Anzahl der Revisionseingriffe insgesamt
Chi-Quadrat	3,694
df	2
Asymptotische Signifikanz	,158
Exakte Signifikanz	,159
Punkt-Wahrscheinlichkeit	,000

**Tab. 9.6-53: OP-Dauer bei Spacerimplantation in Abhängigkeit vom BMI**

		Korrelationen	
		BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	OP - Dauer Spacerimplantatio n [min]
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	Korrelation nach Pearson	1	-,074
	Signifikanz (2-seitig)		,668
	N	36	36
OP - Dauer Spacerimplantation [min]	Korrelation nach Pearson	-,074	1
	Signifikanz (2-seitig)	,668	
	N	36	47

**Tab. 9.6-54: OP-Dauer bei TEP-Reimplantation in Abhängigkeit vom BMI**

Korrelationen		BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	OP - Dauer Reimplantation [min]
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	Korrelation nach Pearson	1	,144
	Signifikanz (2-seitig)		,403
	N	36	36
OP - Dauer Reimplantation [min]	Korrelation nach Pearson	,144	1
	Signifikanz (2-seitig)	,403	
	N	36	46

**Tab. 9.6-55: Gesamtanzahl der Revisionseingriffe in Abhängigkeit vom BMI**

Korrelationen		BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	Anzahl der Revisionseingriffe insgesamt
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	Korrelation nach Pearson	1	-,115
	Signifikanz (2-seitig)		,505
	N	36	36
Anzahl der Revisionseingriffe insgesamt	Korrelation nach Pearson	-,115	1
	Signifikanz (2-seitig)	,505	
	N	36	46

## **10 Aus der Arbeit hervorgegangene Publikation**

Kelm J, Niklas C, Schmitt E, Kohn D, Anagnostakos K. Vergleichende Ergebnisse der Infektsanierung infizierter Knieendoprothesen mittels handgeformter Block- versus artikulierender Knochenzement-Antibiotikum-Platzhalter.

In: Kurzreferate der wissenschaftlichen Vorträge und Poster, Vereinigung Süddeutscher Orthopäden und Unfallchirurgen (VSOU), Poster P13b, Seite 284, 2013

## **11 Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei allen Personen bedanken, die mir bei der Erstellung dieser Arbeit geholfen haben.

Herrn PD Dr. med J. Kelm danke ich für die Überlassung des Themas, die geduldige Betreuung der Arbeit sowie die freundliche und tatkräftige Unterstützung auch bei der Publikation von Teilergebnissen der Arbeit.

Herrn Prof. Dr. med E. Schmitt danke ich ebenfalls für seine bereitwillige Unterstützung und Hilfestellung.

Herrn PD Dr. med K. Anagnostakos danke ich für seine Ratschläge und Tipps während dieser Arbeit.

Frau Dr. M.F. Ong und den Mitarbeitern des Instituts für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik danke ich für die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Ich danke ebenso Herrn Prof. Dr. med D. Kohn dafür, dass ich diese Arbeit in seiner Klinik durchführen durfte und allen hier nicht namentlich erwähnten Mitarbeitern der Orthopädie, die mir beim Suchen von Krankenblättern, Lösen von organisatorischen Aufgaben und Problemen oder Unklarheiten bei der klinischen Untersuchung der Patienten weitergeholfen haben.

Meinem Partner Dr. med Alexander Maßmann danke ich für seine liebevolle, geduldige Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Arbeit.

Mein ganz persönlicher Dank gilt meinen Eltern Rosemarie und Karl-Josef Niklas, die mich während meines gesamten Medizinstudiums und bei der Erstellung dieser Arbeit in jeder Hinsicht unterstützt und entlastet haben.

## **12 Lebenslauf**

### **Christina Niklas**

#### **PERSÖNLICHE ANGABEN**

- Staatsangehörigkeit: deutsch
- Geboren am 11.06.1986 in Dudweiler/Saar

Eltern: Karl – Josef Niklas, Oberstudienrat und  
Rosemarie Niklas, geb. Krämer, Studienrätin

#### **AUSBILDUNG**

1992 – 1996	Grundschule Illingen/Saar
1996 - 08.07.2005	Illtal Gymnasium Illingen/Saar; Abschluss : Abitur 2005
10/2005 - 12/2011	Studium der Humanmedizin, Universität des Saarlandes, Campus Homburg
12.09.2007	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
2008 - 2010	Famulaturen in den Fachgebieten Orthopädie (Universitätsklinikum des Saarlandes) und Urologie (Universitätsklinikum des Saarlandes; DRK-Krankenhaus Saarlouis; urologische Gemeinschaftspraxis Niklas/Zell/Block, Saarlouis)
08/2010 - 07/2011	Praktisches Jahr im Universitätsklinikum des Saarlandes: <ol style="list-style-type: none"><li>1. PJ – Tertial: Klinik für Urologie (08/2010 – 12/2010)</li><li>2. PJ – Tertial: Klinik für Innere Medizin (12/2010 – 04/2011)</li><li>3. PJ – Tertial: Klinik für Chirurgie (04/2011 – 07/2011)</li></ol>
06.12.2011	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
seit 01.03.2012	Assistenzärztin für Urologie im Universitätsklinikum des Saarlandes, Klinik für Urologie und Kinderurologie