

**Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie  
Direktor: Prof. Dr. med. habil. W. Mittelmeier**

**Systematische Analyse der ökonomischen Bedeutung infizierter  
Endoprothesen an der Orthopädischen Klinik der Universität Rostock  
in den Jahren 2004 bis 2007  
- Eine retrospektive Studie -**

**Inauguraldissertation**

**zur**

**Erlangung des akademischen Grades  
Doktor der Medizin der Medizinischen Fakultät  
der Universität Rostock – Anstalt öffentlichen Rechts**



**vorgelegt von**

**Christina Skripitz geb. Leiser aus Kiel  
Rostock, 22 Juni 2011**

Dekan: Prof. Dr. med. habil. Emil Christian Reisinger

Gutachter: Prof. Dr. med. habil. Wolfram Mittelmeier, Direktor der Orthopädischen  
Klinik und Poliklinik der Universität Rostock

Gutachter: Prof. Dr. med. habil. Christoph H. Lohmann, Direktor der Orthopädischen  
Universitätsklinik Magdeburg

Gutachter: Priv.-Doz. Dr. med. habil. Wolfgang Lehmann, Geschäftsführender  
Oberarzt der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und  
Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg  
Eppendorfs

Ort und Datum der Verteidigung: Rostock, den 20.12.2011

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Einleitung und Zielsetzung</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Literaturübersicht zum Thema</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 Implantatassoziierte Infektion</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2 Diagnostik von periprothetischen Infektionen</b> .....	<b>12</b>
<b>2.3 Therapiekonzepte von periprothetischen Infektionen</b> .....	<b>16</b>
<b>2.4 Das DRG-System</b> .....	<b>20</b>
2.4.1 Entwicklung der DRGs.....	20
2.4.2 Einführung der DRGs in Deutschland .....	21
2.4.3 Die Entwicklung des G-DRG-Systems für die Orthopädie und Unfallchirurgie .....	23
<b>3 Fragestellung</b> .....	<b>25</b>
<b>4 Material und Methode</b> .....	<b>26</b>
<b>4.1 Patientengut</b> .....	<b>26</b>
<b>4.2 Einteilung der Infektionen</b> .....	<b>26</b>
<b>4.3 Datenerfassung</b> .....	<b>27</b>
<b>4.4 Kostenberechnung</b> .....	<b>27</b>
<b>4.5 Kalkulation der Einzelposten</b> .....	<b>28</b>
4.5.1 Personalkosten .....	28
4.5.1.1 Personalkosten im Operationsbereich .....	29
4.5.1.2 Kosten der intensivmedizinischen Versorgung.....	29
4.5.1.3 Personalkalkulation für die Normalstation .....	30
4.5.2 Sachkosten .....	31
4.5.2.1 Medizinischer Bedarf .....	31
4.5.2.1.1 Arzneimittel.....	31
4.5.2.1.2 Blutprodukte .....	32
4.5.2.1.3 Labor.....	32
4.5.2.1.4 Mikrobiologie.....	32
4.5.2.1.5 Histologie.....	33
4.5.2.1.6 Radiologie.....	33
4.5.2.2 Materialkosten im Operationsbereich (tabellarisch).....	34
4.5.2.2.1 Kosten des Verbrauchsmaterials .....	35
4.5.2.2.2 Kosten für primäre Hüftprothesenimplantation .....	37
4.5.2.2.3 Kosten für primäre Knieprothesenimplantation .....	38
<b>4.6 Ermittlung der Vergütung gemäß dem DRG-System</b> .....	<b>39</b>
4.6.1 Basisfallwert .....	39
<b>5 Ergebnisse</b> .....	<b>40</b>
<b>5.1 Patientenspezifische Ergebnisse</b> .....	<b>40</b>
5.1.1 Patientenbezogene Ergebnisse Hüftendoprotheseninfektion .....	41
5.1.2 Patientenbezogene Ergebnisse primäre Hüftendoprothese .....	43

5.1.3	Patientenbezogene Ergebnisse Knieendoprotheseninfektion.....	44
5.1.4	Patientenbezogene Ergebnisse primäre Knieendoprothese.....	46
<b>5.2</b>	<b>Kostenspezifische Ergebnisse .....</b>	<b>48</b>
5.2.1	Kostenspezifische Ergebnisse Hüftendoprotheseninfektion.....	48
5.2.2	Kostenspezifische Ergebnisse primäre Hüftendoprothese .....	49
5.2.3	Kostenanalyse Hüfte.....	50
5.2.4	Kostenspezifische Ergebnisse Knieendoprotheseninfektion .....	51
5.2.5	Kostenspezifische Ergebnisse primäre Knieendoprothese.....	52
5.2.6	Kostenanalyse Knie.....	53
<b>6</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>66</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>67</b>
<b>9</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>74</b>
<b>10</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>75</b>
<b>11</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>77</b>
	<b>Thesen zur Promotionsarbeit .....</b>	<b>84</b>

## **1 Einleitung und Zielsetzung**

Die Implantation von Hüft- und Knieendoprothesen gilt als eine der erfolgreichsten Operationen in der Orthopädie. Derzeit geht man weltweit von mehr als 1 000 000 Implantationen pro Jahr aus (1). Mit einer Anzahl von mehr als 150 000 im Jahr 2007 zählt diese Operation zu den häufigsten Gelenkersatzoperationen in Deutschland (2). Die mit Abstand häufigste Ursache für einen Revisionseingriff ist hierbei eine aseptische Lockerung, bei der es beispielsweise aufgrund mangelnder Primärstabilität des Implantats selbst, zu keiner ausreichenden Osteointegration der Prothese kommt und damit zu Mikrobewegungen des Implantates (3, 4). Das Risiko einer postoperativen Infektion ist zwar deutlich geringer, aber auch vergleichsweise schwerer zu therapieren. Die Inzidenz an Infektionen liegt nach primärer Hüftendoprothesenimplantation zwischen 0,5 und 2 % (5), nach einem Endoprothesenwechsel zwischen 4 und 6 % (5, 6) und bei ca. 20 % nach einem Re-Revisionseingriff (3). Ebenso gehört der Gelenkersatz am Kniegelenk zu einem Standardverfahren der orthopädischen Chirurgie. Weltweit werden jährlich rund 800 000 primäre Endoprothesenimplantationen am Knie durchgeführt (7). In der Bundesrepublik Deutschland erfolgen pro Jahr etwa 135 000 solcher Eingriffe (8). Ein Infekt in diesem Bereich ist vornehmlich im so genannten Interface lokalisiert, der Grenzschicht zwischen Knochen und Prothese. Die Adhäsionsmöglichkeiten sind hier für Keime besonders gut und antimikrobielle Substanzen finden kaum Zugang (9). Trotz Anwendung der modernsten chirurgischen Techniken sowie durch effektive Hygienemaßnahmen und eine optimale antibiotische Versorgung, wird in Zukunft nicht mit einer weiteren Reduktion der Infektionsraten zu rechnen sein. Infolge der demographischen Entwicklung und der damit verbundenen Zunahme der Endoprothesenimplantationen wird ein weiterer Anstieg an periprothetischen Infektionen angenommen (5, 10). Eine periprothetische Infektion resultiert in einer erheblichen Morbidität und reduziert die Standzeit der Prothese drastisch. Kann eine solche Situation nicht unter Kontrolle gebracht werden, ist ein Funktionsverlust des Gelenkes zu erwarten. In der Vielzahl der Fälle kann die Infektion nur durch Entfernen des infizierten Implantats endgültig geheilt werden. Oft ist zusätzlich eine lang andauernde

antibiotische Behandlung notwendig. Generell ist eine periprothetische Infektion dadurch gekennzeichnet, dass bereits ein niedriges bakterielles Inokulum zur Auslösung einer Infektion ausreicht und es sich hier meist um ein atypisches Erregerspektrum aus niedrig virulenten Keimen handelt. Die Besiedlung der Fremdkörperoberfläche durch den potentiellen Erreger erfolgt typischerweise bereits zu dem Zeitpunkt, an dem das Implantat eingesetzt wird (5). Anhand des zeitlichen Auftretens der Infektion nach Implantation wird zwischen einem Frühinfekt, einem verzögerten Infekt und einem Spätinfekt unterschieden (5). Der Frühinfekt tritt definitionsgemäß innerhalb der ersten zwei Monate nach Implantation, der verzögerte Infekt innerhalb des ersten Jahres und der Spätinfekt im Anschluss an das erste Jahr nach Implantation auf (5). Periprothetische Infektionen können von einer Vielzahl an Mikroorganismen ausgelöst werden. Die mit Abstand häufigsten Erreger einer periprothetischen Infektion sind *Staphylococcus aureus* und koagulase-negative Staphylokokken, hier im besonderen *Staphylococcus epidermidis*.

Die zusätzlichen Behandlungskosten für eine kombinierte konservativ-chirurgische Therapie von infizierten Osteosynthesematerialien und Endoprothesen die jährlich in den USA anfallen werden auf ca. 1,8 Mrd. US-Dollar geschätzt (1). Auch fordern post-operativ aufgetretene Infektionen im Durchschnitt eine Verlängerung des stationären Aufenthaltes um circa 7,3 Tage (11). Neben den ökonomischen Schäden für das Krankenhaus und das Gesundheitssystem entstehen nicht zu unterschätzende psychosoziale Belastungen für die Patienten (12).

Die Therapie von multi-resistenten Keimen wie beispielsweise MRSA in der Revisionschirurgie nach Prothesenimplantation stellt den Operateur zusätzlich vor die Probleme einer erschwerten Versorgung (13). Es existiert bereits eine Reihe an Studien, welche eine Analyse der Kosten bei Revisionseingriffen durchführen. Die vorliegenden Arbeiten stammen jedoch zu einem Großteil aus dem angloamerikanischen Raum oder beziehen sich auf ältere Publikationen aus dem vergangenen Jahrhundert (1, 14-19).

Maßgeblich für das zunehmende wirtschaftliche Problem, welches durch infizierte Endoprothesen entsteht ist, dass die zusätzlichen Behandlungskosten nicht oder zu

gering im System der Diagnosis Related Groups (DRG's) abgedeckt sind und somit ohne entsprechende Vergütung durch die Kostenträger bleiben.

Eine Kostenanalyse bei infizierter Gelenkendoprothese wurde unter anderem bereits durch Wodtke et al. beschrieben, wobei auch verschiedene Therapiekosten für unterschiedliche Keime aufgeführt werden (20).

In unserer Arbeit soll detailliert auf die absoluten und prozentualen Anteile der Kosten der einzelnen Teilbereiche eingegangen werden. Es wurden dementsprechend sowohl Patienten mit primären Hüft- und Knieendoprothesen als auch Patienten mit infizierten Hüft- und Kniegelenksendoprothesen eingeschlossen und verglichen.

Zielsetzung der hier vorliegenden Arbeit ist es, retrospektiv Patienten, bei denen es zwischen den Jahren 2004 und 2007 in der Orthopädischen Universitätsklinik Rostock zu einer periprothetischen Infektion nach Hüft- oder Knie- Endoprothesenimplantation kam, systematisch, gegenüber einer gepaarten Kontrolle, hinsichtlich angefallener Behandlungskosten und deren Vergütung zu analysieren. Es soll geklärt werden, wie hoch die finanziellen Aufwendungen bei der Behandlung von Patienten mit primären Knie- und Hüftendoprothesen im Vergleich zu Patienten mit infizierten Endoprothesen sind und ob sich die Kosten durch die erhaltenen Erstattungen durch das zum 01.01.2004 eingeführte DRG-Vergütungssystem decken lassen. Weiterhin gilt darzustellen, in welchem Rahmen sich eine Über- bzw. Unterdeckung bewegt.

## 2 Literaturübersicht zum Thema

### 2.1 Implantatassoziierte Infektion

Die implantatassoziierte Infektion gewinnt immer mehr an Bedeutung (5, 10). Während vor 40 Jahren noch in etwa jeder zehnte Patient nach einer Gelenkersatzoperation eine Infektion erlitt, liegt die Zahl heutzutage relativ stabil zwischen 0,5 und 2 % nach primärer Hüft- und Knieendoprothesenimplantation (5). Die Inzidenz von Infektionen bei Hüft- und Kniegelenkprothesen ist abhängig vom Zeitintervall nach der Implantation. Sie beträgt im ersten postoperativen Jahr 6,5 pro 1 000 Gelenkjahre, im zweiten Jahr 3,2 und später 1,4 Infektionen pro 1 000 Gelenkjahre (21). Nicht außer Acht zu lassen sind auch die immensen finanziellen Konsequenzen. So werden die Behandlungskosten einer einzigen Endoprotheseninfektion in den USA auf bis zu 30.000 \$ geschätzt (1). Die Gesamtkosten, die in den USA durch infizierte Gelenkendoprothesen entstehen, belaufen sich auf schätzungsweise 1,8 Mrd. US-Dollar (1). Diese hohen Behandlungskosten stellen eine enorme Belastung für das jeweilige Krankenhaus und damit unmittelbar für das Gesundheitssystem dar.

Implantatassoziierte Infektionen können sich als lokal begrenzte Symptome, aber auch als eine schwere systemische Allgemeinerkrankung klinisch manifestieren. Nicht nur der Erfolg des Kunstgelenkersatzes kann dadurch gefährdet sein, sondern auch die gesamte Extremität (22). Für die periprothetische Infektion ist mikrobiologisch charakteristisch, dass bereits eine geringe Keimzahl ausreicht, um eine lokale oder systemische Infektion hervorzurufen. Dieses erklärt sich durch die Anwesenheit des körperfremden Materials (5). Meist handelt es sich um ein Erregerspektrum, bestehend aus niedrig virulenten Keimen der normalen Hautflora (5). Die mit Abstand häufigsten Erreger einer implantatassoziierten Infektion sind grampositive Bakterienstämme. *Staphylococcus aureus*, koagulase-negative Staphylokokken, hier im besonderen *Staphylococcus epidermidis* und Streptokokken stellen die häufigsten Isolate dar. *Staphylococcus aureus* siedelt bevorzugt auf metallischen Implantaten und gilt als Erreger von Wundinfektionen, während *Staphylococcus epidermidis* häufig auf Polymeren gefunden wird (23, 24). Man unterscheidet Mono- und Mischinfektionen,

wobei es sich bei der Protheseninfektion meist um eine Monoinfektion handelt (5). Bei der Mischinfektion sind alle nachgewiesenen Bakterien ursächlich für die resultierende Infektion (5). Zimmerli und Trampuz spiegeln die relative Häufigkeit verschiedener Pathogene bei implantatassoziierten Gelenkinfektionen wider (Tabelle 1).

**Tabelle 1: Häufigste Erreger von Gelenkendoprotheseninfektionen und ihre prozentuale Verteilung (aus Trampuz und Zimmerli 2004(22))**

<b>Erreger</b>	<b>prozentualer Anteil an Infektionen des periprothetischen Gewebes</b>
Koagulase-negative Staphylokokken	30-43 %
<i>Staphylococcus aureus</i>	12-23 %
Mischinfektionen	10 %
Streptokokken	10 %
Enterokokken	3-7 %
gram-negative Erreger	3-6 %
Anaerobier	2-4 %

Prinzipiell ist eine Vielzahl an Keimen zur Infektion eines endoprothetisch versorgten Gelenks fähig. So wird in Einzelfällen von Infektionen mit *Salmonella enteritidis* (25), *Pasteurella multocida* (26), *Corynebakterium jeikeium* (27) oder *Actinomyces israelii* (28) berichtet. Insbesondere die Grenzschicht zwischen der Prothese und dem Knochen, das sogenannte *Interface*, ist von dem Entzündungsvorgang betroffen. Hier bieten sich gute Adhäsionsmöglichkeiten für Keime (9). Hat in diesem Bereich eine Keimbesiedelung stattgefunden, ist eine erfolgreiche antimikrobielle Therapie fast unmöglich (29). Für die Entstehung und Ausbreitung einer postoperativen Protheseninfektion sind mehrere Faktoren von Bedeutung.

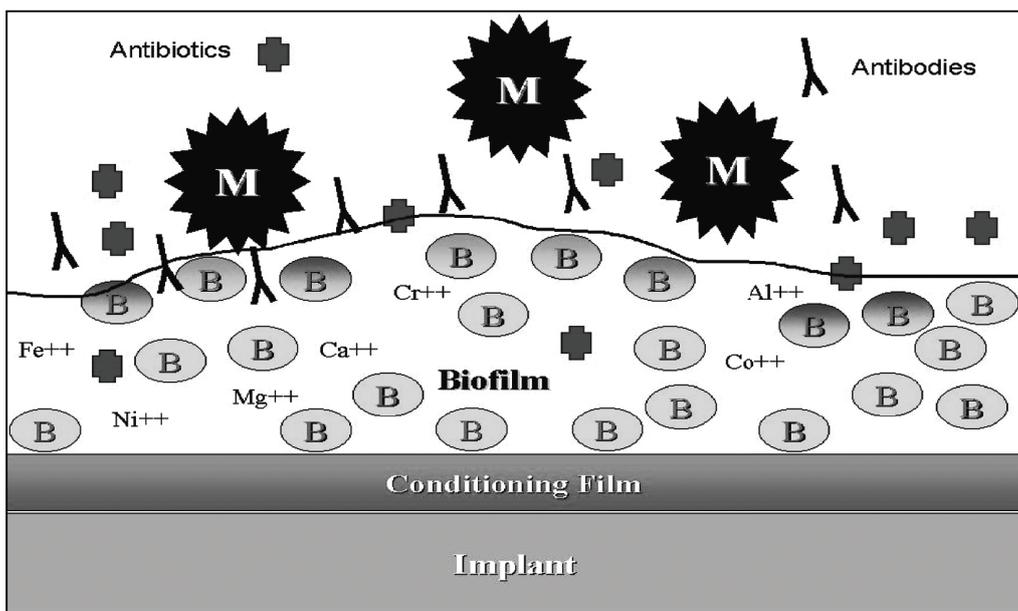
Allen postoperativen Infektionen ist eine örtliche Kontamination mit Keimen und eine geschwächte Abwehrlage des Patienten gemein. Weiterhin bestimmt die Virulenz des Erregers das Risiko einer Infektion (30). Allgemeine Abwehrrschwäche bei beispielsweise höherem Lebensalter, oder das Vorliegen von Vorerkrankungen wie neoplastische Erkrankungen, medikamentös induzierte Immunsuppression oder Diabetes mellitus begünstigen die Ausbreitung und die Persistenz eines Protheseninfektes (31). Weiterhin korrelieren Alter, weibliches Geschlecht, ASA-Score (American Society of Anaesthesiologists), Body-Mass-Index, Trauma und die Dauer der Operation signifikant mit dem Auftreten eines Frühinfektes (32). Die Häufigkeit von Infekten nach Prothesenimplantation kann durch frühzeitige Mobilisation vermindert werden (33, 34).

Die Klassifikation der periprothetischen Infektion nach dem zeitlichen Auftreten ist für die nachfolgende Therapie von besonderer Bedeutung. Die Frühinfektion ist gekennzeichnet durch ihr Auftreten binnen der ersten zwei postoperativen Monate (5). Nach diesem Zeitpunkt ist mit einer abgeschlossenen Biofilmbildung auf dem Implantat zu rechnen (35). Ursächlich für diese Infekte ist eine perioperative Kontamination durch die Operationswunde oder eine frühe postoperative Keimbesiedelung, als Folge von andernorts stattgehabten postoperativen Infekten, wie beispielsweise einem Harnwegsinfekt (35). Da innerhalb der ersten 48 Stunden nach einer Operation die allgemeinen Entzündungsparameter physiologischerweise im Rahmen des Postaggressionsstoffwechsels erhöht sind, erweist sich die Interpretation der klinischen und paraklinischen Parameter als oftmals sehr schwierig (36). Kommt es jedoch im weiteren klinischen Verlauf zu keiner Rückbildung der klinischen und laborchemischen Parameter wie perifokale Rötung, Leukozytose, CRP-Erhöhung (C-reaktives Protein) und erhöhte Blutsenkungsgeschwindigkeit, muss immer ein Frühinfekt in Erwägung gezogen werden (37). Charakteristisch für einen Frühinfekt sind meist tiefe Hämatome oder eine persistierende Sekretion aus der Operationswunde mit im Verlauf auftretender putriden Verfärbung des Wundsekrets (37). Die verzögerte Infektion („delayed infection“) tritt frühestens zwei Monate postoperativ, spätestens 12 Monate nach Implantation auf. Charakterisiert ist diese durch gering ausgeprägte Zeichen einer Entzündung, durch

chronisch persistierende postoperative Schmerzen oder durch eine frühzeitige Prothesenlockerung in dem angegebenen Zeitraum. Verzögerte Infektionen werden meist durch Erreger niedriger Virulenz hervorgerufen, insbesondere koagulase-negative Staphylokokken, *Staphylococcus aureus*, Mikroorganismen der kommensalen Hautflora und aerobe gramnegative Stäbchenbakterien (5, 36). In der mikrobiologischen Analyse von intraoperativ entnommenen Abstrichen entpuppt sich häufig dementsprechend eine als primär aseptisch eingestufte Lockerung als verzögerte Infektion (1). Eine Spätinfektion ist definitionsgemäß eine periprothetische Infektion, wobei mehr als 12 Monate nach Prothesenimplantation vergangen sind (5). Sie werden eher mit einer hämatogenen Besiedelung assoziiert, die von entfernten septischen Streuungsherden im Körper ausgehen und sind häufig mit einem Immundefekt vergesellschaftet (38, 39). Als Ursache kommen, neben Bakterien der Hautflora, insbesondere Erreger aus dem Oropharynx sowie aus urogenitalen oder gastrointestinalen Infektionsquellen vor. Ihr Verlauf stellt sich regelmäßig fulminant, mit klinischen Zeichen einer Sepsis dar (5). Andere Autoren definieren ferner eine hämatogene Infektion, die jederzeit postoperativ bei Gelenkprothesen auftreten kann (36). Meist besteht ein akutes Entzündungsgeschehen, gelegentlich sogar mit eindeutigen Zeichen einer Sepsis, so dass diese Art der Protheseninfektion oft einfach zu diagnostizieren ist (36).

Eine Besonderheit implantatassoziierten Infektionen ist die Bildung eines sogenannten Biofilms. Bei Einbringen eines Implantats wird von einer sauberen und sterilen Oberfläche ausgegangen. Nach Einbringen in den menschlichen Organismus umgibt ein sogenannter *conditioning film* die Implantatoberfläche. Dieser besteht aus einer unregelmäßigen Schicht von Proteinen und Glykoproteinen (40). Um die Besiedlung der mit diesem *conditioning film* überzogenen Oberfläche, tragen nun körpereigene Zellen und Bakterien einen Konkurrenzkampf aus. Der Ausgang dieses schnell verlaufenden Konkurrenzkampfes entscheidet letztlich über das Schicksal des Implantats und des Patienten (24, 41-43). Gewinnen die körpereigenen Zellen die Oberhand, wird das Implantat in das umgebene Gewebe integriert und eine bakterielle Besiedlung für die Zukunft deutlich erschwert. Umgekehrt verhindert eine bakterielle Besiedlung des Implantats die Adhäsion und das Anwachsen körpereigener Zellen (24, 41). Das

Ausmaß der Besiedlung eines Biomaterials hängt nicht nur von der Bakterienspezies, sondern auch von einer Reihe unspezifischer Faktoren, wie der Beschaffenheit des Biomaterials im Hinblick auf elektrische Ladung, Hydrophilie oder Rauigkeit ab (44). Bestimmte Bakterien wie beispielsweise Staphylokokken weisen spezifische Proteine der Zellwand auf, die bewirken, dass sie sich an den Fremdkörper binden können. Es kommt zu einer interzellulären Adhäsion sowie zu einer Adhäsion an einem Substrat oder einer Oberfläche, wie beispielsweise dem Implantatmaterial oder auch an umliegendes Wirtsgewebe. Durch die Bildung des *conditioning films* haben aber auch Bakterien die Möglichkeit sich an der Implantatoberfläche festzusetzen, die diese Fähigkeit vorher nicht besaßen (Abb.1).



**Abbildung 1: Biofilmbildung und Schutz der Bakterien (B) vor Makrophagen (M) und Antibiotika (nach Gristina aus [Gollwitzer H. et al. 2002(45)])**

Die in Biofilmen vorherrschende Organisation der Bakterien ermöglicht es der Immunabwehr des Menschen nicht, die Bakterien innerhalb des Biofilms effektiv zu

bekämpfen (46-49). Dieser Schutzfilm der Krankheitserreger stellt auch für Antibiotika eine Barriere und ein Diffusionshindernis dar.

Ein Resistenzmechanismus von biofilmbildenden Bakterien gegenüber Antibiotika, ist die Möglichkeit der Bakterien von einer planktonischen, also einer frei schwebenden, in eine sessile Form zu wechseln (50). In ihrer planktonischen Form weisen Bakterien eine rasche Vermehrung und hohe Stoffwechselraten auf. Abwehrreaktionen des Wirtsorganismus werden ausgelöst und es besteht eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Antibiotika. In der sessilen Form laufen die biologischen Reaktionen von Bakterien stark verlangsamt ab. Die Reproduktion ist stark reduziert. Bakterien sind durch den Schutz eines Biofilms teilweise um den Faktor 1 000 unempfindlicher gegen Antibiotika (50-53).

Die Infektion selbst wird von den planktonischen Bakterien unterhalten. Die sessilen Bakterien im Biofilm auf der Prothese dienen als Reservoir, so dass eine periprothetische Infektberuhigung nur scheinbar einer Kontrolle der Infektion entspricht. Deswegen sollte die periprothetische Infektion nicht durch eine Antibiotikatherapie allein behandelt werden (54). Auch durch eine veränderte Genexpression von Organismen innerhalb eines Biofilms oder einer allgemeinen Stressantwort des Biofilms sowie durch das *Quorum sensing* (Bakterien „erkennen“ die Konzentration benachbarter Zellen) wird die Anfälligkeit gegenüber Antibiotika reduziert (55, 56). Das *Quorum sensing* ermöglicht den Bakterien ihre Zelldichte wahrzunehmen, sie zu messen und über unterschiedliche Prozesse ihr Adhäsions- und Akkumulationsverhalten abzustimmen (5, 22, 57). Durch das Fortbestehen des Biofilms werden weitere Zellen des Immunsystems des Menschen aktiviert. Es resultiert eine chronische Infektion (35). Man geht davon aus, dass die Sanierung eines seit mehr als 30 Tagen bestehenden Protheseninfekts nicht ohne Explantation ausheilen kann (58, 59). Es wird von einer chronischen Infektion gesprochen, die, den Knochen betreffend als Osteitis und die Gelenkhöhle betreffend als Empyem bezeichnet wird. Bei Beteiligung der Weichteilgewebe resultiert eine Fistelsituation, die eine Verbindung zwischen Endoprothese und Hautoberfläche bedeuten kann (29).

Als Risikofaktoren für eine Infektion der Prothese über den direkten Weg im Rahmen des Eingriffs gelten frühere Operationen des Gelenks, eine frühere Infektion des

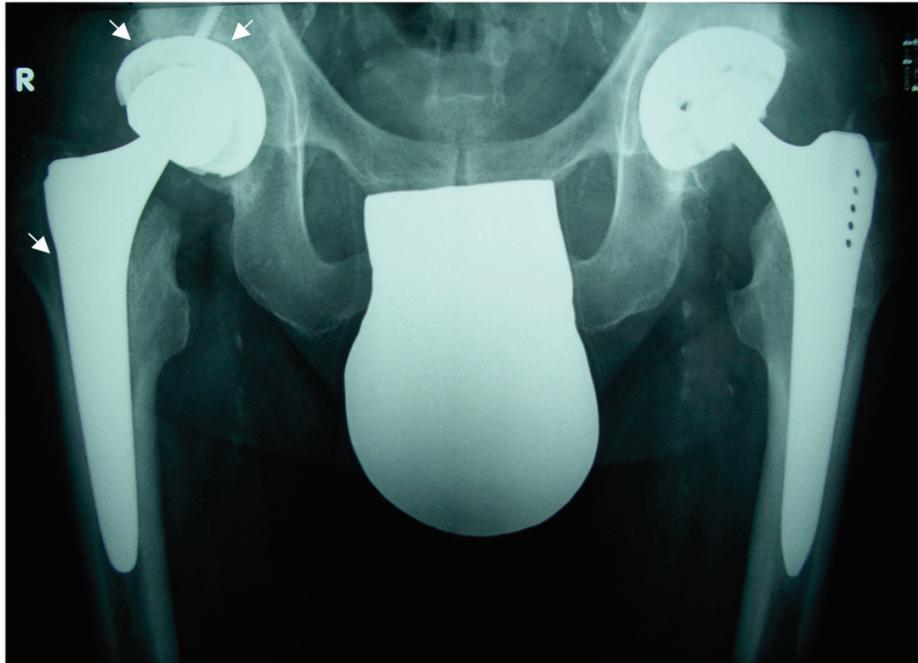
Gelenks, ein maligner Tumor, Rheumatoide Arthritis, fortgeschrittenes Alter des Patienten, eine perioperative extraartikuläre Infektion, eine lange Operationsdauer, eine höhere Anzahl der Personen beim Eingriff sowie postoperative Wundheilungsstörungen und ein Hämatom (60, 61). Es konnte gezeigt werden, dass durch entsprechende Präventionen eine signifikante Reduktion der Infektionen erreicht werden konnte. Effektive Präventionsmaßnahmen sind unter anderem eine perioperative Antibiotikaphylaxe, sowie der Einsatz von antibiotikahaltigem Knochenzement (39). Es ist umstritten, ob im Operationssaal der Gebrauch von Schutzanzügen mit gesonderten Belüftungssystemen einen Einfluss auf das Infektionsrisiko hat. Ebenso strittig ist der Nutzen von *ultraclean air* und *unidirectional Airflow-Systemen*, die eine aerogene Kontamination einschränken sollen (62-65).

Häufig begleitet eine Gelenkinfektion den Patienten über Jahre hinweg mit wechselnd beschwerdefreien Intervallen. Selbst die Behandlung mit hoch effektiven Antibiotika kann die Prognose dieser Erkrankung häufig nicht günstig beeinflussen. Eine ausreichend hohe, wirksame Antibiotikakonzentration im Bereich des osteomyelitischen Geschehens zu erzeugen ist fast unmöglich. Die osteomyelitischen Herde werden durch einen sklerotischen, schlecht durchbluteten Saum zum gesunden Knochen hin abgegrenzt, wodurch die primären Ausheilungschancen extrem erschwert sind (36). Kleinere Abszessherde können abgekapselt in einer Knochennarbe Jahrzehnte bestehen bleiben und später immer wieder aktiv werden. Lokale entzündliche Veränderungen in der unmittelbaren Umgebung zementverankerter alloarthroplastischer Implantate im Bereich der Zement-Knochengrenze sind auch heute noch die häufigste Ursache für die frühzeitige Lockerung von implantierten Endoprothesen (66).

## **2.2 Diagnostik von periprothetischen Infektionen**

Um eine periprothetische Infektion möglichst erfolgreich zu therapieren, ist es entscheidend, diese frühzeitig zu erkennen. Entsprechend sollte im Verdachtsfall eine standardisierte Diagnostik durchgeführt werden. Die Frühinfektion und die akut verlaufende Spätinfektion sind durch die klassischen Entzündungszeichen *dolor, rubor,*

tumor, calor und functio laesa gekennzeichnet. Weitere klinische Zeichen sind ein Temperaturanstieg auf über 38,5 Grad Celsius und eine anhaltende Sekretion im Wundbereich (50). Laborchemisch ist eine Erhöhung des CRPs, der Leukozyten im Blutbild und der Blutsenkungsgeschwindigkeit sowie eine Linksverschiebung der Serumproteine, in der Elektrophorese auf eine Infektion hinweisend. Die Leukozytose hat die geringste Spezifität und kann auch fehlen. Insbesondere bei chronischen Entzündungen kann durch die Entleerung des Knochenmarkpools eine Leukopenie vorherrschen (67). Die Blutsenkungsgeschwindigkeit und das CRP sind sensitive Parameter hinsichtlich einer Entzündung, jedoch wenig spezifisch bezüglich der Art der Entzündung, da sie auch bei systemischen Grundkrankheiten wie Rheumatoider Arthritis, einem malignen Tumor oder einem Infekt anderen Orts erhöht sein können (67). Als weiteres Diagnostikum stehen Röntgen-Nativaufnahmen zur Verfügung. Die konventionelle Radiologie ist aber nicht sensitiv oder spezifisch zur Diagnostik einer Gelenkprotheseninfektion geeignet (68). Bei einem nachweisbaren Lockerungszeichen um die Prothese bzw. um den Knochenzementmantel, oder direkt angrenzenden Osteolysen, ist eine sichere Unterscheidung zwischen einer Infektion und einer aseptischen Lockerung jedoch nicht verlässlich möglich (69) (Abb.2). Frühinfekte können sich im Nativröntgenbild wie ein Normalbefund darstellen, da aufgrund des relativ langsamen Knochenstoffwechsels Substanzdefekte erst verzögert auftreten (70).



**Abbildung 2:** Röntgenkontrolle 6 Monate postoperativ nach primärer Hüft-TEP-Implantation rechts. In der Beckenübersicht zeigen sich rechtsseitig deutliche Lysesäume im Bereich der Pfanne sowie des Stiels. Bei Explantation konnte aus der intraoperativen mikrobiologischen Kultur *Staphylococcus epidermidis* als Keim isoliert werden.

Die Ultraschalluntersuchung kann zum Nachweis periprothetischer Flüssigkeitsansammlungen eingesetzt werden und dient als Unterstützung bei der Gelenkpunktion (71).

Bei der Drei-Phasen-Skelettszintigraphie werden als knochenaffine Radiopharmaka meist Technetium-99m-Methylen-diphosphate ( $^{99m}\text{Tc}$ -MDP) eingesetzt. Diese Phosphonate werden abhängig von der Osteoblastenaktivität in die Knochenmatrix eingebaut und sind dabei ein indirektes Maß für metabolische Aktivität des Knochens (72). Bei der Frage nach entzündlichen Knochenprozessen wird die Untersuchung in Drei-Phasen-Technik mit radionuklidangiographischer Komponente zur Beurteilung der arteriellen und venösen Blutversorgung des Areals und einer späteren

Mineralisationsphase durchgeführt (73). Das Verfahren besitzt eine hohe Sensitivität (88 %) und niedrige Spezifität (30 %) (50). Der Nachweis einer Implantatlockerung gelingt in etwa 90 % der Fälle. Eine Unterscheidung zwischen septischer und aseptischer Genese ist allerdings mit diesem Verfahren nicht möglich (50). Bei der Entzündungsszintigraphie kommen radioaktiv markierte, autologe Leukozyten oder anti-granulozytäre Antikörper zum Einsatz. Der Nachweis einer Akkumulation von mit Tc-99m markierten Leukozyten, in einem Areal in dem ein verstärkter Knochenumbau vermutet wird, ist spezifisch für eine Infektion (74). Auch die Diagnostik mit einer Positronen-Emissions-Tomographie (18-Fluorodeoxyglucose-PET) erreicht bei der periprothetischen Infektdiagnostik eine Sensitivität von 100 %. Die Ursache der entzündlichen Reaktion kann ähnlich der Skelett- und Leukozytenszintigraphie nicht mit ausreichender Sicherheit einer Infektion zugeordnet werden (75).

Idealerweise gelingt der direkte Keimnachweis in der mikrobiologischen Kultur. Der Erreger kann isoliert und identifiziert werden, mit der Möglichkeit, diesen auf seine Empfindlichkeit gegenüber den antibiotischen Wirkstoffen zu testen und so eine adäquate medikamentöse Therapie einzuleiten. Als Untersuchungsmaterialien stehen Gelenkpunktate, Gewebeproben, intraoperativ gewonnene Abstriche und die Prothese selbst zur Verfügung. Um eine Kontamination mit Hautkeimen zu vermeiden, ist die streng aseptische Probenentnahme unter OP-Bedingungen erforderlich (35). Bei einer relativ geringen Sensitivität (65 % bis 67 %) und hoher Spezifität (96 % bis 99,6 %), ist bei einem positiven Erregernachweis von einer Infektion auszugehen (29, 70). Ein negativer Keimnachweis schließt eine Infektion jedoch nicht aus (76, 77). Grundlegender Nachteil des direkten mikrobiologischen Keimnachweises ist dementsprechend der Einfluss verschiedener Faktoren wie Anzüchtbarkeit, Kontamination, mangelnde Keimzahl, zu lange Transportzeiten, inadäquates Bebrütungsmedium, nicht abgesetzte Antibiose oder eine zu kurze Bebrütungszeit. (78). Generell wird die Entnahme mehrerer Proben empfohlen, da hierbei das Risiko eines falsch-negativen oder falsch-positiven Befundes reduziert werden kann (71). Auch bei der histo-pathologischen Beurteilung empfiehlt sich die Entnahme multipler Proben. Die

histologische Diagnostik weist eine Sensitivität von 94 % und eine Spezifität von mehr als 93 % auf (75).

### **2.3 Therapiekonzepte von periprotetischen Infektionen**

Ziel der Behandlung einer periprotetischen Infektion ist die Eradikation des zugrunde liegenden Erregers, die Beseitigung von Schmerzen und die Wiederherstellung einer zufrieden stellenden Gelenkfunktion (79). Zur Verfügung stehen hierbei konservative und operative Therapieoptionen. Neben einer hochdosierten Antibiotikatherapie und ausgiebigem Debridement, besteht die Möglichkeit einer Prothesenexplantation, dem ein- und zweizeitigem Wechsel der Endoprothese, der Arthrodesse, sowie in einigen Fällen die Option, primär ein prothesenerhaltenes Vorgehen zu versuchen (9). In einigen Fällen ist die Amputation die letzte Therapieoption (80).

Eine prothesenerhaltende Therapie ist bei einem akuten Infekt auf der Grundlage eines hämatogenen Streuungsweges sowie bei einem Frühinfekt mit Revision, die innerhalb der ersten zwei Wochen nach Primärimplantation stattfindet erfolgsversprechend (29). Die Revisionsoperation sollte im Sinne eines lokalen Debridements mit Spülung und Synovektomie durchgeführt werden (5, 29, 81). Es dürfen keine klinischen oder radiologischen Lockerungszeichen vorliegen (5, 82). Wesentliche Voraussetzung ist, dass es sich bei den verursachenden Bakterien um Rifampicin oder Fluorchinolonsensible Erreger handelt (5). Rifampicin nimmt eine wesentliche Stellung als biofilmaktive Substanz ein (83). Um Resistenzentwicklungen der Erreger gegenüber Rifampicin zu vermeiden, sollte die antibiotische Therapie immer in Kombination mit einem weiteren Antibiotikum, in diesem Falle vorzugsweise einem Fluorchinolon erfolgen (36).

Eine rein konservative Therapie besteht aus einer dauerhaften medikamentösen Therapie mit Antibiotika bei Erhalt der Gelenkprothese. Gewählt wird diese Option nur in Ausnahmefällen bei multimorbiden und daher nicht operationsfähigen Patienten mit einem niedrig virulenten Keim mit nachgewiesener Empfindlichkeit gegen ein oral verfügbares und gut verträgliches Antibiotikum sowie einer Endoprothese ohne

wesentliche Lockerungszeichen (5). Diese Therapieoption kann nicht zur Infektsanierung führen, da sie die im Biofilm integrierten Bakterienstämme nicht erreichen kann (80). Bei Patienten, bei denen das Operationsrisiko mit Entfernung der Prothese zu hoch erscheint, kann zusätzlich, in der Hoffnung die Infektion lokal zu begrenzen und gleichzeitig eine gewisse Funktionalität und Mobilität sicherzustellen, eine Langzeit-Fistelsituation erwogen werden (37). Verstärkt wird diese Therapieform durch eine systemische Antibiose. Die Erfolgsquote beträgt für dieses Verfahren 50-60 %. Dies gilt insbesondere bei Infekten mit Staphylokokken und Streptokokken (81). Arthrodeseverfahren, bei denen nach Entfernung der infizierten Prothese das Gelenk künstlich versteift wird, wurden in den letzten Jahren sukzessive verlassen, da mit dieser Methode verschiedene Nachteile verbunden sind. Nerven-Schädigungen und der Verlust von Muskulatur können die später zeitweilig notwendige Implantation einer Hüftendoprothese erschweren (84).

Bei jeder sekundären oder chronischen Hüftgelenksinfektion muss stets über einen Wechsel der Totalendoprothese oder über einen Teilwechsel, einschließlich Debridement der infizierten Weichteile und des knöchernen Prothesenlagers nachgedacht werden, um eine dauerhafte Infektsanierung zu erreichen (35, 37). Häufig kann der Infekt nur mit einem Entfernen sämtlicher Fremdkörper ausgeheilt werden (35). In der Literatur wird der einzeitige Wechsel dem zweizeitigen Wechsel gegenüber gestellt. Bei einem zweizeitigen Wechsel kann anstelle der entfernten Prothese ein Platzhalter eingebracht werden. Zu den Vorteilen des einzeitigen Wechsels gehört ein großer Komfort für den Patienten und den Operateur sowie Einsparung von Ressourcen, da die Operationszeiten und die Materialkosten deutlich geringer sind als bei einem zweizeitigen Wechsel (10). Weiterhin geht er mit einer niedrigeren Morbidität einher, da die Patienten schneller über ein funktionierendes Gelenk verfügen (85). Die physische und psychische Belastung des Patienten begrenzt sich auf einen Eingriff. Die Risiken perioperativer mechanischer Komplikationen wie Frakturen, Thrombose, Nerven- und Gefäßläsionen sowie Wundheilungsstörungen werden gering gehalten (85). Wichtig bei einem einzeitigen Wechsel ist ein präoperativer Keimnachweis mit Identifikation eines Resistenzmusters für die topische und systemische

Antibiotikatherapie (86, 87). Da ein radikales chirurgisches Debridement alleine keine Keimeradikation erreichen kann, bietet die topische Antibiotikatherapie einen lokalen Schutz des Implantats bei Reimplantation (86). Zudem sind topische Wirkstoffspiegel in weitaus höheren Konzentrationen wirksamer, als eine systemische Therapie, die zudem nur wirksam ist wo eine intakte Durchblutung vorhanden ist (86, 88). Die Erfolgsquote ohne Infektrezidiv bei einzeitigem Wechsel wird in der Literatur mit über 77 % angegeben (89).

Die Dauer der adjuvanten, systemischen Antibiotikatherapie wird in Absprache mit dem Mikrobiologen, unter Berücksichtigung der Keimsituation und der Verlaufsentwicklung mit Kontrolle des CRP individuell festgelegt (86).

Bei Vorhandensein eines Problemkeims, fehlendem präoperativen Keimnachweis, kompromittierter Immunabwehr sei es durch lokale oder systemische Faktoren oder bei dem Vorliegen eines Spätinfekts, sollte der zweizeitige Prothesenwechsel als goldener Standard bevorzugt werden (29, 35).

Das Vorgehen läuft in vier Phasen ab. In einem ersten Eingriff werden die Implantate entfernt, es folgt ein radikales Debridement und ausgiebige Lavage. Es besteht die Möglichkeit der Implantation eines Platzhalters, der einer Weichteilverkürzung entgegenwirkt und als Medikamententräger fungieren kann (90-92). Alternativ besteht nach der Entfernung der Endoprothese ohne Spacerimplantation eine sogenannte *Girdlestone-Situation*, wobei der Schenkelhals reseziert wird (93, 94). Im Anschluss können zusätzlich lokale Antibiotikaträger angelagert werden. In beiden Fällen sollten dann Drainagen für einen suffizienten Abfluss eingelegt werden (29). Es wird empfohlen, intraoperativ mehrere Gewebeproben und Abstriche für die mikrobiologische Untersuchung zu gewinnen um ein falsch positiv- oder negatives Ergebnis zu vermeiden (5). Postoperativ wird eine systemische Antibiose durchgeführt. Generell können auch weitere programmierte Revisionen durchgeführt werden. Abschließend wird nach erneutem Debridement, Lavage und ggf. Spacerexplantation eine Reimplantation durchgeführt. Im Idealfall kann hier ein Standardimplantat verwendet werden. Zum Zeitpunkt der Reimplantation sollten reizlose Wundverhältnisse und normwertige Entzündungsparameter vorliegen. Das Intervall vor Reimplantation wird in der Literatur

unterschiedlich angegeben und kann bei negativem Punktionsergebnis bereits nach 4 Wochen durchgeführt werden. Die vierte Phase beinhaltet die lokale und systemische Antibiotikatherapie über 6 Wochen (95-97). Eine postoperative Infektfreiheit wird mit 92 % angegeben (95).

## **2.4 Das DRG-System**

### **2.4.1 Entwicklung der DRGs**

In den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts, entwickelte ein Team aus Ökonomen und Medizinern der amerikanischen Yale-Universität ein Patientenklassifikationssystem aus Diagnosis Related Groups (DRGs). Ziel war es, die Vielfalt der erbrachten Krankenhausleistungen besser beschreibbar zu machen und dabei einen aussagekräftigen Indikator für die Intensität von Behandlungen zu entwickeln, um so eine leistungsgerechtere Vergütung zu ermöglichen. Das System sollte in der Lage sein, aus dem insgesamt heterogenen Patientengut eines Krankenhauses, relativ homogene Behandlungsfälle zu identifizieren, um diese dann in Gruppen zusammenzufassen. Zur Identifikation homogener Behandlungsfälle wurden auch Nebendiagnose, die durchgeführten Prozeduren (Operationen oder konservative Behandlungen) und Komplikationen differenziert berücksichtigt. Wegen dieser adäquaten Berücksichtigung medizinischer und ökonomischer Zusammengehörigkeit verbreitete sich das DRG-System schnell und wurde, neben seiner Anwendung zur Qualitätssicherung, bald auch als Instrument zur Vergütung von Krankenhausleistungen interessant (98).

Bei dem DRG-System handelt es sich um ein pauschalisiertes Entgeltsystem, das unplausible Preisvielfalt verhindern sollte (99). Das DRG-System sollte eine Vereinfachung darstellen. Es wird dabei von einer Erhöhung der Wirtschaftlichkeit ausgegangen. Die Definition einer DRG stellt einen Kompromiss zwischen medizinischer Plausibilität und den ökonomischen Kriterien dar. Bei dem DRG-System handelt es sich um Fallklassifikationssysteme, bei denen aufwands- und kostenhomogene Fallgruppen gebildet werden sollen, die sich im ersten Schritt durch Hauptdiagnosen, sogenannten Major Diagnostic Category (MDC) bzw. durch Hauptprozedur bei operativer Versorgung definieren lassen. In den meisten Abrechnungssystemen stehen bis zu 25 MDCs zur Verfügung (100).

Der Patient wird im System als ein Behandlungsfall betrachtet. Jedem Behandlungsfall wird eine DRG zugeordnet. Als Behandlungseinheit ist der stationäre Fall definiert, dessen Zeitraum vom Eintritt bis zum Austritt des Patienten festgelegt ist. Eine weitere Einteilung des Behandlungsfalles erfolgt in operative und

nicht-operative Fallgruppen. Das Vorhandensein von Komplikationen und Komorbiditäten kann die Behandlung von Krankheiten erschweren und verteuern. Deshalb ist ebenfalls die unterschiedliche Schwere einer Erkrankung zu erkennen und bei der Betrachtung des Behandlungsfalls zu berücksichtigen. Nur so kann die ökonomische und medizinische Homogenität sichergestellt werden (101).

Die internationale Entwicklung von DRG-Systemen ist inzwischen fast 30 Jahre alt. Zunächst wurden DRGs als betriebswirtschaftliches Steuerungsinstrument benutzt. Es folgte die Verwendung als Vergütungssystem in den USA. Dieses System wird zwischenzeitlich in mehr als zwanzig Ländern mit ganz unterschiedlichen Gesundheitssystemen angewendet und dient vor allem der Abrechnung von Krankenhausleistungen. Darüber hinaus kommen die DRGs als Instrumentarium, zur Nutzung zusätzlicher Wirtschaftlichkeitsreserven, wie die Senkung der Verweildauer oder die Optimierung der Ablauf- und Aufbauorganisation zum Einsatz. Es wird den Leistungserbringern, Kostenträgern und Patienten so möglich gemacht, auf Basis fundierter Informationen ökonomische Entscheidungen zu treffen. Außerdem wird die interne und externe Vergleichbarkeit verbessert. Hierdurch ist mehr Wettbewerb unter den beteiligten Leistungserbringern möglich. Durch die Einführung von Fallpauschalen bei der Leistungsvergütung kann so eine effizientere und verbesserte Behandlung der Patienten ermöglicht werden (98).

#### **2.4.2 Einführung der DRGs in Deutschland**

Mit der Zielstellung der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der medizinischen Leistungen des stationären Sektors, der Erhöhung der Qualität, sowie der Verbesserung der Transparenz im deutschen Gesundheitssystem und der Ermöglichung von Vergleichen innerhalb des deutschen Gesundheitswesens im Sinne von *bench marking*, übertrug der Gesetzgeber mit dem GKV-Gesundheitsreformgesetz im Jahr 2000 den Selbstverwaltungspartnern auf Bundesebene die Aufgabe, ein bereits existierendes DRG-System als Grundlage des aufzubauenden deutschen Systems auszuwählen (101). Fristgerecht zum 30.06.2000 einigten sich die Vertragsparteien, bestehend aus den Spitzenverbänden der Krankenkassen und dem Verband der privaten Krankenversicherung sowie der

Deutschen Krankenhausgesellschaft auf die *Australian Refined Diagnosis Related Groups*. Die Begründung in der Entscheidung für das australische DRG-System lag darin, dass es das modernste und am besten anpassbare DRG-System sei. Im September 2002 lag die erste Version 1.0 des German-DRG-Systems (G-DRG-System) vor. Um eine Kompatibilität zwischen der deutschen Klassifikation für Diagnosen (ICD-10) und Prozeduren (OPS.301) und der australischen Klassifikation herzustellen, wurde in den Krankenhäusern eine Kostenträgerrechnung etabliert, die näherungsweise eine fallbezogene Ist-Kosten-Kalkulation erlaubte. Die Bewertungsrelationen der DRG's und so ihre Preise wurden anhand der Fallkosten einer repräsentativen, vollständig erfassten Stichprobe von Krankenhäusern ermittelt (101). Man entschloss sich die Version 1.0 des G-DRG-Systems als ein Optionsmodell zu handhaben, welches freiwillig von den deutschen Krankenhäusern angewandt werden konnte. Zum 01.01.2004 wurde die Umstellung dann für alle zwingend. Um eine Auswirkung auf die Finanzsituation der Krankenhäuser in den ersten zwei Jahren durch die Einführung des Entgeltsystems zu verhindern, legte der Gesetzgeber fest, dass das G-DRG-System budgetneutral eingeführt werden sollte (101). Die Abrechnung der Krankenhausleistungen erfolgte auf der Basis einheitlicher Bewertungsrelationen und eines krankenhausspezifischen Basisfallwerts. Dieser krankenspezifische Basisfallwert spiegelt auch die Wirtschaftlichkeit des einzelnen Krankenhauses wider.

Im Anschluss an die Einführungsphase begann zu Beginn des Jahres 2005 die Konvergenzphase, eine Anpassungsphase an das neue Vergütungssystem der auf *Diagnosis Related Groups* basierenden Fallpauschalen. Die krankenspezifischen Basisfallwerte sollten so an den landeseinheitlichen Basisfallwert herangeführt werden. Die Dauer der Konvergenzphase wurde auf die Zeit vom 1. Januar 2005 bis 1. Januar 2009 verlängert, so dass den Krankenhäusern mehr Zeit zur Anpassung an das neue System zur Verfügung steht. Ziel ist es, in Zukunft gleiche Leistungen mit bundesweit gleichen Preisen zu vergüten. Im Mittelpunkt der Ausgabensteuerung der Krankenhäuser stehen dann die jährliche Anpassung der Basisfallpreise und Relativgewichte der G-DRGs.

Um eine überdurchschnittliche Belastung, insbesondere der Maximalversorger zu verhindern, wurde eine *Kappungsgrenze* eingerichtet. Diese *Kappungsgrenze*

bewirkt, dass ein Krankenhausbudget in der Konvergenzphase maximal um den im Gesetz festgesetzten Prozentsatz abgesenkt werden darf. Weitere Regelungen, die im G-DRG-System verankert sind betreffen beispielsweise die Vergütung von Patienten, die die vorgeschriebenen Liegezeiten überschreiten, Verlegungsfälle in andere Abteilungen sowie Zusatzentgelte für Bluter und Dialysepatienten (101).

Das G-DRG-System ist als *lernendes System* konzipiert, dessen Algorithmus und Bewertungsrelationen jährlich auf Basis von Leistungs- und Kostendaten überarbeitet und neu kalkuliert werden (102). Die Aufgaben im Zusammenhang mit der Einführung, Weiterentwicklung und Pflege des Vergütungssystems haben die Selbstverwaltungspartner im Gesundheitswesen – die deutsche Krankenhausgesellschaft, die Spitzenverbände der Krankenkassen und der Verband der privaten Krankenversicherung - der InEK GmbH als deutsches DRG-Institut übertragen (103).

### **2.4.3 Die Entwicklung des G-DRG-Systems für die Orthopädie und Unfallchirurgie**

Zu den wesentlichen neuen Veränderungen durch das DRG-System, auch im Fachgebiet Orthopädie und Unfallchirurgie zählt die Ausprägung der Differenzierung in Abhängigkeit der Komplexität der zu behandelnden Fälle. Hierdurch soll eine verbesserte Abbildungsqualität der medizinischen Leistungen in allen Versorgungsbereichen erbracht werden. Das bis dahin verwendete Prinzip der Mischung von komplexen und weniger komplexen Leistungen in der selben DRG soll abgelöst werden um so eine ökonomische Verzerrung zu verhindern. Eine weitere Veränderung erfolgte in der Möglichkeit der Abrechnung von Mehrfacheingriffen sowie beidseitigen Eingriffen. War bislang nur die aufwändigste Prozedur für die Gruppierung relevant, besteht nun auch die Möglichkeit im G-DRG-System Mehrfacheingriffe abzubilden.

Eine sachgerechtere Abbildung und Vergütung in der Traumatologie, der septischen Chirurgie sowie der Kinder- und Neuroorthopädie sollte erzielt werden.

Eine Verbesserung soll die sachgerechtere Berücksichtigung des Aufwandes bei Langliegern, die aufwandsgerechtere Abbildung von endoprothetischen Operationen

an Hüft- und Kniegelenk sowie die Etablierung weiterer Zusatzentgelte für Implantate erzielen. In dem Bereich der Endoprothetik ist ein wesentlicher Schwerpunkt der DRG-Entwicklung die Erweiterung der Differenzierungskriterien nach komplizierenden Diagnosen, komplexen Eingriffen, patientenbezogenem Gesamtschweregrad, sowie beidseitige Implantation. Neuerungen des G-DRG-Systems berücksichtigen auch den möglich komplexen operativen Aufwand bei Materialentfernungen. Eine besondere Weiterentwicklung stellt der neue OPS-Kode, *Chirurgische Komplexbehandlung bei schweren Infektionen*, dar. Hierdurch soll, durch eine verbesserte Abbildung langwieriger und besonders kostenintensiver chirurgischer Behandlungen verhindert werden, dass viele komplexe Behandlungssituationen unzureichend vergütet werden, wie bisherige Verfahren mit dem deutschen DRG-System gezeigt haben (104, 105).

### **3 Fragestellung**

Die Einführung des DRG-Abrechnungssystems in der Bundesrepublik Deutschland hat eine Diskussion über ökonomische Aspekte bei der Versorgung von Patienten mit periprothetischen Infektionen insbesondere nach Versorgung mit einer Hüft- oder Knieendoprothese hervorgerufen. Die Frage, ob das G-DRG-System eine rentable Versorgung der Patienten mit periprothetischen Infektionen ermöglicht, konnte bisher nicht ausreichend beantwortet werden.

Die vorliegende Arbeit soll analog zu den Arbeiten von Herbert et al. und Barrack retrospektiv Patienten der Orthopädischen Universitätsklinik Rostock, bei denen es zwischen den Jahren 2004 bis 2007 zu einer periprothetischen Infektion nach Hüft- oder Knieprothesenimplantation sowie nach Hüft- oder Knieprothesenwechsel Operation kam, systemisch gegenüber einer gepaarten Kontrolle, hinsichtlich angefallener Behandlungskosten analysiert werden (16, 106). Es soll geklärt werden, wie hoch die finanziellen Aufwändungen sind, um Patienten mit diesem Erkrankungsbild zu behandeln. Es wurde berechnet, ob die ermittelten, realen Kosten sich durch die erhaltenen Erstattungen durch das zum 01.01.2004 eingeführte DRG-Vergütungssystem decken lassen. Falls dies nicht der Fall ist, gilt darzustellen, in welchem Rahmen sich die Über- bzw. Unterdeckung bewegt.

## **4 Material und Methode**

### **4.1 Patientengut**

Für diese Arbeit erfolgte eine Analyse der in der Orthopädischen Universitätsklinik Rostock in den Jahren 2004 bis 2007 mittels Hüft- und Knieendoprothetik versorgter Patienten. Der Gesamtzahl der Patienten, die eine primäre Hüft- und eine primäre Knieendoprothese in diesem Zeitraum erhielten, wurde die Anzahl der Patienten, bei denen es zwischen den Jahren 2004 bis 2007 zu einer periprothetischen Infektion nach Hüft- und Knieprothesenimplantation sowie Hüft- oder Knieprothesenwechseloperation kam, gegenübergestellt. Einbezogen wurden bei den Infektpatienten auch auswärts operierte Patienten.

Als Kontrollgruppe wurde aus dem Pool der an der Orthopädischen Universitätsklinik Rostock mit primären Knie- und Hüftendoprothesen versorgten Patienten randomisiert, durch eine dritte geblindete Person, je 21 Patienten ausgewählt.

Ausgeschlossen wurden hierbei Patienten, die bereits mit einer kontralateralen Prothese in den vergangenen sechs Monaten versorgt wurden. Außerdem wurden Patienten mit metabolischen Knochenerkrankungen, malignen Knochentumoren und Zustand nach Radiatio ebenfalls ausgeschlossen. Ebenso wurden Patienten mit einer stattgehabten ipsilateralen Prothesenversorgung, innerhalb eines Jahres, nicht eingeschlossen.

Kein Ausschlusskriterium waren chronische oder progrediente Begleiterkrankungen wie Rheumatoide Arthritis, insulinpflichtiger Diabetes mellitus, dialysepflichtige Niereninsuffizienz oder Ulcus ventriculi sowie ein erhöhter oder deutlich erniedrigter Body mass index.

### **4.2 Einteilung der Infektionen**

Zunächst erfolgte eine Unterteilung der zu untersuchenden Endoprothesenpatienten in vier Gruppen (primäre Hüft-TEP, primäre Knie-TEP, Hüftprothesenwechsel und Knieendoprothesenwechsel). Weiterhin wurden die entsprechenden Infektionen in folgende Untergruppen eingeteilt:

1. Infektionszeitpunkt: Frühinfektionen (< 2 Monate nach Implantation), verzögerte Infektionen (> 2 Monate bis 1 Jahr nach Implantation) und Spätinfektionen (>1Jahr nach Implantation).
2. Eine weitere Aufschlüsselung der Infektionen erfolgte bezüglich der Erreger. Die prädominanten Keime, welche in der Literatur für die Verursachung einer Infektion beschrieben werden, sollen mit den ermittelten Erregern verglichen werden.

### **4.3 Datenerfassung**

Anhand der Unterlagen und Dokumentationen der Patientenakten, des Krankenhausinformationssystems der Firma SAP und durch Informationen der zuständigen Personalgruppen konnten, sowohl bei den Patienten mit periprothetischer Infektion als auch bei den Patienten der Kontrollgruppen die Erfassung der Leistungen und Prozesse durchgeführt werden.

Neben den klinischen Parametern wie Geschlecht, Alter, Infektionszeitpunkt und Erreger, wurden auch die DRG-relevanten Kosten- und Leistungsgrößen wie Verweildauer auf Normal- und Intensivstation, Sachmittelverbrauch, Personalaufwand, Diagnosen, Nebendiagnosen, Operationsmethode, Anzahl, Art und Dauer der durchgeführten Operationen, Anzahl der stationären Aufenthalte, Anästhesiedauer, mikrobiologische und histopathologische Untersuchungen, Laborkosten, Verbrauch von Blutprodukten und Konsile bestimmt und in einer Excel-Datei gespeichert.

### **4.4 Kostenberechnung**

Durch Kostenanalysen, Einsicht in Einkaufslisten und Verbrauchsanalysen konnten die Zahlen für Materialkosten, Behandlungskosten der jeweiligen Funktionsbereiche und Liegekosten ermittelt werden. Durch Prozesskostenrechnung, die zum Ziel hat, Prozesse sowie Kosteneinflussgrößen zu ermitteln und mit Beträgen zu hinterlegen

war es möglich, alle verursachten Kosten einer Krankenhausbehandlung zu erfassen.

Die Gesamtsumme der reellen Kosten wurde anhand des Personal- und Sachkostenbedarfes der einzelnen Funktionsbereiche errechnet: Operationseinheit und Normalstation. Für die Kosten der intensivmedizinischen Versorgung wurden die durchschnittlichen Kosten/ITS-Liegetag nach der Arbeit von Martin und Bauer zugrunde gelegt (107). Anhand von OP-Berichten, Anästhesieprotokollen und Krankenakten wurden die tatsächlichen Verweil- und Behandlungszeiten der Patienten in den jeweiligen Funktionsbereichen ermittelt.

## **4.5 Kalkulation der Einzelposten**

### **4.5.1 Personalkosten**

Die Gesamtpersonalkosten beinhalten die Einzelposten für alle Personalgruppen, die während des Klinikaufenthaltes in Anspruch genommen wurden, wobei je nach Möglichkeit entweder die Kostenbemessungen nach Pflegeminuten oder nach Tagespauschalen für die jeweilige erbringende Gruppe ermittelt wurde.

Es erfolgt eine Unterteilung in Personalkosten ärztlicher Dienst, Personalkosten Pflegedienst, Personalkosten Medizinisch-technischer Dienst und Funktionsdienst (OP, Labor, Krankengymnastik).

Zur Ermittlung der Personalkosten wurden die jeweiligen Tarifgruppen des ärztlichen und nichtärztlichen Personals herangezogen (BAT IIa für Assistenzärzte, BAT Ib für Ober- oder Fachärzte) sowie für nichtärztliche Mitarbeiter (KR V und VI). Dabei wurde angenommen, dass nach BAT 38,5 Stunden (= 2 310 min) pro Woche gearbeitet wurde. Dies ergibt eine Jahresarbeitszeit von 120 120 Minuten. Das Jahreseinkommen wurde in gleicher Weise in Betrag pro Minute umgerechnet. Nach dieser Methode wurden alle Personalkosten berechnet. Urlaub, Krankheit, Lebensalter oder Familienstand wurden bei der Kalkulation nicht berücksichtigt (Tabelle 2).

**Tabelle 2: Personalkostenberechnung des Jahresbruttos in Euro, der durchschnittlichen Arbeitsminuten der einzelnen Fachgruppe**

<b>Funktion</b>	<b>Jahresbrutto (€)</b>	<b>Jahresarbeits-Minuten</b>	<b>Kosten/Minute (€/Minute)</b>
<b>Oberarzt/ Facharzt</b>	105.000	120.120	0,87
<b>Assistenzarzt</b>	77.000	120.120	0,64
<b>Fachpfleger</b>	56.000	120.120	0,47
<b>MTA/RTA</b>	56.000	120.120	0,47

#### **4.5.1.1 Personalkosten im Operationsbereich**

Die Personalkosten im Operationsbereich wurden retrospektiv anhand von Operations- und Anästhesieprotokollen analysiert. Der Personalbedarf für eine Operation bestand in der Regel aus einem Ober- und einem Assistenzarzt der Orthopädie sowie einer instrumentierenden OP-Schwester oder -Pfleger und einem OP-Springer. Für Vorbereitung und Lagerung wurden zusätzlich zur Operationszeit 15 Minuten addiert. Ebenso wurden 15 Minuten für die Nachbereitung und Dokumentation veranschlagt. Für die Anästhesie wurde die Zeit von der Umlagerung des Patienten bis zum Ende der Narkoseausleitung und der Transport in den Aufwachraum bis zur Übergabe als Berechnungsgrundlage genommen. Hierfür wurden zusätzlich 30 Minuten veranschlagt. Die Kosten einer Anästhesieminute, bestehend aus Personalkosten und Sachmittelkosten werden nach Angaben des Zentralcontrollings der Universität Rostock mit 7,30 € veranschlagt.

#### **4.5.1.2 Kosten der intensivmedizinischen Versorgung**

Die Berechnung der Kosten der intensivmedizinischen Versorgung erfolgte analog der Arbeit von Martin und Bauer, die in ihrer Studie die tatsächlichen Kosten/ Intensivtag in Deutschland mithilfe einer fallbezogenen Kostenträgerrechnung auf Basis der Routinedaten des computergestützten Patienten-Daten-Management-Systems (PDMS) bestimmten (107). Aus deren Berechnungen ergab sich als durchschnittliche Kosten/ITS-Liegetag ein Betrag von 1.265 Euro (107).

#### 4.5.1.3 Personalkalkulation für die Normalstation

Die personelle Besetzung der orthopädischen Normalstation sieht anhand von Verfahrensanweisungen des Organisationshandbuches der Orthopädischen Universitätsklinik Rostock für einen Patienten folgende Behandlungszeiten vor:

Der Oberarzt betreut in seiner durchschnittlichen Anwesenheit auf der Normalstation, die sich auf im Schnitt zwei Stunden belaufen, pro Tag 18 Betten. Dies ergibt einen täglichen Zeitaufwand von 6,7 Minuten pro Patient. 1,5 Fach- oder Assistenzärzte beschäftigen sich durchschnittlich 8 Stunden pro Tag mit den Patienten auf der Normalstation. Sie betreuen ebenfalls 18 Betten. Morgens stehen für ca. 40 Minuten zusätzlich 1,5 Assistenzärzte während der Visite zur Verfügung. Somit ergibt sich eine Gesamtbetreuungszeit von 13 Stunden pro Tag (12Std.+1Std.) bzw. 43 Minuten pro Patient.

Das Pflegepersonal ist im Früh- und Spätdienst mit je 6 Mitarbeitern besetzt, im Nachtdienst mit 2, diese betreuen 54 Betten. Zur Vereinfachung wurde angenommen, dass Früh-, Spät- und Nachtdienst jeweils 8 Stunden arbeiten. Jede der 6 Pflegekräfte betreut innerhalb der 8-stündigen Arbeitszeit rechnerisch 9 Betten. Auf jeden Patienten entfällt daher eine Betreuungszeit von ungefähr 1 Stunde. Für den Nachtdienst mit 2 Pflegekräften ergibt sich nach obiger Rechnung eine Betreuungszeit von in etwa 20 Minuten pro Patient. In Summe wird ein Patient von der Pflegekraft rechnerisch 140 Minuten versorgt (Früh=1h, Spät=1h, Nacht=0,3h) (Tabelle 3).

**Tabelle 3: Personelle Besetzung der orthopädischen Normalstation, durchschnittliche Anwesenheitszeiten des Personals in Stunden und Betreuungszeit pro Patient in Minuten am Tag**

Stellenbezeichnung	Gesamtzeit auf Station	Betten	Zeit/Patient in Minuten am Tag
<b>Oberarzt</b>	2 Std./Tag	18	6,6
<b>Fach-,Assistenzarzt</b>	13 Std./Tag	18	43
<b>Pflegepersonal</b> 6x Frühdienst 6x Spätdienst 2x Nachtdienst	8 Std. Früh 8 Std. Spät 8 Std. Nacht	54	140

Die berechneten Zeiten umfassen die Behandlung des Patienten am Krankenbett sowie die zeitlichen Aufwendungen für Dokumentationen, Telefonate, Übergaben etc.

## **4.5.2 Sachkosten**

### **4.5.2.1 Medizinischer Bedarf**

Die Berechnungen des Materialverbrauchs basieren auf Patientenkurven, Anästhesieprotokollen, dokumentierten Laborleistungen, sowie auf Operationsberichten. Die Kosten für Sachmittel ließen sich ebenfalls aus den zur Verfügung gestellten Angaben über die Gesamtkosten in den beteiligten Kostenstellen und die Anzahl der verbrauchten Einheiten berechnen.

Die Gesamtsumme der Aufwendungen für den medizinischen Bedarf (beispielsweise Verbandsmaterial, Einwegspritzen, Einwegkatheter, Laborbedarf, Desinfektionsmittel und Verbrauchsmaterial an medizinischen Instrumenten) aller 1 817 stationären orthopädischen Patienten betrug im Jahre 2008 1.925.000 €. Umgerechnet auf den einzelnen Patienten bei einer durchschnittlichen Liegedauer von 11,3 Tagen ergibt dies einen Tageskostensatz von 93,76 Euro pro Patient.

#### **4.5.2.1.1 Arzneimittel**

Die Arzneimittelkosten wurden anhand einer Arzneimittelliste, die von der Zentralapotheke der Universität Rostock zur Verfügung gestellt wurde, berechnet. Für Medikamente die nicht gelistet waren, wurde der Preis eines Generikums oder der Preis des betreffenden Medikamentes der „Roten Liste“ angenommen.

Anzahl und Dosis verabreichter Medikamente wurden den Patientenakten sowie den Anästhesieprotokollen entnommen. Hierbei wurden alle dokumentierten Substanzen berücksichtigt, wobei die Kosten für die kleinste Verbrauchseinheit, also pro Tablette, Ampulle etc. kalkuliert wurde. Wenn, wie beispielsweise bei Tropfen, kleinere Teilmengen verabreicht wurden, erfolgte die Berechnung der verabreichten Menge. Eine Auflistung im Anhang gibt einen Überblick über die zu Grunde gelegten Kosten der verwendeten Antibiotika und der am häufigsten verwendeten Medikamente.

#### 4.5.2.1.2 Blutprodukte

Hier wurden ausschließlich Blutprodukte in Form von Erythrozytenkonzentrationen analysiert. Die Kosten wurden bei der Zentralapotheke Rostock erfragt. Kosten für die Blutgruppenbestimmung und Kreuzprobe wurden den Dienstleistungen des Labors zugeschrieben. Es wurde dementsprechend bei den Blutkonserven mit folgenden Zahlen kalkuliert (Tabelle 4):

**Tabelle 4: Kosten für Erythrozytenkonzentrate fremd und eigen in Euro pro Beutel**

Erythrozytenkonzentrat EK (fremd)	80,46€/Beutel
Erythrozytenkonzentrat EK (eigen)	77,18€/Beutel

#### 4.5.2.1.3 Labor

Anzahl und Art der bestimmten Laborparameter wurden der Krankenakte entnommen. Die Kosten der einzelnen Parameter wurden von dem Institut für Klinische Chemie und Pathologie sowie von dem Institut für Transfusionsmedizin zur Verfügung gestellt. Im Anhang befindet sich eine Liste der wichtigsten labordiagnostischen Untersuchungen und Kosten.

#### 4.5.2.1.4 Mikrobiologie

Auch hier wurden Menge und Art der entsprechenden Untersuchungen der Krankenakte entnommen und die Kosten entsprechend den Angaben des Institutes für Medizinische Mikrobiologie und Virologie der Universität Rostock ermittelt. Kosten der Untersuchung des bei Operationen gewonnenen Materials wurden standardisiert kalkuliert. Grundlage hierfür bildete der patientenbezogene Leistungsnachweis der Funktionsabteilung Mikrobiologie, der aus der zentralen Datenverarbeitung der Klinik erhoben werden konnte.

Es ergibt sich folgende Pauschale pro mikrobiologischer Analyse: Je ein Pilznährmedium, je ein Nährmedium in CO<sub>2</sub>- Atmosphäre, je ein Nährmedium aerob und anaerob sowie je eine Empfindlichkeitsprüfung Break-Point-Methode = 21,23 €.

#### 4.5.2.1.5 Histologie

Die Anzahl der durchgeführten histologischen Untersuchungen wurde den Krankenakten entnommen. Grundlage der Kalkulation der Kosten für diese Art der Diagnostik bildete auch hier der patientenbezogene Leistungsnachweis der Funktionsabteilungen. Für die histologische Untersuchung und Begutachtung wurde mit einer Pauschale von 24,05 € gerechnet.

#### 4.5.2.1.6 Radiologie

Die Kategorie wurde in die Untergruppen Röntgen, CT, MRT, Sonographie, vaskuläre Röntgendiagnostik, Nuklearmedizinische Diagnostik und Sonstige eingeteilt. Die für radiologische Leistungen angefallenen Kosten wurden anhand einer von der Verwaltung der Universität Rostock zur Verfügung gestellten Preisliste berechnet (Tabelle 5). Die Erfassung der Leistungen erfolgte anhand der jeweiligen Patientenakten.

**Tabelle 5: Kosten für radiologische Leistungen in Euro**

<b>Konventionelle Röntgendiagnostik</b>	<b>Preis in €</b>
Teil des Skeletts in 1 Ebene, je Teil	19,22
Beckenübersicht	36,04
Ganzaufnahme Wirbelsäule/Extremität	60,06
Brustorgane Übersicht, 1 Ebene	33,64
BWS/LWS in 2 Ebenen, je Teil	48,05
HWS in 2 Ebenen	36,04
Ausführlicher schriftlicher Befundbericht	15,62
<b>Vaskuläre Röntgendiagnostik</b>	
Untersuchung der Strömungsverhältnisse der Extremität	21,28
Ultraschalluntersuchung eines Organs	23,64
Ultraschalluntersuchung bis 3 weitere Organe	9,46
<b>Nuklearmedizinische Diagnostik</b>	
Ganzkörperskelettszintigraphie	161,63
Leukozytenszintigraphie	85,95
<b>MRT</b>	
MRT Becken	179,70
MRT Wirbelsäule	171,53
<b>CT</b>	
CT Skelett	77,60
CT Kopfbereich	81,68
CT Hals-/Thoraxbereich	93,93

#### **4.5.2.2 Materialkosten im Operationsbereich (tabellarisch)**

Die Aufwendungen für Implantate ließen sich aus den zur Verfügung gestellten Preislisten der einzelnen Anbieter ermitteln. Die Art der durchgeführten Intervention wurde aus den OP-Protokollen entnommen. Die Materialkosten für Verbrauchsmaterial entsprechen denen der durch die Apotheke bzw. den Einkauf der Universität Rostock angegebenen Werte.

#### 4.5.2.2.1 Kosten des Verbrauchsmaterials

Bezeichnung Verbrauchsmaterial	Menge	Preis pro Stk. in €	Summe in €	
Verbrauchsmaterial Hüft-TEP zementfrei				
(PGA-)Faden: Marlin violett 6x45/0	2	5,40	10,80	
(PGA-)Faden: Marlin violett 6x45/2	4	7,30	29,20	
Folie:3M/Ioban 2	1	11,51	11,51	
Handschuhe	15	0,76	11,40	
Hüft-Set Kit	1	19,64	19,64	
Klammer: Leukoclip FD	1	4,28	4,28	
Sägeblatt	1	77,50	77,50	
Redon-Flasche	1	1,50	1,50	
Chirurgischer Schutzhelm	2	24,99	49,98	
<b>Summe Verbrauchsmaterial Hüft-TEP zementfrei: 215,81 €</b>				
Verbrauchsmaterial Hüft-TEP zementiert, Hüft-TEP Wechseloperationen = Kosten für Verbrauchsmaterial Hüft-TEP zementfrei (215,81 €) +				
(PGA-)Faden: Marlin 2x70	1	3,53	3,53	
JET-Lavage-Schlauch	1	44,63	44,63	
Ringer Lösung für Spülzwecke 3L	1	1,84	1,84	
Mischsystem Zement: Optivac	1	42,84	42,84	
Zement Refobacin 60 Plus Bone Cement	1	108,29	108,29	
<b>Summe Verbrauchsmaterial Hüft-TEP zementiert, TEP-Wechsel: 416,94 €</b>				
Verbrauchsmaterial Hüft-TEP Explantation, Revisionsoperation = Kosten für Verbrauchsmaterial Hüft-TEP zementfrei (215,81 €) +				
Jet-Lavage Schlauch	1	44,63	44,63	
Ringer Lösung für Spülzwecke 3L	1	1,84	1,84	
Septocoll E 40	1	151,16	151,16	
<b>Summe Verbrauchsmaterial Hüft-TEP Explantation: 413,44 €</b>				

<b>Bezeichnung Verbrauchsmaterial</b>	<b>Menge</b>	<b>Preis pro Stk. in €</b>	<b>Summe</b>	
<b>Verbrauchsmaterial Knie-TEP Basis</b>				
(PGA-)Faden: Marlin violett 6x45/0	3	5,40	16,20	
(PGA-)Faden: Marlin violett 6x45/2	2	7,30	14,60	
Folie:3M/loban 2	1	11,51	11,51	
Handschuhe	15	0,76	11,40	
Knie-Set Kit	1	21,43	21,43	
Original ESKA Sägeblatt	1	77,50	77,50	
Redon-Flasche	1	1,50	1,50	
Chirurgischer Schutzhelm	3	24,99	74,97	
<b>Summe Verbrauchsmaterial Knie-TEP Basis: 229,11 €</b>				
Verbrauchsmaterial primäre Knie-TEP= Verbrauchsmaterial Knie-TEP Basis (229,11 €) +				
Zement Refobacin Palacos 2x20	1	121,80	121,80	
<b>Summe Verbrauchsmaterial primäre Knie-TEP: 350,91 €</b>				
Verbrauchsmaterial Knie-TEP-Wechseloperationen, Arthrodesen, Fixateur externe, Spacer = Verbrauchsmaterial Knie-TEP Basis ( 229,11 €) +				
(PGA-)Faden: Marlin 2x70	2	3,53	7,06	
JET-Lavage-Schlauch	1	44,63	44,63	
Ringer Lsg. für Spülzwecke 3L	1	1,84	1,84	
Zement Refobacin 60 Plus Bone Cement	2	108,29	216,58	
<b>Summe Verbrauchsmaterial Knie-TEP Wechsel: 499,22 €</b>				
Verbrauchsmaterial Knie-TEP-Explantation, Revisionsoperation, Fistelanlage = Kosten für Verbrauchsmaterial Knie-TEP Basis (229,11 €) +				
Jet-Lavage Schlauch	1	44,63	44,63	
Ringer Lösung für Spülzwecke 3L	1	1,84	1,84	
Septocoll E 40	1	151,16	151,16	
<b>Summe Verbrauchsmaterial Knie-TEP Explantation: 426,74 €</b>				

#### 4.5.2.2.2 Kosten für primäre Hüftprothesenimplantation

Implantate	Stückpreis in €
Hüft-TEP zementfrei	
Hipstar V40 Schaft	928,76
V40 Keramik-Hüftkopf Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	383,06
Trident TC Schraubpfanne	586,36
Trident PE-Inlay	133,32
<b>Summe Hüft-TEP zementfrei (Implantate): 2.031,50 €</b>	
<b>Summe Hüft-TEP zementfrei gesamt (Implantate + Verbrauchsmaterial): 2.247,31 €</b>	

Implantate	Stückpreis in €
Hüft-TEP zementiert	
Exeter V40 Schaft	468,66
V40 Keramik-Hüftkopf Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	383,06
Trident TC Schraubpfanne	586,36
Trident PE-Inlay	133,32
<b>Summe Hüft-TEP zementiert (Implantate): 1.571,40 €</b>	
<b>Summe Hüft-TEP zementiert gesamt (Implantate + Verbrauchsmaterial): 1.988,34 €</b>	

<b>Sondermaterialien Hüft-TEP</b>	<b>Stückpreis in €</b>
ESKA CL-Cranialsocket,Schr.Fix	1.395
Bonit Matrix 1g	79
Vancomycin Pulver 1g	3,83
Copal Spacer Pulver und Flüssigkeit	246,33
CL-Darmbeinzapfen	526,50
Keramik Kopf „BioloX Forte“	290
C-Adapterstiel „MML“ ESKA 12x160MM	767
C-Adapterstiel „MML“ ESKA 11x120MM	716
Verlängerungsmodul „MML“ ESKA 120MM	562
Verlängerungsmodul „MML“ ESKA 50MM	410
Verlängerungsmodul „MML“ ESKA 60MM	435
Verlängerungsmodul „MML“ ESKA 160MM	615
Megakopf	147
Gelaspon Schwamm 8,5x4x1cm	12,55
CL-Trochantermodul „MML“	1.435
CLCranialsocket,Schr.Fix.2000	1.995
Spongiosa-Schraube	75
PE C-Hüftpfanne ESKA	70
Keramik Kopf „BioloX Forte“	290
Sulmycin Implant 10x10 Schwamm	219
Bio Ball Delta Keramik-Kopf ø 36	450
BioBall Adapter xx-lang	91
BioBall Metall Kopf ø32	160
BioBall 7,5° Offset Adapter x-large	178
CL-Metalls.,Schr.Fix.,2000Plus	700
PE-Inlay 2000Plus	140
Exeter V40 Langsch.	850
V40 Metall Hüftkopf	267
PMMA Kette G60	368,23

#### 4.5.2.2.3 Kosten für primäre Knieprothesenimplantation

<b>Implantate</b>	<b>Stückpreis in €</b>
Lima Multigen Plus	1.800
<b>Summe Knie-TEP gesamt (Implantat + Verbrauchsmaterial): 2.150,91 €</b>	
Lima Multigen-Plus-Knie mit Keramikfemurkomponente aus BioloX-Delta Keramik	2.100
<b>Summe Knie-TEP Keramik gesamt(Implantat + Verbrauchsmaterial): 2.450,91 €</b>	
ESKA Genia Femurkomponente	900
ESKA Tibiaplateau	395
ESKA Tibia-Rotationseinsatz	400

<b>Sondermaterialien Knie-TEP</b>	<b>Stückpreis in €</b>
Refobacin Palacos 2x20	121,80
Fixateur Externe mit Schrauben	1.200
Sulmycin Implant 10x10 Schwamm	219
Copal Spacer Pulver & Flüssigkeit	246,33
ESKA Genia constrained	3.400
Arthrodesenagel	2.800
Genia semiconstrained	2900
Refobacin Palacos 1x60	179,25
ESKA Genia Inlay	400
Genta Coll Schwamm 10x10x0,5 cm	220,17
Vancomycin Pulver 1g	3,83
Bonit Matrix 1g	79

#### **4.6 Ermittlung der Vergütung gemäß dem DRG-System**

Diagnosebezogene Fallgruppen ( Diagnosis Related groups = DRGs) sind die Basis des seit 01.01.2004 gültigen Entgeltsystems in deutschen Krankenhäusern für Patienten. Gemäß dem DRG-System bezahlen die Kostenträger für jeden Behandlungsfall einen Pauschalpreis, der alle Leistungen einschließt. Die Patienten werden hierzu anhand bestimmter Kriterien, entsprechend ihrer Erkrankung, bestimmten Fallgruppen (DRGs) zugeordnet. Die Einstufung basiert auf diversen Parametern, die wichtigsten sind hierbei medizinische Daten wie Haupt- und Nebendiagnose(n), Alter und Geschlecht der Patienten, Verweildauer sowie durchgeführte Prozeduren aus dem diagnostischen, operativen und anästhesiologisch-intensivmedizinischen Bereich. Mittels des DRG-Online Fallpauschalengroupers (G-DRG Grouper) kann so jedem Patienten der exakte Betrag zugeordnet werden, der erstattet wurde. Die exemplarische DRG-Berechnung einer primären Hüft- TEP befindet sich im Anhang.

##### **4.6.1 Basisfallwert**

Die Berechnung der Fallpauschale erfolgte exemplarisch für einen fiktiven Basisfallwert von 2.963,82€.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Patientenspezifische Ergebnisse

Eingang in die Studie fanden Daten und Parameter von Patienten der Orthopädischen Universitätsklinik Rostock, die hier jedoch nicht zwangsläufig erstversorgt wurden. In den Jahren 2004-2007 erhielten 1 270 Patienten eine primäre Hüftendoprothese und 786 Patienten eine primäre Knieendoprothese. In dem gleichen Zeitraum wurden 190 Hüft-Endoprothesen-Wechseloperationen und 75 Knie-Endoprothesen-Wechseloperationen durchgeführt. Bei Hüftendoprotheseninfektion wurden 75 Patienten, die knapp 30 % aller Revisionseingriffe an der Hüfte ausmachen, operativ versorgt, bei Knieendoprotheseninfektion waren es 54 Patienten, rund 40 % aller Revisionseingriffe am Kniegelenk, in den oben angegebenen Jahren. Von den 75 Patienten mit der Diagnose Hüftendoprotheseninfektion waren lediglich 30 Patienten an der Orthopädischen Universitätsklinik Rostock voroperiert worden. Bei den 54 Patienten mit Knieendoprotheseninfektion waren es nur 22 Patienten. Patienten die ausschließlich durch ein einmaliges Debridement oder durch eine allgemeine Wundspülung bei genannten Diagnosen versorgt wurden, wurden nicht mit einbezogen, so dass insgesamt 77 Patienten in die Studie eingeschlossen wurden. Hierbei handelt es sich um 49 Patienten bei denen die Diagnose einer Hüftendoprotheseninfektion gestellt wurde, sowie 28 Patienten mit der Diagnose Knieendoprotheseninfektion. Die Tabellen 6 und 7 zeigen die Verteilungen der Patienten auf die einzelnen Gruppen.

**Tabelle 6: Diagnosehäufigkeit Hüftpatienten der Orthopädischen Universitätsklinik Rostock im Zeitraum von 2004-2007**

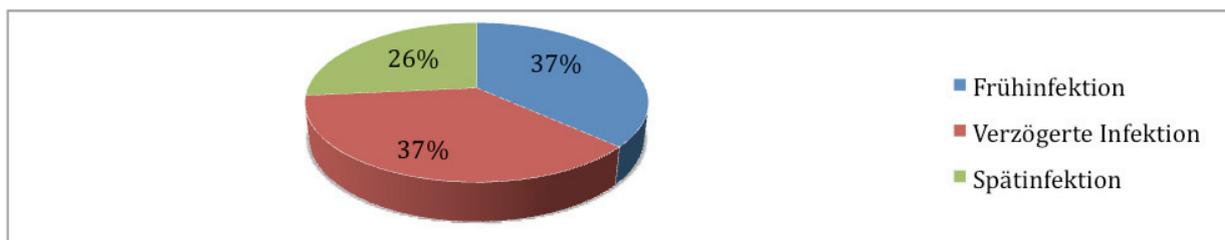
Behandlungsdiagnose	Häufigkeit (n)
Primäre Hüft-TEP	1270
Hüft-TEP- Wechsel	190
Hüftendoprotheseninfektion	75

**Tabelle 7: Diagnosehäufigkeit Kniepatienten der Orthopädischen Universitätsklinik Rostock im Zeitraum von 2004-2007**

Behandlungsdiagnose	Häufigkeit (n)
Primäre Knie-TEP	786
Knie-TEP-Wechsel	75
Knieendoprotheseninfektion	54

### 5.1.1 Patientenbezogene Ergebnisse Hüftendoprotheseninfektion

Von den 49 Patienten mit Hüftendoprotheseninfektion waren 27 weiblichen und 22 männlichen Geschlechts. Der Altersdurchschnitt lag bei 67,8 Jahren (Spanne: 38-83 Jahre). Die durchschnittliche Dauer des Krankenhausaufenthaltes bei Diagnose Hüftendoprotheseninfektion betrug 52,7 Tage. Intensivpflichtigkeit bestand bei den 49 Patienten im Schnitt für 4,4 Tage. Bei je 37 % der Patienten konnte eine Früh- sowie verzögerte Infektion gesichert werden. Bei der Spätinfektion waren es 26 % (Abb.3). Das Spektrum der nachgewiesenen Erreger bei Hüftendoprotheseninfektion ist in Tabelle 8 dargestellt. Histologische Untersuchungen fanden bei allen der 49 Patienten mit Diagnose Hüftendoprotheseninfektion statt. Bei 40 Patienten, also bei 81 % konnte ein Entzündungsgeschehen histologisch gesichert werden.



**Abbildung 3: Prozentuale Verteilung des Infektionszeitpunktes bei Hüftendoprotheseninfektion**

**Tabelle 8: Häufigkeit der nachgewiesenen Keime bei Diagnose Hüftendoprotheseninfektion**

<b>Erreger</b>	<b>Zahl der Fälle</b>
Staphylococcus epidermidis	25
Staphylococcus aureus	15
Enterococcus faecalis	13
Enterococcus faecium	9
Pseudomonas aeruginosa	6
Escherichia coli	5
Staphylococcus capitis	4
Klebsiella oxytoca	4
Staphylococcus hominis	3
Proteus mirabilis	3
Streptococcus agalactiae	2
Streptococcus auricularis	2
Hafnia alvei	1
Enterococcus gallinarum	1
Streptococcus haemolyticus	1
Staphylococcus cohnii	1
Candida albicans	1
Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus	1
Streptococcus dysgalactiae	1

(Mehrfachnennung bei Mischinfektionen)

Die Auswertung der Anzahl der operativen Eingriffe bei den Patienten mit der Diagnose Hüftendoprotheseninfektion zeigte, dass bei 49 Patienten insgesamt 218 Operationen durchgeführt wurden. Durchschnittlich 4,5 Operationen pro Patient. Neben den Spülungen und den Debridements erfolgte bei 24 Patienten ein zweizeitiger Hüft-Endoprothesenwechsel mit intermediärer Schaffung einer Girdlestonesituation und anschließender Reimplantation einer Endoprothese. Bei zwei Patienten wurde ein einzeitiger Endoprothesenwechsel und bei fünf Patienten erfolgte die Prothesenexplantation mit Schaffung einer Girdlestonesituation ohne Reimplantation in dem beobachteten Zeitraum. Die Anzahl der operativen Eingriffe ist in Tabelle 9 dargestellt. Von den 49 Patienten mit Diagnose Hüftendoprotheseninfektion wurden 45 Patienten mit Erythrozytenkonzentraten substituiert. Im Mittel erhielten diese 45 Patienten 11 Blutkonserven, sodass ein durchschnittlicher Verbrauch von 10 Konserven pro infiziertem Patient entstand.

**Tabelle 9: Anzahl der operativen Eingriffe bei Diagnose Hüftendoprotheseninfektion**

Durchgeführte Operation	Anzahl der Patienten
Zweizeitiger Endoprothesenwechsel	24
Einzeitiger Endoprothesenwechsel	2
Inlaywechsel	3
Inlay- und Kopfwechsel	6
Explantation	5
Pfannenwechsel und Kopfwechsel	5
Hüft-Endoprothesenwechsel mit Oberschenkelteilersatz und Megakopf	1
Stielwechsel	2
Kompletter Femurersatz	1
Pfannenausbau und Einbau eines Megakopfes	3

Bei den 218 durchgeführten Eingriffen der Patienten mit infizierten Hüftendoprothesen betrug die mittlere Anästhesiezeit des Gesamtkollektivs 94 Minuten bei einer durchschnittlichen Schnitt-Nahtzeit, unter Einbeziehung der Wunddebridements von 61 Minuten. Hieraus ergibt sich eine durchschnittliche Einleitungs- und Ausleitungszeit von 33 Minuten.

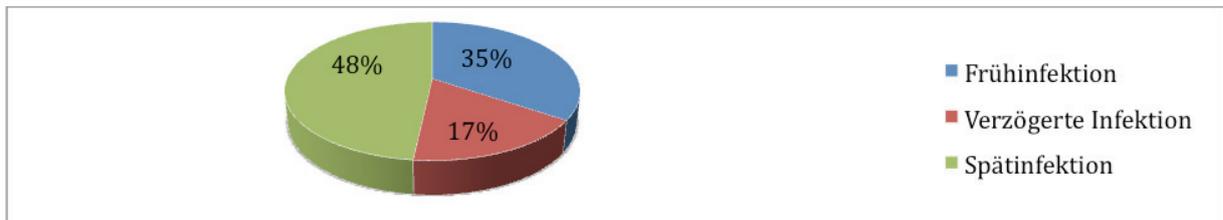
### 5.1.2 Patientenbezogene Ergebnisse primäre Hüftendoprothese

Das Kontrollkollektiv der mittels primärer Hüftendoprothese versorgten Patienten bestand aus 11 Männern und 10 Frauen, deren Durchschnittsalter sich auf 69,2 Jahre errechnete (Standardabweichung: 10,9; Spanne: 47-87 Jahre). Die durchschnittliche Verweildauer betrug 12,4 Tage. Intensivpflichtigkeit bestand bei keinem der Patienten. Mikrobiologische und histologische Untersuchungen erfolgten bei keinem der Patienten dieses Kollektivs. 11 der Patienten erhielten eine zementierte, 10 der Patienten eine unzementierte Hüftendoprothese. Die Substitution von Erythrozytenkonzentraten wurde bei 2 Patienten notwendig. Diese beiden Patienten erhielten je 2 Blutkonserven, so dass ein durchschnittlicher Verbrauch von 0,2 Konserven pro Patient entstand. Bei den 21 durchgeführten Eingriffen betrug die mittlere Anästhesiezeit des Kontrollkollektivs 97 Minuten bei einer durchschnittlichen

Schnitt-Nahtzeit von 70 Minuten pro Operation. Die hieraus errechnete Einleitungs- und Ausleitungszeit beträgt so 30 Minuten pro Patient.

### 5.1.3 Patientenbezogene Ergebnisse Knieendoprotheseninfektion

Von den 28 ausgewerteten Patienten mit der Diagnose Knieendoprotheseninfektion waren 20 weiblich und 8 männlich. Hier lag der Altersdurchschnitt bei 71,7 Jahren (Spanne: 54-91 Jahre). Die durchschnittliche Verweildauer lag bei diesem Patientengut bei 48,2 Tagen. Intensivpflichtigkeit bestand bei den 28 Patienten im Schnitt für 2,5 Tage. Bei 10 Patienten konnte die Diagnose Frühinfektion gesichert werden. Bei der verzögerten Infektion waren es 5 Patienten. In die Gruppe der Spätinfektion wurden 14 Patienten eingeschlossen (Abb.4). In der Tabelle 10 ist das Spektrum der Erreger bei Knieendoprotheseninfektion aufgezeigt. Histologisch konnte bei 24 von den 28 Patienten, also bei rund 86 % der Gruppe Knieendoprotheseninfektion eine Entzündung festgestellt werden.



**Abbildung 4: Prozentuale Verteilung des Infektionszeitpunktes bei Knieendoprotheseninfektion**

**Tabelle 10: Häufigkeit der nachgewiesenen Keime bei Diagnose Knieendoprotheseninfektion**

Erreger	Zahl der Fälle
Staphylococcus epidermidis	11
Staphylococcus aureus	7
Enterococcus faecalis	4
Enterococcus faecium	3
Pseudomonas aeruginosa	2
Streptococcus dysgalactiae	2
Candida parapsilosis	1
Staphylococcus warneri	1
Enterobacter cloacae	1
Streptococcus bovis	1
Morganella morganii	1
Proteus vulgaris	1
Streptococcus pyogenes	1
Enterococcus durans	1
Escherichia coli	1
Serratia	1
Weeksella virosa	1
Micrococcus luteus	1
Micromonas	1

(Mehrfachnennung bei Mischinfektionen)

Insgesamt wurden bei 28 Patienten mit Knieendoprotheseninfektion 114 Operationen durchgeführt, also durchschnittlich 4,1 Operationen pro Patient. Bei 14 Patienten wurde ein zweizeitiger Knieendoprothesenwechsel durchgeführt, bei vier Patienten erfolgte ein einzeitiger Wechsel. Tabelle 11 zeigt die Verteilung aller durchgeführten Operationen. Von den 28 Patienten mit der Diagnose Knieendoprotheseninfektion wurden 19 Patienten mit Erythrozytenkonzentraten substituiert. Im Mittel erhielten diese 19 Patienten 7,2 Blutkonserven, was einem durchschnittlichen Verbrauch von 4,5 Konserven pro Knieendoprothesenpatient entspricht.

**Tabelle 11: Anzahl der operativen Eingriffe bei Diagnose Knieendoprotheseninfektion**

Durchgeführte Operation	Anzahl der Patienten
Zweizeitiger Endoprothesenwechsel	14
Einzeitiger Endoprothesenwechsel	4

Inlaywechsel	3
Explantation und Arthrodese	4
Explantation und Spacereinlage	4
Patellektomie	3
Oberschenkelamputation	1

Die mittlere Anästhesiezeit der Patienten mit infizierter Knieendoprothese betrug bei 114 durchgeführten operativen Eingriffen 95 Minuten. Die durchschnittliche Schnitt-Nahtzeit wurde mit 64 Minuten pro Operation berechnet und hieraus eine durchschnittliche Einleitungs- und Ausleitungszeit von im Mittel 30 Minuten.

#### **5.1.4 Patientenbezogene Ergebnisse primäre Knieendoprothese**

Das Kontrollkollektiv der mittels primärer Knieendoprothese versorgten Patienten bestand aus 10 Männern und 11 Frauen, deren Durchschnittsalter sich auf 65,6 Jahre errechnete (Standardabweichung: 9,6; Spanne: 37-77 Jahre). Die durchschnittliche Verweildauer betrug 13,4 Tage. Intensivpflichtigkeit bestand bei keinem der 21 Patienten. Bei 13 Patienten wurden mikrobiologische Untersuchungen und bei 4 Patienten histologische Untersuchungen im Rahmen des operativen Eingriffs durchgeführt. Nachweise von Entzündungsreaktionen oder Keimen konnten durch diese Maßnahmen bei diesen Patienten nicht erhoben werden. Bei 6 Patienten dieses Kollektivs wurden Blutprodukte substituiert. Durchschnittlich erhielten diese Patienten 2,2 Erythrozytenkonzentrate was einem durchschnittlichen Verbrauch von 0,6 Konserven pro Patient aus der Kontrollgruppe entspricht. Die mittlere Anästhesiezeit dieser Kontrollgruppe belief sich auf 112 Minuten, die durchschnittliche Schnitt-Nahtzeit auf 82 Minuten und die hieraus ermittelte Ein- und Ausleitungszeit damit auf rund 30 Minuten.

Tabelle 12 zeigt die demographische Verteilung der patientenspezifischen Ergebnisse.

**Tabelle 12: Patientendemographie infizierte und primäre Hüft-TEP sowie infizierte und primäre Knie-TEP**

<b>Durchschnittswerte</b>	<b>Infizierte Hüft-TEP</b>	<b>Primäre Hüft-TEP</b>	<b>Infizierte Knie-TEP</b>	<b>Primäre Knie-TEP</b>
<b>Alter (a)</b>	67,8	69,2	71,7	65,6
<b>Anzahl der Operationen</b>	4,5	1	4,1	1
<b>Anästhesiezeit (min)</b>	95	97	95	112
<b>Schnitt-Nahtzeit (min)</b>	61	71	65	82
<b>Liegedauer (d)</b>	52,7	12,4	48,2	13,5
<b>Intensivstation (d)</b>	4,3	0	2,5	0
<b>Blutprodukte (Stk.)</b>	10	0,2	4,5	0,6

## 5.2 Kostenspezifische Ergebnisse

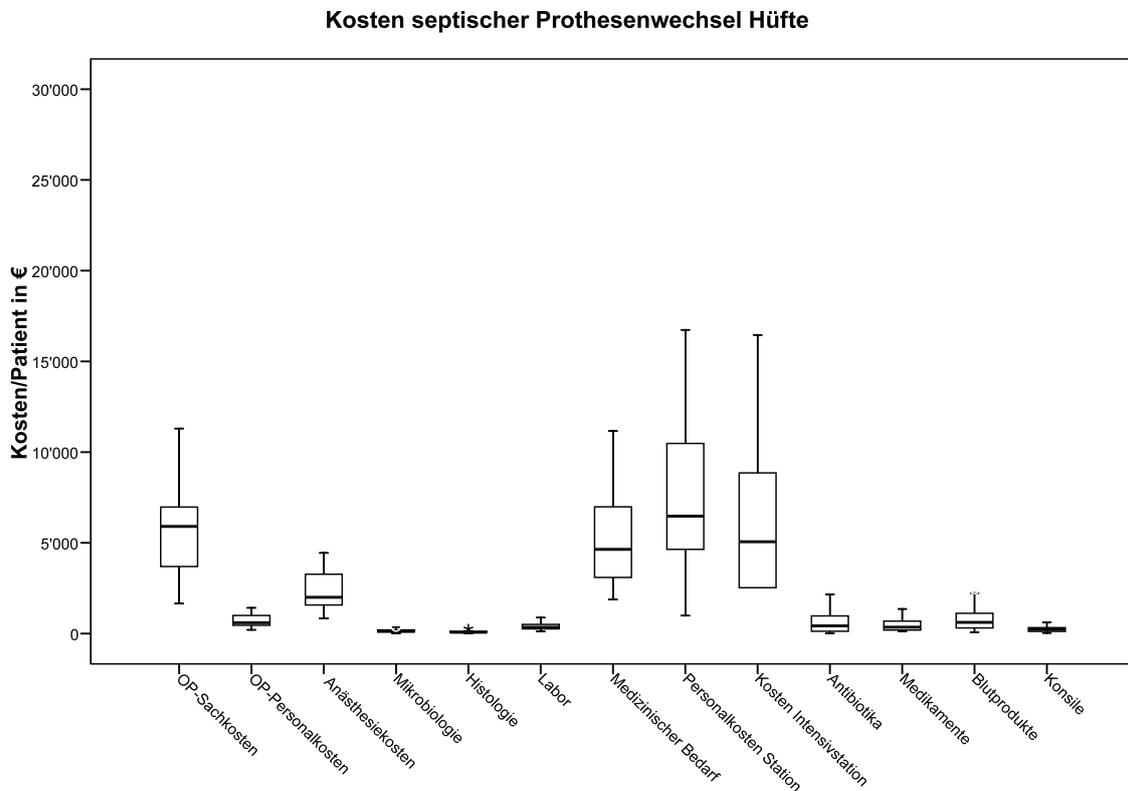
### 5.2.1 Kostenspezifische Ergebnisse Hüftendoprotheseninfektion

Entsprechend der durchgeführten Analyse betragen die durchschnittlichen Kosten der Patienten mit der Diagnose Hüftendoprotheseninfektion 29.331,36 Euro pro Patient. Hiervon entfielen 43,3 % auf Personalkosten und 56,7 % auf die Sachkosten (Tabelle 14, Abbildung 5).

In der Operationseinheit entstanden durchschnittliche Kosten von 7.998,53 Euro pro Patient. Dabei beliefen sich die Personalkosten auf 2.865,41 Euro und die Sachkosten auf 5.133,12 Euro. Auf der Intensivstation entstanden durchschnittliche Kosten von 5.395,61 Euro, davon 2.697,81 Euro Personalkosten und 2.697,81 Euro für Sachkosten. Auf der Normalstation konnten Kosten von insgesamt 15.941,17 Euro festgestellt werden, davon 7.134,91 Euro für Personal- und 8.794,78 € für Sachkosten. Im Folgenden sind die absoluten und die prozentualen Anteile der einzelnen Teilbereiche an den Gesamtkosten des Patientenkollektivs Hüftendoprotheseninfektion aufgelistet dargestellt.

#### **Absolute und prozentuale Anteile der Kosten der einzelnen Positionen. Hüftendoprotheseninfektion**

Implantatkosten	5.133,12 €	17,5 %
Laborleistungen	369,06 €	1,26 %
Mikrobiologie	149,90 €	0,5 %
Histologie	84,91 €	0,29 %
Radiologische Konsile	219,20 €	0,75 %
Blutprodukte	676,25 €	2,31 %
Antibiotika	634,53 €	2,16 %
Medikamente	404,38 €	1,38 %
Medizinischer Bedarf	6.254,99 €	21,32 %
Personalkosten OP	659,75 €	2,25 %
Kosten Anästhesie	2.205,66 €	7,52 %
Kosten Normalstation	7.134,91 €	27,36 %
Kosten Intensivstation	5.395,61 €	18,39 %
<b>Gesamtkosten</b>	<b>29.331,36 €</b>	<b>100 %</b>



**Abbildung 5: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimalwerte und Maximalwerte der einzelnen Posten bei der infizierten Hüftprothese in Euro.**

## 5.2.2 Kostenspezifische Ergebnisse primäre Hüftendoprothese

Die ermittelten Kosten der Patienten der Kontrollgruppe Hüft-Endoprothese sind in Tabelle 15 kumulativ aufgeführt. Die durchschnittlichen Gesamtkosten addierten sich auf 6.263,59 Euro, wobei die Personalkosten 42,5 % und die Sachkosten 57,5 % ausmachten. Die Aufwendungen der Versorgung im Operationsbereich lagen bei durchschnittlich 3.060,28 Euro pro Patient. Dabei betragen die Personalkosten 948,62 Euro und die Sachkosten 2.111,66 Euro. Auf der Normalstation entstanden durchschnittliche Kosten von 3.203,31 Euro pro Patient. Davon beliefen sich die Personalkosten auf 1.713,76 Euro, die Sachkosten auf 1.489,55 € pro Patient. In der nachfolgenden Auflistung zeigen sich die absoluten und die prozentualen Anteile der

einzelnen Teilbereiche an den Gesamtkosten der Patienten mit primärer Hüft-Endoprothese.

**Absolute und prozentuale Anteile der Kosten der einzelnen Positionen. Primäre H-TEP**

Implantatkosten	2.111,66 €	33,71 %
Laborleistungen	56,99 €	0,91 %
Radiologische Konsile	133,44 €	2,13 %
Blutprodukte	15,33 €	0,24 %
Antibiotika	4,48 €	0,07 %
Medikamente	114,04 €	1,82 %
Medizinischer Bedarf	1.165,27 €	18,6 %
Personalkosten OP	238,35 €	3,81 %
Kosten Anästhesie	710,27 €	11,34 %
Kosten Normalstation	1.713,76 €	27,36 %
<b>Gesamtkosten</b>	<b>6.263,59 €</b>	<b>100 %</b>

**5.2.3 Kostenanalyse Hüfte**

Bei dem direkten Vergleich der 49 Patienten mit der Diagnose infizierte Hüftendoprothese zwischen errechneten und rückerstatteten Kosten ergibt sich bei der Berechnung durch DRG-Erstattungen 2005 ein durchschnittliches Defizit von 12.685,60 Euro pro Patient. Dies entspricht einer Deckung von 56,75 % pro Patient. Betrachtet man die Kontrollgruppe primäre Hüft-TEP ergibt sich eine DRG-Vergütung von 7.045 Euro pro Patient bei durchschnittlichen Aufwändungen von 6.263,59 Euro pro Patient. Dies entspricht einer durchschnittlichen Mehrerstattung von 781,41 Euro (Tabelle 13).

**Tabelle 13: Vergleich der Kosten mit den Erstattungen nach DRG in €. Gewinn und Verlust in € und Deckung in %.**

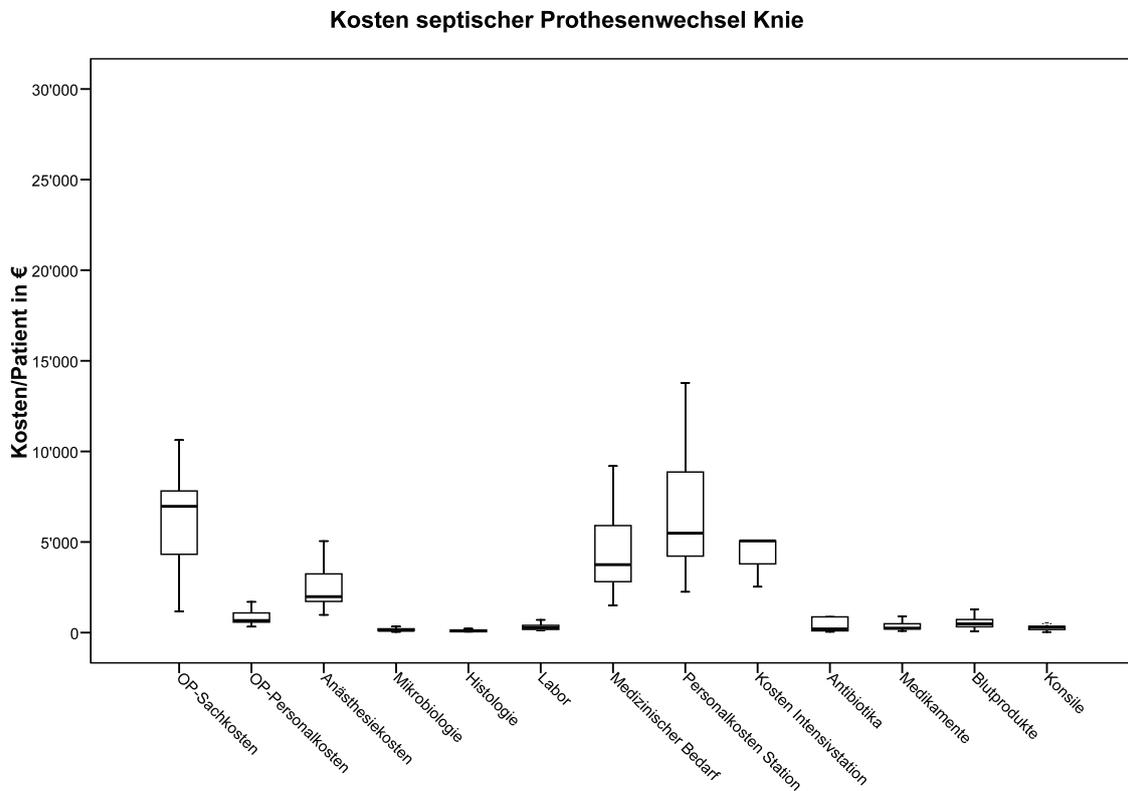
Gruppe	Anzahl	Kosten/Patient (€)	Erstattung nach DRG (€)	Über-/Unterdeckung (€)	Deckung (%)
Infizierte Hüftprothese	49	29.331,36	16.645,76	-12.685,60	56,75
Kontrollgruppe primäre H-TEP	21	6.263,59	7.045	+781,41	110,8

#### 5.2.4 Kostenspezifische Ergebnisse Knieendoprotheseninfektion

Bei der Gruppe Knieendoprotheseninfektion beliefen sich die Kosten pro Patient auf 25.194,30 Euro (Tabelle 17, Abbildung 6). 44,2 % entfielen hiervon auf die Personalkosten und 55,8 % auf die Sachkosten. In der Operationseinheit betrugen die durchschnittlichen Kosten 8.733,96 Euro pro Patient. Dabei beliefen sich die Personalkosten auf 2.841,77 Euro und die Sachkosten auf 5.892,19 Euro. Auf der Intensivstation entstanden durchschnittliche Kosten von 3.081,61 Euro, davon 1.540,81 Euro Personalkosten und 1.540,81 Euro für Sachkosten. Auf der Normalstation konnten Kosten von durchschnittlich insgesamt 13.378,73 Euro festgestellt werden, davon 6.760,47 Euro für Personal- und 6.618,26 Euro für Sachkosten. Die nachfolgende Auflistung zeigt die absoluten und die prozentualen Anteile der einzelnen Teilbereiche, gemessen an den Gesamtkosten des Patientenkollektivs Knieendoprotheseninfektion.

##### **Absolute und prozentuale Anteile der Kosten der einzelnen Positionen. Knieprotheseninfektion**

Implantatkosten	5.892,19 €	23,39 %
Laborleistungen	268,32 €	1,07 %
Mikrobiologie	132,65 €	0,53 %
Histologie	111,66 €	0,44 %
Radiologische Konsile	247,83 €	0,98 %
Blutprodukte	502,99 €	2,0 %
Antibiotika	518,64 €	2,05 %
Medikamente	316,50 €	1,26 %
Medizinischer Bedarf	4.520,57 €	17,94 %
Personalkosten OP	714,08 €	2,83 %
Kosten Anästhesie	2.127,69 €	8,45 %
Kosten Normalstation	6.760,47 €	26,83 %
Kosten Intensivstation	3.081,61 €	12,23 %
<b>Gesamtkosten</b>	<b>25.194,30 €</b>	<b>100%</b>



**Abbildung 6: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimalwerte und Maximalwerte der einzelnen Posten bei der infizierten Knieprothese in Euro.**

### 5.2.5 Kostenspezifische Ergebnisse primäre Knieendoprothese

Die ermittelten Kosten der Patienten der Kontrollgruppe Knieendoprothese sind in Tabelle 18 aufgeführt. Die durchschnittlichen Gesamtkosten addierten sich auf 6.888,85 Euro, wobei die Personalkosten 43,4 % und die Sachkosten 56,6 % ausmachten. Die Aufwändungen der Versorgung im Operationsbereich lagen bei durchschnittlich 3.265,55 Euro pro Patient. Dabei betragen die Personalkosten 1.091,07 Euro und die Sachkosten 2.174,48 Euro. Auf der Normalstation entstanden durchschnittliche Kosten von 3.623,30 Euro pro Patient. Davon beliefen sich die Personalkosten auf 1.895,60 Euro, die Sachkosten auf 1.727,70 € pro Patient. In der nachfolgenden Auflistung zeigen sich die absoluten und die prozentualen Anteile der

einzelnen Teilbereiche an den Gesamtkosten der Patienten mit primärer Knie-Endoprothese.

**Absolute und prozentuale Anteile der Kosten der einzelnen Positionen. Primäre K-TEP**

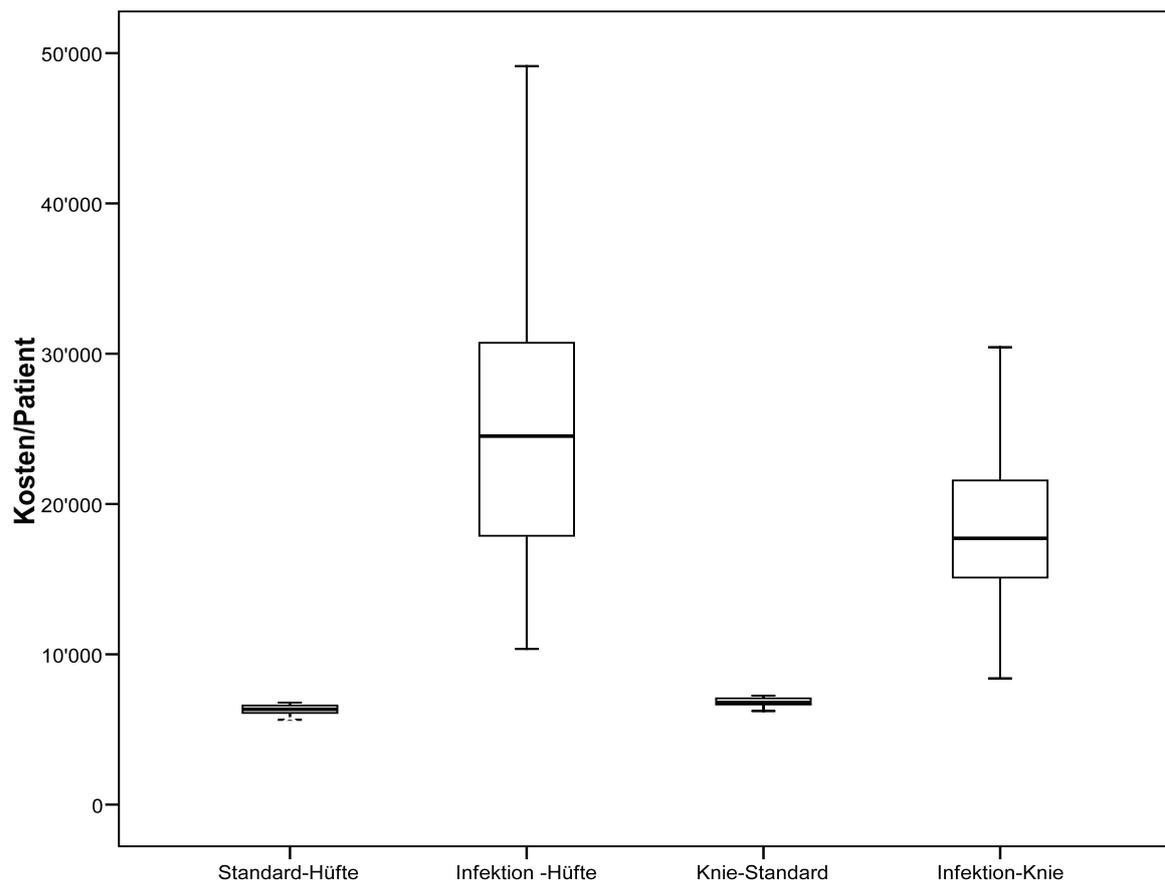
Implantatkosten	2.174,48 €	31,57 %
Laborleistungen	88,13 €	1,28 %
Mikrobiologie	15,16 €	0,22 %
Histologie	4,58 €	0,07 %
Radiologische Konsile	169,34 €	2,46 %
Blutprodukte	42,15 €	0,61 %
Antibiotika	5,66 €	0,08 %
Medikamente	96,82 €	1,41 %
Medizinischer Bedarf	1.305,86 €	18,96 %
Personalkosten OP	274,17 €	3,98 %
Kosten Anästhesie	816,90 €	11,86 %
Kosten Normalstation	1.895,60 €	27,52 %
<b>Gesamtkosten</b>	<b>6.888,85 €</b>	<b>100 %</b>

### **5.2.6 Kostenanalyse Knie**

Bei dem direkten Vergleich der 28 Patienten mit der Diagnose infizierte Knieendoprothese zwischen errechneten und rückerstatteten Kosten ergibt sich bei der Berechnung durch DRG-Erstattungen 2005 ein durchschnittliches Defizit von 6.356,15 Euro pro Patient. Dies entspricht einer Deckung von 74,77 % pro Patient. Betrachtet man die Kontrollgruppe primäre Knie-TEP ergibt sich eine DRG-Vergütung von 7.815,59 Euro pro Patient bei durchschnittlichen Aufwändungen von 6.888,85 Euro pro Patient. Dies entspricht einer durchschnittlichen Mehrerstattung von 926,74 Euro (Tabelle 14).

**Tabelle 14: Vergleich der Kosten mit den Erstattungen nach DRG in €. Gewinn und Verlust in € und Deckung in %.**

Gruppe	Anzahl	Kosten/Patient (€)	Erstattung nach DRG	Über/Unterdeckung (€)	Deckung %
Infizierte Knieprothese	28	25.194,30	18.838,15	-6.356,15	74,77
Kontrollgruppe primäre Knie-TEP	21	6.888,85	7.815,59	+926,74	111,86



**Abbildung 7: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimalwerte, Maximalwerte der durchschnittlichen Behandlungskosten der Standardhüfte, der infizierten Hüftprothese, des Standardknies und der infizierten Knieprothese in €**

## 6 Diskussion

Im Rahmen der aktuellen Untersuchung wurden 49 Patienten aus der Orthopädischen Universitätsklinik Rostock mit infizierten Hüftendoprothesen und 28 Patienten mit infizierten Knieendoprothesen einer Kostenanalyse unterzogen. Die entstandenen Kosten wurden mit einem Standardkollektiv von je 21 Patienten mit primär implantierten Hüft- und Knieendoprothesen verglichen, um so sicher zu stellen, dass die in Rostock erhobenen Daten denen der übrigen Literatur bezüglich des Standardkollektives entsprechen. Die Festlegung der erforderlichen Kollektivgröße zur Analyse der Kosten entspricht den Berechnungen des Institutes für Medizinische Informatik Biometrie und Epidemiologie der Universität Rostock.

Bei dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von primären Hüftendoprothesen mit infizierten Hüftendoprothesen konnte gezeigt werden dass, im Gegensatz zu den primär implantierten, durch welche sich ein durchschnittlicher Gewinn von 781,41 Euro erwirtschaften ließ, sich bei den infizierten Hüftendoprothesen ein Defizit von durchschnittlich 12.685,60 Euro einstellte. Hierbei ist zu beachten, dass die Gesamtkosten für eine primäre Hüftendoprothese im Mittel 6.263,59 Euro betragen. Dem gegenüber betragen die Kosten für eine infizierte Hüftendoprothese im Mittel 29.331,36 Euro.

Bei der Aufschlüsselung der einzelnen Kosten fanden sich, gerade bei der Liegezeit und bei der durchschnittlichen Operationszeit erhebliche Differenzen zwischen der infizierten Hüftendoprothese und der Normalprothese. Die Patienten mit Endoprotheseninfektion hatten einen durchschnittlichen Krankenhausaufenthalt von 52,7 Tagen und eine durchschnittliche Operationszeit von 266 Minuten. Bei den Patienten mit Primärprothese waren es im Mittel 12,4 Krankenhaustage und 71 Operationsminuten. Die längere Liegezeit und Operationszeit der Patienten mit Endoprotheseninfektion bedingt stark erhöhte Personalkosten im Operationsbereich und auf der Normalstation. Im Operationsbereich konnten an Personalkosten insgesamt durchschnittlich 948,62 Euro bei den Patienten mit primärer Hüftendoprothese und 2865,41 Euro bei infizierter Hüftendoprothese ermittelt werden. Im stationären Bereich beliefen sich die Personalkosten bei der Kontrollgruppe im Mittel auf 1.713,76 € und bei den infizierten Hüften auf 7.146,39 €.

Außerdem fiel der gesteigerte Antibiotikaverbrauch von Patienten mit infizierter Hüftendoprothese gegenüber der primär implantierten Hüftendoprothese auf. Die durchschnittlichen Kosten für Antibiotika einer primären Hüftendoprothese beliefen sich auf 4,48 Euro, bei der infizierten Hüftendoprothese auf 634,53 Euro. Auch der Bedarf an den übrigen Medikamenten zeigte sich bei der Patientengruppe mit infizierter Hüft-TEP gegenüber der Kontrollgruppe signifikant erhöht. Durchschnittlich beliefen sich die Kosten auf 404,38 € bei Hüft-Endoprotheseninfektion und im Mittel auf 114,04 € bei der primären Hüft-TEP. Bei den Kosten, die für Erythrozytenkonzentrate aufgewendet wurden verhielt es sich nicht anders. Sie betragen 676,25 Euro bei Hüftendoprotheseninfektion und lediglich 15,33 Euro bei der primären Hüft-TEP. Erhebliche Unterschiede bei den Laborkosten konnten ebenfalls festgestellt werden. Berechnet wurden 56,99 Euro bei der Kontrollgruppe und 369,06 Euro bei Hüftendoprotheseninfektion.

Die Kosten für den medizinischen Bedarf, bestehend unter anderem aus Verbandsmaterial, Einwegspritzen, Einwegkatheter, Laborbedarf, Desinfektionsmittel und medizinischen Instrumenten, zeigten sich bei Patienten mit primärer Endoprothese bei 1.165,27 Euro, bei den Patienten mit Hüftgelenksinfektion bei 6.254,99 Euro. Für den intensivmedizinischen Bereich entstanden lediglich Kosten für das Patientengut „infizierte Hüftgelenksendoprothese“ von im Durchschnitt 5.395,61 Euro.

In seiner europäischen Vergleichsstudie über die Kosten und den Erlös primärer Hüftendoprothetik zeigte Stargardt, dass die in Deutschland im Durchschnitt anfallenden Kosten von 6.364 € im westeuropäischen Mittelfeld liegen (108). Lediglich die osteuropäischen Länder konnten deutlich geringere Kosten aufweisen. Analog zu unseren Untersuchungen mit Implantatkosten von 34 % der Gesamtkosten, konnte in der Arbeit von Stargardt gezeigt werden, dass die Implantatkosten mit im Durchschnitt 34 % der Gesamtkosten den Hauptteil der Kosten ausmachen. Für den stationären Aufenthalt wurden in der beschriebenen Arbeit im Durchschnitt 21 % der Gesamtkosten berechnet, gefolgt von den OP-Kosten von im Mittel 13 % der Gesamtkosten. Bei uns beliefen sich die Kosten für den stationären Aufenthalt auf durchschnittlich 27 % der Gesamtkosten, die OP-Kosten auf im Durchschnitt 15 % der Gesamtkosten einer primären

Hüftendoprothese. Die Kosten für den Medikamentenverbrauch wurden von Stargardt mit im Durchschnitt 4 %, die Kosten für Konsile mit 2,6 % der Gesamtkosten ermittelt. In unserer Arbeit errechneten wir für den Medikamentenverbrauch 1,9 % und für die Konsile durchschnittlich 2,1 % der Gesamtkosten. Auffallend bleibt, dass die Implantatkosten innereuropäisch von 483 € in Ungarn zu 3.416 € in Italien für unzementierte Implantate variieren. Bezüglich des Erlöses zeigte sich zum damaligen Zeitpunkt für Deutschland ein Mittelwert von 6.767,63 €. Die Deckungsrate variierte innereuropäisch von 110,5 % in Polen, bis zu 132,5 % in Dänemark (entsprechend 10,5-32,5 % Gewinn) (108).

Im Vergleich mit dem Sozialversicherungssystem der USA (Medicare) entspricht unser Gewinn von 781,41 Euro welcher, mit einer primären Hüft-TEP zu erzielen ist ungefähr dem, was in den Vereinigten Staaten durch eine im Rahmen eines Medicare-Verfahrens finanzierte Hüfte zu erreichen ist (109). Bei einer durchschnittlichen Bezahlung von 11.000 Dollar (7.871,48 €) konnte im Jahre 2008 ein Gewinn von 650 \$ (465,13 €) erzielt werden. Somit scheint die in den Vereinigten Staaten durch die Versicherungen veranschlagte Gewinnspanne der unsrigen bei insgesamt geringfügig höheren Kosten zu entsprechen (109). Die Alters- und Geschlechtsverteilung der von Rana et al. untersuchten Patienten entsprach in etwa der unsrigen (110). Nichts desto trotz fällt im Vergleich mit den Vereinigten Staaten, insbesondere eine mit 4,1 Tagen deutlich verkürzte stationäre Liegezeit auf. Bei der Kostenanalyse zeigten sich im Vergleich mit den von Rana et al. im Jahre 2008 erhobenen Daten einige wesentliche Unterschiede. So scheint in den Vereinigten Staaten eine Bluttransfusion üblich, die im Durchschnitt mit 616 Dollar zu Buche schlägt. Auch die Laborkosten sind, verglichen mit den unsrigen ca. 4x so hoch. Dem gegenüber sind die Kosten für die Anästhesie in den Staaten mit 514 Dollar niedriger als die von uns veranschlagten 710 € (110). Auch in den Vereinigten Staaten scheint es dementsprechend so zu sein, dass unter den aktuellen Abrechnungsbedingungen schon bei Standard-Hüftprothesenimplantation die Rentabilität für das Krankenhaus nicht mehr sicher gegeben ist (109).

Bereits 2002 führten Schürmann und Müller auf, dass die Hüft- und Knieprothesenimplantation unter DRG-Bedingungen in Deutschland zwar kostendeckend durchführbar ist, auf der anderen Seite jedoch alleine die durch

Nebenerkrankungen verursachten Kosten bei Standardprothesen keine Deckung mehr gewährleisten (111). Hieraus stellt sich für orthopädische Kliniken die Frage, ob Sonderfälle wie Protheseninfektionen überhaupt finanzierbar sind. Bei der durch Schürmann angefertigten Kostenanalyse von DRG-Fällen zeigte sich da schon ein Gesamtkostenvolumen von ca. 6.500 € bei Kniegelenken und 6.300 € bei Hüftgelenken.

Es bleibt somit festzuhalten, dass die im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführte Kostenanalyse der Kontrollgruppe primäre Hüftendoprothese den Ergebnissen der Literatur entspricht. Auch die durchgeführten Subgruppenanalysen, wie Implantatkosten, OP-Kosten sowie stationäre Kosten entsprechen weitgehend denen der Literatur. Dem zu Folge sind die von uns durchgeführten Kostenanalysen infizierter Endoprothesen als kongruent einzustufen.

Bei jeder chirurgischen Intervention kann es zu schwerwiegenden Komplikationen, welche auch die Möglichkeit einer Infektion einschließen, kommen. Wundinfekte sind die dritthäufigste Ursache für Revisionsoperationen nach hüftendoprothetischem Gelenkersatz. Trotz verbesserter Prophylaxen und Therapieoptionen zeigen aktuelle Studien weiterhin einen Anstieg der Infektionen (5, 10). Assoziiert mit einem erhöhten Infektrisiko nach Endoprothesenimplantation scheinen Komorbiditäten jeglicher Art, das männliche Geschlecht, starkes Übergewicht und eine fehlende Beimischung von Antibiotika im Knochenzement zu sein (39). Auch wenn das Gesamtrisiko nach einer Hüftimplantation eine Infektion zu erleiden mit etwa 1-2 % relativ gering ist, so ist bei der hohen Anzahl von Hüftgelenkersatzoperationen von ca. 150 000 allein in Deutschland 2007, mit einer Neuinfektionsrate von weit über 1 000 pro Jahr zu rechnen (2). Die Behandlung der Infektion obliegt dann häufig speziellen Institutionen, so dass sich diese Fälle sowohl in Spezialkliniken, als auch in Universitätskliniken häufen, denn nur dort findet sich das nötige Know-how und die erforderlichen Ressourcen zur Behandlung derart komplexer Fälle. In dem Zeitalter der DRGs ist dementsprechend gerade für diese Institutionen eine Kostenanalyse von großer Bedeutung. Bereits 2003 beschrieben Crowe et al. einen durchschnittlichen Verlust bei der Behandlung gelockerter Hüftprothesen von 4.402 \$, wobei es je nach Komplexität des Falles zu Verlusten bis zu 28.700 \$ kommen konnte (112). Ursächlich für die hohen Kosten bei der

Revisionsendoprothetik sind demnach verlängerte Liegezeiten, hohe Implantatkosten sowie die Verwendung von Knochenersatzmaterialien. Auf Seiten der Einnahmen zeigte sich jedoch kein wesentlicher Unterschied zwischen den behandelten Fällen. Lediglich ein hohes Patientenalter (>65 Jahre) scheint Einfluss auf höhere Kostenerstattung zu haben (112). Die von Crowe et al. untersuchten Fälle beinhalteten allerdings keine septischen Revisionen, bei denen von deutlich höheren Verlusten ausgegangen werden muss.

Selbst bei geringeren Kosten in der Patientenversorgung mit einer primären Hüftprothese konnte auch im Rahmen einer Nachuntersuchung von Iribarren et al. 2007 gezeigt werden, dass sich in Lateinamerika ein drei bis vierfaches an Kosten aus einer infizierten Hüftprothese akkumuliert (113). Die Autoren zeigten, dass sich durch einen verlängerten Krankenhausaufenthalt (13 gegenüber 54 Tagen) und der Notwendigkeit einer Intensivmedizinischen Betreuung, eine Kostensteigerung von im Durchschnitt 2.354 \$ auf 6.854 \$ für den infizierten Patienten ergab (113). In unserer Arbeit wurde ein Kostenanstieg von mehr als ein Vierfaches ermittelt.

In einer Studie von 2005 verglichen Bozic und Ries 25 septische Hüftprothesenwechsel mit 25 aseptischen Hüftprothesenwechsel, bezüglich klinischer, demographischer und ökonomischer Daten. Hierbei zeigte sich eine deutlich erhöhte Liegezeit sowie höhere Kosten bei den infizierten Hüftprothesen. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die Behandlung infizierter Prothesen in den Vereinigten Staaten zu einem erheblichen Kostendruck auf Ärzte und Krankenhäuser führt. Die Kosten für einen septischen Prothesenwechsel betragen dort im Mittel 96.166 \$ gegenüber 34.866 \$ bei den aseptischen Wechseln und 21.654 \$ bei der primären Hüft-TEP-Implantation (6). Es zeigte sich analog zu unseren Untersuchungen ein ca. 4,5-facher Kostenanstieg bei der infizierten Hüfte, gegenüber der nicht-infizierten Hüfte. Nichts desto trotz fanden Bozic und Ries bei einer ähnlichen Gesamt-Operationszeit (277,8 Minuten vs. 266,2 Minuten bei uns) eine unterschiedliche Häufigkeit der Krankenhausaufenthalte (3,6 Aufenthalte vs. 2,4 Aufenthalte), eine unterschiedliche Zahl der durchgeführten Operationen (3,7 Operationen vs. 4,5 Operationen) und eine deutlich kürzere Liegezeit (28 Tagen vs. 52 Tagen). In einer anderen Studie analysierten Sculco et al. die ökonomischen Auswirkungen nach Hüft-TEP am Hospital For Special Surgery in New York. In der

Analyse von 1993 beziffern die Autoren die durchschnittlichen Kosten für eine infizierte Hüftendoprothese auf 50.000 bis 60.000 \$. Schon damals schlug der Autor eine gerechtere Bezahlung für die Behandlung von infizierten Endoprothesen vor (10). In ihrer Analyse von 2005 errechneten Wodtke et al. einen Gesamterlös für einen infizierten zweizeitigen Hüftendoprothesenwechsel von 10.500 €, wobei sich die Antibiotikakosten, bei beispielsweise einem resistenten Staphylokokkus alleine schon auf 6.080 € beliefen (20). Dementsprechend verblieben zur Deckung von OP-Kosten, Materialverbrauch und Personalkosten lediglich 4.400 €, was bei einer durchschnittlichen Liegedauer von 52 Tagen einem Tagesbudget von 84 Euro gestatten würde.

Bei dem Vergleich primär implantierter Knieendoprothesen mit einer infizierten Knieendoprothese konnte in der Studie gezeigt werden, dass im Gegensatz zu den primären Knie-TEPs, durch welche sich ein durchschnittlicher Gewinn von 926,74 Euro erwirtschaften ließ, sich bei den infizierten Knieendoprothesen ein Defizit von durchschnittlich 6.356,15 Euro pro Patient einstellte. Hierbei ist zu beachten, dass die Gesamtkosten für eine primäre Knieendoprothese im Mittel 6.888,85 Euro betragen, demgegenüber betragen die Kosten für eine infizierte TEP im Mittel 25.194,30 Euro. Bei der Aufschlüsselung der einzelnen Kosten fanden sich gerade bei der Liegezeit und bei der durchschnittlichen Operationszeit erhebliche Unterschiede zwischen der infizierten Knieendoprothese und der Normalprothese. Die Patienten mit Endoprotheseninfektion hatten einen durchschnittlichen Krankenhausaufenthalt von 48,2 Tagen und eine durchschnittliche Operationszeit von 386 Minuten. Bei den Patienten mit Primärendoprothese waren es im Mittel 13,5 Krankenhaustage und 82 Operationsminuten. Die längeren Liegezeiten und Operationszeiten der Patienten mit Endoprotheseninfektionen bedingen stark erhöhte Personalkosten im Operationsbereich und auf der Normalstation. Auch fiel der Antibiotikaverbrauch von Patienten mit infizierter Knie-Endoprothese gegenüber der primär implantierten Knieendoprothese auf. Die durchschnittlichen Kosten für Antibiotika einer primären Knie-Endoprothese beliefen sich auf 5,66 Euro, bei der infizierten Knieendoprothese auf 518,64 Euro. Auch der Bedarf an den übrigen Medikamenten zeigte sich bei der Patientengruppe mit infizierter Knie-TEP gegenüber der Kontrollgruppe deutlich erhöht. Durchschnittlich beliefen sich die

Kosten auf 316,50 € bei Knie-Endoprotheseninfektion und im Mittel auf 96,82 € bei der primären Knie-TEP. Bei den Kosten, die für Erythrozytenkonzentrate aufgewendet wurden verhielt es sich nicht anders. Sie betragen 502,99 Euro bei Knieendoprotheseninfektion und lediglich 42,15 Euro bei der primären Knie-TEP. Erhebliche Unterschiede bei den Laborkosten konnten ebenfalls festgestellt werden. Berechnet wurden 88,13 Euro bei der Kontrollgruppe und 268,32 Euro bei Knieprotheseninfektion. Im Operationsbereich konnten mittlere Personalkosten von 1.091,07 Euro bei den Patienten mit primärer Knie-TEP und 2.841,77 Euro bei infizierter Knieendoprothese ermittelt werden. Im stationären Bereich beliefen sich die Personalkosten bei der Kontrollgruppe im Mittel auf 1.895,60 € und bei den infizierten Knien auf 6.760,47 €. Die Kosten für den medizinischen Bedarf, bestehend unter anderem aus Verbandsmaterial, Einwegspritzen, Einwegkathetern, Laborbedarf, Desinfektionsmittel und medizinischen Instrumenten zeigten sich bei Patienten mit primärer Endoprothese bei 1.305,86 Euro, bei den Patienten mit Kniegelenksinfektion bei 4.520,57 Euro. Für den intensivmedizinischen Bereich entstanden lediglich Kosten für das Patientengut „infizierte Kniegelenksendoprothese“ von im Durchschnitt 3.081,61 Euro.

Bei den primären Knieendoprothesen zeigt die aktuelle Kostenanalyse, entsprechend der Untersuchung von Lavernia et al. in ähnlicher Höhe anfallende Gesamtkosten, welche sich in der Studie aus den USA für Prothese und Personal auf 10.989 \$ beliefen (17). Unsere Untersuchung zeigt jedoch auch, dass im Gegensatz zu den 80er Jahren, wo ein Großteil der Kosten aus der Dauer des Krankenhausaufenthaltes resultierte und die Implantat- sowie die OP- Kosten dem gegenüber kaum ins Gewicht fielen, das der Löwenanteil der Kosten einer primären Endoprothese, aber auch der einer Revision auf Kosten für OP-Zeit, Implantate und Medikamente zurückzuführen ist und der stationäre Aufenthalt bei deutlich verkürzten Liegezeiten weniger ins Gewicht fällt.

In einer aktuellen Arbeit analysierten Healy et al. die Kosten einer primären Knie-TEP (114). Hierbei zeigte sich in einem Zeitraum von 1991 bis 2009 eine Umkehr von einem durchschnittlichen Verlust von 2.172 \$ zu einem durchschnittlichen Gewinn von 2.086 \$ pro Knie-TEP in den Vereinigten Staaten. Für die Gewinnsteigerung machten die Autoren hauptsächlich die reduzierte Aufenthaltsdauer im Krankenhaus

verantwortlich. Lag die Liegezeit 1991 noch bei durchschnittlich 9 Tagen, konnte bis zum Jahr 2009 eine Reduktion auf im Mittel 3,7 Tage erreicht werden. In unserer Studie konnte durch die Implantation einer primären Knie-TEP ebenfalls ein Gewinn erzielt werden. Die durchschnittliche Liegedauer unserer Patienten fiel mit 13 Tagen jedoch deutlich höher aus, was eine geringere Gewinnspanne erklären kann. Für primäre Knieendoprothesen des Jahres 2008 errechneten Healy et al. einen durchschnittlichen Preis von 11.002 \$. Demgegenüber errechneten wir durchschnittliche Kosten von 6.888,85 € (9.752,20 \$). Analog zu unserer Untersuchung fielen 2.500,53 \$ für Implantatkosten an. Die Kosten für Medikamente, Labor und die OP-Zeiten fielen in der amerikanischen Studie deutlich höher aus, entsprachen jedoch in ihren prozentualen Anteilen der Gesamtkosten in etwa unseren Werten.

Bei einer Kosten- und Nutzenanalyse fanden Burns et al. 2006 einen Gesamtkostenbetrag von 7.331 \$ pro primärer Knieendoprothese, so dass die von uns ermittelten Kosten in etwa zwischen den beiden in Nordamerika durchgeführten Analysen lagen (115). Zusätzlich fanden Burns et al., dass es 1.667 \$ kostet im Rahmen einer primären Knieprothese eine 10 Punkte Verbesserung im WOMAC-Score ( Western Ontario McMaster Arthritis Questionnaire ) zu erreichen. Andererseits bedarf es eines Kostenaufwandes von 2.602 \$, um eine 10 Punkte Verbesserung bei einem aseptischen Knieprothesenwechsel zu erlangen.

Herbert et al. verglichen die Kosten einer primären Knieendoprothese, die eines aseptischen Knieprothesenwechsels, mit denen eines septischen Knieprothesenwechsels. Es konnte analog zu unserer Arbeit ein drei bis vierfacher Kostenanstieg bei den infizierten Prothesen, gegenüber den Primärimplantationen festgestellt werden. Hierbei wurde von den Autoren ein durchschnittlicher Verlust von ca. 30.000 \$ pro Knie für das behandelnde Krankenhaus festgestellt (16). In ihrer Kostenanalyse von 2006 fanden Lavernia et al., dass schon aseptische Knieprothesenwechsel in den Vereinigten Staaten nicht kostendeckend durchgeführt werden können, auf der anderen Seite aber septische Prothesenwechsel das zu erwartende Defizit vervierfachen würden (116).

In ihrer Analyse von 2010 zeigten Oduwole et al., dass die Revision von infizierten Knieprothesen erheblich teurer ist, als aseptische Revisionen (117). Die

durchschnittlichen Kosten einer aseptischen Revision beliefen sich demnach auf 14.135 €. Die Kosten für eine septische Revision beliefen sich auf im Durchschnitt 19.964 €. Dies resultierte unter anderem aus einem signifikanten Anstieg der Kosten für Untersuchungen und Sonderimplantate, wobei gerade die Implantatkosten um mehr als 30 % anstiegen. Auch die vorliegende Studie konnte zeigen, dass ein erheblicher Kostenanstieg bei dem Vergleich zwischen primärer Prothese und septischem Wechsel auf einem Anstieg der Kosten für Implantate und Untersuchungen beruht.

Tiefe Wundinfektionen machen 15-30 % aller Krankenhausinfektionen aus und sind dementsprechend mit einem hohen Kostenfaktor verbunden (119).

Jedes Jahr werden allein in den Vereinigten Staaten von Amerika mehr als 18 000 000 chirurgische Eingriffe durchgeführt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass im Mittel 2,7 % der Patienten eine tiefe Wundinfektion erleiden (118). Auch in Europa machen tiefe Wundinfekte, mit im Mittel 15,5 % die häufigste Krankenhausinfektion aus (118). War der Protheseninfekt bislang in erster Linie ein schwerer Leidensweg für den Patienten und eine große Herausforderung für den Chirurgen, so wird die Infektionsbehandlung zum jetzigen Zeitpunkt eher zu einem wirtschaftlichen Problem, unter Einbeziehung des Patienten. Maßgeblich hierfür ist, dass das DRG-System die zusätzlichen Therapiekosten einer Infektion nicht vollständig abbildet. Bei unserer Analyse der Behandlungskosten von infizierten Hüftprothesen fand sich ein durchschnittliches Defizit von 12.689,55 Euro. Ein nicht ganz so hohes Defizit von „nur“ 6.356,15 Euro stellten wir bei der Behandlung von infizierten Knieendoprothesen fest. Da diese wirtschaftlichen Defizite auch von großen Kliniken und Universitätskliniken nicht mehr getragen werden können, verursacht der entstandene Versorgungsengpass unter anderem eine zunehmende Wartezeit für Patienten, mit allen erdenklichen Komplikationen, die aus einer verzögerten Behandlung resultieren können.

Neben den allgemeinen Limitationen einer retrospektiven Studie, weist unsere Untersuchung einige weitere Limitationen auf. Eine Limitation ist, dass unsere Analyse sich ausschließlich auf direkte medizinische Kosten bezieht und das nicht medizinische Kosten, welche aus der Behandlung resultierten, wie beispielsweise Produktionsverlust, Gehaltseinbußen und fehlende Sozialabgaben unberücksichtigt

bleiben. Zieht man nun die aus einem septischen Prothesenwechsel resultierenden Nachbehandlungen und Krankschreibungen in Betracht, so scheint es wahrscheinlich, dass ein Einschließen dieser zusätzlichen Kosten unsere These verstärken würde, dass die septische Revisionsendoprothetik mit einem immensen Kostenaufwand einhergeht. Zusätzlich ist unsere Studie dadurch limitiert, dass sie sich ausschließlich auf eine Institution bezieht. Auch wenn die Analyse einer einzelnen Institution die Möglichkeit offeriert, detaillierte patientenspezifische Kosten und klinische Daten zu gewinnen, so erlaubt dies dennoch keinen allgemein gültigen Rückschluss auf das gesamtdeutsche Gesundheitssystem. Weitere Studien scheinen notwendig um unsere Ergebnisse mit denen anderer deutscher Krankenhäusern zu vergleichen.

Noch eine Limitation dieser Arbeit resultiert aus der Tatsache, dass lediglich primäre Prothesen und septische Revisionen analysiert wurden, aseptische Revisionen wurden in die aktuelle Studie nicht einbezogen. Ein direkter Vergleich zwischen aseptischen und septischen Wechseln ist anhand der vorliegenden Daten dementsprechend nicht möglich.

Zusätzlich erschweren die relativ langen Liegezeiten den Vergleich mit anderen internationalen Arbeiten, da die dort beschriebenen deutlich kürzeren Liegezeiten zu einer Verschiebung bei den einzelnen Kostenpunkten führen.

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass sowohl bei den septischen Hüft- als auch bei den septischen Knieendoprothesenwechseln ein kostendeckendes Arbeiten nicht möglich scheint. Im Gegensatz zu den Primärprothesen, wo sowohl bei Hüftgelenkersatz als auch bei der Kniegelenkersatz ein Gewinn erzielt werden kann, wurde bei den septischen Hüftprothesen ein Verlust von 12.685,60 Euro und bei den septischen Knieprothesenwechseln ein Verlust von 6.356,15 Euro erwirtschaftet. Die Ursachen hierfür liegen zum einen in einem immensen Kostenanstieg, welche insbesondere die Personalkosten und die Verbrauchsmaterialien betreffen, aber auch in einer fehlenden Abbildung der notwendigen Prozeduren im DRG-System. Dementsprechend müssen nicht nur Möglichkeiten der Kostenersparnis, wie zum Beispiel eine Verkürzung des Krankenhausaufenthaltes durch frühzeitige orale Antibiotikagabe überdacht werden, sondern auch von Seiten der Kostenträger Möglichkeiten einer adäquaten Kostenerstattung bereitgestellt werden, um so die

steigende Zahl von Patienten mit dererlei schwerwiegenden Erkrankungen bewältigen zu können. Es bedarf multizentrischer Kostenanalysen und umfangreicher Qualitätssicherungsmaßnahmen, wie sie beispielsweise durch die Gründung von Endoprothesenzentren oder aber durch regionale Projekte wie das „HiCare“ möglich wären, um so einen flächendeckenden einheitlichen medizinischen Standard zur Behandlung von septischen Prothesenwechseln etablieren zu können.

## 7 Zusammenfassung

Die implantatassoziierte Infektion ist eine der schwerwiegendsten Komplikationen bei Operationen im Gebiet der Endoprothetik. Aufgrund der demographischen Entwicklung unserer Gesellschaft und der damit verbundenen Zunahme an Endoprothesenerstimplantationen geht man davon aus, dass die Zahl an periprothetischen Infektionen in Zukunft weiter steigen wird.

Ziel der Arbeit war es, die tatsächlichen Kosten der chirurgischen Behandlung von Patienten mit Diagnose Hüft- und Knieendoprotheseninfektion gegenüber einer gepaarten Kontrollgruppe zu ermitteln. Außerdem sollte die Kostenverteilung auf einzelne Bereiche wie Personal, Material und zum Beispiel OP analysiert werden.

Es galt darzustellen, ob sich die ermittelten realen Kosten durch die erhaltenen Erstattungen durch das 2004 eingeführte DRG-Vergütungssystem decken und in welchem Rahmen sich mögliche Abweichungen bewegen. Analysiert wurden die entstandenen Kosten von 49 Patienten mit Hüftendoprotheseninfektion und 28 Patienten mit Knieendoprotheseninfektion die in den Jahren 2004 bis 2007 an der Orthopädischen Universitätsklinik Rostock operativ versorgt wurden. Diese wurden mit einer Kontrollgruppe verglichen, bestehend aus je 21 Patienten mit Hüft- und Knieprothesenerstimplantation. Bei den Patienten mit der Diagnose Hüftendoprotheseninfektion konnten durchschnittliche Gesamtkosten von 29.335,31 Euro ermittelt werden. Die Kosten für infizierte Knieendoprothesen beliefen sich auf im Mittel 25.194,30 Euro. Die durch das DRG-Vergütungssystem erhaltenen Erstattungen zeigten eine Unterdeckung von im Mittel 12.685,60 Euro bei den infizierten Hüftprothesen und von 6.356,15 Euro bei den infizierten Knieprothesen. Bei den Patienten der Kontrollgruppe Hüft-TEP konnte dem gegenüber ein durchschnittlicher Gewinn von 781,41 € und bei den primären Knieprothesen von 926,74 € erwirtschaftet werden.

Die vorliegende Arbeit beschreibt, analog zur internationalen Literatur, dass in der hier beschriebenen septischen Chirurgie, unter den aktuellen Bedingungen ein kostendeckendes Arbeiten nicht möglich ist. Zwar können durch die Hüft- und Knie-Primärendoprothetik Gewinne erzielt werden, diese sind aber zu niedrig um die finanziellen Verluste aufzufangen.

## 8 Literaturverzeichnis

1. Darouiche RO. Treatment of infections associated with surgical implants. *N Engl J Med.* 2004 Apr 1;350(14):1422-9.
2. Boy IO. Hüft-Endoprothesen-Erstimplantation. In: Qualität sichtbar machen. . BQS-Qualitätsreport V Mohr 2006:72– 79. 2006.
3. Malchau H, Herberts P, Eisler T, Garellick G, Soderman P. The Swedish Total Hip Replacement Register. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A Suppl 2:2-20.
4. Karrholm J, Borssen B, Lowenhielm G, Snorrason F. Does early micromotion of femoral stem prostheses matter? 4-7-year stereoradiographic follow-up of 84 cemented prostheses. *J Bone Joint Surg Br.* 1994 Nov;76(6):912-7.
5. Geipel U, Herrmann M. [The infected implant. Part 1: bacteriology]. *Orthopade.* 2004 Dec;33(12):1411-26; 27-8.
6. Bozic KJ, Ries MD. The impact of infection after total hip arthroplasty on hospital and surgeon resource utilization. *J Bone Joint Surg Am.* 2005 Aug;87(8):1746-51.
7. Neugebauer R. Evidentes und Neues in der Hüft- und Knieendoprothetik. Was leistet die Endoprothetik an der Hüfte? <http://www.aekv-regensburg.de/downloads/Hueftendoprothetikpdf>. 2008.
8. Boy O, Hahn, S. Knie-Totalendoprothesen- Erstimplantation. [http://www.bqs-outcomede/2007/ergebnisse/leistungsbereiche/knie\\_tep\\_erst/buaw/basis/0017\\_Basis\\_Basisdatenhtml](http://www.bqs-outcomede/2007/ergebnisse/leistungsbereiche/knie_tep_erst/buaw/basis/0017_Basis_Basisdatenhtml). 2007.
9. Berbari EF, Hanssen AD, Duffy MC, Steckelberg JM, Ilstrup DM, Harmsen WS, et al. Risk factors for prosthetic joint infection: case-control study. *Clin Infect Dis.* 1998 Nov;27(5):1247-54.
10. Sculco TP. The economic impact of infected total joint arthroplasty. *Instr Course Lect.* 1993;42:349-51.
11. Perl TM, Roy MC. Postoperative wound infections: risk factors and role of *Staphylococcus aureus* nasal carriage. *J Chemother.* 1995 Jul;7 Suppl 3:29-35.
12. Garvin KL, Hinrichs SH, Urban JA. Emerging antibiotic-resistant bacteria. Their treatment in total joint arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1999 Dec(369):110-23.
13. Muckley T, Hierholzer C, Diefenbeck M, Hofmann GO, Buhren V. [Treatment of MRSA infection in orthopedic surgery]. *Chirurg.* 2004 Mar;75(3):269-75.
14. Dreghorn CR, Roughneen P, Graham J, Hamblen DL. The real cost of joint replacement. *Br Med J (Clin Res Ed).* 1986 Jun 21;292(6536):1636-7.
15. Friesecke C, Wodtke J. [Periprosthetic knee infection. One-stage exchange]. *Orthopade.* 2006 Sep;35(9):937-8, 40-5.
16. Hebert CK, Williams RE, Levy RS, Barrack RL. Cost of treating an infected total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1996 Oct(331):140-5.
17. Lavernia CJ, Drakeford MK, Tsao AK, Gittelsohn A, Krackow KA, Hungerford DS. Revision and primary hip and knee arthroplasty. A cost analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 1995 Feb(311):136-41.
18. Coello R, Glenister H, Fereres J, Bartlett C, Leigh D, Sedgwick J, et al. The cost of infection in surgical patients: a case-control study. *J Hosp Infect.* 1993 Dec;25(4):239-50.

19. Bengtson S, Borgquist L, Lidgren L. Cost analysis of prophylaxis with antibiotics to prevent infected knee arthroplasty. *BMJ*. 1989 Sep 16;299(6701):719-20.
20. Wodtke J, Klüber, D., Frommelt, L., Löhr, J.F. Die infizierte Gelenkendoprothese. *Trauma Berufskrankheit*. 2005;7 (Suppl 1):134-8.
21. Steckelberg JM, Osmon, D.R. . Prosthetic joint infection. In: Waldvogel FA, Bisno AL (eds) *Infections associated with indwelling medical devices*. ASM Press, Washington. 2000:173–209.
22. Zimmerli W, Trampuz A, Ochsner PE. Prosthetic-joint infections. *N Engl J Med*. 2004 Oct 14;351(16):1645-54.
23. Dickinson GM, Bisno AL. Infections associated with indwelling devices: infections related to extravascular devices. *Antimicrob Agents Chemother*. 1989 May;33(5):602-7.
24. Gristina AG. Implant failure and the immuno-incompetent fibro-inflammatory zone. *Clin Orthop Relat Res*. 1994 Jan(298):106-18.
25. Day LJ, Qayyum QJ, Kauffman CA. Salmonella prosthetic joint septic arthritis. *Clin Microbiol Infect*. 2002 Jul;8(7):427-30.
26. Stiehl JB, Sterkin LA, Brummitt CF. Acute pasteurella multocida in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2004 Feb;19(2):244-7.
27. Tleyjeh IM, Qutub MO, Bakleh M, Sohail MR, Virk A. Corynebacterium jeikeium prosthetic joint infection: case report and literature review. *Scand J Infect Dis*. 2005;37(2):151-3.
28. Zaman R, Abbas M, Burd E. Late prosthetic hip joint infection with *Actinomyces israelii* in an intravenous drug user: case report and literature review. *J Clin Microbiol*. 2002 Nov;40(11):4391-2.
29. Cramer J, Ekkernkamp A, Ostermann PA. [The infected endoprosthesis with the example of the hip joint endoprosthesis. An increasing danger to patient and society]. *Z Arztl Fortbild Qualitätssich*. 2001 Apr;95(3):195-201.
30. Hansis M, Arens, S. Pathophysiologie der postoperativen Infektentstehung an Knochen und Weichteilen. *Aktuelle Traumatologie*. 1996:183-91.
31. Lazzarini L, Mader JT, Calhoun JH. Osteomyelitis in long bones. *J Bone Joint Surg Am*. 2004 Oct;86-A(10):2305-18.
32. Ridgeway S, Wilson J, Charlet A, Kafatos G, Pearson A, Coello R. Infection of the surgical site after arthroplasty of the hip. *J Bone Joint Surg Br*. 2005 Jun;87(6):844-50.
33. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for Prevention of Surgical Site Infection, 1999. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Am J Infect Control*. 1999 Apr;27(2):97-132; quiz 3-4; discussion 96.
34. Widmer AF. New developments in diagnosis and treatment of infection in orthopedic implants. *Clin Infect Dis*. 2001 Sep 1;33 Suppl 2:S94-106.
35. Lehner B, Witte D, Suda AJ, Weiss S. [Revision strategy for periprosthetic infection]. *Orthopade*. 2009 Aug;38(8):681-8.
36. Zimmerli W. [Role of antibiotics in the treatment of infected joint prosthesis]. *Orthopade*. 1995 Aug;24(4):308-13.
37. Ruchholtz S, Tager G, Nast-Kolb D. [The infected hip prosthesis]. *Unfallchirurg*. 2004 Apr;107(4):307-17; quiz 18-9.

38. Hanssen AD, Osmon DR, Nelson CL. Prevention of deep periprosthetic joint infection. *Instr Course Lect.* 1997;46:555-67.
39. Deacon JM, Pagliaro AJ, Zelicof SB, Horowitz HW. Prophylactic use of antibiotics for procedures after total joint replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 1996 Nov;78(11):1755-70.
40. Baier RE, Meyer AE, Natiella JR, Natiella RR, Carter JM. Surface properties determine bioadhesive outcomes: methods and results. *J Biomed Mater Res.* 1984 Apr;18(4):327-55.
41. Gristina AG. Biomaterial-centered infection: microbial adhesion versus tissue integration. *Science.* 1987 Sep 25;237(4822):1588-95.
42. Gristina AG, Naylor PT, Myrvik QN. Mechanisms of musculoskeletal sepsis. *Orthop Clin North Am.* 1991 Jul;22(3):363-71.
43. Gristina AG, Dobbins JJ, Giammara B, Lewis JC, DeVries WC. Biomaterial-centered sepsis and the total artificial heart. Microbial adhesion vs tissue integration. *JAMA.* 1988 Feb 12;259(6):870-4.
44. Gallo J, Kolar M, Novotny R, Rihakova P, Ticha V. Pathogenesis of prosthesis-related infection. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2003 Nov;147(1):27-35.
45. Gollwitzer H, Stemberger, A., Steinhauser, E., Bader, R., Mittelmeier, W. . *Implant-Associated Infections and Antiseptic Surfaces. Bioceramics in Joint Arthroplasty*Herausgeber: Garino, J, Willmann, G; Thieme Verlag, Stuttgart, New York. 2002.
46. Götz F. Staphylococci in colonization and disease: prospective targets for drugs and vaccines. *Curr Opin Microbiol* 2004;7:477-87.
47. Costerton W, Veeh R, Shirtliff M, Pasmore M, Post C, Ehrlich G. The application of biofilm science to the study and control of chronic bacterial infections. *J Clin Invest.* 2003 Nov;112(10):1466-77.
48. Cochrane DM, Brown MR, Anwar H, Weller PH, Lam K, Costerton JW. Antibody response to *Pseudomonas aeruginosa* surface protein antigens in a rat model of chronic lung infection. *J Med Microbiol.* 1988 Dec;27(4):255-61.
49. Foster TJ. Immune evasion by staphylococci. *Nat Rev Microbiol.* 2005 Dec;3(12):948-58.
50. Walter G, Hoffmann, R. Implantat-assoziierte Infektionen in Orthopädie und Unfallchirurgie. *Krankenhaus-Hygiene + Infektionsverhütung.* 2009;31(1):8-14.
51. Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science.* 1999 May 21;284(5418):1318-22.
52. Kayser FH, Bienz, K.A., Eckert, J., Zinkernagel, R.M. *Allgemeine Bakteriologie. Biofilm.* Medizinische Mikrobiologie Thieme. 2001;10:167-8.
53. Knobloch JK, Von Osten H, Horstkotte MA, Rohde H, Mack D. Minimal attachment killing (MAK): a versatile method for susceptibility testing of attached biofilm-positive and -negative *Staphylococcus epidermidis*. *Med Microbiol Immunol.* 2002 Oct;191(2):107-14.
54. Frommelt L. [Aspiration of joint fluid for detection of the pathogen in periprosthetic infection]. *Orthopade.* 2008 Oct;37(10):1027-34; quiz 35-6.
55. Brown MR, Barker J. Unexplored reservoirs of pathogenic bacteria: protozoa and biofilms. *Trends Microbiol.* 1999 Jan;7(1):46-50.

56. Waters CM, Bassler BL. Quorum sensing: cell-to-cell communication in bacteria. *Annu Rev Cell Dev Biol.* 2005;21:319-46.
57. Vuong C, Gerke C, Somerville GA, Fischer ER, Otto M. Quorum-sensing control of biofilm factors in *Staphylococcus epidermidis*. *J Infect Dis.* 2003 Sep 1;188(5):706-18.
58. 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.* 2002 Oct(403):8-15.
59. Cierny G, 3rd, DiPasquale D. Periprosthetic total joint infections: staging, treatment, and outcomes. *Clin Orthop Relat Res.* 2002 Oct(403):23-8.
60. Poss R, Thornhill TS, Ewald FC, Thomas WH, Batte NJ, Sledge CB. Factors influencing the incidence and outcome of infection following total joint arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1984 Jan-Feb(182):117-26.
61. Abudu A, Sivardeen KA, Grimer RJ, Pynsent PB, Noy M. The outcome of perioperative wound infection after total hip and knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2002;26(1):40-3.
62. Blomgren G, Hoborn J, Nystrom B. Reduction of contamination at total hip replacement by special working clothes. *J Bone Joint Surg Br.* 1990 Nov;72(6):985-7.
63. Brown AR, Taylor GJ, Gregg PJ. Air contamination during skin preparation and draping in joint replacement surgery. *J Bone Joint Surg Br.* 1996 Jan;78(1):92-4.
64. Lidwell OM, Elson RA, Lowbury EJ, Whyte W, Blowers R, Stanley SJ, et al. Ultraclean air and antibiotics for prevention of postoperative infection. A multicenter study of 8,052 joint replacement operations. *Acta Orthop Scand.* 1987 Feb;58(1):4-13.
65. Fitzgerald RH, Jr. Infected Total Hip Arthroplasty: Diagnosis and Treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 1995 Oct;3(5):249-62.
66. Hirakawa K, Jacobs JJ, Urban R, Saito T. Mechanisms of failure of total hip replacements: lessons learned from retrieval studies. *Clin Orthop Relat Res.* 2004 Mar(420):10-7.
67. Thomas L. Laboratoriumsdiagnostik entzündlicher Erkrankungen. *Dtsch Arztebl.* 1993;29:B-628.
68. Tigges S, Stiles RG, Roberson JR. Appearance of septic hip prostheses on plain radiographs. *AJR Am J Roentgenol.* 1994 Aug;163(2):377-80.
69. Breitenseher MJ, Mayerhofer M, Gottsauner-Wolf F, Krestan C, Toma CD, Imhof H. [Diagnostic imaging in hip prostheses]. *Radiologe.* 2002 Jun;42(6):474-9.
70. Lazovic D, Carls J, Floel A, Gratz KF. [The value of leukocyte scintigraphy in suspected implant infection in patients with chronic polyarthritis]. *Chirurg.* 1997 Nov;68(11):1181-6.
71. Atkins BL, Athanasou N, Deeks JJ, Crook DW, Simpson H, Peto TE, et al. Prospective evaluation of criteria for microbiological diagnosis of prosthetic-joint infection at revision arthroplasty. The OSIRIS Collaborative Study Group. *J Clin Microbiol.* 1998 Oct;36(10):2932-9.
72. Collier BD, Jr., Fogelman I, Brown ML. Bone scintigraphy: Part 2. Orthopedic bone scanning. *J Nucl Med.* 1993 Dec;34(12):2241-6.
73. Gratz S, Becker W. [Nuclear medicine study potentials in diseases of the skeletal system]. *Radiologe.* 2000 Oct;40(10):953-62.

74. Maurer AH, Millmond SH, Knight LC, Mesgarzadeh M, Siegel JA, Shuman CR, et al. Infection in diabetic osteoarthropathy: use of indium-labeled leukocytes for diagnosis. *Radiology*. 1986 Oct;161(1):221-5.
75. Delank KS, Schmidt M, Michael JW, Dietlein M, Schicha H, Eysel P. The implications of 18F-FDG PET for the diagnosis of endoprosthetic loosening and infection in hip and knee arthroplasty: results from a prospective, blinded study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2006;7:20.
76. Levitsky KA, Hozack WJ, Balderston RA, Rothman RH, Gluckman SJ, Maslack MM, et al. Evaluation of the painful prosthetic joint. Relative value of bone scan, sedimentation rate, and joint aspiration. *J Arthroplasty*. 1991 Sep;6(3):237-44.
77. Vaudaux PE, Zulian G, Huggler E, Waldvogel FA. Attachment of *Staphylococcus aureus* to polymethylmethacrylate increases its resistance to phagocytosis in foreign body infection. *Infect Immun*. 1985 Nov;50(2):472-7.
78. Muller M, Morawietz L, Hasart O, Strube P, Perka C, Tohtz S. [Histopathological diagnosis of periprosthetic joint infection following total hip arthroplasty : use of a standardized classification system of the periprosthetic interface membrane]. *Orthopade*. 2009 Nov;38(11):1087-96.
79. Walter G, Buhler M, Hoffmann R. [Two-stage procedure to exchange septic total hip arthroplasties with late periprosthetic infection. Early results after implantation of a reverse modular hybrid endoprosthesis]. *Unfallchirurg*. 2007 Jun;110(6):537-46.
80. Friesecke C, Wodtke J. [Management of periprosthetic infection]. *Chirurg*. 2008 Aug;79(8):777-92; quiz 93-4.
81. Crockarell JR, Hanssen AD, Osmon DR, Morrey BF. Treatment of infection with debridement and retention of the components following hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1998 Sep;80(9):1306-13.
82. Kern T, Gollwitzer H, Militz M, Buhren V. [Treatment of infected total knee arthroplasty. When does implant salvage make sense?]. *Orthopade*. 2006 Sep;35(9):929-30, 32-6.
83. Laffer R, Ruef C. [Diagnosis and treatment of prosthetic joint infections]. *Z Rheumatol*. 2006 Feb;65(1):12, 4-7.
84. Schuh A, Zeiler G, Werber S. [Results and experiences of conversion of hip arthrodesis ]. *Orthopade*. 2005 Mar;34(3):218, 20-4.
85. Langlais F, Lambotte, J.C., Thomazeau, H.(2003). Treatment of infected total hip replacement. In: Lemaire, R, Herom, F, Scott, J, Villar, R (eds) European instructional course lectures 6 The British Society of Bone and Joint Surgery, London. 2003:158-67.
86. Wodtke J, Lohr JF. [The infected implant]. *Orthopade*. 2008 Mar;37(3):257-67; quiz 68-9.
87. Fulkerson E, Valle CJ, Wise B, Walsh M, Preston C, Di Cesare PE. Antibiotic susceptibility of bacteria infecting total joint arthroplasty sites. *J Bone Joint Surg Am*. 2006 Jun;88(6):1231-7.
88. Frommelt L. [Guidelines on antimicrobial therapy in situations of periprosthetic THR infection]. *Orthopade*. 2004 Jul;33(7):822-8.
89. Buchholz HW, Elson RA, Engelbrecht E, Lodenkamper H, Rottger J, Siegel A. Management of deep infection of total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 1981;63-B(3):342-53.

90. Burstein G, Yoon P, Saleh KJ. Component removal in revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2004 Mar(420):48-54.
91. Mitchell PA, Masri BA, Garbuz DS, Greidanus NV, Wilson D, Duncan CP. Removal of well-fixed, cementless, acetabular components in revision hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 2003 Sep;85(7):949-52.
92. Wroblewski BM. Revision surgery in total hip arthroplasty: surgical technique and results. *Clin Orthop Relat Res.* 1982 Oct(170):56-61.
93. Girdlestone GR. Acute pyogenic arthritis of the hip: an operation giving free access and effective drainage. 1943. *Clin Orthop Relat Res.* 2008 Feb;466(2):258-63.
94. Girdlestone GR, Bourdillon RB, Mc FA. Infection of "clean" surgical wounds by the surgeon and from the air. The work and ventilation of an operating-theatre. *Lancet.* 1951 Mar 17;1(6655):597-603.
95. Haddad FS, Masri BA, Garbuz DS, Duncan CP. The treatment of the infected hip replacement. The complex case. *Clin Orthop Relat Res.* 1999 Dec(369):144-56.
96. Pietsch M, Hofmann S, Wenisch C. Treatment of deep infection of total knee arthroplasty using a two-stage procedure. *Oper Orthop Traumatol.* 2006 Mar;18(1):66-87.
97. Lieberman JR, Callaway GH, Salvati EA, Pellicci PM, Brause BD. Treatment of the infected total hip arthroplasty with a two-stage reimplantation protocol. *Clin Orthop Relat Res.* 1994 Apr(301):205-12.
98. Fetter RB, Freeman JL, Mullin RL. DRGs: how they evolved and are changing the way hospitals are managed. *Pathologist.* 1985 Jun;39(6):17-21.
99. Roeder NS, L.; Frie, M.; Bunzemeier, H. DRG-Aktzeptanz verbessern, Kliniker erreichen mit klinischen Leistungsgruppen. *Das Krankenhaus.* 2006;98:390-401.
100. Bunzemeier JHJ, C.; Fiori, W.; Roeder, N.; DRG-Evaluationsprojekt Gastroenterologie: Abbildungsqualität gastroenterologischer stationärer Therapien und Anpassungsbedarf des G-DRG-Systems. *Schüling.* 2003b:pp19.
101. Fischer W. Grundzüge von DRG-Systemen. In: Arnold, M., Litsch, M. und Schellschmidt, H. *Krankenhausreport 2000 Stuttgart 2001:*13-31.
102. Eversmeyer M. Das DRG-System stoppt in Australien nicht den Ausgabenanstieg. Erfahrungen einer Studienreise nach New South Wales. *Führen und wirtschaften im Krankenhaus.* 2001;18:230-32.
103. InEK. Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus. 2007-2010.
104. Franz D, Kaufmann M, Siebert CH, Windolf J, Roeder N. [Orthopedic and trauma surgery in the German DRG System 2007]. *Unfallchirurg.* 2007 Mar;110(3):270-80.
105. Franz D, Kaufmann M, Siebert CH, Windolf J, Roeder N. [Orthopedic and trauma surgery in the German DRG system 2008]. *Unfallchirurg.* 2008 Apr;111(4):268-76.
106. Barrack RL. Economics of revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1995 Oct(319):209-14.
107. Martin J, Neurohr C, Bauer M, Weiss M, Schleppers A. [Cost of intensive care in a German hospital: cost-unit accounting based on the InEK matrix]. *Anaesthesist.* 2008 May;57(5):505-12.
108. Stargardt T. Health service costs in Europe: cost and reimbursement of primary hip replacement in nine countries. *Health Econ.* 2008 Jan;17(1 Suppl):S9-20.
109. Jacoby J. Medicare and the Mayo Clinic. *The Boston Globe.* 2010.

110. Rana AJ, Iorio R, Healy WL. Hospital economics of primary THA decreasing reimbursement and increasing cost, 1990 to 2008. *Clin Orthop Relat Res.* Feb;469(2):355-61.
111. Schurmann N, Muller RT. [Primary hip- and knee arthroplasty-comparison of the actual costs with the Australian diagnosis related groups (DRG)-]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 2002 Nov-Dec;140(6):589-94.
112. Crowe JF, Sculco TP, Kahn B. Revision total hip arthroplasty: hospital cost and reimbursement analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2003 Aug(413):175-82.
113. Iribarren BO, Alvarez CA, Rodriguez CC, Ferrada MM, Hernandez VH, Dorn HL. [Cost and outcome of hip's arthroplasty nosocomial infection. Case and control study]. *Rev Chilena Infectol.* 2007 Apr;24(2):125-30.
114. Healy WL, Rana AJ, Iorio R. Hospital economics of primary total knee arthroplasty at a teaching hospital. *Clin Orthop Relat Res.* 2010 Jan;469(1):87-94.
115. Burns AW, Bourne RB, Chesworth BM, MacDonald SJ, Rorabeck CH. Cost effectiveness of revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2006 May;446:29-33.
116. Lavernia C, Lee DJ, Hernandez VH. The increasing financial burden of knee revision surgery in the United States. *Clin Orthop Relat Res.* 2006 May;446:221-6.
117. Oduwole KO, Molony DC, Walls RJ, Bashir SP, Mulhall KJ. Increasing financial burden of revision total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Jul;18(7):945-8.
118. Dal-Paz K, Oliveira PR, Paula AP, Emerick MC, Pecora JR, Lima AL. Economic impact of treatment for surgical site infections in cases of total knee arthroplasty in a tertiary public hospital in Brazil. *Braz J Infect Dis.* 2010 Aug;14(4):356-9.
119. Wilson J, Charlett A, Leong G, McDougall C, Duckworth G. Rates of surgical site infection after hip replacement as a hospital performance indicator: analysis of data from the English mandatory surveillance system. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2008 Mar;29(3):219-26.

## 9 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1	Biofilmbildung (45)
Abbildung 2	Röntgenkontrolle 6 Monate postoperativ nach primärer Hüft-TEP rechts
Abbildung 3	Prozentuale Verteilung des Infektionszeitpunktes bei Hüftendoprotheseninfektion
Abbildung 4	Prozentuale Verteilung des Infektionszeitpunktes bei Knieendoprotheseninfektion
Abbildung 5	Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimalwerte und Maximalwerte der einzelnen Posten bei der infizierten Hüftprothese in Euro
Abbildung 6	Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimalwerte und Maximalwerte der einzelnen Posten bei der infizierten Knieprothese in Euro
Abbildung 7	Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimalwerte und Maximalwerte der durchschnittlichen Behandlungskosten der Standardhüfte, der infizierten Hüftprothese, des Standardknies und der infizierten Knieprothese in Euro
Abbildung 8	Exemplarische DRG-Berechnung einer primären H-TEP durch den Webgrouper

## 10 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AK	Antikörper
ASA	American Society of Anaesthesiologists
BAT	Bundes- Angestelltentarifvertrag
BWS	Brustwirbelsäule
bzw.	beziehungsweise
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CT	Computertomographie
CRP	C-reaktives Protein
d	Tag
DRG	Diagnosis related Group
etc.	et cetera
EK	Erythrozytenkonzentrate
et al.	und andere (lat.: et alii)
g	Gramm
G-DRG	German Diagnosis Related Groups
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
h	Stunde
HWS	Halswirbelsäule
ICD	International Classification of Diseases
IE	Internationale Einheiten
InEK	Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus
ITS	Intensivstation
i.v.	Intravenös
l	Liter
LWS	Lendenwirbelsäule
MDC	Major Diagnostic Category
mg	Milligramm
Min.	Minute

ml	Milliliter
MRSA	Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus
MRT	Magnetresonanztomographie
MTA	Medizinisch- Technischer Assistent
OP	Operation
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
PDMS	Patienten- Daten- Management- System
PET	Positronen- Emissions- Tomographie
PGA	Polyglykolsäure
RTA	Radiologisch- Technischer Assistent
Std.	Stunde
Stk.	Stück
TEP	Total Endoprothese
US-\$	US- Dollar
USA	Vereinigte Staaten von Amerika
v.s.	versus (lat.: gegenüber gestellt)
Tabl.	Tablette
WS	Wirbelsäule
€	Euro
<sup>99m</sup> Tc-MDP	Technetium-99m-Methylendiphosphate

## 11 Anhang

**Tabelle 15: Beispielkosten ausgewählter Medikamente**

<u>Antibiotika</u>	<u>Stückpreis in €</u>
Ampicillin 2g Ampulle	1,08
Amoxicillin 1000 Tablette	0,15
Ampicillin comp.1000mg/500mg Infusion	6,42
Augmentan 875/125mg Tablette	4,79
Avalox 400mg Infusionslösung 250ml	36,58
Avalox 400mg Tablette	3,34
Ceftazidim 2g Ampulle	3,00
Cefuroxim 1500mg p.i. /Ampulle	1,03
Cefuroxim 750mg Ampulle	0,76
Cefuroxim 500mg Tablette	0,73
Ciprobay 400 Infusionslösung 200ml	3,34
Ciprobay 500 Tablette	0,15
Ciprobay 250 Tablette	0,12
Ciprobay 750 mg Tablette	2,91
Ciprofloxacin 750 mg Tablette	2,49
Ciprofloxacin 400mg Infusionslösung	17,85
Clinda Saar 300mg	0,15
Clinda-saar 600mg Tablette	1,15
Clont 400mg Tablette	0,81
Cotrim-forte Tablette	0,60
Doxycylin 100mg Kapsel	0,066
Erythromycin 500mg Tablette	0,60
Fosfomycin 5g Infusionsflasche	36,18
Gentamicin 80mg Ampulle	2,76
Invanz 1g Pulver	68,10
Meronem 1000 TS Ampulle	23,44
Orelox 200mg Tablette	2,81
Penicillin G Ampulle 1MegalE	0,63
Rifampicin 300mg Tablette	1,51
Rifa 450mg Tablette	2,55
Rifampicin 600mg Tablette	2,73
Rifa 300mg Infusionslösung	16,01
Rifampicin 600 mg i.v.	20,21
Sobelin 300mg Tablette	0,77
Sobelin 600 mg/Ampulle	31,61
Staphylex Injektion 1g	7,79
Tarivid 200 mg Tablette	0,99
Tavanic 250 mg Tablette	1,79
Tavanic 500 mg Tablette	1,36
Tavanic 250mg/50ml Flasche	20,34
Tazobac 4,5g	8,83
Tazobac 4g/0,5g Infusionslösung	31,97
Tetracyclin 500 mg Kapsel	0,55
Unacid 375 mg Tablette	1,11
Vagimid 500mg	0,84

Vancomycin 250mg Kapsel	17,31
Vancomycin 500mg/Ampulle	1,97
Vancomycin 1g TS/Ampulle	3,83
Zienam 500mg/Ampulle	10,40
Zyvoxid 600 mg Tablette	61,31
<b><u>Analgetika</u></b>	
Voltaren Resinat 75mg Kapseln	0,056
Berlosin 0,5g Tablette	0,066
Novaminsulfon 100ml Tropfen	0,063
Paracetamol 500mg Tablette	0,035
Tramal 100ml Tropfen	0,139
Tramadol ret. 100mg Tablette	0,09
Valoron 50mg Tablette	0,36
Valoron 100mg retard Tablette	0,55
Valoron 150mg	0,71
Valoron N Tropfen 100ml	0,19
Dipidolor 75mg/2ml Injektionslösung	0,88
Oxygesic 10mg Tablette	0,59
Oxygesic 20mg Tablette	0,59
Oxygesic 40mg Tablette	1,99
Arcoxia 90mg	1,12
Targin 10/5mg Tablette	0,65
ASS 100mg Tablette	0,015
Durogesic 12SMAT Pflaster	1,05
Fentanyl 25 Pflaster	0,97
Fentanyl 75 Pflaster	2,71
Tilidin 100ml Tropfen	0,13
Celebrex 200mg Tablette	0,25
Lyrica 150mg Tablette	1,33
Lyrica 50mg Tablette	1,75
Lyrica 75 mg Tablette	1,72
Lyrica 300mg Tablette	2,55
Katadolon 100mg Kapsel	0,67
Ibuhexal 400 Tablette	0,04
<b><u>Antikoagulantien</u></b>	
Monoemborex 3000 IE	2,40
Monoemborex 8000 IE	7,16
Clexane 0,4ml	4,10
Clexane 0,8ml	7,80
<b><u>Säureblocker</u></b>	
Nexium 20mg Tablette	0,81
Nexium 40mg Tablette	1,14
Pantozol 20mg Tablette	0,51
Pantozol 40 mg Tablette	0,74
Omeprazol 20mg Tablette	0,29
Omeprazol 40mg Tablette	0,45
Ranitidin 75 mg Tablette	0,21
Ranitidin 150 mg Tablette	0,08
<b><u>Antihypertensiva</u></b>	
Bisoprolol 2,5 mg Tablette	0,03
Bisoprolol 5 mg Tablette	0,03
Metoprolol 50 mg Tablette	0,03

Metoprolol 100 mg Tablette	0,04
Metoprolol 200 mg ret. Tablette	0,12
Clopidogrel 75 mg Tablette	2,53
Clopidogrel 300mg Tablette	10,66
Nebivolol 5mg Tablette	0,21
Propranolol 25 mg Tablette	0,06
Propranolol 40 mg Tablette	0,07
Propranolol 100 mg Tablette	0,10
Atenolol 25 mg Tablette	0,03
Atenolol 50 mg Tablette	0,17
Atenolol 100mg Tablette	0,22
Enalapril 2,5mg Tablette	0,02
Enalapril 5mg Tablette	0,02
Enalapril 10 mg Tablette	0,02
Enalapril 20mg Tablette	0,03
Captopril 25 mg Tablette	0,02
Lisinopril 10 mg Tablette	0,06
Lisinopril 20mg Tablette	0,08
Ramipril 2,5mg Tablette	0,02
Ramipril 5 mg Tablette	0,03
Ramipril 10mg Tablette	0,05
Carvedilol 6,25 mg Tablette	0,04
Carvedilol 25 mg Tablette	0,10
Verapamil 40mg Tablette	0,02
Verapamil 80 mg Tablette	0,05
Amlodipin 5mg Tablette	0,02
Amlodipin 10 mg Tablette	0,02
<b><u>Lipidsenker</u></b>	
Simvastatin 10 mg Tablette	0,09
Simvastatin 20 mg Tablette	0,14
Simvastatin 40 mg Tablette	0,23
Parvastatin 20 mg Tablette	0,14
Parvastatin 40 mg Tablette	0,14
<b><u>Diuretika</u></b>	
Torasemid 5mg Tablette	0,03
Torasemid 10mg Tablette	0,05
<b><u>Glucocorticoide</u></b>	
Prednisolon 1mg Tablette	0,01
Prednisolon 5mg Tablette	0,04
<b><u>Anitdiabetika</u></b>	
Metformin 500mg	0,02
Metformin 850mg	0,03
Glucobay 50mg	0,12
Maninil 1,75mg	0,02
Maninil 3,5mg	0,02
Maninil 5mg	0,06
<b><u>SD-Hormone</u></b>	
L-Thyroxin 50µg	0,03
L-Thyroxin 75µg	0,03
L-Thyroxin 100µg	0,04
L-Thyroxin 150µg	0,05

<b><u>Elektrolyte, Mineralien, Vitamine</u></b>	
Kaliner 40mmol BT	0,31
Vitamin B duo	0,09
Eryfer 100mg	0,16
Ferro sanol 40mg Dragees	0,14
<b><u>Bisphosphonate</u></b>	
Fosamax 70mg Tablette	7,12
<b><u>Gicht</u></b>	
Allopurinol 100mg	0,02
<b><u>Neurologie/ Psychopharmaka</u></b>	
Saroten 50 mg Tablette	0,13
Haldol 1ml Tropfen	0,06
Musaril 50 mg Tablette	0,18

**Tabelle 16: Kosten ausgewählter Laborparameter**

<b><u>Bezeichnung</u></b>	<b><u>Betrag pro Leistung in €</u></b>
Blutbild	1,51
Calcium,Chlorid,Kalium, Natrium	3,26
Glucose	1,01
Billirubin gesamt	1,01
Bilirubin direct	1,76
Harnsäure	1,01
Harnstoff	1,01
Kreatinin	1,01
Alkalische Phosphatase	1,01
Alpha- Amylase	1,26
Gamma-Glutamyltranspeptidase	1,01
Glutamat-Oxalacetat-Transaminase	1,01
Glutamat-Pyruvat-Transaminase	1,01
Laktatdehydrogenase	1,01
Lipase	1,26
Partielle Thromboplastinzeit	1,26
Thromboplastinzeit	1,26
Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit	1,01
Albumin	3,77
C-reaktives Protein	5,03
Freies Trijodthyronin	6,28
Freies Thyroxin	6,28
Thyroidea stimulierendes Hormon	6,28
Vancomycinspiegel	23,74
Digitoxinspiegel	23,74
ABO-Merkmale	1,58
ABO-Merkmale, Isoagglutination	7,90
Coombstest indirect	3,16
Antikörper-Suchtest	1,58
Kreuzprobe	4,75

Webgrouper

Für die Angabe der Seitenlokalisierung bei den Prozeduren ergänzen Sie ggf. den jeweiligen Prozedurencode mit :l (links), :r (rechts) oder :b (beidseits).

Geschlecht: weiblich (weiblich) Alter: 69 (Jahre)  
 Aufnahmeart: 7700 Gramm Behandlung: freiwillig  
 Verweildauer: 12 Tage Beatmungszeit: 0 Stunden  
 Abteilungstyp: Hauptabteilung  
 Aufnahmeart: Krankenhausbehandlung, vollstationär  
 Aufnahmeanlass: Einweisung durch einen Arzt  
 Entlassungsart: Entlassung in eine Rehabilitationseinrichtung  
 Diagnosen: M16.9 I10.90 E66.0 I25.9  
 (ICD)  
 Prozeduren: 5-820.am 18.05.20C  
 (OPS)  
 (OPS)  
 (OPS)  
 (OPS)  
 Basisfallpreis: 2963.82 €

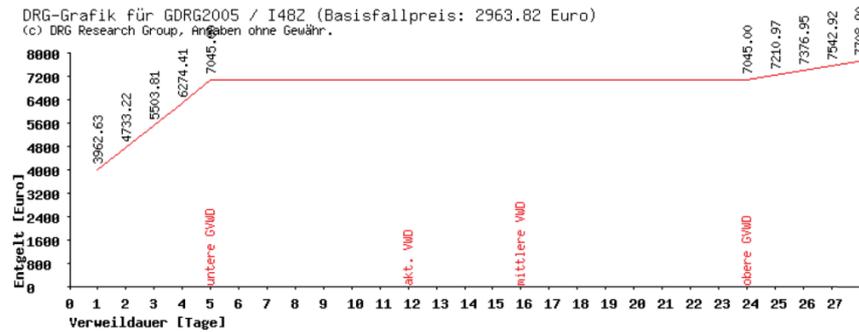
Gruppierungsergebnis (G-DRG 2005)			
MDC	08	Krankheiten und Störungen am Muskel-Skelett-System und Bindegewebe	
DRG	I48Z	Revision oder Ersatz des Hüftgelenkes ohne komplizierende Diagnose, ohne Arthrodes, ohne komplexen Eingriff, ohne äußerster schwere CC	
PCCL	0	Status: normales Grouping (GetDRG-Grouper 2005) (GetDRG V10.0.0)	
Verweildauer	aktuelle VWD: 12	1. Tag Abschlag: 4	1. Tag Zuschlag: 25
	mittl. VWD (arith.): 16.3	untere GVWD: 5	obere GVWD: 24
Kostengewicht	Basis Kostengewicht: 2.377 eff. Kostengewicht: 2.377		(Zuschlag: 0)
Entgelt	Basisentgelt: 7045.00 €	eff. Entgelt: 7045.00 €	(Zuschlag: 0.00 €; Basisfallpreis: 2963.82 €)

Diagnosen (ICD-10-GM 2005)				
Code	Bezeichnung	Verwendet	CCL	
M16.9	Koxarthrose, nicht näher bezeichnet	N	0	gültig
I10.90	Essentielle Hypertonie, nicht näher bezeichnet: Ohne Angabe einer hypertensiven Krise	N	0	gültig
E66.0	Adipositas durch übermäßige Kalorienzufuhr	N	0	gültig
I25.9	Chronische ischämische Herzkrankheit, nicht näher bezeichnet	N	0	gültig

Prozeduren (OPS Version 2006)				
Code	Bezeichnung	Verwendet	OR/NOR	Amtlich
5-820.00	Implantation einer Endoprothese am Hüftgelenk: Totalendoprothese: Nicht zementiert	J	OR-Prozedur, Lokalisierung falsch	5-820.00

DRG-Grafik

DRG-Grafik für GDRG2005 / I48Z (Basisfallpreis: 2963.82 Euro)  
 (c) DRG Research Group, Angaben ohne Gewähr.



Dieser Webgrouper nutzt die Grouping Engine GetDRG der Gesellschaft für den Einsatz offener Systeme mbH (GEOS).

Die DRG Research Group haftet nicht für die direkte oder indirekte Schäden, einschließlich entgangenen Gewinns, die aufgrund von oder sonstige in Verbindung mit Informationen entstehen, die auf dieser Website bereitgehalten werden.

© 2001-2011 DRG Research Group - Prof. Dr. Norbert Roeder (Ärztlicher Direktor des Universitätsklinikums Münster), Dr. Marcel Müller (Universitäts-Hautklinik, Universitätsklinikum Freiburg). Alle Angaben ohne Gewähr.

Abbildung 8: Exemplarische DRG-Berechnung einer primären Hüftendoprothese durch den Webgrouper

**Tabelle 14: Durchschnittskosten pro Patient in Euro mit Diagnose Hüftendoprotheseninfektion verteilt auf die einzelnen Bereiche**

<b>Funktionsbereich</b>	<b>Kosten pro Patient (€)</b>	<b>Prozentuale Verteilung (%)</b>
<b>Alle Bereiche</b>		
Gesamtkosten	29335,31	100
Personalkosten	12709,61	43,33
Sachkosten	16625,71	56,67
<b>OP-Bereich</b>		
Durchschnittliche Kosten	7998,53	100
Personalkosten	2865,41	35,82
Sachkosten	5133,12	64,18
<b>Intensivstation</b>		
Durchschnittliche Kosten	5395,61	100
Personalkosten	2697,81	50
Sachkosten	2697,81	50
<b>Normalstation</b>		
Durchschnittliche Kosten	15941,17	100
Personalkosten	7146,39	44,83
Sachkosten	8794,78	55,17

**Tabelle 15: Durchschnittskosten pro Patient in Euro der Kontrollgruppe primäre Hüft- TEP verteilt auf die einzelnen Bereiche**

<b>Funktionsbereich</b>	<b>Kosten pro Patient (€)</b>	<b>Prozentuale Verteilung (%)</b>
<b>Alle Bereiche</b>		
Gesamtkosten	6263,59	100
Personalkosten	2662,38	42,51
Sachkosten	3601,21	57,49
<b>OP-Bereich</b>		
Durchschnittliche Kosten	3060,28	100
Personalkosten	948,62	30,99
Sachkosten	2111,66	69
<b>Normalstation</b>		
Durchschnittliche Kosten	3203,31	100
Personalkosten	1713,76	53,5
Sachkosten	1489,55	46,5

**Tabelle 16: Durchschnittskosten pro Patient in Euro mit der Diagnose Knieendoprotheseninfektion verteilt auf die einzelnen Bereiche**

<b>Funktionsbereich</b>	<b>Kosten pro Patient (€)</b>	<b>Prozentuale Verteilung (%)</b>
<b>Alle Bereiche</b>		
Gesamtkosten	25194,30	100
Personalkosten	11143,05	44,23
Sachkosten	14051,26	55,77
<b>OP-Bereich</b>		
Durchschnittliche Kosten	8733,96	100
Personalkosten	2841,77	32,54
Sachkosten	5892,19	67,46
<b>Intensivstation</b>		
Durchschnittliche Kosten	3081,61	100
Personalkosten	1540,81	50
Sachkosten	1540,81	50
<b>Normalstation</b>		
Durchschnittliche Kosten	13378,73	100
Personalkosten	6760,47	50,53
Sachkosten	6618,26	49,47

**Tabelle 17: Durchschnittskosten pro Patient in Euro der Kontrollgruppe primäre Knie-TEP verteilt auf die einzelnen Bereiche**

<b>Funktionsbereich</b>	<b>Kosten pro Patient (€)</b>	<b>Prozentuale Verteilung (%)</b>
<b>Alle Bereiche</b>		
Gesamtkosten	6888,85	100
Personalkosten	2986,67	43,36
Sachkosten	3897,60	56,58
<b>OP-Bereich</b>		
Durchschnittliche Kosten	3265,55	100
Personalkosten	1091,07	33,41
Sachkosten	2174,48	66,59
<b>Normalstation</b>		
Durchschnittliche Kosten	3623,30	100
Personalkosten	1895,60	52,32
Sachkosten	1727,70	47,68

**Systematische Analyse der ökonomischen Bedeutung infizierter Endoprothesen an der Orthopädischen Klinik der Universität Rostock in den Jahren 2004 bis 2007**

vorgelegt von Christina Skripitz,

aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Universität Rostock

1. Die Implantation von Hüft- und Knieendoprothesen ist eine der am erfolgreichsten durchführbaren Operationen in der Orthopädie. Derzeit geht man weltweit von mehr als 1.000.000 Implantationen pro Jahr aus.
2. Die am häufigsten vorkommenden Ursachen für Revisionseingriffe sind nach der aseptischen Lockerung Revisionseingriffe bei periprothetischen Infektionen, die mit einer Inzidenz zwischen 0,5 und 2 % auftreten und schwer zu therapieren sind.
3. Infolge der demographischen Entwicklung und der damit verbundenen Zunahme von Endoprothesenerstimplantationen wird es zu einem weiteren Anstieg von periprothetischen Infektionen kommen.
4. Die zusätzlichen Behandlungskosten, die bei Protheseninfektionen entstehen, werden in den USA jährlich auf etwa 1,8 Milliarden US \$ geschätzt.
5. Neben den ökonomischen Belastungen für das Krankenhaus und das Gesundheitssystem entstehen durch periprothetische Infektionen nicht zu unterschätzende psychosoziale Belastungen für die Patienten.
6. Maßgeblich für das zunehmende wirtschaftliche Problem, welches durch infizierte Endoprothesen entsteht ist, dass die zusätzlichen Behandlungskosten nicht oder zu gering im System der Diagnosis related Groups (DRG's) abgebildet sind.
7. An der Orthopädischen Universitätsklinik Rostock sind in den Jahren 2004 bis 2007 49 Patienten mit infizierten Hüft- und 28 Patienten mit infizierten Knieendoprothesen operativ versorgt worden.
8. Bei den Patienten mit der Diagnose Hüftendoprotheseninfektion sind durchschnittliche Gesamtkosten von 29.331,36 Euro entstanden. Die Erstattungen durch das DRG-System beliefen sich auf 16.645,76 Euro.
9. Bei den Patienten mit der Diagnose Knieendoprotheseninfektion sind durchschnittliche Gesamtkosten von 25.194,3 Euro entstanden. Die Erstattungen durch das DRG-System beliefen sich demgegenüber auf 18.838,15 Euro.

10. Bei den Patienten einer repräsentativen Kontrollgruppe primärer Hüft-TEPs entstanden durchschnittliche Gesamtkosten von 6.263,59 Euro. Die Erstattungen durch das DRG-System beliefen sich auf 7.045 Euro, so dass hier ein durchschnittlicher Gewinn von 781,41 Euro erzielt werden konnte.
11. Bei den Patienten einer repräsentativen Kontrollgruppe primärer Knie-TEPs entstanden durchschnittliche Gesamtkosten von 6.888,85 Euro. Die Erstattungen durch das DRG-System beliefen sich auf 7.815,59 Euro, so dass hier ein durchschnittlicher Gewinn von 926,74 Euro erzielt werden konnte.
12. Entsprechend anderer nationaler und internationaler Ergebnisse kann auch an der Orthopädischen Universitätsklinik Rostock auf dem Gebiet der septischen Chirurgie nicht gewinnbringend gearbeitet werden. Zwar lassen sich durch die DRG- Vergütungen im Bereich der Primärendoprothetik Gewinne erzielen, diese sind aber zu gering, um die entstandenen Verluste der Behandlung periprothetischer Infektionen zu decken.