

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Universitätsmedizin Rostock

Direktor: Prof. Dr. med. habil. Wolfram Mittelmeier

Vergleich von extern verlegten und selbstrekrutierten Patienten
mit hüft- und knieendoprothetischen Folgeoperationen an
einem Endoprothetikzentrum der Maximalversorgung (EPZmax)

Inauguraldissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin (Dr. med.)
an der Medizinischen Fakultät der Universität Rostock

Rostock, 2025

vorgelegt von

Anika Marit Eismann

Dekan: Prof. Dr. med. Bernd J. Krause

Gutachter:

1. PD Dr. rer. hum. habil. Katrin Osmanski-Zenk, Universitätsmedizin Rostock,
Orthopädische Klinik und Poliklinik
2. PD Dr. med. habil. Axel Sckell, Universitätsmedizin Rostock, Klinik und Poliklinik für
Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
3. Prof. Dr. med. habil. Klaus-Peter Günther, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus
Dresden, UniversitätsCentrum für Orthopädie, Unfall- & Plastische Chirurgie

Jahr der Einreichung: 2025

Jahr der Verteidigung: 2025

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis.....	VIII
Abbildungsverzeichnis	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Endoprothetik	2
1.1.1 Definition Endoprothese	2
1.1.2 Hüftendoprothetik	2
1.1.3 Knieendoprothetik	8
1.1.4 Komplikationen im Rahmen endoprothetischer Operationen.....	12
1.1.5 Wechseloperationen.....	14
1.2 EndoCert.....	15
1.3 Endoprothesenregister Deutschland (EPRD)	17
1.4 Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (ICD)	18
1.4.1 Aktualität.....	18
1.4.2 Aufbau der ICD-10-GM	19
1.5 Das System der Diagnosis Related Groups (DRG-System)	19
1.5.1 Diagnosis Related Groups (DRGs).....	19
1.5.2 Case Mix (CM) und Case Mix Index (CMI).....	20
1.5.3 Landesbasisfallwert (LBFW)	21
1.5.4 Patient Clinical Complexity Level (PCCL).....	21
1.5.5 Krankenhausverweildauer (VWD).....	22
1.5.6 Verlegungspatienten	22
1.6 Korbiditäten-Indizes.....	22
1.6.1 Begriff Komorbidität.....	22
1.6.2 Charlson Comorbidity Index (CCI).....	23
1.6.3 Elixhauser Comorbidity Index	26
1.7 Zielsetzungen	28
1.8 Hypothesen.....	29
2 Material und Methoden.....	31
2.1 Allgemein	31

2.2	Fallgruppe der Verlegungspatienten	31
2.3	Kontrollgruppe der selbstrekrutierten Patienten der OUK	33
2.4	Ermittlung der Indizes nach Charlson und Elixhauser	33
2.5	1-Jahres-Nachbeobachtung	34
2.6	Septische Wechsel	35
2.7	Statistische Analyse	36
3	Ergebnisse	38
3.1	Deskriptive Statistik der Verlegungen von extern und der selbstrekrutierten Patienten der OUK	38
3.2	Statistischer Vergleich der Verlegungen von extern mit den selbstrekrutierten Patienten der OUK	40
3.3	Deskriptive Statistik der Hüftoperationen	41
3.4	Statistischer Vergleich der Hüftoperationen	41
3.5	Deskriptive Statistik der Knieoperationen	42
3.6	Statistischer Vergleich der Knieoperationen	43
3.7	Deskriptive Statistik der Verlegungen von extern unterteilt nach EPZ-Status	44
3.8	Statistischer Vergleich der Verlegungen von extern unterteilt nach EPZ-Status	45
3.9	Deskriptive Statistik der septischen Wechsel	46
3.10	Statistischer Vergleich der septischen Wechsel	48
4	Diskussion	50
4.1	Vergleich der Gruppen anhand der ermittelten klinischen Parameter	50
4.2	Kostenvergleich anhand der ermittelten DRG-Entgelte mit der Literatur	54
4.3	Unterschiede von Verlegungspatienten aus Kliniken mit und ohne EPZ-Zertifizierung und Beurteilung der Versorgungsqualität	57
4.4	Vergleich der septischen Wechsel	60
4.5	Schlussfolgerung und Ausblick	63
4.6	Limitationen	63
5	Zusammenfassung	65
6	Literaturverzeichnis	67
7	Lebenslauf	78

8	Publikationen.....	79
9	Danksagung.....	80
10	Thesen der Dissertation.....	81

Abkürzungsverzeichnis

A	Arteria
AE	Deutsche Gesellschaft für Endoprothetik
AHRQ	Agency for Healthcare Research and Quality
AOK	Allgemeine Ortskrankenkasse
BBFW	Bundesbasisfallwert
BfArM	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte
BMI	Body-Mass-Index
BVMed	Bundesverband Medizintechnologie
BVOU	Berufsverband für Orthopädie und Unfallchirurgie
CCI	Charlson Comorbidity Index
CCL	Complication or Comorbidity Level
CM	Case Mix
CMI	Case Mix Index
DGOOC	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie
DGOU	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie
DRG	Diagnosis Related Group
EPRD	Endoprothesenregister Deutschland
EPZ	Endoprothetikzentrum
EPZmax	Endoprothetikzentrum der Maximalversorgung
G-DRG	German Diagnosis Related Group
ICD	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
ICD-10-GM	ICD-10 German Modifikation
ICD-9-CM	ICD-9 Clinical Modification
ILCD	International List of Causes of Death
InEK	Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus
IRD	Implantateregister Deutschland
IRegBV	Implantateregister-Betriebsverordnung
IRegG	Implantateregistergesetz
LBFW	Landesbasisfallwert
Lig.	Ligamentum
M	Musculus
MDC	Major Diagnostic Category
N	Stichprobengröße
N	Nervus
NJR	The National Joint Registry
OGV	Obere Grenzverweildauer

OPS	<i>Operationen- und Prozedurenschlüssel</i>
OUK	<i>Orthopädische Klinik und Poliklinik der Universitätsmedizin Rostock</i>
PCCL	<i>Patient Clinical Complexity Level</i>
PpSG	<i>Pflegepersonal-Stärkungsgesetz</i>
PROMs	<i>Patient Reported Outcome Measures</i>
PVNS	<i>Pigmentierte villonoduläre Synovialitis</i>
RA	<i>Rheumatoide Arthritis</i>
RKI	<i>Robert Koch-Institut</i>
SD	<i>Standardabweichung</i>
SOC	<i>Spezielle Orthopädische Chirurgie</i>
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
TEP	<i>Totalendoprothese</i>
UGV	<i>Untere Grenzverweildauer</i>
U-Test	<i>Mann-Whitney-U-Test</i>
vdek	<i>Verband der Ersatzkassen</i>
VWD	<i>Verweildauer</i>
WHO	<i>Weltgesundheitsorganisation</i>

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Komorbiditäten des Charlson Comorbidity Index und Codierung in die ICD-10 ...	25
Tabelle 2: Komorbiditäten des Elixhauser Comorbidity Index und Codierung in die ICD-10 .	27
Tabelle 3: Prozedurcodes mit Bezeichnung	31
Tabelle 4: Deskriptive Statistik der Verlegungen von extern und der selbstrekrutierten Patienten der OUK	38
Tabelle 5: Statistischer Vergleich der Verlegungen von extern mit den selbstrekrutierten Patienten der OUK	40
Tabelle 6: Deskriptive Statistik der Hüftoperationen	41
Tabelle 7: Statistischer Vergleich der Hüftoperationen	41
Tabelle 8: Deskriptive Statistik der Knieoperationen	42
Tabelle 9: Statistischer Vergleich der Knieoperationen.....	43
Tabelle 10: Deskriptive Statistik der Verlegungen von extern unterteilt nach EPZ-Status.....	45
Tabelle 11: Statistischer Vergleich der Verlegungen von extern unterteilt nach EPZ-Status	45
Tabelle 12: Deskriptive Statistik der septischen Wechsel 1	46
Tabelle 13: Deskriptive Statistik der septischen Wechsel 2	47
Tabelle 14: Statistischer Vergleich der septischen Wechsel.....	48

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ein- und Ausschlusskriterien in die Gruppe der Verlegungen von extern	32
Abbildung 2: Ein- und Ausschlusskriterien in die Gruppe der selbstrekrutierten Patienten der OUK	33
Abbildung 3: Ein- und Ausschlusskriterien der septischen Wechsel	36
Abbildung 4: Hauptdiagnosen der Verlegungspatienten (N=60).....	39
Abbildung 5: Hauptdiagnosen der selbstrekrutierten Patienten (N=76).....	39
Abbildung 6: Klinikstandorte mit Verlegungen an die OUK	44

Votum der Ethikkommission:

Diese Studie wurde in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki durchgeführt und von der Ethikkommission an der Medizinischen Fakultät der Universität Rostock genehmigt.

Referenznummer: A 2023–0005, Datum: 11. Januar 2023

Gender-Erklärung:

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Dissertation das generische Maskulin verwendet. Die genutzten Personenbezeichnungen beziehen sich, sofern nicht anders kenntlich gemacht, auf alle Geschlechter.

1 Einleitung

Der Patientenstamm einer Klinik ist sehr vielfältig. Neben geplanten Operationen und Interventionen gehören auch Verlegungen von anderen Kliniken und Notfälle zum Klinikalltag dazu. Für spezialisierte Kliniken mit Schwerpunkt entsteht hierbei ein Mehraufwand an Personal, Material, Zeit und damit Kosten, wenn andere Einrichtungen ihnen Patienten zuweisen.

In Deutschland besteht für Kliniken seit 2012 die Möglichkeit der Zertifizierung zum Endoprothetikzentrum (EPZ) oder zum Endoprothetikzentrum der Maximalversorgung (EPZmax). Durch regelmäßige Kontrollen der krankenhausinternen Abläufe und der Qualitätsstandards soll in den Zentren eine bestmögliche Versorgung der Patienten erreicht werden [67, 68].

Die Orthopädische Klinik und Poliklinik der Universitätsmedizin Rostock (OUK) ist ein solcher Maximalversorger in der Endoprothetik und damit einhergehend verpflichtet, komplikationsbehaftete Verlegungspatienten aus den umliegenden EPZ, welche vorrangig der Primärversorgung dienen, aufzunehmen. Im Fachgebiet Orthopädie sind das beispielsweise hüft- oder knieendoprothetisch versorgte Patienten, die mit rezidivierenden Luxationen oder periprothetischen Infektionen und dadurch erhöhtem Sepsisrisiko belastet sind [65, 66].

Mithilfe einer retrospektiven Datenanalyse soll im Rahmen dieser Arbeit ermittelt werden, wie der Patientenstamm, der von 2015 bis 2021 erfassten Verlegungspatienten, strukturiert ist und ein Vergleich mit den an der OUK selbstrekrutierten Patienten erfolgen. Im Zuge dessen sollen beide Gruppen hinsichtlich verschiedener Kriterien, wie Komorbiditäten, Fallschwere oder Verweildauer, untersucht werden.

Dabei werden ausschließlich Patienten mit hüft- und knieendoprothetischen Folgeoperationen im Sinne von Revisionen, Wechseln oder Entfernungen von Endoprothesen, nach bereits erfolgter Primärimplantation, in Betracht gezogen.

Eine anschließende Kostenanalyse, die zudem eine einjährige Nachbetrachtung aller Patienten umfasst, gibt einen Einblick darüber, in welchem Umfang die Gruppe der zugewiesenen Fälle einen finanziellen Mehraufwand mit sich bringt. Der besondere Stellenwert gilt den septischen Eingriffen zur Untersuchung der Rezidivrate nach erfolgreicher Infektsanierung.

Weiterhin wird im Rahmen dieser Arbeit die aktuelle Versorgungsqualität der EPZ und EPZmax erläutert und abschließend diskutiert, ob und inwiefern Kooperationen zwischen EPZ und EPZmax zur Sicherstellung einer bestmöglichen Patientenversorgung weiterentwickelt und optimiert werden müssen. In diesem Zusammenhang wird geprüft, inwieweit Unterschiede bei den Verlegungspatienten aus zertifizierten Einrichtungen und nicht-zertifizierten Kliniken in den zuvor beschriebenen Kriterien vorliegen.

1.1 Endoprothetik

Die endoprothetischen Versorgungen des Hüft- und Kniegelenks zählen in Deutschland zu den häufigsten Operationen [130]. Im folgenden Abschnitt sollen die wichtigsten Aspekte dieser Behandlungsmöglichkeiten erläutert werden.

1.1.1 Definition Endoprothese

Eine Endoprothese in der Orthopädie ist ein aus verschiedenen Materialkombinationen (z. B. Kunststoff, Metall oder Keramik) bestehender künstlicher Gelenkersatz zur Behandlung bzw. Korrektur einer eingeschränkten Gelenkfunktion. Im Allgemeinen wird zwischen Teil- (Hemi-) und kompletten (Total-) Endoprothesen unterschieden, je nachdem, wie groß der Anteil des Gelenkes ist, welcher ersetzt wird. Die meisten endoprothetischen Versorgungen betreffen das Hüft- und Kniegelenk [10, 30, 146].

1.1.2 Hüftendoprothetik

Laut Statistischem Bundesamt zählt die Implantation einer Hüftgelenkendoprothese mit 255.886 durchgeführten Eingriffen im Jahr 2022 zur 6. häufigsten Operation in Deutschland [130].

Die Zahl der Revisionen, Wechseloperationen oder Entfernungen am Hüftgelenk beläuft sich im selben Jahr auf 32.801. Während die Menge der Neuimplantationen im zeitlichen Verlauf stetig wächst, ausgenommen die Jahre 2020/21, in denen die Coronapandemie den stationären Betrieb einschränkte, bleibt die Zahl der Wechsel auf einem relativ stabilen Niveau [131]. Culliford et al. [34] veröffentlichten 2012 für verschiedene Altersgruppen das Lebenszeitrisko einer Hüftendoprothese. Es beläuft sich bei 50-jährigen Frauen und Männern auf 11,6 % bzw. 7,1 % und sinkt mit steigendem Alter. Nach Grimberg et al. [59] sind die meisten Patienten, genauer gesagt 30,9 %, zum Zeitpunkt der Erstimplantation 75 bis 84 Jahre alt und zu insgesamt 60,3 % weiblich. Das Durchschnittsalter beläuft sich auf 69 Jahre bei Männern und 73 Jahre bei Frauen. Bei Folgeeingriffen sind die Patienten im Schnitt jeweils vier Jahre älter.

1.1.2.1 Anatomie und Funktion des Hüftgelenks

Das Hüftgelenk (lat. *Articulatio coxae*) stellt die bewegliche Verbindung zwischen Becken (lat. *Pelvis*) bzw. Oberkörper und Oberschenkelknochen (lat. *Femur*) dar. Es handelt sich hierbei um ein Nussgelenk als eine spezielle Form des Kugelgelenkes, welches Bewegungen in allen drei Ebenen zulässt [30, 127]. Neben Abduktion (Abspreizen) und Adduktion (Heranführen) sowie Flexion (Beugung) und Extension (Streckung) sind auch Innen- und Außenrotation möglich. Somit sind in Kombination viele verschiedene Bewegungen umsetzbar, die im Alltag

eine entscheidende Rolle spielen (u. a. Gehen und Hocken) und bei denen das Bewegungsausmaß je Bewegungsebene unterschiedlich stark beansprucht wird [30].

Neben der Bewegung besitzt das Hüftgelenk auch die Aufgabe der Kraftübertragung vom Becken bzw. Rumpf auf die Beine und umgekehrt [30]. Ausgehend von der Facies lunata, einem Knorpelüberzug, der etwa 30 % der Hüftgelenkspfanne (Acetabulum) bedeckt [69], wird die Kraft auf das Caput femoris des Femurs weitergeleitet, welches ebenfalls mit Knorpel überzogen ist. Die Gelenkfläche des Femurkopfes ist dabei etwa doppelt so groß wie die Facies lunata als Gelenkfläche der Gelenkpfanne [30]. Zwischen den beiden Gelenkflächen befindet sich die Synovialflüssigkeit, die einen weitestgehend reibungsarmen Bewegungsablauf ermöglichen soll. Der Durchmesser des Caput femoris umfasst in der Regel zwischen 3,5 und 5,5 cm. Im medialen proximalen Teil befindet sich die Fovea capitis femoris als Vertiefung und Ansatz des Ligamentum (Lig.) capitis femoris. In diesem verläuft, als Ast (des Ramus acetabularis [69]) der Arteria (A.) obturatoria, die A. ligamentum capitis femoris, welche an der Blutversorgung des proximalen Hüftkopfes beteiligt ist. Zudem ist das Hüftgelenk von einem starken Kapselapparat, Bändern und Muskeln umgeben, welche zum einen eine stabilisierende Wirkung haben. Zum anderen sind die Muskeln an der Entstehung aktiver Bewegungen involviert und können die mechanische Belastung der beteiligten Knochen vorteilhafter auf diese verteilen [30].

1.1.2.2 Ursachen für einen primären Hüftgelenkersatz und Folgeoperationen

Bei etwa 75 % der Patienten mit einer Endoprothesenversorgung der Hüfte ist die Hauptindikation die Behandlung einer Arthrose im genannten Gelenk [106]. Es handelt sich dabei um eine degenerative Erkrankung, bei der zusammengefasst eine Kombination intrinsischer und extrinsischer Vorgänge u. a. die Knorpelzone verschmälert und demzufolge darunterliegender Knochen frei wird. Das kann Gelenkentzündungen sowie Schmerzen und damit verbundene Einschränkungen in der Bewegung mit sich bringen [116]. Eine Arthrose kann in eine primäre (idiopathische) Form und eine sekundäre Form eingeteilt werden. Während bei der primären Form keine genaue Ursache für den Beginn der strukturellen Umbauprozesse festgestellt werden kann, ist die sekundäre Coxarthrose ein Resultat bzw. eine Nebenerscheinung anderer Krankheitsbilder. Das können z. B. eine Dysplasie, eine Protrusion des Gelenkkopfes gegenüber der Pfanne, Traumata, Infektionen oder Einblutungen in das Gelenk bei Hämophilie sein. In vielen Fällen besteht jedoch keine klare Abgrenzung, sondern vielmehr eine Kombination aus nicht sichtbaren systemischen (z. B. Stoffwechselstörungen) und erkennbaren Ursachen [30].

In der Bildgebung zeigt sich eine Arthrose in einer Gelenkspaltverschmälerung, Knochenneubildungen (sog. Osteophyten) bzw. -deformationen und zunehmender Verhärtung unterhalb des Knorpels (sog. subchondrale Sklerosierung) mit gelenknaher Pseudozystenbildung [97, 116].

Die Arthrose kann anhand der röntgenologischen Bildgebung grundsätzlich in die von Kellgren und Lawrence [96] im Jahr 1952 benannten Schweregrade eingeteilt werden. Während Grad 0 den physiologischen Zustand des Gelenks beschreibt, kann bei Grad 4 eine sichtbare Reduzierung der Gelenkspaltgröße mit deutlichen, stark bewegungseinschränkenden Osteophyten beobachtet werden [30, 96].

Neben der Arthrose gibt es weitere Indikationen für eine Endoprothese am Hüftgelenk. Dazu gehören die Hüftkopfnekrose als Folge einer Mangel durchblutung sowie die rheumatoide Arthritis (RA), welche mit einer entzündlichen Reaktion in Gelenken oder gelenkbeteiligten Strukturen einhergeht. Im Zuge der pigmentierten villonodulären Synovialitis (PVNS) proliferieren die Synovialmembran, die Sehnenscheiden, die Schleimbeutel und das umliegende Bindegewebe. Bei denselben Strukturen kommt es im Rahmen der synovialen Chondromatose, mit der Bildung intrasynovialer Knorpelstücke, zu einer gutartigen metaplastischen Veränderung. Die Erkrankung Morbus Paget hingegen ist durch Knochenumbau mit daraus resultierender Dickenzunahme gekennzeichnet. Außerdem können eine Osteoporose, Tumoren oder Metastasen eine Endoprothese aufgrund einer Fraktur indizieren [30].

Die S3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V. (DGOU) besagt, dass eine Hüft-Totalendoprothese (Hüft-TEP) dann zur Überlegung werden soll, wenn ein beträchtlicher subjektiver Leidensdruck im Hinblick auf Schmerzen im Gelenk, Funktions- und Alltagseinschränkungen und Verminderung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bestehen bleibt, obwohl konservative (medikamentöse und nicht-medikamentöse) Therapiemaßnahmen für mindestens drei Monate durchgeführt wurden. Solche Therapiemaßnahmen umfassen z. B. die Aufklärung des Patienten, die Förderung körperlicher Betätigung und die Reduktion des Körpergewichtes bei Adipositas. Des Weiteren soll die Diagnose vor einer Operation radiologisch gesichert werden [36].

Die Hauptursachen für eine Folgeoperation im Sinne eines endoprothetischen Komponenten- oder Komplettauswechsels am Hüftgelenk sind laut dem Endoprothesenregister Deutschland (EPRD) Lockerungen (24,4 %), Infektionen (16,7 %), periprothetische Frakturen (14,3 %) und Luxationen der Endoprothese (13,0 %). Hinzukommend spielt u. a. der Verschleiß des Implantates (5,8 %) eine Rolle [59].

1.1.2.3 Risikofaktoren, die gegen den Einsatz einer Hüftendoprothese sprechen

Es gibt verschiedene Faktoren, bei denen der Einsatz einer Endoprothese ins Hüftgelenk kritisch abzuwägen ist. Vor allem sollte sichergestellt werden, dass keine Gelenkinfektion vorliegt und vorangegangene Infektionen vom Gelenk selbst, den Weichteilen oder hämatogene Infektionen vollständig ausgeheilt sind. Infektionen stellen nicht nur einen Risikofaktor, sondern eine Kontraindikation dar. Ebenso sollte bei vorliegenden Begleiterkrankungen, welche die Sterblichkeit unter der Operation erhöhen, eine Nutzen-

Risiko-Abwägung zwischen Operateur, Patient, Anästhesie und Fachinternisten stattfinden und ggf. eine orthopädisch-unfallchirurgische Zusatzkonsultation zur Entscheidungsfindung beitragen. Ein erhöhter Body-Mass-Index (BMI) von $\geq 40 \text{ kg/m}^2$ steigert die Rate periprothetischer Infektionen. Die DGOU empfiehlt, den BMI bereits bei Werten $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ zu reduzieren, da neben Infektionen eine erhöhte Gefahr für postoperative thromboembolische Ereignisse und Revisionsoperationen besteht. Der Nikotinkonsum sollte bis einen Monat vor Einbau der Endoprothese eingestellt werden, da andernfalls das Risiko für Wund- und periprothetische Infektionen steigt. Bei Patienten mit Diabetes mellitus ist präoperativ eine möglichst optimale Blutzuckereinstellung vorzunehmen. Vor der Operation sollte im Rahmen des Patient Blood Managements im multidisziplinären Ansatz eine Anämie abgeklärt und gegebenenfalls behandelt werden. Bei Injektion von Kortikosteroiden in das Hüftgelenk ist eine Operation frühestens nach sechs Wochen und idealerweise erst nach drei Monaten durchzuführen, um ein erhöhtes periprothetisches Infektionsrisiko zu vermeiden. Patienten mit psychischen Vorerkrankungen, wie z. B. einer Depression, wird eine Abklärung und Behandlung jener empfohlen, um postoperative Beeinträchtigungen und Belastungen besser handhaben zu können [36].

1.1.2.4 Prothesenarten und Materialien

Grundsätzlich wird sowohl bei den Schaftprothesen, die im Markraum des Oberschenkelknochens verankert sind und auf die ein prothetischer Gelenkkopf aufgesteckt wird, als auch bei den künstlichen Gelenkpfannen zwischen einer zementierten und zementfreien Variante unterschieden. Während bei zementierten Schäften und Pfannen die Stabilität durch sog. Knochenzement zwischen Knochen und Implantat hergestellt wird, wächst bei unzementierten Endoprothesen der Knochen an die Oberfläche an bzw. ein [30]. Wenn nur der Schaft zementiert wird und die Pfanne zementfrei bleibt, handelt es sich um eine hybride bzw. teilzementierte Endoprothese [75]. Bei einer reversen Hybrid-TEP hingegen wird die Pfanne zementiert und der Schaft bleibt unzementiert [30].

Zementierte Schäfte setzen sich aus Legierungen aus Stahl oder Kobalt und Chrom zusammen und können direkt nach der Implantation belastet werden. Für zementfreie Schäfte werden Legierungen aus Titan mit rauen bzw. strukturierten Oberflächen und offen- oder geschlossenporigen Beschichtungen genutzt. Die Schaftlänge kann stark variieren. Eine Einteilung erfolgt in Kurz-, trochanterchonende (Midi-) und Standardschäfte. Bei zementierten Endoprothesen werden eher längere Schäfte genutzt, die Zahlen für kürzere Schäfte steigen in Deutschland jedoch trotzdem beachtlich. Während bei jungen Patienten meist auf die zementfreie Variante zurückgegriffen wird, kommen bei älteren Patienten, mit dem Risiko von poröseren Knochen, vorrangig zementierte Schäfte zum Einsatz. Weiterhin können die Endoprothesenschäfte und -pfannen als einteilige, sog. Monoblockvarianten oder als mehrteilige modulare Systeme eingebaut werden. Die einteiligen Systeme werden vor allem

bei zementierten und mehrteilige bei unzementierten Pfannen genutzt. Der Standardstoff, aus welchem zementierte Pfannen bestehen, ist Polyethylen. Außerdem werden Tripolarpfannen mit einer Gleitfläche aus Kobalt und Chrom genutzt. Bei einem solchen tripolaren System bewegt sich der Hüftkopf gegenüber einem Inlay in der Gelenkpfanne. Dieses Inlay ist gegen die Pfanne selbst auch verschieblich. Dadurch kann der Bewegungsumfang der Endoprothese erhöht werden. Zementfreie Pfannen werden hauptsächlich aus Reintitan, Titanlegierungen oder auf Basis von Tantal produziert. Die Oberfläche ist ähnlich strukturiert wie bei zementfreien Schäften. Bei den Pfannen wird zwischen Schraubpfannen, welche in den dafür präparierten Beckenknochen eingedreht, jedoch eher seltener genutzt werden, und Press-Fit-Pfannen, die in den Knochen eingeschlagen werden, differenziert [100].

Vor allem bei jüngeren Patienten sollte neben der TEP eine Oberflächenersatzprothese in Erwägung gezogen werden. Da diese in ihrem Leben, u. a. aufgrund der aktiveren Lebensweise, mit höherer Wahrscheinlichkeit eine Folgeoperation benötigen, ist ein möglichst geringer Knochenverlust im Rahmen der Primärimplantation anzustreben. Ein nennenswerter Oberflächenersatz ist die McMinn-Prothese, bei der lediglich die Gelenkflächen entfernt und eine metallische Kappe auf den Hüftkopf sowie eine Hüftpfanne implantiert werden [145].

Der Abrieb zwischen den einzelnen Komponenten der Totalendoprothese limitiert die Kombinationsmöglichkeiten der verwendbaren Materialien. Bei Hart-Weich-Gleitpaarungen besteht der Hüftkopf aus Metall oder Keramik und das Pfanneninlay aus Polyethylen. Bei Hart-Hart-Gleitpaarungen sind die miteinander artikulierenden Flächen beide aus Metall oder Keramik [100].

Bei älteren, aktivitätseingeschränkten Patienten mit beispielweise einer Schenkelhalsfraktur kann, insofern das Acetabulum intakt ist, eine Duokopfprothese genutzt werden. Um den Prothesenkopf befindet sich hierbei eine zweite Schale. Da nur der Hüftkopf, nicht aber die Hüftpfanne ersetzt wird, kann die Operationszeit verkürzt werden [30].

Laut EPRD bekamen 2021 88,0 % der Patienten eine Total- und 12,0 % eine Teilendoprothese. In 76,9 % der Fälle wurde eine unzementierte Totalendoprothese implantiert und bei 50,4 % wurde eine Gleitpaarung aus Keramik und hochvernetztem Polyethylen genutzt [59].

1.1.2.5 Zugangswege der endoprothetischen Versorgung des Hüftgelenks

In der Hüftendoprothetik gibt es bei Operationsbeginn verschiedene Möglichkeiten, das Gelenk für einen Ersatz freizulegen. Zum einen besteht die Option des anterolateralen Zugangs nach Watson-Jones, welcher für Frakturen des Schenkelhalses, Primär- und Folgeoperationen genutzt werden kann. Ein Vorteil ist, dass die Muskulatur gar nicht oder nur gering abgelöst werden muss [30]. Stattdessen werden die Muskeln, ausgehend von der Lücke zwischen dem Musculus (M.) gluteus medius und dem M. tensor fasciae latae, beiseitegeschoben. Der Patient befindet sich dabei in Seiten- oder Rückenlage [117]. Jedoch

kann die Darstellung des Femurs durch den Verlauf des Nervus (N.) gluteus superior begrenzt sein [30].

Beim transglutealen Zugang nach Bauer für Primär- und Revisionseingriffe befindet sich der Patient ebenfalls in Seiten- oder Rückenlage [30]. Der M. gluteus medius wird längsgespalten und der M. vastus lateralis abgelöst [117]. Der Ausgangspunkt des Hautschnittes befindet sich 3 bis 4 cm dorsal und proximal der Spina iliaca anterior superior und zieht 7 bis 8 cm leicht kurvig über den Trochanter in Richtung Oberschenkel [4]. Einerseits lässt sich das Hüftgelenk damit gut darstellen. Andererseits kann es aufgrund der intraoperativen Muskelablösung postoperativ zu einer Abduktorenschwäche kommen [30].

Weiterhin gibt es einen dorsalen Zugang, benannt nach Moore, welcher bei ähnlichen Indikationen wie der Zugang nach Bauer genutzt wird und hinzukommend auch bei Frakturen des hinteren Teils der Gelenkpfanne eine gute Option darstellt. Der Patient befindet sich hierbei in Seitenlage [30]. Der M. gluteus maximus wird gespalten und die kleinen Außenrotatoren, wie z. B. der M. obturatorius internus, abgelöst [117]. Die gute Gelenkübersicht nach Eröffnung spricht für, jedoch die erhöhte Luxationsgefahr des Femurs gegen diesen Weg [30]. Der Schnitt der Hautoberfläche führt von 5 cm distal des Trochanter major zunächst nach proximal und anschließend in einem 6 cm langen Bogen zur Spina iliaca posterior superior [121].

Neben diesen offen-chirurgischen Vorgehensweisen gibt es eine Anzahl minimal-invasiver Techniken, um eine Hüftendoprothese einzusetzen. Bei ihnen soll der mögliche Schaden an Muskeln und anderen Strukturen reduziert werden [30].

Über einen minimal-invasiven direkten vorderen Zugang wird bei dem in Rückenlage befindlichen Patienten ein 6 bis 7 cm langer Schnitt, beginnend unterhalb der Spina iliaca anterior superior und nach distal an der medialen Seite des M. tensor fasciae latae entlanglaufend, durchgeführt [126]. Zwischen u. a. diesem Muskel und dem M. sartorius bzw. dem M. rectus femoris wird das Gelenk freigelegt, ohne die genannten Strukturen abzulösen [117, 126]. Der Zugang ist auch bei adipösen Patienten durchführbar, jedoch muss darauf geachtet werden, den N. cutaneus femoris lateralis nicht zu verletzen [30].

Der heutige anterolaterale minimal-invasive Zugang wurde an den von Watson-Jones angelehnt, ist allerdings mit einem kürzeren Hautschnitt von 6 bis 7 cm gewebeschonender. Dieser verläuft vom Trochanter major zur Spina iliaca anterior superior [9]. Der Patient befindet sich in Seitenlage und für die Operation ist ein besonderer Operationstisch notwendig [30].

Im Rahmen der Wahl des Zugangsweges spielt die Erfahrung des Operateurs eine große Rolle. Bei älteren Menschen ist die Luxationssicherheit ein wichtiges Thema, weshalb der dorsale Weg nicht als erste Wahl genutzt werden sollte [117].

1.1.3 Knieendoprothetik

Die Implantation von Kniegelenksendoprothesen liegt mit 199.527 durchgeführten Operationen im Jahr 2022 auf Platz 11 der meistdurchgeführten Prozeduren in Deutschland [130]. Im gleichen Jahr wurden 23.053 bereits vorhandene Endoprothesen revidiert, gewechselt oder entfernt, wobei diese Zahl seit 2019 leicht gesunken ist. Ähnlich wie bei der Zahl der Hüftendoprothesen steigt die jährliche Zahl der neu eingesetzten Knieendoprothesen, die Jahre 2020 und 2021 ausgenommen [131]. Das Lebenszeitrisko einer Knieendoprothese liegt für 50-jährige Frauen bei 10,8 % und bei gleichaltrigen Männern bei 8,1 % und es sinkt mit steigendem Alter [34]. 33,7 % der Erstimplantationen erfolgen in der Altersgruppe der 65 bis 74-Jährigen und 59,5 % der knieendoprothetischen Versorgung finden bei Frauen statt. Ihr Durchschnittsalter beträgt 69 Jahre. Männer sind im Mittel 67 Jahre alt. Bei Folgeeingriffen haben Frauen durchschnittlich ein Alter von 70 und Männer von 68 Jahren [59].

1.1.3.1 Anatomie und Funktion des Kniegelenks

Als das größte Gelenk des Menschen ist das Kniegelenk (lat. *Articulatio genu*) jedoch zugleich auch eine der anfälligsten Regionen für Traumata und Verletzungen. Es verbindet Ober- und Unterschenkel beweglich miteinander und besteht aus zwei Gelenkteilen [127, 147].

Zum einen artikulieren im tibiofemuralen Gelenk die Femurkondylen mit dem Plateau der proximalen Tibia. Dazwischen befinden sich zwei halbmondförmige, aus Faserknorpel bestehende, bewegliche Menisken. Diese verringern die Inkongruenz der artikulierenden Strukturen und vergrößern gleichzeitig die Gelenkfläche. Außerdem sorgen sie für eine ausgeglichene Druckverteilung und dämpfen Erschütterungen im Knie [127, 147]. Die Menisken sind untereinander über eine Bandverbindung verknüpft. Der mediale Meniskus zeigt zusätzlich eine Verwachsung mit dem medialen Kollateralband, weshalb dieser disponierter für Verletzungen ist. Lateral der Gelenkkapsel befindet sich das zweite Kollateralband. Es verbindet den lateralen Epicondylus mit dem Kopf der Fibula [127].

Zum anderen gehört der patellofemorale Teil zum Kniegelenk dazu, bei welchem die Femurkondylen mit der Rückseite der Kniescheibe (sog. Patella), die mit hyalinem Knorpel bedeckt ist, artikulieren. Bei Beugung und Streckung im Kniegelenk gleiten die Gelenkflächen des Femurs an der Kniescheibe vorbei. Sie ist in die Sehne des M. quadriceps femoris bzw. in das Lig. Patellae eingebettet und fungiert als Sesambein. Das bedeutet, sie vergrößert den Abstand der Muskelsehne zum Knochen und verbessert die muskuläre Hebelwirkung [127].

Die Kreuzbänder, welche Femur und Tibia zusammenhalten, befinden sich zwischen den Femurkondylen und innerhalb des Stratum fibrosum der Gelenkkapsel, jedoch außerhalb des Stratum synoviale bzw. der mit Gelenkflüssigkeit gefüllten Gelenkhöhle. Weitere Bänder

verstärken z. B. die Gelenkkapsel im Bereich der Kniekehle oder verbinden die Menisken mit dem vorderen Kreuzband bzw. dem Femur [127, 147].

Prinzipiell sind im Kniegelenk zwei Bewegungen möglich. Die Flexion und Extension sowie in Beugstellung die Innen- und Außenrotation definieren das Gelenk als ein Drehscharniergelenk. Besonders im gestreckten Zustand muss eine gute Stabilität zum Tragen des Körpergewichtes gewährleistet werden [147].

Die sog. Mikulicz-Linie beschreibt die Tragachse des Beines und verläuft, bei Betrachtung der Frontalebene, physiologisch von der Mitte des Femurkopfes und des Knies zum oberen Sprunggelenk. Das X-Bein (Genu valgum) wird durch eine mediale, das O-Bein (Genu varum) hingegen durch eine laterale Abweichung des Knies von der physiologischen Tragachse charakterisiert [127].

1.1.3.2 Ursachen für einen primären Kniegelenkersatz und Folgeoperationen

Die endoprothetische Versorgung des Kniegelenks erfolgt in fast 90 % der Fälle aufgrund einer primären Gonarthrose [147]. Die Definition einer Arthrose wurde bereits in Abschnitt 1.1.2.2 genauer erläutert.

Die Ursachen für sekundäre Kniegelenksarthrosen oder auch arthroseunabhängige Indikationen sind zum einen Traumata, (angeborene) Fehlbildungen, Fehlstellungen im Sinne des Genu varum oder valgum oder Knochennekrosen. Des Weiteren können metabolische Ungleichgewichte, welche u. a. in einer Rachitis (d. h. einer Knochenverformung z. B. infolge eines Vitamin-D-Mangels [127]) oder in einer Hämochromatose (d. h. einer Eisenspeicherkrankheit mit Ablagerung des Eisens u. a. in Gelenken [78]) resultieren, eine Endoprothese notwendig machen. Ebenso kann eine endoprothetische Versorgung infolge von endokrinen Störungen, wie z. B. Hyperurikämie, Hyperparathyreoidismus oder Akromegalie, erforderlich werden [109]. Übergewicht geht mit einem erhöhten Risiko für eine Gonarthrose einher [62] und auch der rheumatische Befall des Kniegelenks kann mit der Implantation einer Endoprothese verbunden sein. Ein Befall mehrerer Hüft- und Kniegelenke indiziert in einigen Fällen die zeitnahe Versorgung des Hüft- und Kniegelenks einer Körperhälfte [28].

Bei Tumoren muss nicht zwangsläufig amputiert werden. Anhand verschiedener Kriterien kann sich auch für eine extremitätenerhaltende Operation mit endoprothetischem Ersatz entschieden werden [147].

Die S2k-Leitlinie der DGOU benennt als Hauptkriterien für den Einbau einer Endoprothese, neben Schmerzen im Kniegelenk und nachgewiesenen strukturellen Veränderungen, z. B. im Sinne einer Arthrose oder Osteonekrose, auch das Versagen einer mindestens dreimonatigen konservativen (medikamentösen und nicht-medikamentösen) Therapie mit fortbestehender verringerter Lebensqualität und erhöhtem subjektivem Leiden. Der fortgeschrittene strukturelle

Schaden soll durch eine röntgenologische Bildgebung aufgezeigt werden. Einige Nebenkriterien, wie z. B. eine mögliche Einschränkung der Gehstrecke oder des Treppensteigens, die Kraft und die Beweglichkeit der Beine sowie eine Instabilität im Gelenk oder die Notwendigkeit der Unterstützung im Alltag, sollten ebenfalls berücksichtigt werden [37].

Die häufigsten Folgeoperationen resultieren aus einer Lockerung der Endoprothese (23,5 %). Weiterhin werden erneute Operationen u. a. aufgrund von Infektionen (15,0 %), Bandinstabilitäten (8,4 %), Implantatverschleiß (5,5 %) und periprothetischen Frakturen (4,2 %) durchgeführt. Bei 5,4 % muss aufgrund einer (weiter bestehenden) Einschränkung der Bewegung und bei 6,0 % wegen des Fortschreitens der Arthrose wiederholt operiert werden [59].

1.1.3.3 Risikofaktoren, die gegen den Einsatz einer Knieendoprothese sprechen

Die Risikofaktoren, die gegen den Einbau einer Endoprothese im Kniegelenk sprechen, ähneln denen der Hüftendoprothese (s. Abschnitt 1.1.2.3) [36]. Absolute Kontraindikationen von orthopädischer Seite sind aktive Infektionen besonders der Gelenke, der Weichteile oder hämatogen streuende Infektionen. Relative Kontraindikationen sind Begleiterkrankungen, die die Lebenszeit beträchtlich verkürzen oder ein BMI von $\geq 40 \text{ kg/m}^2$ [37].

Die Empfehlungen im Hinblick auf Diabetes mellitus, Nikotinkonsum, Anämie, intraartikuläre Glukokortikoidgaben, psychische Erkrankungen und bei einem BMI von $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ gleichen denen der Hüftendoprothese. Vorliegende modifizierbare Risikofaktoren sollten vor der Operation nach Möglichkeit verbessert werden [36, 37]. Bei rheumatischen Erkrankungen mit aktuellen entzündlichen Vorgängen sollte die Glukokortikoid- bzw. Prednisolon-Dosis von 7,5 mg pro Tag zum Zeitpunkt der Operation nicht überschritten werden. Ausgeheilte Infektionen im Knie, Suchtmittelabhängigkeiten oder ein erhöhtes Infektions- bzw. perioperatives Risiko sollten ebenso bedacht werden [37].

1.1.3.4 Prothesenarten und Materialien

Auch Knieendoprothesen können voll-, un- oder hybridzementiert sein (s. Abschnitt 1.1.2.4) [147]. Bei Letzterem wird der tibiale Schaft zementiert und der femorale Teil bleibt zementfrei [88]. Weiterhin gibt es verschiedene Typen von Knieendoprothesen. Die vorhandene Stabilität des Bandapparates und der Grad der Arthrose dienen dabei der Entscheidungsfindung. Eine unikondyläre Prothese, auch als Schlittenprothese bezeichnet, ersetzt einen Teil des tibiofemuralen Gelenks. Sie wird vor allem genutzt, wenn nur die mediale oder die laterale Seite aufgrund einer Arthrose beeinträchtigt ist [147]. Becker et al. [6] geben weiterhin eine Osteonekrose (Morbus Ahlbäck) eines Gelenkteils als Indikation für eine solche Prothese mit fixiertem Tibiainlay an. Die präoperative Abweichung von der physiologischen Beinachse sollte hierbei 5° nicht überschreiten und die Beweglichkeit nicht zu sehr

eingeschränkt sein. Die Seiten- und Kreuzbänder werden weitgehend geschont. Ein zeitgleicher Ersatz des vorderen Kreuzbandes ist jedoch möglich [6].

Bei bikondylären Oberflächenersatzprothesen werden lediglich die geschädigten Knorpelflächen durch eine Endoprothese ersetzt. Das vordere Kreuzband kann hierbei erhalten oder ebenfalls ersetzt werden [146]. Der restliche Bandapparat soll die Stabilität bewahren und die Prothese an sich damit ungekoppelt bleiben. Ein Polyethyleninlay sorgt für einen möglichst physiologischen Bewegungsablauf. Zusätzlich kann ein Ersatz der Gelenkseite der Patella erfolgen [147].

Zudem gibt es teilgekoppelte und gekoppelte Endoprothesen. Teilgekoppelte Modelle verfügen beispielweise über einen Zapfen, ausgehend von der Tibia, welcher zwischen die Femurkondylen greift. Das kann im Vergleich zum Oberflächenersatz bei größeren Instabilitäten der Bänder zum Einsatz kommen. Jedoch muss untersucht werden, ob die Seitenbänder noch eine Restfunktion haben und ein Luxationsrisiko der Endoprothese ausgeschlossen werden kann. Bei der gekoppelten, achsgeführten Endoprothese können als Verbindung von Femur und Tibia feste oder rotierende Scharniere genutzt werden [147]. Diese Knieendoprothesen sind am belastbarsten und werden oft im Rahmen von Revisionen oder bei großen Knochendefekten aufgrund von Tumoren eingesetzt [120].

Bei einigen Indikationen, z. B. massivsten Bandinstabilitäten, neuromuskulären Erkrankungen oder erheblicher Rotationsinstabilität, werden nur feste Scharniere genutzt und die Bewegung auf Flexion und Extension eingeschränkt. Generell gilt, je höher der Kopplungsgrad, umso größer die Stabilität, jedoch eingeschränkter die Beweglichkeit. Deshalb sollte der geringst notwendige Grad der Kopplung gewählt werden [147].

Knieendoprothesen bestehen demnach aus einer femoralen und einer tibialverankerten Komponente und werden aus Kobalt-Chrom-Molybdän- oder Titanlegierungen hergestellt. Das dazwischen befindliche Gleitlager bzw. das Inlay und bei Bedarf die Patellarückfläche werden z. B. aus Polyethylen gefertigt [147]. Das Inlay wurde zunächst fixiert („fixed bearing“) an die Tibiakomponente angefügt. Da hier jedoch eine zu hohe Belastung am Übergang von Ober- zu Unterschenkel vorlag, wurde eine bewegliche Variante („mobile bearing“) entwickelt. Das Ziel war es, die Kongruenz zwischen Tibia und Femur zu erhöhen und gleichzeitig die Abnutzung zu verringern. Allerdings konnten in einer Metaanalyse verschiedener Studien keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf Revisions- und Komplikationsraten benannt werden [76].

Zementierte, mit PMMA befestigte Knieendoprothesen gelten als Standard. Jedoch wurden in Anlehnung an die Hüftendoprothetik auch zementfreie Varianten mit verschiedenen Oberflächenbeschichtungen zum Verwachsen mit der Knochensubstanz entwickelt [147].

Im Jahr 2021 erfasste das EPRD unter den Primärimplantation 86,6 % als totale Knieendoprothesen und 13,2 % als unikondyläre Teilendoprothesen. In 0,2 % der Fälle wurde

ein femoro-patellarer Ersatz vorgenommen. 95,2 % der TEPs erfolgten zementiert. 46,4 % der Operationen wurden vollständig kreuzbanderhaltend durchgeführt [59].

1.1.3.5 Zugangswege der endoprothetischen Versorgung des Kniegelenks

Die Eröffnung des Kniegelenks ist über mehrere Zugänge möglich. Als Standard anzusehen sind der mediale parapatellare und der laterale parapatellare Zugang. Bei Ersterem kann der Hautschnitt mittig über oder medial der Patella erfolgen. Für diese Variante spricht die gute Gelenkübersicht sowie der Abstand zu Nerven und Gefäßen. Ebenso besteht die Möglichkeit, die Patella aus dem Operationsgebiet zu rotieren. Jedoch können der relativ ausgedehnte Hautschnitt und die Durchtrennung des M. vastus medialis eine postoperative Instabilität bedingen [88]. Zur operativen Schnitterweiterung kann der mediale parapatellare Schnitt um 45 ° nach proximal und lateral fortgesetzt werden. Dieses Prozedere wird als „Quadiceps snip“ bezeichnet [88, 133]. Bei besonders tiefsitzender Kniescheibe kann eine Osteotomie der Tuberositas tibiae erfolgen, bei welcher der knöcherne Ansatz der Patellarsehne von der Tibia abgetrennt wird [73, 88].

Aus kosmetischen Gründen und um den Schaden an beteiligten Strukturen möglichst gering zu halten, kann der mediale Zugang auch in verschiedenen minimal-invasiven Techniken umgesetzt werden. Dazu gehören der mini-mediale-parapatellare-, der Midvastus- und der Subvastus-Zugang [88]. Ein sog. Quad-Sparing-Zugang kann für den Einsatz einer medialen unikondylären Prothese genutzt werden [88, 147]. Dennoch sollte auf minimal-invasive Zugänge u. a. bei adipösen Patienten, Wundheilungsstörungen und ausgeprägten Vernarbungen verzichtet werden [88].

Der laterale parapatellare Zugang kann bei dauerhaften Luxationen der Patella und ausgeprägten X-Beinen angewandt werden. Hierbei sind ebenso eine gute Darstellung des Gelenks, besonders des lateralen Teils, sowie die Rotation der Patella möglich. Die mediale Blutversorgung wird auch im Zuge einer Ablösung des Lig. patellofemorale laterale („lateral release“) nicht beeinträchtigt. Nachteilig zu nennen sind auch hier der ausgedehnte Hautschnitt und die Notwendigkeit der Muskelablösung. Hinzu kommen die Beeinträchtigung von Gefäßen lateral der Patella und die Notwendigkeit einer Defektdeckung der Kapsel. Auch dieser Zugang kann erweitert werden, wird im Vergleich zum medialen parapatellaren Weg aber selten genutzt [88].

1.1.4 **Komplikationen im Rahmen endoprothetischer Operationen**

Während und nach der operativen Versorgung mit einer Endoprothese kann eine Vielzahl an Komplikationen auftreten. Die periprothetische Infektion (PPI) zählt dabei zu den gravierendsten und ist einer der Hauptgründe für einen Prothesenwechsel [112]. Die zeitliche Einteilung periprothetischer Infektionen variiert in der Literatur. Einerseits wird für frühe Infektionen ein Abstand von drei oder weniger Wochen zur Operation angegeben [88].

Andererseits kategorisieren Trampuz et al. [138] frühe Infektionen nach weniger als drei Monaten, verzögerte bzw. geringgradige Infektionen nach 3 bis 24 Monaten und späte Infektionen nach 24 Monaten.

Häufige Erreger von PPI sind beispielsweise koagulasenegative Staphylokokken (20 bis 40 %), *Staphylococcus aureus* (13 bis 30 %), *Enterobacteriaceae* (3 bis 10%), Streptokokken (3 bis 15 %) oder Enterokokken (3 bis 7 %). In 10 bis 12 % der Fälle liegen Mischinfektionen vor [147]. Eine ähnliche prozentuale Verteilung haben auch Langvatn et al. [103] anhand norwegischer Daten ermittelt. In Einzelfällen können sich endoprothetische Infektionen zu einer Sepsis ausbreiten [147].

Bei primären Totalendoprothesen des Hüftgelenks beträgt die Wahrscheinlichkeit einer Infektion 0,5 bis 2 % sowie 4 bis 6 % nach Revisionen [70]. Die Anlage einer Fistula persistens stellt eine therapeutische Ausnahme bei infektiöser Endoprothese dar. Für alte, multimorbide Menschen mit eingeschränkter Lebenserwartung ist eine aggressive Infektsanierung mit mehrmaligen Operationen nicht immer möglich bzw. sinnvoll. In diesem Fall kann ein einmaliges Wunddebridement ohne Entfernung der Endoprothese und mit Anlage einer dauerhaften Fistel durchgeführt werden. Ein kontinuierlicher Abfluss von infektiösem Material über die Fistel dient dabei der Infektkontrolle. Die Fistel kann jedoch verschließen [136, 137, 139].

Endoprothetische Versorgungen der Hüfte können mit Nervenschädigungen des N. ischiadicus, N. gluteus superior, N. obturatorius oder N. femoralis einhergehen. Durch Fissuren am Knochen, die unter der Operation entstanden sind, besteht bei anschließender Belastung die Gefahr einer periprothetischen Fraktur. Außerdem kann die Endoprothese luxieren, beispielsweise Press-fit-Pfannen können verkippen oder der Schaft in den Knochen einsinken. Des Weiteren ist eine postoperative Beinlängendifferenz möglich [30].

Eine endoprothetische Versorgung des Kniegelenks kann ebenso bestimmte gelenkspezifische Komplikationen mit sich bringen. Oberflächenersatzprothesen infizieren sich in 1 bis 5 % der Fälle. Die Infektionsrate bei Scharnierendoprothesen beläuft sich auf bis zu 16 %. Ein zeitgleicher endoprothetischer Ersatz der Patella kann, z. B. aufgrund einer Fehlpositionierung, in einer (Sub-)Luxation bzw. Instabilität, Fraktur oder Nekrose jener resultieren. Das Lig. patellae kann rupturieren. Symptomatische Instabilitäten der Patella sind insgesamt bei etwa 0,5 bis 0,8 % vorhanden. Eine Schädigung des N. peroneus und die damit verbundene Lähmung der von ihm innervierten Unterschenkelmuskeln betrifft 0,3 bis 0,9 % der operierten Patienten. Zudem können Femurfrakturen proximal der Knieendoprothese auftreten und Schmerzen auch nach operativer Versorgung bestehen bleiben. Wird die physiologische Beinachse nur unzureichend wiederhergestellt, begünstigt dies durch Fehlbelastung des Beins eine aseptische Lockerung der Prothese [88].

Allgemeine Komplikationen im Zuge einer Operation können Thrombosen, Embolien, Blutungen und Wundheilungsstörungen sowie eine Wunddehiszenz sein [30, 88]. Serome und Hämatome sind möglich [30, 147]. Daraus können druckbedingte Durchblutungsstörungen mit der Gefahr von Gewebnekrosen resultieren [30]. Bis zu 33 % der Komplikationen treten erst nachstationär auf [10].

Weiterhin kann es zu einem Materialabrieb der Endoprothese kommen und eine sog. Arthrofibrose kann die Beweglichkeit eines Gelenks möglicherweise nachhaltig einschränken [88]. Es handelt sich um eine Vermehrung von Bindegewebe, meist infolge einer anhaltenden Reizung nach der endoprothetischen Versorgung [147].

Eine fehlschlagende Infektsanierung oder Tumorerkrankungen resultieren möglicherweise in einer Amputation der Extremität [30, 147]. Auch im Rahmen massiver Weichteildefekte kann die Indikation zur Amputation bestehen [88]. Nach einer Amputation kann sich im Amputationsstumpf ein Neurom aus aufgetriebenen Nervenendigungen und narbigem Bindegewebe entwickeln [63].

1.1.5 Wechseloperationen

Unter einer Wechseloperation wird der Ausbau einer bereits vorhandenen und der anschließende Einbau einer neuen Endoprothese verstanden. Evans et al. [47, 48] führten im Jahr 2019 zwei Metaanalysen im Hinblick auf die Standzeiten von Endoprothesen durch. Bei Hüftendoprothesen sind in Studien durchschnittlich 85,7 % nach 15 Jahren und 77,6 % nach 25 Jahren funktionsfähig [47]. Die außerdem von Evans et al. [47] zusammengefassten Registerdaten aus Australien und Finnland geben im Gegensatz dazu gepoolte Überlebenszeiten von 89,4 % nach 15 und nur lediglich 57,9 % nach 25 Jahren an. In Studiendaten zu totalen Knieendoprothesen sind 96,3 % nach 15 Jahren sowie 94,8 % nach 20 Jahren weiterhin intakt. Bei unikondylären Endoprothesen werden 85,5 % nach 15 und 72,0 % nach 25 Jahren als nicht gewechselt aufgeführt [48]. Evans et al. [48] geben weiterhin in gepoolten Registerdaten aus Finnland 82,3 % Überlebensraten für Knie-TEP und 69,8 % für unikondyläre Prothesen bei 25 Jahren Nachbeobachtung an. Daraus lässt sich ableiten, dass besonders bei jüngeren Patienten der Wechsel der Endoprothese im Verlauf ihres Lebens notwendig wird.

Eine Operation kann einzzeitig, d. h. Aus- und Einbau finden innerhalb einer Operation statt, oder zweizeitig durchgeführt werden. Zweizeitige Operationen können im Rahmen von septischen Wechseln mit chronischer Infektion genutzt werden, um vor Neueinbau der Endoprothese eine Eradikation der Keime zu erreichen. Hierbei wird in einer ersten Operation die Endoprothese entfernt und ein chirurgisches Debridement durchgeführt, um sichtbar infiziertes oder minderdurchblutetes Gewebe herauszuschneiden. Anschließend wird oftmals ein mit Antibiotika behafteter Zementspacer eingebaut. Nach einem Zeitabstand von etwa zwei bis sechs Wochen erfolgt der Ausbau des Spacers und der Einbau einer neuen

Endoprothese, vorausgesetzt, die Infektionslage lässt dies zu. Während des gesamten Behandlungsverlaufs ist zudem eine an das Keimspektrum angepasste, systemische Antibiotikatherapie indiziert [147].

Weitere Gründe für eine Wechseloperation sind unter 1.1.2.2 und 1.1.3.2 aufgezählt.

Von einem dreizeitigen Wechsel wird gesprochen, wenn der Spacer zwischen Aus- und Wiedereinbau der Endoprothese selbst gewechselt wird [147]. Die Wahrscheinlichkeit einer Komplikation im Hinblick auf einen Wechseleingriff ist im Vergleich zu Neuimplantationen erhöht [10].

Der zeitliche Aufwand und damit verbundene Kosten können bei endoprothetischen Wechseloperationen variieren. Müller et al. [113] gaben im Jahr 2018 eine mittlere Verweildauer von 21,5 Tagen bei 144 Patienten mit periprothetischen Hüft- und Knieinfektionen an. Die durchschnittlichen Kosten beliefen sich auf 16.300 € für jeden Patienten. Die Arbeitsgruppe von Haenle et al. [71] ermittelte eine durchschnittliche Verweildauer von 52,7 Tagen und einen durchschnittlichen Kostenaufwand von 29.331,36 € bei der Behandlung von infizierten Hüftendoprothesen.

Aseptische Lockerungen und damit verbundene Revisionen wurden beispielsweise mit 4.132,10 € im Durchschnitt beschrieben [2].

Damit wird der zusätzliche Kostenaufwand bei periprothetischen Infektionen angedeutet, der bei komplikationsloseren Verläufen, wie beispielsweise einer aseptischen Lockerung, ausbleibt.

1.2 EndoCert

EndoCert ist das weltweit erste Qualitätsmanagementsystem für die Zertifizierung von Endoprothetikzentren, die Implantationen von Hüft- bzw. Knieendoprothesen durchführen. Die Entwicklung dieses Endoprothetik-spezifischen Qualitätssicherungssystems war an der OUK in Rostock konzipiert und bis zur nationalen Initiative im Jahr 2008 entwickelt worden. Über die Gründung einer EndoCert-Zertifizierungskommission ab 2009 durch die Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC) wurden die Erhebungsbögen weiter abgestimmt. Der Fokus lag zunächst auf Knie- und Hüftendoprothetik einschließlich Wechseloperationen [67, 68].

Nach einer Probephase von Oktober 2010 bis September 2012 wurden neben Beauftragten der DGOOC dann auch die Deutsche Gesellschaft für Endoprothetik (AE) als Teil der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU) sowie der Berufsverband für Orthopädie und Unfallchirurgie (BVOU) in die Ausarbeitung der Anforderungen involviert [67, 68].

Gemessen an den Anforderungen der genannten Fachgesellschaften haben Kliniken die Möglichkeit, sich im Rahmen eines Audits zu beweisen und folglich als Endoprothetikzentrum

(EPZ) bzw. als Endoprothetikzentrum der Maximalversorgung (EPZmax) anerkennen zu lassen. Damit verbunden soll die Versorgungsqualität an Krankenhäusern durch standardisierte Strukturen und Prozesse verbessert werden [65–68]. Die offizielle Eröffnung des Systems für den deutschsprachigen Raum erfolgte am 19.10.2012 anlässlich der Jahrestagung von DGOOC, BVOU und DGOU in Berlin [38, 44].

Gemäß EndoCert spielt die Struktur der ärztlichen Versorgung eine entscheidende Rolle. Während an einem EPZ, welches vorrangig der Primärversorgung dient [65], mindestens 100 endoprothetische Operationen an Hüfte und/oder Knie pro Jahr geleistet werden müssen, liegt die Untergrenze eines EPZmax bei 200 Eingriffen, mit einer darunter enthaltenen Mindestanzahl für Wechseloperation von 50. Neben den Hauptoperatoren, welche an beiden Einrichtungen jeweils 50 Operationen im Jahr absolvieren müssen, kommen am EPZmax die 100 Operationen pro Seniorhauptoperator hinzu [44, 67]. Da Endoprothesenwechsel oftmals ein erhöhtes Anforderungsniveau an den Chirurgen stellen, soll der Seniorhauptoperator einen möglichst großen Teil davon selbst übernehmen [110]. Zudem ist die vorhandene Fachweiterbildung im Bereich Spezielle Orthopädische Chirurgie (SOC) für mindestens einen Haupt- oder Seniorhauptoperator des EPZ/EPZmax verpflichtend [44].

Neben den personellen Anforderungen gibt es Festlegungen hinsichtlich der Ausstattung und des Behandlungsablaufes, welche von jedem zertifizierten Endoprothetikzentrum umgesetzt werden sollten. Dazu gehören u. a. ein nach den Richtlinien des Robert-Koch-Institutes (RKI) ausgestatteter OP und ein gut organisierter Behandlungsablauf mit der Möglichkeit einer intensivmedizinischen Betreuung bzw. Anbindung [65, 66]. Des Weiteren sind auch die Überwachung der Patientenzufriedenheit, die qualitativ gute orthopädietechnische Anbindung und die den Fachbereich übergreifende Zusammenarbeit mit anderen Fachdisziplinen wichtige organisatorische Kernelemente [44, 65]. Nicht außer Acht zu lassen ist die Notwendigkeit eines guten Notfallmanagements, insbesondere vom Maximalversorger, um auch komplexere und schwierigere Krankheitsverläufe adäquat versorgen zu können [66, 68]. Der Anforderungskatalog von EndoCert sieht eine enge Zusammenarbeit im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung zwischen EPZ und EPZmax vor. Besonders bei komplikationsbehafteten endoprothetischen Wechseleingriffen oder Revisionen kann eine adäquate Versorgung an einem EPZ mitunter nicht gewährleistet werden. Dann ist das EPZ zur Verlegung und das EPZmax zur Übernahme des Patienten verpflichtet [65, 66]. Einige EPZ führen per se keine Wechseleingriffe durch [65]. Nur für EPZmax wird eine jährliche Mindestanzahl für Wechseleingriffe vorgegeben [44].

Jede Einrichtung kann eine Zertifizierung beantragen. Von der Zertifizierungsstelle zugewiesene Fachexperten sollen die Übereinstimmung des Antrags mit den Gegebenheiten vor Ort überprüfen sowie einmal jährlich alle zertifizierten Endoprothetikzentren hinsichtlich der Einhaltung der von ihnen festgelegten Kriterien begutachten [68]. Ende des Jahres 2021

waren 518 Endoprothetikzentren registriert [44]. Zertifizierte Zentren können über die Endomap eingesehen werden [31].

Die Kosten, die durch die effizientere Patientenversorgung eingespart werden sollen, stehen den Kosten zum Erlangen bzw. Beibehalten des Status eines Endoprothetikzentrums gegenüber, welche die jeweilige Einrichtung selbst tragen muss. Allein für die Rezertifizierung nach drei Jahren und die Überwachungsaudits innerhalb dieser Zeitspanne fallen etwa 20.000 € an. Hinzu kommen die Kosten für den eigentlichen Zertifizierungsprozess und Ausbildungskosten für das Personal [144].

Außerdem sind EPZ und EPZmax verpflichtet, die endoprothetisch versorgten und dafür infrage kommenden Patienten an das Endoprothesenregister Deutschland (EPRD) zu melden und diese dahingehend aufzuklären [65, 66].

1.3 Endoprothesenregister Deutschland (EPRD)

Das Endoprothesenregister Deutschland (EPRD) ist eine 2010 gegründete Datenbank, in welcher seit 2014 Hüft- und Knieendoprothesen postoperativ und mittels Barcodescannung systematisch erfasst und klassifiziert werden. Zu den zusammenarbeitenden Institutionen gehören neben der DGOOC auch die Implantathersteller (BVMed), die Krankenkassen (der Verband der Ersatzkassen e.V. (vdek) und die Allgemeine Ortskrankenkasse (AOK)) sowie die Deutsche Krankenhausgesellschaft bzw. die Krankenhäuser selbst. Auch das BQS-Institut für Qualität und Patientensicherheit wurde in die Kooperation eingeschlossen [77, 87]. Alle einwilligenden Patienten der teilnehmenden Kliniken können im Register festgehalten werden. Jedoch bietet bisher lediglich die Erfassung von AOK- und vdek-versicherten Patienten die Möglichkeit, endoprothetische Standzeiten und andere qualitätsrelevante Ergebnisse durch u. a. die Registrierung von Folgeeingriffen auszuwerten [60]. Für alle Krankenhäuser ohne EPZ-Zertifizierung ist die Teilnahme am EPRD bisher freiwillig [86].

Auf Basis einer Zusammenarbeit mit dem britischen Endoprothesenregister (The National Joint Registry – NJR) wird die Datenbank der Implantate immer weiter verfeinert und gibt neben Standardinformationen, wie beispielsweise der Artikelnummer, detaillierte Auskunft zu Größe, Material oder Beschaffenheit einer Endoprothese [60, 86].

Da das EPRD nach freiwilliger Zustimmung des Patienten neben Charakteristika der Prothesen auch Datum und Art der Operation, präoperative Maßnahmen und Revisionsgründe erfasst, bietet es mehrere Vorteile [60, 86]. Zum einen können sehr einfach die Produkteigenschaften, darunter die Materialzusammensetzung, einer Endoprothese identifiziert und auf Grundlage dessen eine Analyse aller Einzelkomponenten und deren Kombinationsmöglichkeiten erstellt werden. Zum anderen wird erfasst, nach welcher Zeitspanne eine Endoprothese gewechselt oder revidiert wurde. Somit können die Materialkombinationen mit mehr Leistungspotenzial, d. h. längeren Standzeiten, bevorzugt

werden. Die Standzeiten der Endoprothesen sollen dadurch insgesamt verlängert und die Revisionsraten verringert werden [87]. Außerdem werden seit 2017 auch Größe und Gewicht sowie seit 2020 der Allgemeinzustand des Patienten erfasst [59].

Während Ende 2015 ca. 200.000 Operationen registriert waren [87], konnten am Jahresende von 2021 bereits fast zwei Millionen Einträge für Hüft- oder Knieoperationen aus 747 Kliniken verzeichnet werden [59]. Seit dem 01. Januar 2020 gilt in Deutschland das Implantateregistergesetz (IRegG, BGBl. I S. 2494, BGBl. I S. 2793 [20]), welches ab dem 01. Januar 2025 für die Erfassung orthopädischer Eingriffe in den Regelbetrieb übergehen soll [23]. Es beinhaltet die verpflichtende Meldung von hüft- und knieendoprothetischen Operationen der Kliniken an das Implantateregister Deutschland (IRD), in welches das EPRD überführt werden soll [23, 46].

Zusätzlich trat am 01. Oktober 2021 die Implantateregister-Betriebsverordnung (IRegBV, BGBl. I S. 4344, BGBl. 2023 I Nr. 370 [21]) zur Regelung der rechtlichen Rahmenbedingungen des IRDs in Kraft [23].

2023 wurde in Pilotkliniken damit begonnen, dass Patienten über elektronische Fragebögen, sog. Patient Reported Outcome Measures (PROMs), ihr Befinden selbst beurteilen können. Auch für diese Daten ist eine Dokumentation im EPRD vorgesehen [60].

1.4 Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (ICD)

Die "International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems", kurz ICD, stellt ein Werkzeug zur international einheitlichen Einordnung medizinischer Diagnosen dar [13].

1.4.1 Aktualität

Bereits Ende des 19. bzw. Anfang des 20. Jahrhunderts wurde eine sog. International List of Causes of Death (ILCD) als ein reines Todesursachenverzeichnis erstellt. 1948 wurde dieses um nicht zum Tode führende Krankheiten erweitert und die ICD erhielt ihren heute noch gültigen Namen. Seither wird sie von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) herausgegeben [14].

Die in Deutschland aktuell gültige Version ist die 10. Revision der ICD nach deutscher Modifikation (ICD-10-GM). Sie stellt die Grundlage der Diagnosenverschlüsselung im stationären sowie auch ambulanten Sektor dar und wird vom Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) auf Anweisung des Bundesministeriums für Gesundheit veröffentlicht [15]. Im Jahr 2022 trat im internationalen Rahmen mit der ICD-11 schon eine neuere Version in Kraft. Jedoch wird die Umsetzung jener im deutschen Gesundheitssystem noch einige Zeit in Anspruch nehmen [16].

1.4.2 Aufbau der ICD-10-GM

Die ICD-10-GM besteht aus einem systematischen und einem alphabetischen Verzeichnis [15]. Ersteres ist in 22 Kapitel unterteilt, wobei jedem Kapitel ein Codebereich zugehörig ist. Die Codes werden aus einem Buchstaben und einer Zahl von 00 bis 99 zusammengefügt und aufsteigend geordnet. Jeder Codebereich wird entsprechend der darin verschlüsselten Diagnosen betitelt. Ein Kapitel ist in Diagnosegruppen unterteilt, welche weiterhin in einzelne Kategorien und Subkategorien gegliedert werden. Zu Beginn jeder dieser Ebenen können Ein- oder Ausschlusshinweise für verschiedene Diagnosen vermerkt sein [17].

Zur Veranschaulichung dient das Kapitel XIX mit allen Codes von S00 bis T98 und dem Titel „Verletzungen, Vergiftungen und bestimmte andere Folgen äußerer Ursachen“. Von T80 bis T88 gilt die Diagnosegruppe „Komplikationen bei chirurgischen Eingriffen und medizinischer Behandlung, anderenorts nicht klassifiziert“. Die Kategorie T84.- „Komplikationen durch orthopädische Endoprothesen, Implantate oder Transplantate“ fasst die Diagnose T84.04 ein. Die erste Ziffer nach dem Punkt steht in diesem Fall für die Subkategorie „Mechanische Komplikation durch eine Gelenkendoprothese“ und die zweite Ziffer für die betroffene Region, hier das Hüftgelenk. In vielen Fällen folgt nach dem Punkt jedoch nur eine Ziffer [11].

Im alphabetischen Verzeichnis wird die Suche nach Diagnosecodes vereinfacht, indem viele gebräuchliche medizinische Begriffe oder Diagnosebezeichnungen alphabetisch sortiert sind und der jeweilige Code angefügt wurde [19].

1.5 Das System der Diagnosis Related Groups (DRG-System)

In das Krankenhausfinanzierungssystem in Deutschland und damit verbunden in die Kostenberechnung eines Patientenfalles fließen viele verschiedene Faktoren ein. Die Grundlage bilden die sog. Diagnosis Related Groups (DRGs) [98].

1.5.1 Diagnosis Related Groups (DRGs)

Die Entwicklung der DRGs begann bereits im Jahr 1967 und ist auf Robert Barclay Fetter und John Devereaux Thompson von der Yale Universität zurückzuführen [98, 135]. Die Patienten wurden mithilfe eines Klassifizierungssystems und anhand unterschiedlicher Ressourcennutzung in Diagnosekategorien eingeordnet. Ebenso wurden Charakteristika wie Alter, Geschlecht, Behandlungen (bspw. Operationen) oder Komplikationen einbezogen [135]. In Deutschland wurde das Fallpauschalensystem bzw. German-DRG- (G-DRG-) System erst 2003 auf freiwilliger Basis und ab 2004 verpflichtend eingeführt [25]. Mit den DRGs sollte die Vergütung des stationären Krankenhausbetriebes transparent und vor allem leistungsgerecht erfolgen. Aufgrund der u. a. angestrebten wirtschaftlicheren Versorgung wurde eine kürzere

Krankenhausverweildauer und ein gesteigerter Wettbewerb zwischen den Krankenhäusern erwartet [98].

Eine DRG besteht zum einen aus einer Basis-DRG, welche sich aus einem Buchstaben und einer Zahl zusammensetzt. Der Buchstabe gibt das betroffene Organsystem an. Die Grundlage hierfür bilden die Hauptdiagnosen bzw. die Major Diagnostic Categories (MDCs). Die darauffolgende Zahl gibt die durchgeführte Behandlung an. Dabei wird zwischen O= operativ (01 bis 39), A= andere (40 bis 59) und M= medizinisch (60 bis 99) unterschieden. Zusätzlich zur Basis-DRG steht an vierter Stelle ein weiterer Buchstabe, der den Schweregrad der Erkrankung bzw. den Ressourcenverbrauch widerspiegelt. Der Buchstabe A kennzeichnet den höchsten Schweregrad. Z steht für keine weitere Schweregraddifferenzierung. Faktoren, die hier Einfluss nehmen, sind das Alter, eine mögliche Beatmung, der Entlassungsgrund, die Haupt- und Nebendiagnosen, das Patient Clinical Complexity Level (PCCL), die Prozedur und die Verweildauer (VWD) [54]. 2023 gibt es im deutschen Fallpauschalensystem insgesamt 1.292 DRGs [83]. Ein Beispiel ist die DRG I46A, welche kennzeichnend für Wechseloperationen am Hüftgelenk mit schweren Komplikationen bzw. Nebendiagnosen oder einem Eingriff an mehreren Lokalisationen ist [84].

Mit dem seit 2019 geltenden Pflegepersonal-Stärkungsgesetz (PpSG, BGBl. I S. 2394) wurde für die Vergütung des Pflegepersonals ein separates Pflegebudget eingeführt [27]. Das G-DRG-System wurde zum aG-DRG-System umbenannt, wobei das „a“ für die ausgegliederten Pflegekosten steht [54, 82].

Neben der Fallpauschale können in Sonderfällen zusätzliche Entgelte, z. B. für kostenintensivere Medikamente oder Leistungen wie Bluttransfusionen oder Dialyse, abgerechnet werden [22, 84].

1.5.2 Case Mix (CM) und Case Mix Index (CMI)

Die Kombinationsmöglichkeiten und damit verbundenen Kosten aus Diagnosen, Interventionen, Komplikationen etc. eines Patienten sind sehr zahlreich. Deshalb wurden Kategorien (DRGs) gebildet, in denen die Patienten einen nahezu gleichen Ressourcen- bzw. Kostenaufwand aufzeigten [122, 135] und anschließend jeder dieser Kategorien ein Relativ- bzw. Kostengewicht (cost weight) zugeteilt [122]. Das Relativgewicht wird vom Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (InEK), auf der Grundlage von jährlichen Kostenangaben teilnehmender Kalkulationskrankenhäuser, errechnet. Ein Relativgewicht hat durchschnittlich den Wert von 1,0 [54]. Die DRG I46A hat beispielsweise ein Relativgewicht von 4,322 [84]. Das bedeutet, dass diese Patientenfälle in ihrer gesamten Behandlung im Vergleich 4,322-mal so aufwendig und kostenintensiv sind [54].

Der Case Mix (CM) gibt den Gesamtschweregrad aller Patienten einer Klinik bzw. eines Fachgebietes an. Er wird berechnet aus der Summe der Relativgewichte jenes Patientenstammes oder aus der Anzahl der Patienten multipliziert mit dem sog. Case Mix

Index (CMI). Der CMI spiegelt die durchschnittliche Fallschwere wider und kann durch Umstellung der genannten Rechnung ermittelt werden, indem der CM durch die Patientenzahl dividiert wird. Ein überdurchschnittlicher CMI ist größer als 1,0 und eine unterdurchschnittliche Fallschwere wird durch Werte unter 1,0 gekennzeichnet [54]. Mit dem CM ist die Fallzusammensetzung in einzelnen Einrichtungen besser nachvollziehbar, wodurch Unterschiede in der Krankenhausnutzung, dem Ressourcenverbrauch und der Versorgungsqualität erörtert werden können [51].

1.5.3 Landesbasisfallwert (LBFW)

Mit den Landesbasisfallwerten (LBFW) erfolgt eine bundeslandspezifische Vergütung von DRGs. Sie werden jährlich an die Entwicklung der Kosten bzw. der Krankenhausaussgaben von der jeweiligen Landeskrankenhausesgesellschaft und den Verbänden der Krankenkassen angepasst [24]. Zum Vergleich beträgt der LBFW im Jahr 2023 in Rheinland-Pfalz 4.096,61 €, in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen hingegen 3.992,34 € [140].

Durch die Multiplikation des Landesbasisfallwerts mit den Relativgewichten der DRGs wird das patientenspezifische DRG-Entgelt [24] bzw. durch Multiplikation mit dem Case Mix das Budget des jeweiligen Krankenhauses ermittelt [54].

Das InEK führt, vereinfacht erklärt, auf Basis der Landesbasisfallwerte sowie der Ausgaben bzw. Erlöse und Case Mixes der Bundesländer eine Berechnung durch, welche die Grundlage für einen einheitlichen Bundesbasisfallwert (BBFW) bildet [54]. Der BBFW dient der Heranführung aller LBFW an einen Korridor von +2,5 % bis -1,02 % um den BBFW. 2023 liegt der BBFW bei 4000,71 € [55].

1.5.4 Patient Clinical Complexity Level (PCCL)

Das Patient Clinical Complexity Level (PCCL) drückt den Gesamtschweregrad der Komorbiditäten und/oder Komplikationen eines Patienten aus. Einer Basis-DRG wird dabei eine Complication or Comorbidity Level- (CCL-) Matrix zugeordnet, in welcher jede Nebendiagnose einen Wert erhält. Für den Ressourcenverbrauch irrelevante Komorbiditäten mit dem Wert 0 werden ausgeschlossen und alle übrigen in absteigender Reihenfolge geordnet. Die Hauptdiagnose bleibt im PCCL unberücksichtigt. Nach einem weiteren Ausschlussverfahren zur Überprüfung der Signifikanz der Nebendiagnosen in Bezug auf den Ressourcenmehraufwand wird das PCCL nach einem Algorithmus berechnet. Der finale Wert des PCCLs wird genutzt, um einer Basis-DRG den jeweiligen kumulativen Ressourcenaufwand zuzuschreiben und bei Mehraufwand das DRG-Entgelt entsprechend anzupassen. Im Jahr 2016 wurde die PCCL-Einteilung durch das InEK von vier auf sechs Kategorien hochgesetzt, um speziell sehr schwere Patientenfälle besser abbilden und vergüten zu können. Das PCCL kann demzufolge Werte von 0 (keine Komplikationen und Komorbiditäten) bis 6 (schwerste Komplikationen und Komorbiditäten) annehmen [54, 81].

1.5.5 Krankenhausverweildauer (VWD)

Die Krankenhausverweildauer (VWD) ist die Zeitspanne der stationären Behandlung eines Patienten von der Aufnahme bis zur Entlassung oder Verlegung. Der Entlassungs- oder Verlegungstag selbst wird jedoch nicht miteinberechnet. Für jede DRG ist eine mittlere Krankenhausverweildauer sowie eine untere (UGV) und eine obere Grenzverweildauer (OGV) festgelegt. Wird die UGV der DRG unterschritten, so wird das DRG-Entgelt entsprechend minimiert. Ebenso wird bei Überschreitung der OGV ein zusätzliches Entgelt abgerechnet [54, 56].

1.5.6 Verlegungspatienten

Als Verlegungspatient wird definiert, wer von einer Klinik entlassen und innerhalb von 24 h in einer anderen Klinik aufgenommen wird [56]. Nach Angaben des Bundessozialgerichtes braucht es für eine Verlegung, die Mehrkosten verursacht, einen sachlichen Grund. Das können medizinische Gründe, wichtige persönliche Gründe des Patienten oder die Sicherstellung einer adäquaten, bedarfsgerechten Versorgung sein. Persönliche Gründe gliedern z. B. religiöse Gründe, den Wunsch nach einer geringeren Distanz zu Familienangehörigen oder Unstimmigkeiten mit der behandelnden Klinik ein [26]. Für den Fall, dass die festgelegte mittlere Verweildauer einer DRG im verlegenden oder aufnehmenden Krankenhaus unterschritten wird, sinkt das DRG-Entgelt für die entsprechende Klinik um einen Verlegungsabschlag. Ist der Aufenthalt in der verlegenden Klinik ≤ 24 h, wird für die aufnehmende Klinik kein Verlegungsabschlag fällig. Eine Unterschreitung der UGV führt auch an dieser Stelle zu einer entsprechenden Minderung des Entgeltes [56].

Wird ein Patient nach Entlassung, jedoch innerhalb von 30 Kalendertagen nach dem Aufnahmedatum, an dieselbe Klinik wieder aufgenommen, ist zu prüfen, ob eine Zusammenfassung der Falldaten und eine entsprechende Neueinstufung in eine Fallpauschale vorzunehmen ist [56].

1.6 Komorbiditäten-Indizes

Um einen besseren Überblick über die Anzahl und den Schweregrad von relevanten Nebenerkrankungen erhalten zu können, ist die Eintragung dieser in verschiedene Indizes möglich. Zwei davon sind der Charlson Comorbidity Index und der Elixhauser Comorbidity Index.

1.6.1 Begriff Komorbidität

Bereits 1970 beschrieb Feinstein [50] die Notwendigkeit der Berücksichtigung von Erkrankungen zusätzlich zur Haupt- bzw. „Indexerkrankung“, da diese die Prognosen, Therapieansätze und Behandlungsergebnisse wesentlich verändern können. Elixhauser et al.

[43] führten den Begriff weiter aus und sahen Komorbiditäten als Erkrankungen ohne direkten Zusammenhang zu einer Haupterkrankung und damit verbunden auch ohne direkten Zusammenhang zu einer entsprechend zugewiesenen DRG. Trotzdem bringen sie einen Mehraufwand an Ressourcen mit sich und/oder verschlechtern potenziell das Behandlungsergebnis des Patienten. Es wurden Diagnosen ausgegliedert, die erst als Komplikationen des Pflegeprozesses auftraten und nur diejenigen vor der Krankenhausaufnahme berücksichtigt.

1.6.2 Charlson Comorbidity Index (CCI)

Im Folgenden werden der originale und ein überarbeiteter Charlson Comorbidity Index vorgestellt und hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Berechnung näher erläutert.

1.6.2.1 Originaler Charlson Comorbidity Index

Im Jahr 1987 wurde von Mary E. Charlson und Kollegen [29] ein Verfahren zur Bestimmung von Komorbiditäten und deren Einfluss auf die Mortalität von Patienten vorgestellt. Das sollte u. a. genutzt werden, um Patienten mit unterschiedlichen Krankheitsschweregraden und entsprechenden Sterberisiken zu gruppieren und damit verbunden auch höhergradig Erkrankte in Studien einschließen zu können [29, 72]. Zunächst wurde in einer Kohorte mit 559 Patienten, welche 1984 innerhalb eines Monats am Medical Center in New York rekrutiert wurden, die 1-Jahres-Mortalität und basierend darauf ein Komorbiditätenindex bestimmt. Im Anschluss wurden 685 Frauen mit primärem Brustkrebs, die 1962 bis 1969 am Yale New Haven Hospital aufgenommen wurden, untersucht und die Vorhersagefähigkeit des Sterberisikos über zehn Jahre analysiert. Jeweils alle aktuellen Komorbiditäten der Patientinnen wurden registriert und im Zuge dessen vergangene Krankheiten, z. B. abgeklungene Infektionen oder durch Operation geheilte bzw. inaktivierte Beschwerden, ausgliedert [29]. Auf der Grundlage einer Berechnungsmethode von Hutchinson et al. [80] wurde der Einfluss von Alter und Komorbiditäten kombiniert, um das 10-Jahres-Überleben zu kalkulieren. Ab 50 Jahren sollte ein Punkt und mit jeder hinzukommenden Lebensdekade ein weiterer Punkt addiert werden [29].

Das relative Risiko jeder Komorbidität, innerhalb eines Jahres zu versterben, wurde bestimmt und anhand dessen eine Gewichtung erstellt. Bei einem relativen Risiko von 1,3 bis < 1,5 erhält die Komorbidität eine Gewichtung von 1, bei 1,5 bis < 2,5 von 2 und bei 2,5 bis < 3,5 von 3. Den Erkrankungen mit einem relativen Risiko > 6 wurde eine Gewichtung von 6 zugeschrieben. Alle Komorbiditäten mit einem relativen Risiko < 1,3 wurden nicht weiter einbezogen, sodass letztendlich 19 Begleiterkrankungen im Index enthalten sind [29]. Die Komorbiditäten „jeder Tumor“ und „metastasierter solider Tumor“, „Diabetes“ und „Diabetes mit Endorganschaden“ sowie „leichte Lebererkrankung“ und „moderate oder schwere Lebererkrankung“ können nicht gleichzeitig zur Indexberechnung herangezogen werden. Der

höchstmögliche CCI beläuft sich auf 29 [124]. Die prognostizierte 10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit der Brustkrebspatientinnen lag bei einem kombinierten Punktwert von 1 bei ca. 96 % und bei 3 Punkten im Vergleich bei ca. 77 % [29].

Im Jahr 1992 wurden die Komorbiditäten gemäß der ICD-9-Clinical-Modification (ICD-9-CM) beschrieben, was u. a. eine Vereinfachung und Vereinheitlichung für die Forschung mit sich bringen sollte. Zudem wurden einige Veränderungen vorgenommen, bei denen zum einen die Komorbiditäten „jeder Tumor“, „Leukämie“ und „Lymphom“ zu „jede Malignität, inklusive Leukämie und Lymphom“ fusioniert wurden. Zum anderen wurde die zusätzliche Addition von Punkten für ein höheres Lebensalter wieder verworfen [39, 72].

Die von Deyo et al. [39] durchgeführte ICD-9 Zuordnung wurde 2005 von der Arbeitsgruppe um Hude Quan [125] in die ICD-10 überführt. Die nach Quan et al. [125] entwickelte ICD-10-Codierung setzte sich auch im Vergleich mit anderen veröffentlichten ICD-10-Versionen durch [134].

1.6.2.2 Updated Charlson Comorbidity Index

Da der ursprüngliche CCI bereits 1987 publiziert wurde, erfolgte im Jahr 2011 eine aus Aktualitätsgründen notwendige Überarbeitung [29, 124]. Aufgrund der verbesserten Behandlungsmöglichkeiten und der höheren durchschnittlichen Lebenserwartung bestand der Grund zur Annahme, dass sich verschiedene Komorbiditäten nun anders auf die Sterblichkeit auswirken könnten. Die Testpopulation bestand aus 55.929 Patienten, die 2004 in Calgary in Alberta (Kanada) stationär aufgenommen wurden und mindestens 18 Jahre alt waren [124]. Nach der ICD-10-Codierung des CCI nach Quan et al. [125] konnten die Komorbiditäten jedes Patienten ermittelt und jeweils die Hazard Ratio in Bezug auf die 1-Jahres-Mortalität nach dem stationären Aufenthalt bestimmt werden [124]. Die Validierung des aktualisierten CCI erfolgte mithilfe der Krankenhausentlassungsdaten aus sechs verschiedenen Ländern. Für die Begleiterkrankungen „Myokardinfarkt“, „periphere Gefäßerkrankung“, „zerebrovaskuläre Erkrankung“, „Ulkuskrankheit“ und „Diabetes ohne chronische Komplikationen“ ist die Gewichtung in der aktualisierten Version 0. Bei „Diabetes mit chronischen Komplikationen“ und „Nierenkrankheit“ sank der Wert um einen und bei „AIDS/HIV“ um zwei Punkte. Bezüglich „kongestiver Herzinsuffizienz“, „Demenz“, „leichter Lebererkrankung“ und „moderater bis schwerer Lebererkrankung“ stieg die Gewichtung um jeweils einen Punkt. Die restlichen Gewichtungen entsprechen weiterhin denen des originalen CCI. Der höchstmögliche Index ist 24 [124].

1.6.2.3 Tabellarische Zusammenfassung des Charlson Comorbidity Index

Tabelle 1: Komorbiditäten des Charlson Comorbidity Index und Codierung in die ICD-10

<u>Komorbidität</u>	<u>ICD-10</u>	<u>Originaler Charlson Comorbidity Index</u>	<u>Updated Charlson Comorbidity Index</u>
Myokardinfarkt	I21.x, I22.x, I25.2	1	0
Kongestive Herzinsuffizienz	I09.9, I11.0, I13.0, I13.2, I25.5, I42.0, I42.5-I42.9, I43.x, I50.x, P29.0	1	2
Periphere Gefäßerkrankung	I70.x, I71.x, I73.1, I73.8, I73.9, I77.1, I79.0, I79.2, K55.1, K55.8, K55.9, Z95.8, Z95.9	1	0
Zerebrovaskuläre Erkrankung	G45.x, G46.x, H34.0, I60.x-I69.x	1	0
Demenz	F00.x-F03.x, F05.1, G30.x, G31.1	1	2
Chronische Lungenerkrankung	I27.8, I27.9, J40.x-J47.x, J60.x-J67.x, J68.4, J70.1, J70.3	1	1
Rheumatische Erkrankung/ Erkrankung des Bindegewebes	M05.x, M06.x, M31.5, M32.x-M34.x, M35.1, M35.3, M36.0	1	1
Ulkuskrankheit	K25.x-K28.x	1	0
Leichte Lebererkrankung	B18.x, K70.0-K70.3, K70.9, K71.3-K71.5, K71.7, K73.x, K74.x, K76.0, K76.2-K76.4, K76.8, K76.9, Z94.4	1	2
Diabetes ohne chronische Komplikationen	E10.0, E10.1, E10.6, E10.8, E10.9, E11.0, E11.1, E11.6, E11.8, E11.9, E12.0, E12.1, E12.6, E12.8, E12.9, E13.0, E13.1, E13.6, E13.8, E13.9, E14.0, E14.1, E14.6, E14.8, E14.9	1	0
Diabetes mit chronischen Komplikationen	E10.2-E10.5, E10.7, E11.2-E11.5, E11.7, E12.2-E12.5, E12.7, E13.2-E13.5, E13.7, E14.2-E14.5, E14.7	2	1
Hemiplegie oder Paraplegie	G04.1, G11.4, G80.1, G80.2, G81.x, G82.x, G83.0-G83.4, G83.9	2	2
Mäßige oder schwere Nierenerkrankung	I12.0, I13.1, N03.2-N03.7, N05.2-N05.7, N18.x, N19.x, N25.0, Z49.0-Z49.2, Z94.0, Z99.2	2	1
Jedes Malignom, inklusive Lymphom und Leukämie, außer maligne Neoplasien der Haut	C00.x-C26.x, C30.x-C34.x, C37.x-C41.x, C43.x, C45.x- C58.x, C60.x-C76.x, C81.x-C85.x, C88.x, C90.x-C97.x	2	2
Mäßige oder schwere Lebererkrankung	I85.0, I85.9, I86.4, I98.2, K70.4, K71.1, K72.1, K72.9, K76.5, K76.6, K76.7	3	4
Metastasierter solider Tumor	C77.x-C80.x	6	6
AIDS/HIV	B20.x-B22.x, B24.x	6	4

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Charlson et al., 1987 [29]; Quan et al., 2005 [125];

Quan et al., 2011 [124]

1.6.3 Elixhauser Comorbidity Index

Nachfolgend werden der Elixhauser Comorbidity Index nach van Walraven und der AHRQ Elixhauser Comorbidity Index hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Berechnung dargestellt.

1.6.3.1 Elixhauser Comorbidity Index nach van Walraven

Im Jahr 1998 generierte die Arbeitsgruppe um Dr. Anne Elixhauser [43] einen Datensatz mit 30 verschiedenen Komorbiditätsmaßen, von denen das jeweilige Odds Ratio in Bezug auf die Krankenhausmortalität sowie die Auswirkungen auf die Verweildauer und anfallende Krankenhauskosten ermittelt wurden. Zur Identifizierung von bedeutenden Komorbiditäten wurden die unter 1.6.1 beschriebenen Kriterien genutzt. Zunächst wurden die Daten von 3.597.735 stationär aufgenommenen Patienten aus 439 nicht-staatlichen, kommunalen Kliniken in Kalifornien gesammelt. Für den weiteren Einschluss mussten die Patienten mindestens 18 Jahre alt, nicht-mütterlich und an einem Akutkrankenhaus behandelt worden sein [43]. Der Ausschluss von pädiatrischen und geburtshilflichen Fällen ist auf deren geringe Anzahl von Komorbiditäten und die niedrige Krankenhaussterblichkeit zurückzuführen. Eine mögliche Ergebnisverzerrung sollte dadurch verhindert werden [142]. Alle Patienten, bei denen anschließend eine Verlegung in eine andere Klinik oder Langzeitpflegeeinrichtung erfolgte, wurden außerdem ausgeschlossen. Als Grund wurde eine eventuelle Verzerrung infolge einer über den ersten stationären Aufenthalt hinausgehenden Ressourcennutzung aufgeführt. Letztlich konnten 1.779.167 Patienten in die Studie einbezogen werden. Für alle eingefassten Komorbiditäten wurde zudem eine Codierung nach der ICD-9-CM aufgeführt. Bei Komorbiditäten wie beispielsweise „Diabetes“ können verschiedene Schweregrade auftreten. Hier ist jeweils die am schwersten vorliegende Form zur Indexberechnung zu nutzen [43]. Im Jahr 2005 erstellten Quan et al. [125] neben der Übersetzung des CCI auch eine Variante der ICD-10-Codierung für den Elixhauser Comorbidity Index. Verglichen mit dem CCI ist der Elixhauser Comorbidity Index aufgrund der Umfänglichkeit jedoch aufwendiger zu ermitteln [142]. Zur Vereinfachung entwickelten van Walraven et al. [142] im Jahr 2009, u. a. auf Basis der ICD-10-Codierung nach Quan et al. [125], ein Punktesystem, bei dem der Einfluss der jeweiligen Komorbidität auf die Klinikmortalität dargestellt werden sollte. Eingeschlossen wurden 345.795 Erwachsene, die von 1996 bis einschließlich 2007 in der Klinik in Ottawa (Kanada) aufgenommen wurden. Die möglichen Indexwerte können von -19 bis +89 variieren. Einige Komorbiditäten haben paradoxerweise sogar einen verringernden Effekt auf die Krankenhausmortalität. Diese sind durch eine negative Gewichtung gekennzeichnet. Mit steigendem Index erhöht sich folglich das Risiko im Krankenhaus zu versterben. Das erwartete Sterberisiko liegt z. B. bei einem Punktwert von 1 bei ca. 3% und bei einem Wert von 20 schon bei ca. 15 % [142].

1.6.3.2 AHRQ Elixhauser Comorbidity Index

Eine Weiterentwicklung des Elixhauser Comorbidity Index nach van Walraven et al. [142] erfolgte im Jahr 2017 von Moore et al. [111]. Neben der Krankenhausmortalität sollte der Einfluss von 29 Komorbiditätsmaßen auf stationäre Wiederaufnahmen innerhalb von 30 Tagen nach Entlassung ermittelt werden. Die Diagnose „Herzrhythmusstörungen“ wurde ausgeschlossen, da sie eher einen akuten Befund und keine chronische Nebenerkrankung darstellt [111].

Die Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ), welche als US-amerikanische Behörde in der Gesundheitsversorgung tätig ist, spielte eine bedeutende Rolle bei der Datenermittlung, indem sie wichtige Qualitätsindikatoren der stationären Behandlung wie beispielsweise die Krankenhausmortalität bereitstellte [1, 111]. In die Studie wurden alle nicht-mütterlichen, mindestens 18 Jahre alten Erwachsenen eingeschlossen, welche 2012 aus 1.714 Kliniken in 18 Bundesstaaten der USA entlassen wurden (n=10.777.213). Validiert wurden die Ergebnisse mit einem kriteriengleichen Datensatz aus dem Jahr 2011. Wiedereinweisungen konnten nicht bundesstaatenübergreifend betrachtet werden und geplante Wiederaufnahmen wurden nach einem bestimmten Algorithmus ausgeschlossen. Schließlich wurden die Odds Ratios und Gewichtungen für die 29 Komorbiditäten hinsichtlich Krankenhaussterblichkeit und Wiederaufnahmen berechnet [111], wobei sich in der tabellarischen Zusammenfassung des Elixhauser Comorbidity Index (Tabelle 2) und auch im Ergebnissteil ausschließlich auf die Gewichtung nach der Mortalität bezogen wird. Die möglichen Indexwerte reichen von -32 bis 99 [111].

1.6.3.3 Tabellarische Zusammenfassung des Elixhauser Comorbidity Index

Tabelle 2: Komorbiditäten des Elixhauser Comorbidity Index und Codierung in die ICD-10

<u>Komorbidität</u>	<u>ICD-10-Codierung</u>	<u>Elixhauser Comorbidity Index nach van Walraven</u>	<u>AHRQ Elixhauser Comorbidity Index</u>
Kongestive Herzinsuffizienz	I09.9, I11.0, I13.0, I13.2, I25.5, I42.0, I42.5-I42.9, I43.x, I50.x, P29.0	7	9
Herzrhythmusstörungen	I44.1-I44.3, I45.6, I45.9, I47.x-I49.x, R00.0, R00.1, R00.8, T82.1, Z45.0, Z95.0	5	/
Herzklappenerkrankung	A52.0, I05.x-I08.x, I09.1, I09.8, I34.x-I39.x, Q23.0-Q23.3, Z95.2-Z95.4	-1	0
Lungenkreislaufstörungen	I26.x, I27.x, I28.0, I28.8, I28.9	4	6
Periphere Gefäßerkrankungen	I70.x, I71.x, I73.1, I73.8, I73.9, I77.1, I79.0, I79.2, K55.1, K55.8, K55.9, Z95.8, Z95.9	2	3
Hypertonie, unkompliziert	I10.x	0	-1
Hypertonie, kompliziert	I11.x-I13.x, I15.x	0	-1
Lähmungen	G04.1, G11.4, G80.1, G80.2, G81.x, G82.x, G83.0-G83.4, G83.9	7	5

Andere neurologische Störungen	G10.x-G13.x, G20.x-G22.x, G25.4, G25.5, G31.2, G31.8, G31.9, G32.x, G35.x-G37.x, G40.x, G41.x, G93.1, G93.4, R47.0, R56.x	6	5
Chronische Lungenerkrankung	I27.8, I27.9, J40.x-J47.x, J60.x-J67.x, J68.4, J70.1, J70.3	3	3
Diabetes, unkompliziert	E10.0, E10.1, E10.9, E11.0, E11.1, E11.9, E12.0, E12.1, E12.9, E13.0, E13.1, E13.9, E14.0, E14.1, E14.9	0	0
Diabetes, kompliziert	E10.2-E10.8, E11.2-E11.8, E12.2-E12.8, E13.2-E13.8, E14.2-E14.8	0	-3
Hypothyreose	E00.x-E03.x, E89.0	0	0
Nierenversagen	I12.0, I13.1, N18.x, N19.x, N25.0, Z49.0-Z49.2, Z94.0, Z99.2	5	6
Lebererkrankung	B18.x, I85.x, I86.4, I98.2, K70.x, K71.1, K71.3-K71.5, K71.7, K72.x-K74.x, K76.0, K76.2-K76.9, Z94.4	11	4
Peptische Ulkuserkrankung ohne Blutung	K25.7, K25.9, K26.7, K26.9, K27.7, K27.9, K28.7, K28.9	0	0
AIDS/HIV	B20.x-B22.x, B24.x	0	0
Lymphom	C81.x-C85.x, C88.x, C96.x, C90.0, C90.2	9	6
Metastasierender Krebs	C77.x-C80.x	12	14
Solider Tumor ohne Metastasen	C00.x-C26.x, C30.x-C34.x, C37.x-C41.x, C43.x, C45.x-C58.x, C60.x-C76.x, C97.x	4	7
Rheumatoide Arthritis/ Kollagene Gefäßerkrankungen	L94.0, L94.1, L94.3, M05.x, M06.x, M08.x, M12.0, M12.3, M30.x, M31.0-M31.3, M32.x-M35.x, M45.x, M46.1, M46.8, M46.9	0	0
Koagulopathie	D65-D68.x, D69.1, D69.3-D69.6	3	11
Adipositas	E66.x	-4	-5
Gewichtsverlust	E40.x-E46.x, R63.4, R64	6	9
Flüssigkeits- und Elektrolytstörungen	E22.2, E86.x, E87.x	5	11
Blutungsanämie	D50.0	-2	-3
Mangelanämie	D50.8, D50.9, D51.x-D53.x	-2	-2
Alkoholmissbrauch	F10, E52, G62.1, I42.6, K29.2, K70.0, K70.3, K70.9, T51.x, Z50.2, Z71.4, Z72.1	0	-1
Drogenmissbrauch	F11.x-F16.x, F18.x, F19.x, Z71.5, Z72.2	-7	-7
Psychosen	F20.x, F22.x-F25.x, F28.x, F29.x, F30.2, F31.2, F31.5	0	-5
Depression	F20.4, F31.3-F31.5, F32.x, F33.x, F34.1, F41.2, F43.2	-3	-5

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Quan et al., 2005 [125];
van Walraven et al., 2009 [142]; Moore et al., 2017 [111]

1.7 Zielsetzungen

- I. Selbstrekrutierte Patienten der OUK und Verlegungspatienten aus anderen Kliniken sollen hinsichtlich ihrer Krankheitslast und Komorbiditäten verglichen

werden. Dazu dienen die Komorbiditäten-Indizes nach Charlson und Elixhauser in jeweils zwei Varianten sowie der CMI und das PCCL.

- II. Es wird ein Vergleich zwischen Selbstrekrutierten und Verlegungspatienten hinsichtlich ihres Kosten- und Zeitaufwandes für die OUK unter Zuhilfenahme der fallbezogenen DRGs und Verweildauern angestrebt. Dabei soll auch das postoperative Jahr betrachtet werden, welches ab der Entlassung aus dem Krankenhaus beginnt, unter der Voraussetzung, dass keine weiteren Aufnahmen geplant sind. Im Zuge dessen ist neben der Ermittlung der gesamten Verweildauer und der DRG-Summe auch die Erfassung der Wiederaufnahmen geplant.
- III. Weitere Vergleiche zwischen den verlegten Patienten und den selbstrekrutierten Patienten der OUK sollen nach einer Unterteilung beider Gruppen in Hüft- und Knieoperationen durchgeführt werden. Die dazu dienenden Parameter werden auch an dieser Stelle der CMI, das PCCL und jeweils zwei Varianten des Charlson Comorbidity Index und Elixhauser Comorbidity Index sein. Außerdem ist eine Ermittlung der Anzahl stationärer Wiederaufnahmen sowie des DRG-Entgelts und der Verweildauer während der ersten stationären Aufnahme und unter Einschluss des postoperativen Jahres erstrebenswert.
- IV. Ein weiteres Ziel ist es, die Verlegungspatienten im Hinblick auf den EPZ-Zertifizierungsstatus der jeweiligen Klinik zum Zeitpunkt der Verlegung zu unterteilen. Im Anschluss sollen die Verlegten aus zertifizierten und nicht-zertifizierten Kliniken auf Unterschiede bezüglich des CMI, des PCCLs, der Indizes nach Charlson und Elixhauser, der DRG-Entgelte, der Verweildauern und der Anzahl der Wiederaufnahmen überprüft werden.
- V. In den Gruppen der Verlegten und Selbstrekrutierten sollen septische Wechsel anhand der ICD T84.5 und der individuellen Krankengeschichte identifiziert werden. Anschließend ist ein Vergleich der Untergruppen der septischen Verlegungen und septischen Selbstrekrutierten hinsichtlich klinischer Parameter anzustreben. Diese umfassen den CMI, das PCCL, die Indizes nach Charlson und Elixhauser, die DRG-Entgelte, die Verweildauern und die Anzahl der Wiederaufnahmen. Das postoperative Jahr soll in diesen Fällen nach der erfolgreichen Sanierung beginnen und Ereignisse wie Mortalität, Amputationen und septische Rezidive ebenso berücksichtigt und verglichen werden.

1.8 Hypothesen

In Anlehnung an die Zielsetzungen werden folgende Hypothesen aufgestellt:

- I. Die Patienten, welche aus anderen Kliniken verlegt werden, sind im Vergleich zu den selbstrekrutierten Patienten der OUK komorbider, was sich in höheren Indizes

nach Charlson und Elixhauser und in einem höheren CMI sowie PCCL widerspiegelt.

- II. Der Kostenaufwand für Verlegungspatienten ist im Vergleich größer und die stationären Aufenthalte gehen mit längeren Verweildauern einher, wodurch ein insgesamt größerer Zeitaufwand festgestellt werden kann. Zudem werden Verlegungspatienten häufiger wiederaufgenommen.
- III. Die weitere Unterteilung nach Hüft- und Knieoperationen bringt keine anderen Ergebnisse hervor als die unter I. und II. genannten.
- IV. Kliniken ohne EPZ-Zertifizierung verlegen Patienten schon bei weniger komplizierten Krankheitsverläufen. Deswegen sind Patienten, welche von EPZ-zertifizierten Kliniken verlegt werden, im Durchschnitt komorbider und für die OUK nach Übernahme mit einem höheren Kosten- und Zeitaufwand verbunden.
- V. Die Häufigkeit septischer Wechsel ist in der Gruppe der Verlegungen größer. Septische Verlegungen sind im Vergleich zu septischen selbstrekrutierten Patienten komorbider und gehen mit einem höheren Kosten- und Zeitaufwand sowie häufigeren Wiederaufnahmen einher.

2 Material und Methoden

2.1 Allgemein

Im Zuge dieser Arbeit wurde eine retrospektive, pseudonymisierte Datenanalyse durchgeführt. Mithilfe des krankenhausinternen Controllings konnten anhand von Routinedaten alle Patienten ermittelt werden, die in den Jahren von 2015 bis 2021 an der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Universitätsmedizin Rostock (OUK) stationär aufgenommen und operiert wurden. Unter Zuhilfenahme der Daten des Operationen- und Prozedurenschlüssels (OPS, Tabelle 3) [18] konnte jeder Patient zur Gruppe eines endoprothetischen Ersteinsatzes oder einer Folgeoperation zugeordnet werden. Ebenso wurden Hüft- und Knieoperationen unterschieden.

Tabelle 3: Prozedurcodes mit Bezeichnung

Prozedurcode	Bezeichnung
5-820	Implantation einer Endoprothese am Hüftgelenk
5-821	Revision, Wechsel und Entfernung einer Endoprothese am Hüftgelenk
5-822	Implantation einer Endoprothese am Kniegelenk
5-823	Revision, Wechsel und Entfernung einer Endoprothese am Kniegelenk

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an das
Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, 2023 [18]

Beide Patientenkollektive (s. 2.2 und 2.3) wurden hinsichtlich ihrer Krankheitslast bzw. ihres Schweregrades und dem damit verbundenen Kostenaufwand für die OUK verglichen. Zur Umsetzung wurden die Parameter CMI und PCCL sowie die VWD und das DRG-Entgelt für den jeweiligen Patientenfall herangezogen.

Bei Patienten mit Mehrfachaufnahmen wurde für die genannten Werte zunächst der erste in die jeweilige Gruppe einbezogene Fall des Patienten betrachtet. Im Anschluss wurde ein Nachbeobachtungszeitraum von einem Jahr gewählt. Anhand der zusätzlichen DRG-Entgelte von wiederaufgenommenen Patienten konnten die stationären Gesamtkosten der Behandlung für die OUK von jedem Patienten in diesem Zeitraum berechnet werden.

2.2 Fallgruppe der Verlegungspatienten

Für die Definition eines Verlegungspatienten wurden die unter 1.5.6 genannten Kriterien genutzt. Die stationäre Behandlung der Verlegungspatienten erfolgte zunächst an Krankenhäusern, die nicht der Maximalversorgung dienen und wurde durch eine anschließende Verlegung an die OUK in dieser fortgeführt. Vorerst wurden 77 Patienten aus den Jahren 2015 bis 2021 mithilfe der Controllingdaten in die Fallgruppe eingefasst.

Aufgrund der Tatsache, dass keine Primärimplantationen von Knieendoprothesen (OPS 5-822) und nur sieben Ersteinsätze von Hüftendoprothesen (OPS 5-820) unter den Verlegungspatienten durchgeführt wurden, erfolgte lediglich eine Betrachtung der Revisionen, Wechsel und Entfernungen von Endoprothesen am Hüft- und Kniegelenk (OPS 5-821 und 5-823) [18]. Diese werden vereinfacht als endoprothetische Wechseleingriffe oder Folgeoperationen zusammengefasst.

Bei zwei Patienten wurde ein einzeitiger Komplettersatz von Knie und Hüfte durchgeführt. Da die Zuordnung zur Prozedur 5-821 oder 5-823 nicht eindeutig getroffen werden konnte, wurden diese Patienten aus der Fallgruppe entfernt.

Im Folgenden wurde bei jeder Verlegung die Krankengeschichte individuell mithilfe des Krankenhausinformationssystems überprüft. Es gibt Fälle, bei denen der Ersteinsatz der Endoprothese an der OUK selbst erfolgte. Das akute Krankheitsgeschehen, aufgrund dessen die Verlegung notwendig wurde, entwickelte sich jedoch nicht als postoperative Komplikation des Ersteinsatzes sondern unabhängig davon. Deshalb stellt in diesen Fällen der Ersteinsatz der Endoprothese an der OUK kein Kriterium zum Ausschluss des Patienten aus der Gruppe der Verlegungen von extern dar.

Acht Patienten, welche von anderen Kliniken oder Rehaeinrichtungen an die OUK verlegt wurden, bei denen in der Krankengeschichte jedoch schon eine stationäre Aufnahme und Operation an der OUK in Verbindung zum aktuellen, akuten Krankheitsgeschehen erfolgt ist, konnten nicht eindeutig der Verlegungsgruppe zugeordnet werden und wurden deswegen aus dieser ausgeschlossen. Die Fallgruppe umfasst final 60 Patienten.

Vereinfacht lassen sich die Ein- und Ausschlusskriterien für die Gruppe der Verlegungen von extern wie folgt zusammenfassen:

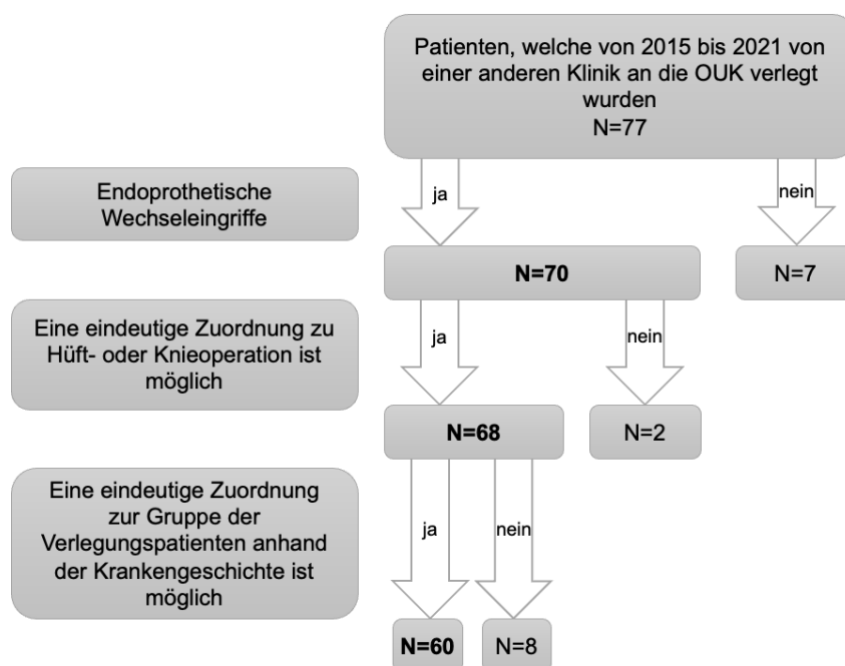


Abbildung 1: Ein- und Ausschlusskriterien in die Gruppe der Verlegungen von extern

2.3 Kontrollgruppe der selbstrekrutierten Patienten der OUK

Die Kontrollgruppe enthält alle Patienten, die innerhalb des Jahres 2019 direkt an die OUK stationär aufgenommen wurden und nicht von einem anderen Krankenhaus verlegt wurden. Um ähnliche Bedingungen für Fall- und Kontrollgruppe voraussetzen und den Einfluss der SARS-CoV-2-Viruspandemie ausschließen zu können, wurde 2019 als Kontrolljahr festgelegt. Der Vergleichbarkeit wegen blieben auch hier alle Patienten mit den Prodezurcodes 5-820 und 5-822 unberücksichtigt.

Weiterhin wurde ein Einschluss in die Fallgruppe als Ausschlusskriterium für die Kontrollgruppe gewertet, weshalb vier Patienten aus der Kontrollgruppe entfernt wurden. Diese Patienten wurden 2019 direkt an die OUK aufgenommen, in den Jahren 2015 bis 2019 jedoch bereits von einer anderen Klinik hierhin verlegt.

Bei einem Patienten wurde einzelfallbezogen die zweite Aufnahme eingeschlossen, da anhand der ersten Aufnahme keine eindeutige Zuordnung zu Hüft- oder Knieoperation getroffen werden konnte. Eine Patientin, welche aus genannten Gründen für die Fallgruppe nicht mehr in Frage kam, konnte nachträglich in die Kontrollgruppe aufgenommen werden, da sie die Einschlusskriterien erfüllte. Final wurden in die Kontrollgruppe 76 Patienten einbezogen.

Die Ein- und Ausschlusskriterien der selbstrekrutierten Patienten der OUK werden im folgenden Schema zusammengefasst:

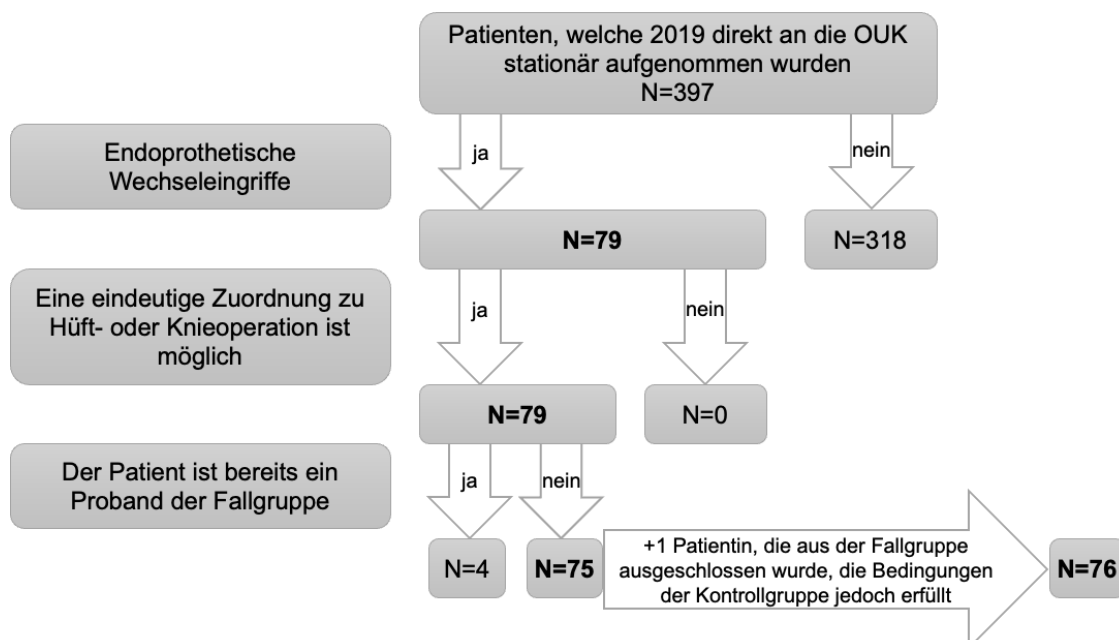


Abbildung 2: Ein- und Ausschlusskriterien in die Gruppe der selbstrekrutierten Patienten der OUK

2.4 Ermittlung der Indizes nach Charlson und Elixhauser

Um die Krankheitslast beider Patientengruppen adäquater miteinander vergleichen zu können, wurden der originale und eine aktualisierte Version des Charlson Comorbidity Index sowie der

Elixhauser Comorbidity Index nach van Walraven und der AHRQ Elixhauser Comorbidity Index für alle Patienten ermittelt [29, 43, 111, 124, 142]. Dafür mussten zunächst jedem Patienten seine entsprechenden ICD-Diagnosecodes zugeordnet werden, welche vom Krankenhausinformationssystem in einem pseudonymisierten Datensatz übermittelt wurden. Da es sich um Komorbiditäten-Indizes handelt [29, 43], wurde jeweils die Hauptdiagnose unter den ICD-Diagnosecodes entfernt und die Nebendiagnosen mittels der Verkettungsfunktion von Excel für ein Kalkulatortool vorbereitet [123]. Zur Überprüfung der Ergebnisse des Tools auf Korrektheit wurden die Indizes stichprobenweise mithilfe der ICD-10-Übersetzung nach Quan et al. [125] errechnet und mit den Werten des Kalkulators abgeglichen. Bei der Berechnung des originalen CCI blieb das Alter im Gegensatz zur Originalquelle [29] unberücksichtigt, da es weder in der späteren Version von Deyo et al. [39] noch vom Kalkulator [123] eingefasst wurde.

2.5 1-Jahres-Nachbeobachtung

Für jeden Patienten erfolgte eine retrospektive 365-tägige Nachbeobachtung. Diese zählt ab dem Zeitpunkt, an dem der Patient ohne weitere geplante Eingriffe nach Hause entlassen wurde. Bei einigen Patienten wurde ein zweizeitiger Wechsel der Endoprothese durchgeführt. Bei diesem Behandlungsschema war eine erneute stationäre Aufnahme zum Wiedereinbau vorgegeben und wurde dementsprechend eingeplant. Die einjährige Nachbeobachtung begann in diesen Fällen erst nach der Reimplantation der Endoprothese und darauffolgender Entlassung. Zudem wurde überprüft, ob und wie viele Neuaufnahmen pro Patient innerhalb des postoperativen Jahres stattfanden. Geplante Wiederaufnahmen z. B. zur Reimplantation wurden an dieser Stelle einbezogen, um einen Gesamtüberblick über alle Wiederaufnahmen zu erhalten.

Eine Neu- oder Wiederaufnahme wurde an einer neuen DRG, bezogen auf die Prozedurcodes 5-820 bis 5-823, festgemacht, wobei das betroffene Gelenk bzw. die betroffene Endoprothese identisch zur ersten gelisteten Operation sein musste. Die Prozedurcodes 5-820 und 5-822 für die Implantation einer Endoprothese am Hüft- oder Kniegelenk wurden berücksichtigt, weil bei den Patienten mit zweizeitigen Wechseln der alleinige Wiedereinbau der Endoprothese u. a. auch mit diesen Codes verschlüsselt wurde.

Aus allen DRG-Entgelten wurde für jeden Patienten mittels Excel-Summenfunktion eine DRG-Gesamtsumme berechnet. Bei einem Einzelfall in der Kontrollgruppe wurde das DRG-Entgelt zum Ausbau der Endoprothese im Jahr 2018 in die Gesamtkostenanalyse einbezogen, da der Wiedereinbau erst 2019 erfolgte und die Wechseloperation durch beide Eingriffe dargestellt wird.

Für die Verlegungspatienten basiert die Nachbeobachtung ausschließlich auf stationären Neuaufnahmen an die OUK. Stationäre Aufnahmen an andere Kliniken wurden nicht

berücksichtigt. Für die selbstrekrutierten Patienten der OUK wurde die Nachbeobachtung auch auf Aufnahmen an andere Kliniken erweitert, um die Rezidivrate nach erfolgter Operation und die Qualität der Operationen besser untersuchen und einschätzen zu können. Mit dem EPRD und den 1-Jahres-Nachbefragungen konnte das eruiert werden. Bei Patienten, die sowohl die Listung im EPRD als auch die Fragebögen ablehnten, wurde die weitere Krankengeschichte unter Zuhilfenahme des Krankenhausinformationssystems aufgearbeitet. Die wenigen verbliebenen Patienten wurden angerufen bzw. zuvor über die Todesanzeigen ein mögliches Versterben geprüft. Alle Patienten konnten im angegebenen Zeitraum nachbeobachtet werden.

2.6 Septische Wechsel

Sowohl in der Fall- als auch in der Kontrollgruppe wurden alle Patienten mit der ICD-Diagnose „T84.5 Infektion und entzündliche Reaktion durch eine Gelenkendoprothese“ [12] in den Haupt- oder Nebendiagnosen in Betracht für einen septischen Wechsel gezogen. Unter Zuhilfenahme des Krankenhausinformationssystems wurde anschließend das tatsächliche Vorliegen eines septischen Wechsels geprüft.

Folgende Fragestellungen sollten im Hinblick auf die Charakterisierung der septischen Wechsel beantwortet werden:

1. Gab es nach der Genesung im Rahmen des septischen Wechsels eine erneute bzw. rezidivierende Protheseninfektion?
2. Nach welcher Zeitspanne trat das Rezidiv auf?
3. Kam es im Verlauf der Infektsanierung zu einer Amputation im betroffenen Gelenk?
4. Traten neben der Amputation weitere Komplikationen in der Sanierungsphase oder im Jahr der Nachbeobachtung auf?
5. Wie hoch ist die Mortalität septischer Wechsel innerhalb des Beobachtungszeitraumes in der OUK?

Komplikationen in der Sanierungsphase und in der Nachbeobachtungszeit konnten nicht bei allen Patienten retrospektiv vollständig eruiert werden, weshalb lediglich eine Auflistung erfolgte.

Aufgrund der Analyse im Krankenhausinformationssystem wurden zwei Patienten aus der Gruppe der septischen Verlegungen entfernt. In einem Fall erfolgte die Infektion der Endoprothese erst unter der Operation selbst. In einem weiteren Fall lag ein aseptischer Wechsel vor und die ICD-Diagnose T84.5 wurde im Rahmen eines vergangenen Krankheitsgeschehens zugewiesen. Unter den septischen Wechseln der Selbstrekrutierten wurden fünf im Nachhinein als aseptisch identifiziert und folglich ausgeschlossen. Schlussendlich umfassen die Gruppen der septischen Wechsel zum einen 32 Verlegungspatienten und zum anderen 15 selbstrekrutierte Patienten.

Die 1-Jahres-Nachbeobachtung für die septischen Wechsel der Fallgruppe wurde mittels der DRG-Daten und über das Krankenhausinformationssystem durchgeführt. Die Nachbeobachtung der Kontrollgruppe erfolgte wie unter 2.5 beschrieben. Der Beginn des Nachbeobachtungszeitraumes entspricht dem Zeitpunkt der Entlassung nach abgeschlossener Infektsanierung und nach einer möglichen Reimplantation der Endoprothese im Rahmen eines zweizeitigen Wechsels. Im Krankenhausinformationssystem wurde für jede Neuaufnahme das Vorliegen einer Infektion geprüft, um septische Rezidive zu identifizieren.

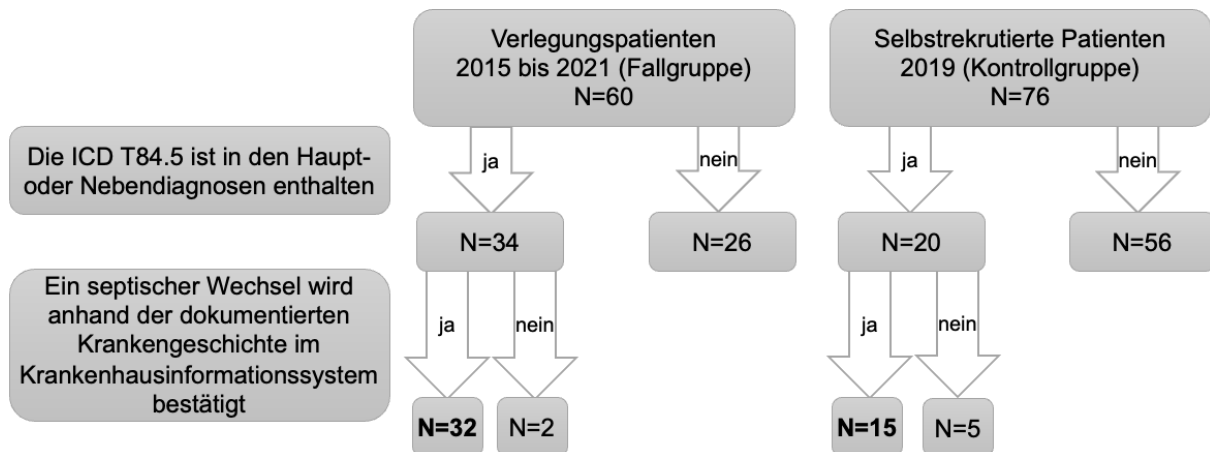


Abbildung 3: Ein- und Ausschlusskriterien der septischen Wechsel

2.7 Statistische Analyse

Die deskriptive Statistik wurde in Excel 2022 Version 16.67 angefertigt und statistische Tests mithilfe des Statistikprogramms SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 29.0.1.1 (IBM Deutschland GmbH, Ehningen) durchgeführt.

Zunächst wurden die Parameter in der Fall- und Kontrollgruppe getrennt voneinander mit dem Shapiro-Wilk-Test und einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ auf Normalverteilung geprüft. Ein p -Wert $> 0,05$ spricht für eine Normalverteilung der Daten. Liegt ein Parameter in Fall- und Kontrollgruppe normalverteilt vor, diente der T-Test für unabhängige Stichproben zur Überprüfung signifikanter Unterschiede zwischen den Gruppen. Liegt der p -Wert des Shapiro-Wilk-Tests unter $0,05$, sind die Daten nicht normalverteilt. Dann wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test (U-Test) als nichtparametrischen Test signifikante Unterschiede bestimmt. Wenn nicht gesondert angegeben, wurde der U-Test genutzt.

Liegen bei U- und T-Test die p -Werte unter dem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$, sind signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen anzunehmen. Außerdem wurden statistische Trends beschrieben, wenn ein p -Wert $\geq 0,05$ und $< 0,1$ ermittelt wurde.

Der exakte Test nach Fisher diente zur Überprüfung, ob sich Fall- und Kontrollgruppe im Hinblick auf nominale Charakteristika signifikant unterscheiden. Auch an dieser Stelle wurde bei einem p -Wert unter dem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ angenommen, dass zwischen den

Gruppen signifikante Unterschiede vorliegen. Statistische Trends wurden ebenso bei einem p-Wert $\geq 0,05$ und $< 0,1$ benannt.

Bei Komplikationen der septischen Fälle im 1-Jahres-Follow-Up wurden neben möglichen Signifikanzen für nominale Parameter auch deren Odds Ratios ermittelt.

3 Ergebnisse

3.1 Deskriptive Statistik der Verlegungen von extern und der selbstrekrutierten Patienten der OUK

Das Patientenkollektiv umfasst insgesamt 136 Patienten. In die Gruppe der Verlegungen von extern wurden davon 60 einbezogen. Für die Gruppe der selbstrekrutierten Patienten der OUK konnten 76 Fälle ermittelt werden.

Tabelle 4: Deskriptive Statistik der Verlegungen von extern und der selbstrekrutierten Patienten der OUK

	Gruppe 1*	Gruppe 2**	Exakter Test nach Fisher
Patientenanzahl	60	76	/
Geschlecht	männlich 22 (36,67 %)	männlich 27 (35,53 %)	1,000
	weiblich 38 (63,33 %)	weiblich 49 (64,47 %)	
Art der Wechseloperation	Hüften 34 (56,67 %)	Hüften 45 (59,21 %)	0,861
	Knie 26 (43,33 %)	Knie 31 (40,79 %)	
septische Wechsel	ja 32 (53,33 %)	ja 15 (19,74 %)	< 0,001
	nein 28 (46,67 %)	nein 61 (80,26 %)	

*Verlegungen von extern

**Selbstrekrutierte Patienten der OUK

Mithilfe des exakten Tests nach Fisher lässt sich aufzeigen, dass sich die Anteile von Männern und Frauen sowie von Hüft- und Knieoperationen in den beiden Gruppen nicht signifikant voneinander unterscheiden und dahingehend ähnliche Ausgangsbedingungen geboten werden. In beiden Gruppen ist der Frauenanteil größer und die Zahl der Hüftoperationen übertrifft die der Eingriffe am Knie.

Die Zahlen der septischen Wechsel unterscheiden sich hingegen signifikant voneinander mit einem p-Wert < 0,001.

Die Hauptdiagnosen wurden mittels ihrer ICD-Diagnosecodes nach der ICD-10-GM Version 2023 unter bestimmten Oberbegriffen zusammengefasst [11, 15]. Die Kategorie „Komplikation durch eine Endoprothese“, in diesem Fall des Hüft- oder Kniegelenks, mit der ICD T84.- ist in der Fall- sowie Kontrollgruppe der häufigste Grund für den stationären Aufenthalt. Darunter fallen z. B. die Infektion der Endoprothese (T84.5) oder mechanische Komplikationen (T84.0-). Während bei den Verlegungen von extern auch Verletzungen der unteren Extremität bzw. Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems und des Bindegewebes mit anteilig jeweils etwa einem Viertel eine Rolle spielen, sind diese als Hauptdiagnosen in der Gruppe der

Selbstrekrutierten nur in einem geringen Prozentsatz zu finden. Zu den Verletzungen zählen z. B. verschiedene Frakturen des Femurs (S72.-), des Acetabulums (S32.4) oder der proximalen Tibia (S82.1-). Muskel-, Skelett- und Bindegewebserkrankungen sind hier u. a. die eitrige Arthritis (M00.-) oder die Osteomyelitis (M86.-).

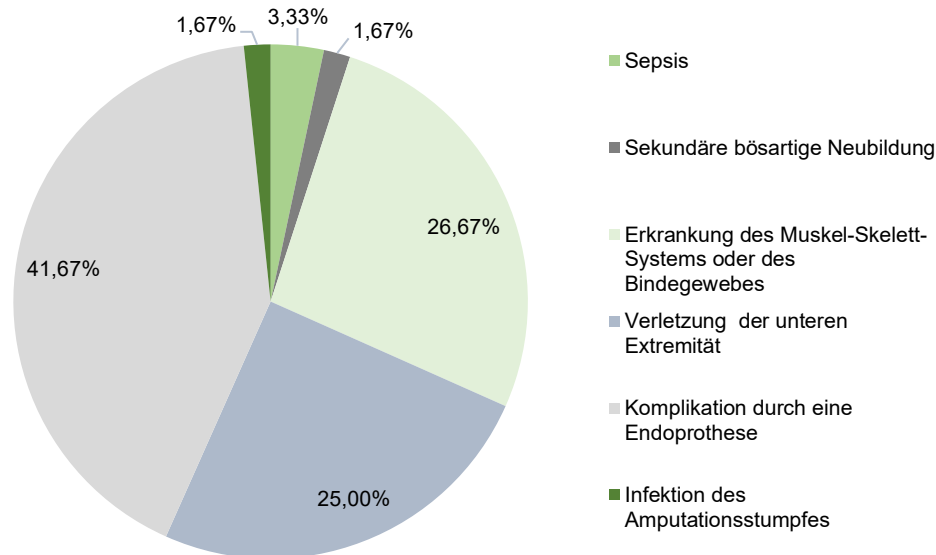


Abbildung 4: Hauptdiagnosen der Verlegungspatienten (N=60)

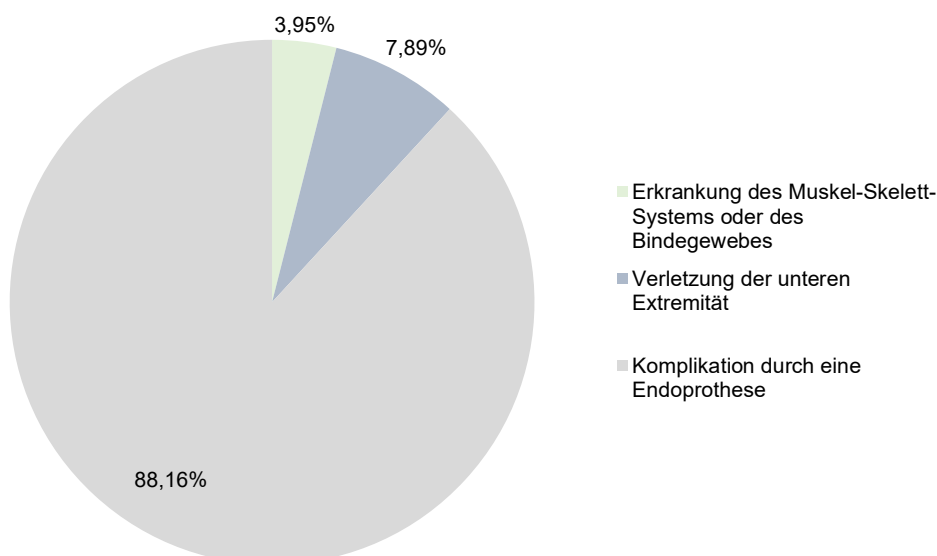


Abbildung 5: Hauptdiagnosen der selbstrekrutierten Patienten (N=76)

3.2 Statistischer Vergleich der Verlegungen von extern mit den selbstrekrutierten Patienten der OUK

Tabelle 5: Statistischer Vergleich der Verlegungen von extern mit den selbstrekrutierten Patienten der OUK

		Median (Minimum; Maximum)	Mittelwert (Standardabweichung)	p-Wert
Alter bei OP (Jahre)	Gruppe 1*	72,50 (43; 91)	71,80 (10,11)	0,184
	Gruppe 2**	76,00 (40; 91)	73,76 (9,67)	
Case Mix Index (CMI)	Gruppe 1*	3,88 (1,46; 29,59)	5,87 (5,62)	< 0,001
	Gruppe 2**	3,01 (1,69; 12,58)	3,50 (1,64)	
Patient Clinical Complexity Level (PCCL)	Gruppe 1*	4,00 (0; 6)	3,42 (1,44)	< 0,001
	Gruppe 2**	1,00 (0; 5)	1,67 (1,57)	
Original Charlson Comorbidity Index	Gruppe 1*	1,00 (0; 11)	1,65 (2,06)	0,092
	Gruppe 2**	1,00 (0; 8)	1,08 (1,51)	
Updated Charlson Comorbidity Index	Gruppe 1*	1,00 (0; 10)	1,35 (1,90)	0,049
	Gruppe 2**	0,00 (0; 6)	0,78 (1,28)	
AHRQ Elixhauser Comorbidity Index	Gruppe 1*	11,00 (-6; 43)	13,45 (12,38)	0,005
	Gruppe 2**	10,00 (-11; 43)	7,64 (9,22)	
Van Walraven Elixhauser Comorbidity Index	Gruppe 1*	9,00 (-4; 35)	9,43 (9,01)	0,009
	Gruppe 2**	5,00 (-7; 34)	5,64 (6,66)	
Krankenhausverweildauer (VWD) der ersten stationären Aufnahme (Tage)	Gruppe 1*	20,00 (9; 148)	28,12 (23,60)	0,004
	Gruppe 2**	15,00 (7; 42)	18,08 (7,83)	
Diagnosis Related Group (DRG)-Entgelt der ersten stationären Aufnahme (Euro)	Gruppe 1*	13.238,17 (5.465,41; 108.480,08)	20.430,13 (19.381,18)	< 0,001
	Gruppe 2**	10.637,20 (5.976,04; 44.412,57)	12.337,34 (5.799,67)	
Anzahl Wiederaufnahmen bis ein Jahr postoperativ	Gruppe 1*	0,00 (0; 3)	0,52 (0,79)	0,015
	Gruppe 2**	0,00 (0; 5)	0,28 (0,76)	
VWD gesamt bis ein Jahr postoperativ (Tage)	Gruppe 1*	28,00 (9; 152)	41,53 (36,91)	< 0,001
	Gruppe 2**	15,50 (7; 105)	23,38 (18,23)	
DRG-Gesamtsumme bis ein Jahr postoperativ (Euro)	Gruppe 1*	21.338,20 (5.465,41; 108.480,08)	28.922,50 (24.047,04)	< 0,001
	Gruppe 2**	10.967,24 (5.976,04; 65.510,51)	15.632,87 (11.565,32)	

*Verlegungen von extern

**Selbstrekrutierte Patienten der OUK

Zwischen den Verlegungen von extern (Gruppe 1, N=60) und den selbstrekrutierten Patienten der OUK (Gruppe 2, N=76) gibt es signifikante Unterschiede. Der CMI, das PCCL, der Updated Charlson Comorbidity Index und beide Elixhauser Indizes weisen in der Gruppe der Verlegungspatienten signifikant höhere Werte auf. Ebenso ist die Verweildauer der Patienten in Gruppe 1 während des ersten stationären Aufenthaltes und auch mit Betrachtung des Jahres nach der Operation signifikant länger. Die DRG-Entgelte sind sowohl in Bezug auf den ersten stationären Aufenthalt als auch bis ein Jahr postoperativ signifikant höher. Zudem werden Verlegungspatienten signifikant öfter stationär wiederaufgenommen.

Einen statistischen Trend weist der Original Charlson Comorbidity Index auf. Verlegungspatienten haben im Vergleich zu den Selbstrekrutierten eine höhere Punktzahl. Anzumerken ist, dass ein Patient unter den Selbstrekrutierten im Nachbeobachtungszeitraum außerhalb der OUK erneut revidiert wurde. Das konnte mithilfe der EPRD-Nachverfolgung identifiziert werden.

3.3 Deskriptive Statistik der Hüftoperationen

In der Gruppe der Verlegungen von extern (Gruppe 1, N=60) wurden 34 Patienten mit einer oder mehreren Operationen am Hüftgelenk identifiziert. In der Gruppe der selbstrekrutierten Patienten der OUK (Gruppe 2, N=76) sind es 45.

Tabelle 6: Deskriptive Statistik der Hüftoperationen

	Gruppe 3*	Gruppe 4**	Exakter Test nach Fisher
Patientenanzahl	34	45	/
Geschlecht	männlich 14 (41,18 %)	männlich 16 (35,56 %)	0,646
	weiblich 20 (58,82 %)	weiblich 29 (64,44 %)	
septische Wechsel	ja 14 (41,18 %)	ja 9 (20,00 %)	0,049
	nein 20 (58,82 %)	nein 36 (80,00 %)	

*Verlegungen von extern mit Operation(en) am Hüftgelenk

**Selbstrekrutierte der OUK mit Operation(en) am Hüftgelenk

Anhand des exakten Tests nach Fisher lässt sich auch bei diesen beiden Untergruppen zeigen, dass sich die Geschlechtsverteilung nicht signifikant unterscheidet. Der Frauenanteil ist jeweils größer. Die Anzahlen der septischen Wechsel heben sich signifikant voneinander ab.

3.4 Statistischer Vergleich der Hüftoperationen

Tabelle 7: Statistischer Vergleich der Hüftoperationen

		Median (Minimum; Maximum)	Mittelwert (Standardabweichung)	p-Wert
Alter bei OP (Jahre)	Gruppe 3*	74,00 (43; 91)	73,35 (10,01)	0,378
	Gruppe 4**	79,00 (55; 89)	75,40 (8,90)	
Case Mix Index (CMI)	Gruppe 3*	3,80 (1,46; 29,59)	5,28 (5,17)	0,158
	Gruppe 4**	2,92 (2,27; 12,58)	3,71 (1,84)	
Patient Clinical Complexity Level (PCCL)	Gruppe 3*	4,00 (0; 5)	3,38 (1,52)	< 0,001
	Gruppe 4**	1,00 (0; 5)	1,78 (1,58)	
	Gruppe 3*	1,00 (0; 11)	1,56 (2,19)	0,098

Original Charlson Comorbidity Index	Gruppe 4**	1,00 (0; 5)	0,78 (1,06)	
Updated Charlson Comorbidity Index	Gruppe 3*	0,00 (0; 10)	1,38 (2,10)	0,115
	Gruppe 4**	0,00 (0; 4)	0,64 (1,07)	
AHRQ Elixhauser Comorbidity Index	Gruppe 3*	10,00 (-6; 43)	12,38 (11,90)	0,278
	Gruppe 4**	10,00 (-3; 31)	9,00 (7,34)	
Van Walraven Elixhauser Comorbidity Index	Gruppe 3*	8,50 (-3; 35)	8,94 (8,98)	0,139
	Gruppe 4**	5,00 (0; 22)	6,09 (4,98)	
Krankenhausverweildauer (VWD) der ersten stationären Aufnahme (Tage)	Gruppe 3*	18,50 (9; 94)	24,68 (18,78)	0,513
	Gruppe 4**	17,00 (8; 42)	19,51 (8,43)	
Diagnosis Related Group (DRG)-Entgelt der ersten stationären Aufnahme (Euro)	Gruppe 3*	12.778,95 (5.465,41; 108.480,08)	18.781,31 (18.782,87)	0,103
	Gruppe 4**	10.307,16 (7.995,11; 44.412,57)	13.079,74 (6.489,11)	
Anzahl Wiederaufnahmen bis ein Jahr postoperativ	Gruppe 3*	0,00 (0; 3)	0,41 (0,78)	0,633
	Gruppe 4**	0,00 (0; 5)	0,38 (0,94)	
VWD gesamt bis ein Jahr postoperativ (Tage)	Gruppe 3*	21,00 (9; 152)	35,44 (32,17)	0,334
	Gruppe 4**	19,00 (8; 105)	26,87 (21,62)	
DRG-Gesamtsumme bis ein Jahr postoperativ (Euro)	Gruppe 3*	14.185,81 (5.465,41; 108.480,08)	24.400,15 (23.025,90)	0,082
	Gruppe 4**	10.307,16 (7.995,11; 65.510,51)	17.514,97 (13.699,64)	

*Verlegungen von extern mit Operation(en) am Hüftgelenk

**Selbstrekrutierte der OUK mit Operation(en) am Hüftgelenk

Signifikante Unterschiede unter den Hüftoperationen der Verlegungen von extern (Gruppe 3, N=34) und den selbstrekrutierten Patienten der OUK (Gruppe 4, N=45) gibt es nur in Bezug auf das PCCL. Die Werte der Gruppe 3 sind signifikant höher. Weitere Signifikanzen könnten aufgrund der kleinen Gruppengrößen ausbleiben. Statistische Trends liegen bei der DRG-Gesamtsumme und dem Original Charlson Comorbidity Index vor. Die Patienten von extern sind komorbider und in der Behandlung kostenintensiver.

3.5 Deskriptive Statistik der Knieoperationen

In der Gruppe der Verlegungen von extern (Gruppe 1, N=60) befinden sich 26 Patienten mit einer oder mehreren Operationen am Kniegelenk. Unter den Selbstrekrutierten der OUK (Gruppe 2, N=76) sind es 31 Patienten.

Tabelle 8: Deskriptive Statistik der Knieoperationen

	Gruppe 5*	Gruppe 6**	Exakter Test nach Fisher
Patientenanzahl	26	31	/
Geschlecht	männlich 8 (30,77 %)	männlich 11 (35,48 %)	0,782
	weiblich 18 (69,23 %)	weiblich 20 (64,52 %)	
septische Wechsel	ja 18 (69,23 %)	ja 6 (19,35 %)	< 0,001

	nein 8 (30,77 %)	nein 25 (80,65 %)	
--	------------------	-------------------	--

*Verlegungen von extern mit Operation(en) am Kniegelenk

**Selbstrekrutierte der OUK mit Operation(en) am Kniegelenk

Mittels des exakten Tests nach Fisher wird dargestellt, dass sich die beiden Untergruppen der Knieoperationen im Hinblick auf die Geschlechtsverteilung nicht signifikant unterscheiden. Der Frauenanteil ist auch an dieser Stelle jeweils größer. Die Anzahlen der septischen Wechsel differieren signifikant.

3.6 Statistischer Vergleich der Knieoperationen

Tabelle 9: Statistischer Vergleich der Knieoperationen

		Median (Minimum; Maximum)	Mittelwert (Standardabweichung)	p-Wert
Alter bei OP (Jahre)	Gruppe 5*	70,00 (54; 88)	69,77 (10,07)	0,261
	Gruppe 6**	75,00 (40; 91)	71,39 (10,38)	
Case Mix Index (CMI)	Gruppe 5*	4,19 (2,39; 27,22)	6,63 (6,19)	< 0,001
	Gruppe 6**	3,11 (1,69; 6,35)	3,19 (1,28)	
Patient Clinical Complexity Level (PCCL)	Gruppe 5*	3,50 (0; 6)	3,46 (1,36)	< 0,001
	Gruppe 6**	1,00 (0; 5)	1,52 (1,57)	
Original Charlson Comorbidity Index	Gruppe 5*	1,00 (0; 7)	1,77 (1,90)	0,534
	Gruppe 6**	1,00 (0; 8)	1,52 (1,93)	
Updated Charlson Comorbidity Index	Gruppe 5*	1,00 (0; 7)	1,31 (1,64)	0,236
	Gruppe 6**	0,00 (0; 6)	0,97 (1,54)	
AHRQ Elixhauser Comorbidity Index	Gruppe 5*	11,50 (-5; 40)	14,85 (13,08)	0,005
	Gruppe 6**	5,00 (-11; 43)	5,68 (11,25)	
Van Walraven Elixhauser Comorbidity Index	Gruppe 5*	9,00 (-4; 28)	10,08 (9,18)	0,016
	Gruppe 6**	1,00 (-7; 34)	5,00 (8,60)	
Krankenhausverweildauer (VWD) der ersten stationären Aufnahme (Tage)	Gruppe 5*	22,50 (10; 148)	32,62 (28,50)	< 0,001
	Gruppe 6**	15,00 (7; 37)	16,00 (6,45)	
Diagnosis Related Group (DRG)-Entgelt der ersten stationären Aufnahme (Euro)	Gruppe 5*	14.687,95 (8.256,85; 89.215,94)	22.586,27 (20.304,29)	< 0,001
	Gruppe 6**	10.967,24 (5.976,04; 22.400,43)	11.259,65 (4.506,06)	
Anzahl Wiederaufnahmen bis ein Jahr postoperativ	Gruppe 5*	0,50 (0; 3)	0,65 (0,80)	0,002
	Gruppe 6**	0,00 (0; 1)	0,13 (0,34)	
VWD gesamt bis ein Jahr postoperativ (Tage)	Gruppe 5*	37,00 (10; 148)	49,50 (41,62)	< 0,001
	Gruppe 6**	15,00 (7; 52)	18,32 (10,02)	
DRG-Gesamtsumme bis ein Jahr postoperativ (Euro)	Gruppe 5*	26.938,54 (8.256,85; 94.261,96)	34.836,35 (24.508,22)	< 0,001
	Gruppe 6**	10.967,24 (5.976,04; 27.426,93)	12.900,80 (6.789,74)	

*Verlegungen von extern mit Operation(en) am Kniegelenk

**Selbstrekrutierte der OUK mit Operation(en) am Kniegelenk

Obwohl die Stichprobengrößen der Knieoperationen verlegter (Gruppe 5, N=26) und selbstrekrutierter Patienten (Gruppe 6, N=31) relativ klein sind, weisen viele der ermittelten

Parameter signifikante Unterschiede auf. Der CMI, das PCCL, die beiden Elixhauser Indizes und die DRG-Entgelte sind in Gruppe 5 signifikant höher. Die Verweildauer des ersten stationären Aufenthaltes und auch inkl. der 1-Jahres-Nachbeobachtung ist bei Verlegungspatienten signifikant länger. Diese Patienten werden zudem signifikant öfter stationär wiederaufgenommen.

3.7 Deskriptive Statistik der Verlegungen von extern unterteilt nach EPZ-Status

Die zuweisenden Kliniken, an denen die Patienten der Gruppe 1 (Verlegungen von extern, N=60) vor der stationären Aufnahme an die OUK behandelt wurden, können anhand ihrer EPZ-Zertifizierung unterschieden werden [31]. 40 Patienten (66,67 %) wurden aus Kliniken mit EPZ-Status verlegt (Gruppe 7). 20 Patienten (33,33 %) kamen aus Kliniken ohne EPZ-Zertifizierung (Gruppe 8). Da sich der EPZ-Status einer Klinik im zeitlichen Verlauf ändern kann, wurde das jeweilige Verlegungsjahr des Patienten als Ausgangspunkt genutzt.



Abbildung 6: Klinikstandorte mit Verlegungen an die OUK

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an © GeoBasis-DE/M-V 2023, www.laiv-mv.de [114]

Der Maximalversorger in Rostock nimmt vor allem Patienten aus Kliniken in Mecklenburg-Vorpommern auf. Jedoch gibt es mit Perleberg und Neuruppin Ausnahmen, bei denen bundeslandübergreifende Verlegungen aus Brandenburg stattfanden.

Tabelle 10: Deskriptive Statistik der Verlegungen von extern unterteilt nach EPZ-Status

	Gruppe 7*	Gruppe 8**	Exakter Test nach Fisher
Patientenanzahl	40	20	/
Geschlecht	männlich 15 (37,50 %)	männlich 7 (35,00 %)	1,000
	weiblich 25 (62,50 %)	weiblich 13 (65,00 %)	
Art der Wechseloperation	Hüften 21 (52,50 %)	Hüften 13 (65,00 %)	0,416
	Knie 19 (47,50 %)	Knie 7 (35,00 %)	
septische Wechsel	ja 18 (45,00 %)	ja 14 (70,00 %)	0,100
	nein 22 (55,00 %)	nein 6 (30,00 %)	

*Verlegungen von Kliniken mit EPZ-Zertifizierung

**Verlegungen von Kliniken ohne EPZ-Zertifizierung

Der exakte Test nach Fisher zeigt, dass sich die Patientengruppen aus Kliniken mit und ohne EPZ-Zertifizierung hinsichtlich der Geschlechterverteilung und der Anzahlen von Hüft- und Knieoperationen nicht signifikant unterscheiden. Der Anteil der Frauen sowie der Hüftoperationen ist in den beiden Gruppen größer. Die Zahlen der septischen Wechsel unterscheiden sich diesmal ebenso nicht signifikant voneinander.

3.8 Statistischer Vergleich der Verlegungen von extern unterteilt nach EPZ-Status

Tabelle 11: Statistischer Vergleich der Verlegungen von extern unterteilt nach EPZ-Status

		Median (Minimum; Maximum)	Mittelwert (Standardabweichung)	p-Wert
Alter bei OP (Jahre)	Gruppe 7*	74,00 (43; 91)	72,38 (10,73)	0,538 #
	Gruppe 8**	71,00 (54; 85)	70,65 (8,89)	
Case Mix Index (CMI)	Gruppe 7*	3,80 (1,46; 29,59)	5,59 (5,49)	0,401
	Gruppe 8**	4,08 (1,86; 27,22)	6,42 (5,98)	
Patient Clinical Complexity Level (PCCL)	Gruppe 7*	3,50 (0; 5)	3,25 (1,46)	0,221
	Gruppe 8**	4,00 (0; 6)	3,75 (1,37)	
Original Charlson Comorbidity Index	Gruppe 7*	1,00 (0; 11)	1,93 (2,29)	0,170
	Gruppe 8**	1,00 (0; 4)	1,10 (1,37)	
Updated Charlson Comorbidity Index	Gruppe 7*	1,00 (0; 10)	1,63 (2,08)	0,072
	Gruppe 8**	0,00 (0; 5)	0,80 (1,36)	
AHRQ Elixhauser Comorbidity Index	Gruppe 7*	10,50 (-6; 43)	13,48 (11,56)	0,838
	Gruppe 8**	11,00 (-5; 40)	13,40 (14,20)	
Van Walraven Elixhauser Comorbidity Index	Gruppe 7*	9,50 (-3; 32)	10,03 (8,42)	0,157
	Gruppe 8**	6,00 (-4; 35)	8,25 (10,22)	
Krankenhausverweildauer (VWD) der ersten stationären Aufnahme (Tage)	Gruppe 7*	20,00 (9; 94)	27,20 (19,74)	0,900
	Gruppe 8**	20,50 (12; 148)	29,95 (30,41)	

Diagnosis Related Group (DRG)- Entgelt der ersten stationären Aufnahme (Euro)	Gruppe 7*	12.986,31 (5.465,41; 108.480,08)	19.581,76 (19.244,29)	0,447
	Gruppe 8**	14.026,16 (6.975,05; 89.215,94)	22.126,86 (20.042,65)	
Anzahl Wiederaufnahmen bis ein Jahr postoperativ	Gruppe 7*	0,00 (0; 3)	0,60 (0,87)	0,349
	Gruppe 8**	0,00 (0; 2)	0,35 (0,59)	
VWD gesamt bis ein Jahr postoperativ (Tage)	Gruppe 7*	24,50 (9; 152)	43,65 (39,42)	0,906
	Gruppe 8**	28,50 (13; 148)	37,30 (31,80)	
DRG-Gesamtsumme bis ein Jahr postoperativ (Euro)	Gruppe 7*	21.132,44 (5.465,41; 108.480,08)	30.255,75 (26.252,11)	0,863
	Gruppe 8**	21.709,57 (6.975,05; 89.215,94)	26.256,01 (19.230,27)	

*Verlegungen von Kliniken mit EPZ-Zertifizierung

**Verlegungen von Kliniken ohne EPZ-Zertifizierung

T-Test

Im Hinblick auf die ermittelten Parameter gibt es zwischen den Verlegungspatienten aus Kliniken mit EPZ-Zertifizierung (Gruppe 7, N=40) und ohne EPZ-Status (Gruppe 8, N=20) keine signifikanten Unterschiede. Jedoch konnte ein statistischer Trend in Bezug auf den Updated Charlson Comorbidity Index nachgewiesen werden, bei welchem die Verlegungspatienten aus Kliniken mit EPZ-Zertifizierung eine höhere Punktzahl zeigen.

Aufgrund der geringen Gruppengrößen und den damit einhergehenden kaum signifikanten Ergebnissen wurde an dieser Stelle auf eine weitere Unterteilung nach Knie- und Hüftoperationen verzichtet.

3.9 Deskriptive Statistik der septischen Wechsel

In der Gruppe der Verlegungen von extern (Gruppe 1, N=60) wurden 32 septische Wechsel identifiziert und in der Gruppe der selbstrekrutierten Patienten der OUK (Gruppe 2, N=76) gibt es 15 Patienten mit einem septischen Wechsel.

Tabelle 12: Deskriptive Statistik der septischen Wechsel 1

	Gruppe 9*	Gruppe 10**	Exakter Test nach Fisher
Patientenanzahl	32	15	/
Geschlecht	männlich 14 (43,75 %)	männlich 10 (66,67 %)	0,212
	weiblich 18 (56,25 %)	weiblich 5 (33,33 %)	
Art der Wechseloperation	Hüften 14 (43,75 %)	Hüften 9 (60,00 %)	0,359
	Knie 18 (56,25 %)	Knie 6 (40,00 %)	

*Verlegungen von extern, septisch

**Selbstrekrutierte Patienten der OUK, septisch

Mithilfe des exakten Tests nach Fisher sind hinsichtlich der Verteilung des Geschlechts und der Art der Wechseloperation keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen feststellbar.

Zur weiteren Charakterisierung der septischen Wechsel wurden die Häufigkeiten und Zeitspannen von septischen Rezidiven nach erfolgreicher Sanierung ermittelt. Ebenso wurden Amputationen und die Krankenhaus-Mortalität bis ein Jahr postoperativ erfasst.

Tabelle 13: Deskriptive Statistik der septischen Wechsel 2

	Gruppe 9*	Gruppe 10**	Exakter Test nach Fisher	Odds Ratio
septisches Rezidiv	4 (12,50%)	0 (0,00%)	0,291	1,143
Durchschnittliche Dauer bis zum Rezidiv (Tage)	240	/	/	/
Amputation	4 (12,50%)	0 (0,00%)	0,291	1,143
Mortalität	3 (9,38%)	2 (13,33%)	0,648	0,672

*Verlegungen von extern, septisch

**Selbstrekrutierte Patienten der OUK, septisch

Die Mortalitäten sind mit 9,38 % (Gruppe 9, N=32) und 13,33 % (Gruppe 10, N=15) nicht signifikant verschieden. Die Wahrscheinlichkeit (Odds Ratio) für einen verlegten Patienten mit einem septischen Wechsel innerhalb von einem Jahr an der OUK zu versterben, liegt im Vergleich zu einem septischen selbstrekrutierten Patienten bei 0,672.

Unter den septischen Rezidiven der Verlegungspatienten sind jeweils zwei Fälle mit einer septischen Folgeoperation der Hüfte und des Knies. Die Reinfektionsrate der septischen Hüftwechsel liegt demnach bei 14,29 % und die der Kniewechsel bei 11,11 %.

Die Komplikationen in der Sanierungsphase und im Jahr postoperativ konnten retrospektiv nicht in allen Fällen vollständig erfasst werden. Daher soll an dieser Stelle lediglich eine Auflistung aller identifizierten orthopädischen Komplikationen erfolgen.

In der Sanierungsphase wurden folgende Probleme beschrieben:

- Septischer Schock mit Multiorganversagen
- Fraktur aufgrund eines orthopädischen Implantates
- Mechanische Komplikation einer Osteosynthese
- Wundheilungsstörung
- Blutung (mit Anämie), Hämatom
- Neurom, Infektion oder Nekrose des Amputationsstumpfes

Die Komplikationen in der postoperativen Phase beliefen sich auf:

- Septisches Rezidiv
- Luxation der Endoprothese
- Beinverkürzung nach endoprothetischer Versorgung

- Wundheilungsstörung
- Blutung, Hämatom, Serom
- Fistelverhalt oder -dislokation nach Anlage einer Fistula persistens

3.10 Statistischer Vergleich der septischen Wechsel

Tabelle 14: Statistischer Vergleich der septischen Wechsel

		Median (Minimum; Maximum)	Mittelwert (Standardabweichung)	p-Wert
Alter bei OP (Jahre)	Gruppe 9*	67,00 (43; 82)	66,22 (8,93)	0,004 #
	Gruppe 10**	76,00 (60; 91)	74,53 (8,07)	
Case Mix Index (CMI)	Gruppe 9*	4,53 (2,39; 27,22)	7,18 (5,81)	0,392
	Gruppe 10**	4,15 (2,92; 12,58)	5,06 (2,47)	
Patient Clinical Complexity Level (PCCL)	Gruppe 9*	4,00 (2; 6)	3,94 (1,05)	0,003
	Gruppe 10**	3,00 (0; 5)	2,53 (1,55)	
Original Charlson Comorbidity Index	Gruppe 9*	1,00 (0; 7)	1,34 (1,70)	0,775
	Gruppe 10**	1,00 (0; 8)	1,47 (2,00)	
Updated Charlson Comorbidity Index	Gruppe 9*	0,00 (0; 7)	0,97 (1,47)	0,870
	Gruppe 10**	0,00 (0; 6)	1,27 (1,87)	
AHRQ Elixhauser Comorbidity Index	Gruppe 9*	11,50 (-5; 40)	13,31 (11,79)	0,639
	Gruppe 10**	10,00 (-1; 43)	12,93 (12,69)	
Van Walraven Elixhauser Comorbidity Index	Gruppe 9*	8,50 (-4; 28)	8,63 (8,24)	0,963
	Gruppe 10**	5,00 (0; 34)	9,67 (9,27)	
Krankenhausverweildauer (VWD) der ersten stationären Aufnahme (Tage)	Gruppe 9*	24,00 (12; 148)	34,88 (27,16)	0,157
	Gruppe 10**	18,00 (14; 37)	23,40 (8,70)	
Diagnosis Related Group (DRG)-Entgelt der ersten stationären Aufnahme (Euro)	Gruppe 9*	16.227,19 (8.256,85; 89.215,94)	24.710,10 (19.269,09)	0,472
	Gruppe 10**	14.634,76 (10.307,16; 44.412,57)	17.868,57 (8.712,31)	
Anzahl Wiederaufnahmen bis ein Jahr postoperativ	Gruppe 9*	1,00 (0; 3)	0,84 (0,92)	0,592
	Gruppe 10**	1,00 (0; 5)	1,13 (1,36)	
VWD gesamt bis ein Jahr postoperativ (Tage)	Gruppe 9*	42,00 (14; 152)	57,06 (41,58)	0,438
	Gruppe 10**	37,00 (14; 105)	44,07 (26,06)	
DRG-Gesamtsumme bis ein Jahr postoperativ (Euro)	Gruppe 9*	31.427,56 (8.256,85; 94.261,96)	38.902,36 (23.723,70)	0,418
	Gruppe 10**	27.426,93 (10.307,16; 56.495,25)	30.716,69 (15.156,92)	

*Verlegungen von extern, septisch

**Selbstrekrutierte Patienten der OUK, septisch

#T-Test

Es zeigen sich beim Vergleich der septischen Wechsel der Verlegungspatienten (Gruppe 9, N=32) mit den selbstrekrutierten Patienten der OUK (Gruppe 10, N=15) Signifikanzen im Hinblick auf das PCCL und das Patientenalter während der Operation. Trotz des geringeren Alters, die Verlegungsgruppe ist im Durchschnitt über acht Jahre jünger, ist das PCCL signifikant höher. Aufgrund der geringen Gruppengrößen könnten weitere Signifikanzen

ausbleiben. Aus diesem Grund wurde auf eine weitere Unterteilung der septischen Wechsel nach Hüft- und Knieoperationen und eine damit verbundene statistische Aufarbeitung verzichtet.

4 Diskussion

4.1 Vergleich der Gruppen anhand der ermittelten klinischen Parameter

Patienten, welche von Kliniken der Regel- und Normalversorgung nicht mehr adäquat genug behandelt werden können und deshalb an einen Maximalversorger verlegt werden müssen, sind meist sehr komorbide und die Behandlung komplikationsbehaftet. In diesem Zusammenhang kann davon ausgegangen werden, dass in die Gruppe der Verlegungen kaum unkomplizierte Fälle eingegliedert wurden. Ausnahmen bilden persönliche Gründe des Patienten (s. Abschnitt 1.5.6), die eine Verlegung zwingend notwendig machen [26]. Ebenso kann eine Verlegung erfolgen, wenn die primärbehandelnde Klinik von Grund auf keine endoprothetischen Wechseleingriffe durchführt. Die OUK hat als Maximalversorger in der Endoprothetik in Mecklenburg-Vorpommern ein großes Einzugsgebiet hinsichtlich der Verlegungen aus anderen Kliniken. In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass diese Verlegungspatienten einen erheblichen Mehraufwand im Hinblick auf Zeit, Pflege und Ressourcen benötigen. Sie stellen nicht nur einen zusätzlichen Kostenfaktor dar, sondern erfordern auch im direkten Vergleich mit einem von der Klinik selbstrekrutierten Patientenstamm höhere Kosten. Die erhobenen klinischen Parameter zeigen eine enge Verknüpfung, beeinflussen sich teilweise sogar direkt, wie im Nachfolgenden dargestellt wird [3, 5, 43, 57, 79, 92, 111, 141, 142].

Die Einteilung der Patientenfälle in Schweregrade ermöglicht nach der Theorie eine fallbezogene Erhöhung des Erlöses. Das PCCL verlegter Patienten von durchschnittlich 3,42 (SD=1,44) ist anhand einer Punkteskala in die Kategorien (äußerst) schwere Komplikationen und Komorbiditäten einzuordnen. Bei selbstrekrutierten Patienten mit einem durchschnittlichen PCCL von 1,67 (SD=1,57) werden die Komplikationen und Komorbiditäten hingegen zu den leichten bis mäßig schweren gezählt [42]. Ein Vergleich der ermittelten absoluten Werte des PCCL von Fall- und Kontrollgruppe mit anderen Quellen ist hinsichtlich der geringen Studienlage nur schwierig durchführbar.

In der Praxis ist der genannte Zusammenhang zwischen PCCL und Kostensteigerung ebenso aufzeigbar. Die Arbeitsgruppe um Bayliss-McCulloch et al. [5] gab eine positive Korrelation zwischen dem PCCL und der VWD bzw. den medianen täglichen Kosten und auch den Gesamtkosten an. Die Stärke des Zusammenhangs ist als klein bis moderat (VWD, Gesamtkosten) bzw. moderat bis groß (mediane tägliche Kosten) einzustufen [5, 32]. Im Rahmen einer Untersuchung verschiedener klinischer Parameter in der Hernienchirurgie konnte eine signifikante Kostenerhöhung bei einem PCCL ≥ 1 , verglichen mit einem PCCL von 0, festgestellt werden. In diesem Zusammenhang wurde auch ein höheres Alter mit einer signifikanten Erhöhung der Kosten in Verbindung gebracht [3].

Bei den von uns ermittelten Ergebnissen sind verlegte Patienten im Durchschnitt tendenziell jünger, obwohl sich bei einem signifikant höheren PCCL und signifikant höheren DRG-Entgelten auch ein höheres Alter dieser Patientengruppe vermuten lassen würde. Dieses Paradoxon könnte einerseits wie bereits angedeutet auf die Eingliederung vor allem schwieriger Fälle in die Fallgruppe zurückzuführen sein. Andererseits sind an kleineren Kliniken im Vergleich zu Maximalversorgern vermehrt frühere Wechselraten nach Primärendoprothetik zu verzeichnen [89, 132], was in einem jüngeren Patientenalter der Verlegungsfälle resultieren könnte. Weiterhin werden in der Literatur verschiedene Studien beschrieben, die das Patientenalter bei endoprothetischen Infektionen untersuchen. Jedoch differieren die Ergebnisse erheblich. Zum einen wurde die Kohorte mit endoprothetischen Infektionen im Vergleich zu den Nichtinfizierten als signifikant jünger angegeben [107]. Diese Aussage lässt sich durch unsere Studie stützen, da die Verlegungsgruppe mit signifikant mehr infektionsbedingten Wechseln jünger ist. Debarge et al. [35] konnten jedoch keinen Altersunterschied zwischen Patienten mit infizierten und nicht-infizierten Endoprothesen feststellen.

Das Revisionsrisiko von Knieendoprothesen ist in der Altersgruppe der unter 50-Jährigen höher als das der 50 bis 75-Jährigen, weshalb ein jüngeres Alter als Risikofaktor für einen Wechseleingriff angesehen wird [41]. Diese Tendenz bestätigt der EPRD-Jahresbericht von 2021 auch im Hinblick auf nicht-elektive Hüftendoprothesen. Im Gegensatz dazu erhöht sich bei elektiven zementfreien Schaftprothesen der Hüfte, u. a. aufgrund von häufiger auftretenden periprothetischen Frakturen, verglichen mit hybriden Varianten, die Ausfallwahrscheinlichkeit mit zunehmendem Alter [58].

Da der von uns durchgeführte Altersvergleich nur mit einer Tendenz und nicht mit einer Signifikanz einhergeht, müsste weitergehend geprüft werden, ob vergleichbare Studien ähnliche Resultate zeigen würden oder ob das jüngere Alter der Verlegungspatienten zufällig auftritt.

Der CMI gibt eine Auskunft über die durchschnittliche Fallschwere eines jeweiligen Patientenguts eines Krankenhauses und damit verbunden über den Ressourcenaufwand, auch im Vergleich zu anderen Kliniken [51, 54, 128]. Es ist anzunehmen, dass von extern Verlegte mit einem signifikant höheren CMI ($p < 0,001$) wesentlich komplexer in der Behandlung und damit intensiver zu betreuen sind. Dadurch kann die Hypothese des erhöhten Mehraufwandes für den Maximalversorger durch verlegte Patienten gestützt werden. Zur Einordnung der Fallschwere beider Gruppen soll die fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik dienen, welche für das Jahr 2018 einen durchschnittlichen CMI für alle in Mecklenburg-Vorpommern vollstationär behandelten Patienten von 1,11 angibt [98]. Der CMI der Verlegungspatienten liegt bei durchschnittlich 5,87 und der für die Selbstrekrutierten

bei 3,50. Demnach kann gezeigt werden, dass Hüft- und Knieendoprothetische Wechseloperationen generell einen hohen Ressourcenaufwand erfordern.

Zur Einordnung der Komorbiditäten wurden der Charlson und Elixhauser Index in jeweils zwei Versionen herangezogen [29, 43, 111, 124, 142]. Dabei dienen die Komorbiditäten-Indizes als theoretische Maßstäbe zur Abschätzung der Komplexität eines Patientenfalls. Je nach Ausprägung der Komorbiditäten kann der Behandlungsaufwand jedoch trotzdem variieren.

Der durchschnittlich höhere Punktwert des originalen CCI ($p=0,092$) sowie der signifikant größere Punktwert des aktualisierten CCI ($p=0,049$) der Verlegungspatienten spiegeln eine im Vergleich gesteigerte Anzahl bzw. schwerer gewichtete Komorbiditäten mit negativen Auswirkungen auf das Gesamtüberleben wider. Die Verlegungspatienten mit einem CCI von durchschnittlich 1,65 ($SD=2,06$) haben gemäß der von Charlson et al. [29] im Jahr 1987 vorhergesagten 10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit im Vergleich zu den selbstrekrutierten Patienten mit einem mittleren Wert von 1,08 ($SD=1,51$) eine geringere Überlebensrate. Jedoch erfolgte in der Originalquelle nach Charlson et al. [29] eine zusätzliche Einberechnung des Alters, welche später von Deyo et al. [39] wieder verworfen wurde und deshalb auch bei der CCI-Berechnung von Fall- und Kontrollgruppe keine Anwendung fand. Die Aktualität der Gewichtung einzelner Komorbiditäten wurde aufgrund der mittlerweile gestiegenen Lebenserwartung und veränderten Krankheitsprofile reevaluiert und mit dem Updated CCI eine zeitgemäßere Berechnungsmethode vorgestellt [124]. Quan et al. [124] untersuchten die Krankenhaussterblichkeit bei verschiedenen Indexwerten, aber aktualisierten das von Charlson et al. [29] vorhergesagte 10-Jahres-Überleben nicht. Beide Varianten des Index wurden in sechs Ländern angewandt und wiesen in der Krankenhausmortalität einerseits (geringe) Unterschiede auf. Andererseits gingen erhöhte CCI-Werte nahezu konsequent mit höheren Sterblichkeitsraten einher [124], sodass diese Aussage auch auf die Verlegungspatienten übertragen werden kann.

Eine US-amerikanische Studie von Voskuil et al. [141] aus dem Jahr 2014 zeigte, dass sich der CCI auf die Anzahl der stationären Wiederaufnahmen auswirkt. Jeder hinzukommende Punkt im CCI steigert das Wiederaufnahmerisiko im Rahmen endoprothetischer Versorgungen um 0,45 %. Genutzt wurde hierbei die Version nach Quan et al. [124]. Johnson et al. [92] bestätigten ein Jahr später, dass ein erhöhter CCI mit einer längeren Krankenhausverweildauer einhergeht und deshalb zudem mit höheren durchschnittlichen Fallkosten in Verbindung gebracht wurde. Das Patientenkollektiv umfasste niedrigtraumatische Hüftfrakturen.

Der Fallgruppe mit den von uns identifizierten höheren CCI-Werten konnte eine statistisch signifikant größere Anzahl an Wiederaufnahmen ($p=0,015$) zugeordnet werden. In diese Zahlen spielt die Häufigkeit septischer Wechsel mit hinein, welche unter den Verlegungspatienten signifikant öfter ($p<0,001$) vertreten sind. Septische Wechsel erfordern

zur Infektsanierung oftmals ein zweizeitiges Vorgehen mit erneuter, geplanter Aufnahme zur Reimplantation der Endoprothese [147]. Ebenso stellten Duwelius et al. [40] und Courtney et al. [33] eine höhere Wiederaufnahmerate im Rahmen septischer Revisionen fest. Anhand dessen lässt sich die signifikant höhere Anzahl an Wiederaufnahmen der Verlegungspatienten erklären.

Elixhauser et al. [43] sowie auch van Walraven et al. [142] gaben an, dass mit steigenden Werten des Elixhauser Comorbidity Index eine längere Verweildauer und ein größeres Risiko im Krankenhaus zu versterben einhergehen. Elixhauser et al. [43] beschrieben darüber hinaus bei einer zunehmenden Zahl an Komorbiditäten höhere Fallkosten pro Patient. Van Walraven et al. [142] zeigten mit steigenden Indexwerten eine verstärkte Beanspruchung medizinischer und intensivstationärer Versorgung auf. Paradox dazu verhielten sich nur die Patienten mit insgesamt negativen Elixhauser Indizes, da sie diese Maßnahmen öfter benötigten als Patienten mit einem Index von 0. Der Anteil dieser Patienten war mit 4% jedoch gering.

Da die verlegten Patienten signifikant höhere Werte im Elixhauser Comorbidity Index ($p=0,009$) zeigen, ist in diesem Zuge mit entsprechend längeren Verweildauern und höheren Kosten zu rechnen. Das können die von uns ermittelten Werte bestätigen, indem verlegte Patienten längere stationäre Aufenthalte ($p=0,004$) sowie höhere Verweildauern bis ein Jahr postoperativ ($p<0,001$) aufweisen. Die insgesamt umfangreichere Beanspruchung medizinischer Maßnahmen und Ressourcen stellt sich in signifikant höheren DRG-Entgelten ($p<0,001$) der Verlegungspatienten dar.

Der AHRQ-Index beschreibt als weiterer Indikator den Einfluss von Komorbiditäten auf die Krankenhausmortalität und darüber hinaus die Wahrscheinlichkeit innerhalb von 30 Tagen stationär wiederaufgenommen zu werden. Im Zuge dessen wurden zwei verschiedene Punkteskalen entwickelt [111]. Für die Fall- und Kontrollgruppe wurde lediglich die Gewichtung der Komorbiditäten nach der Krankenhaussterblichkeit zur Indexberechnung verwendet. Allerdings weisen die Verlegungspatienten mit einem signifikant höheren AHRQ-Index ($p=0,005$) wie bereits erläutert eine signifikant höhere Wiederaufnahmerate ($p=0,015$) auf, sodass dieser Zusammenhang trotzdem hergestellt werden kann.

Hinton et al. [79] beschrieben den Elixhauser Comorbidity Index als einen Indikator zur Vorhersage der Kosten (exkl. der Operationskosten) sowie der Verweildauer im Rahmen von knieendoprothetischen Primärversorgungen. Damit werden die Aktualität der Aussagen von Elixhauser et al. [43] und van Walraven et al. [142] sowie die ermittelten Ergebnisse dieser Arbeit unterstützt.

Das 90-tägige Wiederaufnahmerisiko in Abhängigkeit des Elixhauser Index wurde 2019 von Goltz et al. [57] unter Einbezug von primären hüft- und knieendoprothetischen Operationen untersucht. Ein Elixhauser Index von 0 sagte dabei ein Wiederaufnahmerisiko von 2,7 % voraus, ein Index von über 7 hingegen von 27,3 %.

Im Hinblick auf den Vergleich der gesamten Fall- (Gruppe 1, N=60) und Kontrollgruppe (Gruppe 2, N=76) und mit Betrachtung anderer Arbeiten können in sich schlüssige Ergebnisse vorgezeigt werden. Letztendlich sind signifikant erhöhte Komorbiditäten-Indizes, CMIs, PCCL, Verweildauern und Wiederaufnahmeraten der Verlegungspatienten mit dem signifikant höheren durchschnittlichen DRG-Entgelt gut vereinbar.

Grundsätzlich liegt die Annahme nahe, dass eine weitere Unterteilung der Fall- und Kontrollgruppe nach hüft- und knieendoprothetischen Wechseleingriffen keine anderen Ergebnisse als bei der Betrachtung der Gesamtgruppen hervorbringt. Die statistische Auswertung der Folgeoperationen am Knie kann diese Vermutung bestätigen. Lediglich der Updated CCI der Verlegungspatienten ist im Vergleich zu den Selbstrekrutierten nicht mehr signifikant ($p=0,236$) erhöht. Bei den Hüftoperationen sind ausgenommen das PCCL ($p<0,001$) keine signifikant erhöhten Werte der Verlegungspatienten vorzuweisen. Die DRG-Gesamtsumme sowie der originale CCI weisen in statistischen Trends darauf hin, dass verlegte Patienten mit Revisionen der Hüfte teurer und komorbider sind. Im Rahmen einer weiteren Studie mit größerem Stichprobenumfang müsste überprüft werden, ob die Signifikanzen nur aufgrund der kleinen Gruppengrößen ausbleiben oder ob die verlegten Patienten bedingt durch die intragruppale Variabilität aus unkomplizierten Fällen von Kliniken ohne Revisionsmöglichkeit und hochkomplexen Fällen mit septischem Krankheitsbild dem selbstrekrutierten Patientengut insgesamt ähneln.

4.2 Kostenvergleich anhand der ermittelten DRG-Entgelte mit der Literatur

Das durchschnittliche DRG-Entgelt eines Verlegungspatienten (Gruppe 1, N=60) mit 20.430,13 € (SD=19.381,18 €) steht dem eines an der hiesigen Klinik direkt rekrutierten Patienten (Gruppe 2, N=76) mit durchschnittlich 12.337,34 € (SD=5.799,67 €) gegenüber. Inklusive einer einjährigen Nachbeobachtung beläuft sich die Divergenz auf 28.922,50 € (SD=24.047,04 €) zu 15.632,87 € (SD=11.565,32 €). Demnach haben die verlegten Patienten ein 1,66-fach bzw. 1,85-fach höheres DRG-Entgelt und differieren signifikant. In der Kosten- bzw. Entgeltberechnung spielen viele verschiedene Faktoren eine Rolle. Allein eine DRG setzt sich aus diversen Komponenten zusammen. Hinzukommend nehmen noch weitere Aspekte wie z. B. die Über- oder Unterschreitung der Grenzverweildauern und bestimmte Zusatzleistungen Einfluss, sodass die finalen Kosten selbst bei identischem DRG-Code variieren können [84]. Deshalb ist eine Verallgemeinerung und exakte Vorhersage der Kosten für endoprothetische Wechseleingriffe der Hüfte oder des Knies nur beschränkt möglich.

Weiterhin ist die Vergleichbarkeit dieser Studie mit anderen bisher durchgeführten Analysen nur bedingt gegeben. Konkrete Kosten- oder tatsächliche Entgeltangaben werden in deutschen Studien selten gemacht, die Kostenberechnung differiert oder die Ergebnisse

wurden in anderen Ländern ermittelt und liegen daher nur in anderen Währungen bzw. aus anderen Gesundheitssystemen vor [2]. Andere Studien sind wiederum zu alt und deswegen die Aktualität der Ergebnisse aufgrund steigender Basisfallwerte [24, 140] und durch die Einführung der Endoprothetikzentren mit einer einhergehenden Standardisierung der Arbeitsweise [65, 66] infrage zu stellen. Ebenso müssen für eine Validierung der festgestellten Ergebnisse für hüft- und knieendoprothetische Wechseleingriffe ähnliche Einschlusskriterien der Patienten in anderen Studien vorliegen [2]. Die Einführung des Pflegebudgets minderte die DRG-Entgelte bei den ab 2020 bzw. rückwirkend ab 2019 aufgenommenen Patienten entsprechend, was zusätzlich differierende DRG-Entgelte im Vergleich zu anderen Studien bedingen kann [82].

Einblicke in die möglichen Kosten von endoprothetischen Versorgungen der Hüfte oder des Knies wurden in verschiedenen Studien aus Frankreich [99] und Deutschland [2, 71, 143] gegeben. Klouche et al. [99] stellten 2010 u. a. septische und nicht-infektiöse Wechseloperationen der Hüfte gegenüber und führten eine Kostenauflistung durch. Die Gesamtkosten aseptischer Patienten beliefen sich dabei auf 12.409 € (SD=2.059 €), die septischer Wechsel hingegen auf durchschnittlich 32.546 € (SD=9.587 €). Hüftendoprothetische Wechseloperationen der von uns eingeschlossenen verlegten Patienten weisen durchschnittliche DRG-Entgelte von 18.781,31 € (SD=18.782,87 €; 1 Jahr postoperativ: 24.400,15 € (SD=23.025,90 €)) auf. Selbstrekrutierte Patienten sind mit niedrigeren Entgelten von 13.079,74 € (SD=6.489,11 €; 1 Jahr postoperativ: 17.514,97 € (SD=13.699,64 €)) weniger kostenintensiv. Beide Gruppen reihen sich in gewisser Weise in die von Klouche et al. [99] ermittelten Ergebnisse ein, wurden an dieser Stelle jedoch nicht nach septisch und aseptisch unterteilt, weshalb die durchschnittlichen DRG-Entgelte aller eingeschlossenen Fälle mit hüftendoprothetischem Wechsel nicht validiert werden können.

Aßmann [2] von der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie der Universitätsmedizin Greifswald führte 2014 im Zuge einer Teilkostenkalkulation hinsichtlich der variablen und fallfixen Kosten hüftendoprothetischer Wechseleingriffe auch die DRG-Erlöse auf. Bei 144 Patienten davon 114 aseptisch und 30 septisch belief sich der durchschnittliche Erlös auf 11.016,00 € (SD=5.093,10 €). Der prozentual geringe Anteil der septischen Wechsel (20,8 %) des in dieser Studie eingefassten Patientenguts im Vergleich zu den von uns eingegliederten Verlegungspatienten mit 53,3 % septischen Wechseln ist ein Ansatz zur Erklärung der Kostendivergenz. Septische Wechsel sind erheblich teurer [2, 99, 101]. In der vorgestellten Studie [2] bedingten sie allein betrachtet einen signifikant höheren DRG-Erlös mit 20.310,90 € (SD=3.205,40 €) für die Explantation und anschließende Reimplantation. Das durchschnittliche DRG-Entgelt der 34 Verlegungspatienten mit Folgeoperationen der Hüfte ist, verglichen mit dem Erlös der 144 Patienten [2], bei der ersten Aufnahme 1,70-fach und inkl.

der Nachbetrachtung 2,21-fach höher. Selbstrekrutierte Patienten der OUK mit anteilig 19,7 % septischen Wechseln unterscheiden sich diesbezüglich nicht wesentlich von dem Patientenkollektiv aus Greifswald und die von uns ermittelten DRG-Entgelte differieren mit dem von Aßmann [2] genannten Erlös mit einem geringeren Faktor von 1,19 bzw. 1,59. Zu beachten ist, dass die von uns durchgeführte 1-Jahres-Nachbeobachtung neben der Neuaufnahme zur Reimplantation auch alle anderen Wiederaufnahmen dieses Zeitraumes einschließt.

Weber et al. [143] gaben die Kosten für eine Hüftrevision in Dollar an. Da kein internationaler Wechselkurs genannt wurde, es sich jedoch um eine Studie aus Deutschland mit Operationen von 2012 bis 2016 handelt, diente der Kurs von Dezember 2016 zur Umrechnung [49]. Die Kosten lagen bei 6.565,65 € (SD=2.197,51 €). Tatsächliche DRG-Einnahmen wurden mit 8.478,14 € (SD=1.981,39 €) angegeben [143], sind jedoch zu den von uns ermittelten DRG-Entgelten auch wesentlich geringer.

Knieendoprothetische Folgeoperationen stellen in der Gruppe der Verlegungen mit 22.586,27 € (SD=20.304,29 €; 1 Jahr postoperativ: 34.836,35 € (SD=24.508,22 €)) einen signifikant größeren Kostenfaktor, verglichen mit den Entgelten der Selbstrekrutierten der OUK von 11.259,65 € (SD=4.506,06 €; 1 Jahr postoperativ: 12.900,80 € (SD=6.789,74 €)), dar. Auch im Vergleich mit anderen Studien sind die von uns aufgeführten DRG-Entgelte für die Verlegungspatienten wesentlich höher. Die ermittelten Kosten für knieendoprothetische Wechseleingriffe wurden von Kasch et al. [95] und Weber et al. [143] zunächst in Dollar angegeben. Da sie jedoch in Deutschland durchgeführt wurden, konnten sie der besseren Vergleichbarkeit wegen in Euro umgerechnet werden. Kasch et al. [95] nutzte zur Umrechnung den internationalen Wechselkurs von 2015. Dabei beliefen sich die kalkulierten durchschnittlichen Kosten für die variable und fallfixe Komponente der 106 eingeschlossenen Patienten auf 7.706,43 €, mit einem Anteil septischer Wechsel von 33,0 %. Bei Weber et al. [143] diente wie schon erläutert der Kurs von Dezember 2016 zur Umrechnung [49]. Die errechneten Kosten lagen bei 7.023,84 € (SD=2.041,65 €) und die DRG-Einnahmen betrugen 9.208,71 € (SD=2.303,58 €) [143].

Die DRG-Fallpauschalen vergüten auf Basis eines durchschnittlichen Kostenaufwandes für eine Patientengruppe. Inwieweit sich die tatsächlichen Kosten für einen Patientenfall, besonders bei komplizierteren Behandlungsverläufen, von der Erstattung bzw. den Erlösen entsprechend der DRG unterscheiden, wurde in verschiedenen Arbeiten analysiert [2, 71, 94, 113, 143]. Für die Deckungsbeiträge von endoprothetischen Wechseleingriffen wurden dabei allerdings unterschiedliche Angaben gemacht. In Studien konnten Defizite [71, 94, 113] oder eine (knappe) Deckung [2, 143] bei der Kostenabrechnung von aseptischen und septischen Wechseleingriffen aufgezeigt werden. Für den Fall, dass Wechseleingriffe einen ungedeckten

Kostenmehraufwand für die Klinik mit sich bringen, sind wiederum Maßnahmen zur Kosteneinsparung an anderen Stellen notwendig [71].

Der Schritt, risikobehaftete Wechseleingriffe an ein Zentrum der Maximalversorgung zu verlegen, ist für eine bestmögliche Versorgung des Patienten essenziell. Jedoch muss die aufnehmende Klinik eine optimale Behandlung anbieten können, ohne selbst finanzielle Einbußen tragen zu müssen. Die Varianz der Kosten für endoprothetische Revisionen ist dabei groß und nicht verallgemeinerbar. Bisher hat das Gesundheitsministerium für keine der zertifizierten Kliniken mehr finanzielle Mittel als für nicht-zertifizierte Einrichtungen bereitgestellt.

4.3 Unterschiede von Verlegungspatienten aus Kliniken mit und ohne EPZ-Zertifizierung und Beurteilung der Versorgungsqualität

Aktuell gibt es in Mecklenburg-Vorpommern insgesamt 37 Kliniken, darunter sieben EPZ und vier EPZmax [31, 115]. Der Maximalversorger in Rostock nimmt Patienten von anderen Kliniken mit und ohne EPZ-Zertifizierung auf, welche z. T. auch bundeslandübergreifend verlegt werden. Im Extremfall lag ein Verlegungspatient 152 Tage inkl. der 1-Jahres-Nachbetrachtung auf der Station und der kostenintensivste Patient wurde mit einem DRG-Entgelt von 108.480,08 € aufgeführt. Diese Fälle verdeutlichen den enormen Zeit- und Kostenaufwand für ein EPZmax aufgrund der verpflichtenden Aufnahme zugewiesener Patienten [65, 66] zusätzlich zur Behandlung des eigenen Patientenstammes. Dabei konnten im Zuge dieser Arbeit keine signifikanten Unterschiede der genannten Parameter zwischen den Gruppen der Verlegungen aus Kliniken mit und ohne Zertifizierung ausgemacht werden. Jedoch weist der Updated CCI in einem statistischen Trend auf komorbide Patienten aus zertifizierten Kliniken hin ($p=0,072$). Die Stichprobengrößen sind auch an dieser Stelle klein (zertifizierte Kliniken=40, nicht-zertifizierte Kliniken=20), weshalb größere Gruppen zur Überprüfung von evtl. ausbleibenden signifikanten Unterschieden herangezogen werden müssten.

Einerseits sind alle Kliniken unabhängig von ihrem Zertifizierungsstatus verpflichtet, in Qualitätsberichten, welche vom Gemeinsamen Bundesausschuss veröffentlicht werden, bezüglich ihrer Struktur und Arbeit aufzuklären. Da auf diese Informationen nach der Veröffentlichung auch potenzielle Patienten Zugriff haben, ist die Ambition der bestmöglichen Behandlung im Wettbewerb mit anderen Krankenhäusern gegeben [52].

Andererseits kann die Vermutung angebracht werden, dass die Verlegungen aus zertifizierten Kliniken einen noch höheren Ressourcenaufwand mit sich bringen müssten. Im Rahmen des Anforderungskataloges eines EPZ [65] sind auf vielen Ebenen die Strukturen und Prozesse so standardisiert, dass die Verlegungsfälle aus zertifizierten Kliniken im Vergleich komplexer sein müssten. Das würde sich folglich in höheren Charlson und Elixhauser Indizes, einem

höheren CMI und PCCL, längeren Verweildauern, häufigeren Wiederaufnahmen und höheren DRG-Entgelten der Verlegten aus zertifizierten Kliniken widerspiegeln.

Da EPZ jedoch besonders der Primärendoprothetik dienen und meist nur wenige bis keine Wechseleingriffe durchführen, berechneten wir mithilfe der strukturierten Qualitätsberichte den Wechselquotienten der zertifizierten Kliniken. Dieser setzt die Anzahl der Wechseleingriffe ins Verhältnis zur Gesamtzahl aller durchgeführten endoprothetischen Operationen an den entsprechenden Kliniken [53, 118]. Die ermittelte Wechselrate der EPZ, aus denen Patienten in den Jahren von 2015 bis 2021 verlegt wurden, liegt im Durchschnitt bei lediglich 6,9 %. Nicht-zertifizierte Kliniken zeigen mit 7,3 % einen vergleichbaren Wert auf. Das demonstriert, dass sowohl die umliegenden EPZ als auch die nicht-zertifizierten Kliniken vorrangig die elektive Endoprothetik sicherstellen. Anhand dessen konnte ein weiterer Erklärungsansatz für ausbleibende Unterschiede zwischen den beiden Untergruppen gefunden werden.

Die Möglichkeit der Zertifizierung zu einem EPZ oder EPZmax besteht seit über einem Jahrzehnt [68]. Seither wird fortwährend an der Umsetzung einer bestmöglichen endoprothetischen Versorgung gearbeitet. In verschiedenen Analysen wurde die Versorgungs- und Ergebnisqualität vor und nach der Zertifizierung geprüft [8, 104, 144] und erörtert, inwieweit die Einführung von Endoprothetikzentren eine Verbesserung dahingehend mit sich brachte.

Die Ergebnisse fielen sehr unterschiedlich aus und führten z. T. eine Verbesserung auf [8, 104]. An anderer Stelle wurden keine erkennbaren Unterschiede im Hinblick auf die Ergebnisqualität angegeben. Jedoch muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass das Jahr vor und nach der Zertifizierung zur Datenerhebung verwendet wurde. Der u. a. sehr kurze Zeitabstand zwischen den Vergleichsjahren macht die Methodik anzweifelbar, da die Umsetzung der Zertifizierungsmaßnahmen in einem Prozess erfolgte und entsprechende Vorbereitungen auch schon vor der Zertifizierung getroffen werden mussten [64, 144].

Von Lewinski et al. [104] gaben neben einem Einfluss auf die Ergebnisqualität ebenfalls auch eine Bedeutung der Zertifizierung für die Struktur- und Prozessqualität der Klinik an. Die ermittelten Ergebnisse wurden als Rechtfertigung für den Kostenaufwand angesehen, der im Zuge der Zertifizierung zustande kommt.

Bei Bergschmidt et al. [8] wurde die Ergebnisqualität anhand von drei verschiedenen Patientengruppen mit primären Implantationen von Hüftendoprothesen untersucht. Gruppe 1 umfasste Patienten, die im Zeitraum vor der Zertifizierung ohne entsprechende zertifizierte Standards behandelt wurden. Gruppe 2 gliederte Patienten ein, deren Versorgung nach ausgesetzter Zertifizierung, jedoch mit vorhandenen Behandlungsstandards nach EndoCert, stattfand und in Gruppe 3 erfolgte die Behandlung sowohl standardisiert als auch erneut zertifiziert. Mit dem Zertifizierungsprozess gehen bessere Operationsergebnisse einher, wenn auch nicht immer durch eine Signifikanz belegbar. Der durch die Zertifizierung entstehende

Mehraufwand an Personal, Zeit und Kosten wurde auch an dieser Stelle mit der vorzuweisenden Qualitätsverbesserung gerechtfertigt, wobei eigene definierte Qualitätsindikatoren in die Untersuchung eingeschlossen wurden.

Im Detail genannt wirkt sich die Anzahl primärer endoprothetischer Versorgungen pro Klinik auf die Revisionsrate bzw. das Revisionsrisiko aus [89, 132]. An kleinen Kliniken mit weniger als 145 Primärimplantationen am Knie pro Jahr mussten, im Vergleich zu Einrichtungen mit mehr als 251 Eingriffen, Patienten innerhalb von zwei Jahren häufiger revidiert werden [89]. Kliniken mit mehr als 500 Versorgungen an Hüfte oder Knie pro Jahr wiesen eine Ausfallwahrscheinlichkeit der Gelenkendoprothese innerhalb von drei Jahren postoperativ von 2,9 % bzw. 2,7 % auf. Bei 250 oder weniger Implantationen pro Jahr erhöhte sich die Wahrscheinlichkeit auf 3,9 % bzw. 3,4 % [132].

Die Re-Revisionsrate wurde in kleineren Kliniken mit unter 25 knieendoprothetischen Revisionseingriffen als signifikant höher eingestuft [74]. Eine Analyse des Risikos für die Re-Revision hüftendoprothetischer Versorgungen zeigte ein gleiches Ergebnis. Außerdem wurde in Kliniken mit maximal 52 Revisionen jährlich eine signifikante Erhöhung der 90-Tage-Mortalität festgestellt [90].

Bei der Betrachtung der Komplikationsraten ausschließlich in Bezug auf EPZ und EPZmax konnten bei unterschiedlichen Wechselquotienten für Hüfte und Knie nur wenige signifikante Unterschiede festgestellt werden, welche sich bei beiden Operationen auf die Mortalitätsraten sowie bei Hüftendoprothesen zusätzlich auf Frakturen und Fissuren beliefen [118].

Die Erfahrung des Operators wirkt sich auf die Dauer der Operation und damit einhergehende Komplikationsraten aus. Während sehr erfahrene Operateure im Vergleich zu weniger erfahrenen Chirurgen im Durchschnitt schneller operieren, steigt die Komplikationsrate mit zunehmender OP-Zeit bei erstgenannter Gruppe an, ist bei zuletzt genannter Gruppe jedoch konstant [150]. Daraus lässt sich die Notwendigkeit von Mindestanzahlen für endoprothetische Operationen ableiten [150], wie sie auch in den Anforderungskatalogen für ein EPZ bzw. EPZmax festgelegt sind [65, 66].

Mit der verpflichtenden Meldung der durchgeführten endoprothetischen Versorgungen von EPZ und EPZmax an das EPRD [65, 66], wurde eine Möglichkeit geschaffen, die Endoprothesen mit den längsten Standzeiten zu bestimmen und dadurch u. a. eine Reduktion der Revisionsraten anzustreben [87]. Grimberg et al. [61] führten zehn Jahre nach der Einführung des EPRDs eine immer besser werdende Abbildung der endoprothetischen Prozeduren in Deutschland auf und bestätigten die Möglichkeit der Anpassung bestimmter Versorgungsformen an den Patienten. Zudem können Kliniken ihre eigenen Ergebnisse zur Steigerung der Qualität nutzen [61].

Die zusätzliche Integration von Patientenbefragungen (PROMs) in das EPRD läuft seit Frühjahr 2023 in vereinzelten Kliniken im Probetrieb. Dadurch soll das subjektive Befinden

der Patienten evaluiert werden und eine qualitative Nachbeobachtung erfolgen [60]. Als Wunsch für die Zukunft wird eine exaktere Berücksichtigung patientenspezifischer Faktoren zur Ableitung eines Schwierigkeitsgrades der endoprothetischen Versorgung genannt [85]. Anhand vieler Studien ist die kontinuierlich bessere endoprothetische Versorgung durch die Zertifizierung zum EPZ oder EPZmax zu belegen. Obwohl der Vergleich der von uns ausgewählten Gruppen mit Verlegungspatienten aus zertifizierten und nicht-zertifizierten Kliniken keine signifikanten Unterschiede hervorbrachte, so kann trotzdem von einem hohen Qualitätsstandard in Deutschland besonders in den EPZ und EPZmax ausgegangen werden. Die engmaschige Kontrolle der festgelegten Anforderungen an ein EPZ oder EPZmax durch ein Überwachungsaudit soll außerdem dazu beitragen [65, 66].

4.4 Vergleich der septischen Wechsel

Die Infektion der Endoprothese wird als gefürchtete Komplikation angesehen, denn septische Wechseleingriffe stellen die Kliniken vor große Herausforderungen [88, 93, 108, 119, 148]. Im Jahr 2021 sind nach Angaben des EPRD-Jahresberichtes 16,7 % der Hüftrevisionen und 15,0 % der Knierevisionen auf Infektionen der Endoprothese zurückzuführen [59]. In der Kontrollgruppe (Gruppe 2, N=76) liegen 19,7 % septische Wechsel vor. In der Fallgruppe (Gruppe 1, N=60) ist der Anteil mit 53,3 % jedoch signifikant höher. Die große Zahl an Infektionen in der Fallgruppe bestätigt diese als klinisch aufwendigeren Patientenstamm. Zudem zeigt sich, dass septische Verlegungen ein signifikant höheres PCCL ($p=0,003$) im Vergleich zu septischen Selbstrekrutierten aufweisen. Die ermittelten Werte werden mit durchschnittlich 3,94 (SD=1,05) bei septischen Verlegungen in die Kategorien (äußerst) schwere und bei septischen Selbstrekrutierten mit 2,53 (SD=1,55) in die der (mäßig) schweren Komplikationen und Komorbiditäten eingestuft [42]. Jedoch ist ein Anstieg des Schweregrades der septischen Selbstrekrutierten im Vergleich zur Gesamtgruppe der Selbstrekrutierten zu verzeichnen.

Septische Verlegungspatienten sind zudem signifikant jünger ($p=0,004$). Mögliche Gründe dafür wurden bereits unter 4.1 erörtert.

Weitere signifikante Unterschiede zwischen septischen Verlegungen und septischen selbstrekrutierten Patienten waren nicht zu identifizieren. Das könnte auf die geringen Stichprobengrößen zurückzuführen sein (septische Verlegungen=32, septische Selbstrekrutierte=15), weshalb zur Validierung der Ergebnisse eine vergleichbare Studie mit größerem Stichprobenumfang durchgeführt werden sollte.

Während die Gruppe der Selbstrekrutierten keine septischen Rezidive an der OUK innerhalb eines Jahres verzeichnet, wurden bei 12,5 % der septischen Verlegungen (Hüfte: 14,3 %, Knie: 11,1 %) erneute Revisionen aufgrund wiederholter Infektionen durchgeführt. Die Rezidive traten nach durchschnittlich 240 Tagen auf. Eine septische Verlegung geht in diesem

Fall mit einem 1,143-fach höheren Risiko für ein Rezidiv der Infektion einher. Jedoch ist hier keine Signifikanz ($p=0,291$) aufzeigbar.

In einer Metaanalyse von Lange et al. [102], welche Studien von 1980 bis 2010 einschloss und septische Revisionen von Hüftendoprothesen untersuchte, wurde eine durchschnittliche Reinfektionsrate von 11,3 % festgestellt, wobei einzeitige septische Wechsel (13,1 %) im Vergleich zu zweizeitigen Wechseln (10,4 %) höhere Reinfektionsraten aufführten [102]. Anderweitig wurden im Rahmen zweizeitiger Operationen mit einem durchschnittlichen Nachbeobachtungsintervall von 53 Monaten eine erfolgreiche Sanierung in 83 % bzw. mit Einberechnung der Todesfälle in 76 % angegeben [7]. Zahar et al. [149] berichteten 2016 über einen 93%igen Sanierungserfolg bezüglich einzeitiger Wechsel infizierter Knieendoprothesen unter Durchführung von einem 10-Jahres-Follow-Up. Die Angaben zu Reinfektionen nach septischen Wechseln zeigen demzufolge eine gewisse Varianz. Die anhand der OUK-Daten ermittelte Reinfektionsrate bei septischen Verlegungen deckt sich mit der vorhandenen Literatur und stellt keinen Extremwert dar. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass bei septischen Verlegungen nur die septischen Rezidive, welche an der OUK behandelt wurden, zur Berechnung der Reinfektionsrate herangezogen wurden. Der 100%ige Sanierungserfolg der septischen Fälle unter den Selbstrekrutierten spricht für eine qualitativ hochwertige Behandlung des Maximalversorgers. Dabei ist der im Vergleich zu den anderen Studien kurze Nachbeobachtungszeitraum anzumerken, sodass bei einer Verlängerung des Intervalls eine Erhöhung der Reinfektionsrate denkbar wäre. Ein Patient dieser Gruppe wurde an einer anderen Klinik re-revidiert. Ob es sich dabei um ein septisches Rezidiv handelte, ist unbekannt. 12,5 % der Verlegungen mit infizierter Endoprothese resultierten in einer Amputation. Das Odds Ratio beträgt in diesem Fall 1,143 im Vergleich zu septischen Wechseln der Selbstrekrutierten, bei denen keine Amputation einer Extremität erfolgte. Allerdings kann der Unterschied in der Amputationshäufigkeit nicht mit einer Signifikanz ($p=0,291$) belegt werden. Dabei ist anzumerken, dass die Patienten mit septischem Rezidiv und die bei denen eine Amputation notwendig wurde nicht dieselben sind. Die Datenlage mit Häufigkeitsangaben zu Amputationen als Ultima Ratio bei nicht beherrschbaren endoprothetischen Infektionen ist gering. Besonders Hüftexartikulationen sind selten notwendig [30, 129]. In der Literatur wurde im Rahmen des endoprothetischen Gelenkersatzes von einem finalen Amputationsrisiko von 8,9 % gesprochen. 34 % wurden davon auf eine Infektion zurückgeführt [91]. Eine weitere Studie der OUK Rostock, durchgeführt von Enz et al. [45], nannte eine Amputationsrate bezüglich septischer Revisionen von insgesamt 6,9 %.

Die Mortalitätsrate der septischen Verlegungen beträgt 9,4 % und die der septischen Selbstrekrutierten liegt bei 13,3 %, wobei kein signifikanter Unterschied ($p=0,648$) festgestellt werden konnte. Das Odds Ratio ($OR=0,672$) und damit die Wahrscheinlichkeit, innerhalb des Nachbeobachtungszeitraumes zu versterben, ist für die Verlegungspatienten geringer als für

die Selbstrekrutierten. Inwieweit das Outcome tatsächlich mit der infizierten Endoprothese zusammenhing, ließ sich retrospektiv nicht vollständig rekonstruieren. Verschiedene Studien untersuchten die Mortalität nach septischen Wechseln [105, 151]. Lum et al. [105] gaben an, dass das 1-Jahres-Mortalitätsrisiko bei Revisionen infizierter Knieendoprothesen signifikant höher als die nationale altersbereinigte Sterblichkeit war ($OR=3,1$). Zmistowski et al. [151] nannten eine 1-Jahres-Mortalitätsrate von 10,6 %, die 5,3-fach und damit signifikant höher als bei aseptischen Wechseln ist. Hier wurden alle Todesfälle einbezogen, welche über den Social Security Death Index ausfindig gemacht werden konnten. Die Nachbeobachtung der verlegten Patienten erfolgte mithilfe der Krankenhausdaten von stationären Wiederaufnahmen an den Maximalversorger in Rostock. Mögliche Todesfälle im Zuge stationärer Aufenthalte an anderen Krankenhäusern oder außerhalb einer Klinik wurden bei der Berechnung der Mortalitätsrate nicht berücksichtigt. Bei septischen Wechseln von Selbstrekrutierten wurde eine vollständige 1-Jahres-Nachbeobachtung für jeden Patienten durchgeführt, wobei keine Todesfälle außerhalb der OUK auftraten. Aus diesem Grund ist die ermittelte Mortalitätsrate der Selbstrekrutierten im Vergleich genauer, das Patientenkollektiv umfasst gegenüber den Verlegungen jedoch wesentlich weniger Patienten (septische Verlegungen=32, septische Selbstrekrutierte=15).

Der gesteigerte sozioökonomische Aufwand im Zuge der Behandlung infizierter Endoprothesen zeichnet sich, verglichen mit aseptischen Revisionseingriffen, in höheren Kosten ab [2, 99, 101].

Eine Studie der OUK Rostock von Haenle et al. [71] aus dem Jahr 2012 beschrieb im Zuge periprothetischer Hüftinfektionen mit entsprechender Sanierung, neben einem mittleren Kostenaufwand von 29.331,36 €, eine durchschnittliche VWD von 52,7 Tagen. Diese Angaben bestätigen zum einen den enormen Zeitaufwand für die Behandlung septischer Wechsel und sind zum anderen mit den kalkulierten VWD der septischen Verlegungen vergleichbar. Primärimplantationen resultierten hingegen in Behandlungskosten von 6.263,59 € und einer mittleren VWD von 12,4 Tagen [71]. Zurückzuführen sind diese beträchtlichen Unterschiede mitunter auch auf die Antibiotikatherapie zur Behandlung der Infektion. Diese stellt nicht nur einen zusätzlichen Kostenfaktor dar, sondern bedarf auch einer adäquaten Anpassung [71, 99]. Damit liegt ein weiterer Grund vor, weshalb septische Fälle gegenüber aseptischen endoprothetischen Eingriffen signifikant längere stationäre Verweildauern aufweisen [101].

Die berechneten DRG-Entgelte liegen für septische Verlegungen bei 24.710,10 € ($SD=19.269,09$ €; 1 Jahr postoperativ: 38.902,36 € ($SD=23.723,70$ €)) und für septische Selbstrekrutierte bei 17.868,57 € ($SD=8.712,31$ €; 1 Jahr postoperativ: 30.716,69 € ($SD=15.156,92$ €)). Die direkte Vergleichbarkeit mit der von Haenle et al. [71] durchgeführten Studie ist aufgrund unterschiedlicher Kostenberechnungen jedoch nicht gegeben. Zudem blieben septische knieendoprothetische Wechsel sowie septische Rezidive unberücksichtigt

und die Landesbasisfallwerte verzeichneten jährlich einen Anstieg [140]. Die Ausgliederung der Kosten für das Pflegepersonal aus der DRG-Finanzierung ab 2019/2020 führte, wie bereits genannt, zur Verminderung der DRG-Entgelte bei den entsprechenden Fällen [82].

Klouche et al. [99] nannten Kosten für septische Hüftrevisionen von 32.546 € (SD=9.587 €), Aßmann [2] hingegen von 10.828,10 € (SD=4.098,40 €). Kasch et al. [95] machten Angaben von umgerechnet 11.008,75 € für septische Knierevisionen. Dadurch wird gezeigt, dass die Kosten zur Sanierung einer periprotetischen Infektion sehr variabel sind. Aufgrund der vielen verschiedenen Einflussfaktoren kann eine exakte Vorhersage nicht getroffen werden, jedoch stellen erhöhte Werte für bestimmte klinische Parameter, wie z. B. das PCCL, der CCI oder der Elixhauser Comorbidity Index, Indizien für hohe Fallkosten dar [3, 5, 43, 79, 92].

4.5 Schlussfolgerung und Ausblick

Die aufgeführten Ergebnisse verdeutlichen, dass die Kooperationen zwischen Endoprothetikzentren und Endoprothetikzentren der Maximalversorgung, besonders im Hinblick auf eine bestmögliche Patientenbehandlung und -sicherheit, essenziell sind. Jedoch ist der erhebliche Ressourcenaufwand, der mit dieser Zusammenarbeit einhergeht und vom Maximalversorger getragen werden muss, nicht außer Acht zu lassen. Im Interesse einer bestmöglichen Versorgung sollten Informationsverluste im Rahmen des Verlegungsprozesses vermieden werden, weshalb die Kooperationsvereinbarungen bezüglich des Umganges mit Vorbefunden (z. B. Laborwerte, radiologische Bildgebungen, klinische Einschätzungen) ergänzt werden sollten. Durch eine interaktive Zusammenarbeit zwischen den Zentren sollte die Möglichkeit bestehen, Behandlungsergebnisse zu reflektieren. Bei der Umsetzung können gemeinschaftliche Komplikationsbesprechungen oder Qualitätszirkel helfen. Weitere Analysen sollten untersuchen, ob noch bessere Ergebnisse zu erzielen sind, wenn septische Patienten früher verlegt und Verlegungsalgorithmen besser abgestimmt werden.

4.6 Limitationen

1. Die Studie setzt voraus, dass die dokumentierten Diagnosecodes der ICD-10-GM, welche zur Berechnung der Indizes nach Charlson und Elixhauser verwendet wurden, das vollumfängliche Krankheitsbild darstellen.
2. Die Grundlage der Analyse bilden Daten eines Maximalversorgers in einem Flächenland. Mecklenburg-Vorpommern zählt zu den weniger dicht besiedelten Bundesländern, weshalb in Studien an anderen EPZmax geprüft werden sollte, ob die

Ergebnisse bestätigt werden können oder ob Maximalversorger in höher besiedelten Gebieten zu anderen Schlussfolgerungen kommen.

3. Die Fallzahlen der gebildeten Untergruppen sind z. T. klein, weshalb Signifikanzen ausbleiben könnten und Studien mit größeren Stichproben dahingehend durchgeführt werden sollten.
4. Die 1-Jahres-Nachbeobachtung ist im Vergleich zu anderen Studien weniger zeitungsfassend. Besonders die Zahl septischer Rezidive könnte bei Verlängerung des Zeitraumes ansteigen.
5. Im Rahmen dieser Arbeit wird der vermehrte Zeit-, Kosten- und Ressourcenaufwand der Verlegungspatienten lediglich dem der Selbstrekrutierten gegenübergestellt. Viele Arbeiten bestätigen jedoch, dass septische Wechsel oftmals nicht kostendeckend erstattet werden, weshalb analysiert werden sollte, ob auch die Verlegungspatienten ein Kostendefizit für Maximalversorger bedingen.

5 Zusammenfassung

In Deutschland besteht für orthopädische Kliniken die Möglichkeit der Zertifizierung zum Endoprothetikzentrum (EPZ) oder zum Endoprothetikzentrum der Maximalversorgung (EPZmax) [68]. Die Anforderungen der EndoCert-Initiative verpflichten EPZmax, Kooperationsvereinbarungen zur Übernahme von Patienten aus EPZ einzugehen. EPZ dienen hauptsächlich der Primärversorgung, sodass sie komplikationsbehaftete Patienten mit beispielsweise periprothetischen Infektionen verlegen müssen [65, 66]. In dieser Arbeit wurde untersucht, inwiefern sich die von umliegenden Kliniken an die Orthopädische Klinik und Poliklinik der Universitätsmedizin Rostock (OUK), einem EPZmax in Mecklenburg-Vorpommern, verlegten Patienten von selbstrekrutierten Patienten der OUK unterscheiden. Damit verbunden sollte ein etwaiger Mehraufwand an Zeit, Ressourcen und Kosten für den Maximalversorger aufgrund verlegter Patienten identifiziert werden.

Im Rahmen dieser Studie wurde eine retrospektive Analyse auf Grundlage der vom Krankenhausinformationssystem bereitgestellten pseudonymisierten Datensätze durchgeführt. 136 Patienten mit hüft- und knieendoprothetischen Folgeoperationen, darunter 60 Verlegungspatienten und 76 Selbstrekrutierte, erfüllten die Einschlusskriterien. Die analysierten Parameter umfassten jeweils zwei Versionen des Charlson Comorbidity Index (CCI) und des Elixhauser Comorbidity Index sowie das Alter, die Krankenhausverweildauer (VWD), den Case Mix Index (CMI), das Patient Clinical Complexity Level (PCCL), die Wiederaufnahmen und die Diagnosis Related Group- (DRG-) Entgelte. Für jeden Patienten erfolgte im Anschluss an den ersten stationären Krankenhausaufenthalt eine 1-Jahres-Nachbeobachtung, um erneute Wechseleingriffe und damit verbundene Zusatzkosten zu identifizieren.

Bis auf das Alter und die originale Version des CCI differieren die genannten Parameter signifikant. Verlegte Patienten wurden als komorbider identifiziert, da die Indizes nach Charlson und Elixhauser größere Werte aufweisen. Ebenso spiegeln das höhere PCCL und der höhere CMI die Notwendigkeit einer intensiveren Betreuung wider. Die Annahme des gesteigerten Kosten- und Zeitaufwandes kann durch die seitens der Verlegungsfälle teureren DRG-Entgelte und längeren VWD im Rahmen der ersten stationären Aufnahme als auch bis ein Jahr postoperativ gestützt werden.

Die Gruppe der Verlegungen weist signifikant mehr septische Fälle auf, was die größere Anzahl von Wiederaufnahmen begründen kann. Die Behandlung solcher Fälle ist oftmals sehr anspruchsvoll.

Verlegungspatienten stellen folglich nicht nur einen zusätzlichen Kosten- und Zeitfaktor für das EPZmax dar, sondern sind auch im direkten Vergleich aufwendiger in der Versorgung. Trotz des genannten Mehraufwandes unterstreichen die ermittelten Ergebnisse die Notwendigkeit

der Kooperation von EPZ und EPZmax für eine bestmögliche Patientenversorgung und -sicherheit. In weiteren Arbeiten sollte analysiert werden, ob und inwieweit die Verlegungspatienten ein Kostendefizit für den Maximalversorger aufgrund der pauschalisierten, jedoch möglicherweise unzureichenden Vergütung der gebundenen Ressourcen bedingen und ob durch eine Verbesserung der Verlegungsalgorithmen die Ergebnisse noch weiter optimiert werden können.

6 Literaturverzeichnis

1. AHRQ Agency for Healthcare Research and Quality (2022) Agency for Healthcare Research and Quality: A Profile. <https://www.ahrq.gov/cpi/about/profile/index.html>. Zugriffen: 19. September 2023
2. Aßmann G (2014) Vergleichende Teilkostenkalkulation bei aseptischen und septischen Hüftendoprothesenwechseln. (Ph. D. Thesis). Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Deutschland
3. Aydin M, Fikatas P, Denecke C et al (2021) Cost analysis of inguinal hernia repair: the influence of clinical and hernia-specific factors. *Hernia* 25:1129–1135. <https://doi.org/10.1007/s10029-021-02372-1>
4. Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S, Oberthaler W (1979) The Transgluteal Approach to the Hip Joint. *Arch Orthop Traumat Surg* 95:47–49. <https://doi.org/10.1007/BF00379169>
5. Bayliss-McCulloch J (2007) Does the Patient Clinical Complexity Level (PCCL) reflect nursing acuity? *BMC Health Services Research*. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-7-S1-A14>
6. Becker R, Paech C, Denecke A (2017) Schlittenprothese mit fixiertem Tibiainlay bei medialer Gonarthrose. *Oper Orthop Traumatol* 29:4–16. <https://doi.org/10.1007/s00064-017-0486-8>
7. Berend KR, Lombardi AVJ, Morris MJ et al (2013) Two-stage Treatment of Hip Periprosthetic Joint Infection Is Associated With a High Rate of Infection Control but High Mortality. *Clin Orthop Relat Res* 471:510–518. <https://doi.org/10.1007/s11999-012-2595-x>
8. Bergschmidt P, Maruniewicz JP, Westphal T et al (2021) Retrospective Comparative Study of the Influence on Quality of Primary Total Hip Arthroplasty by the EndoCert-Certification System in a Communal Hospital. *Z Orthop Unfall* 159:397–405. <https://doi.org/10.1055/a-1107-3398>
9. Bertin KC, Röttinger H (2004) Anterolateral Mini-incision Hip Replacement Surgery: A Modified Watson-Jones Approach. *Clin Orthop Relat Res* 429:248–255. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000150294.81825.8c>
10. Bleß H-H, Kip M (2017) Weißbuch Gelenkersatz: Versorgungssituation bei endoprothetischen Hüft- und Knieoperationen in Deutschland, 1. Auflage. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53260-7>
11. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2022) ICD-10-GM Version 2023. <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/icd/icd-10-gm/kode-suche/htmlgm2023/>. Zugriffen: 27. Oktober 2023
12. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2022) ICD-10-GM Version 2023. <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/icd/icd-10-gm/kode-suche/htmlgm2023/block-t80-t88.htm>. Zugriffen: 11. Juli 2024
13. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2023) ICD-10-WHO. https://www.bfarm.de/DE/Kodiersysteme/Klassifikationen/ICD/ICD-10-WHO/_node.html. Zugriffen: 27. Oktober 2023

14. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2023) ILCD bis ICD-10. <https://www.bfarm.de/DE/Kodiersysteme/Klassifikationen/ICD/ICD-10-WHO/Historie/ilcd-bis-icd-10.html>. Zugriffen: 27. Oktober 2023
15. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2023) ICD-10-GM. https://www.bfarm.de/DE/Kodiersysteme/Klassifikationen/ICD/ICD-10-GM/_node.html. Zugriffen: 27. Oktober 2023
16. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2023) ICD-11 in Deutsch - Entwurfsfassung. https://www.bfarm.de/DE/Kodiersysteme/Klassifikationen/ICD/ICD-11/uebersetzung/_node.html. Zugriffen: 27. Oktober 2023
17. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2023) Systematisches Verzeichnis - Aufbau der Systematik. <https://www.bfarm.de/DE/Kodiersysteme/Klassifikationen/ICD/ICD-10-WHO/Systematik/systematikaufbau.html>. Zugriffen: 27. Oktober 2023
18. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2023) OPS Version 2024. <https://klassifikationen.bfarm.de/ops/kode-suche/htmlops2024/block-5-78...5-86.htm>. Zugriffen: 10. Juli 2024
19. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2024) Alphabetisches Verzeichnis. https://www.bfarm.de/DE/Kodiersysteme/Klassifikationen/ICD/ICD-10-GM/Alphabet/_node.html. Zugriffen: 04. Juli 2024
20. Bundesministerium der Justiz, Bundesamt für Justiz (2022) Gesetz zum Implantateregister Deutschland (Implantateregistergesetz - IRegG (BGBl. I S. 2494, BGBl. I S. 2793)). <https://www.gesetze-im-internet.de/iregg/BJNR249410019.html>. Zugriffen: 31. Dezember 2023
21. Bundesministerium der Justiz, Bundesamt für Justiz (2023) Verordnung zum Betrieb des Implantateregisters Deutschland (Implantateregister-Betriebsordnung IRegBV (BGBl. I S. 4344, BGBl. 2023 I Nr. 370)). <https://www.gesetze-im-internet.de/iregbv/BJNR434400021.html>. Zugriffen: 31. Dezember 2023
22. Bundesministerium für Gesundheit (2016) Abrechnung stationärer Krankenhausleistungen. <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/abrechnung-krankenhausleistungen>. Zugriffen: 26. Oktober 2023
23. Bundesministerium für Gesundheit (2023) Implantateregister Deutschland. <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/implantateregister-deutschland.html>. Zugriffen: 25. April 2023
24. Bundesministerium für Gesundheit (2023) Landesbasisfallwerte. <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/krankenversicherung/stationaere-versorgung/landesbasisfallwerte>. Zugriffen: 18. Oktober 2023
25. Bundesministerium für Gesundheit (2024) Fallpauschalen. <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/f/fallpauschalen>. Zugriffen: 18. Oktober 2023
26. Bundessozialgericht (2023) Urteil vom 07.03.2023, B 1 KR 4/22 R. https://www.bsg.bund.de/SharedDocs/Entscheidungen/DE/2023/2023_03_07_B_01_KR_04_22_R.html. Zugriffen: 23. November 2023
27. Buzer.de (2018) Gesetz zur Stärkung des Pflegepersonals (Pflegepersonal-Stärkungsgesetz - PpSG (BGBl. I S. 2394 (Nr. 45))).

- <https://www.buzer.de/Pflegepersonal-Staerkungsgesetz.htm>. Zugegriffen: 26. Oktober 2023
28. Carl H-D, Gelse K, Swoboda B (2011) Endoprothetik des rheumatischen Kniegelenks. *Z Rheumatol* 70:411–416. <https://doi.org/10.1007/s00393-011-0767-9>
 29. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR (1987) A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: Development and validation. *J Chronic Dis* 40:373–383. [https://doi.org/10.1016/0021-9681\(87\)90171-8](https://doi.org/10.1016/0021-9681(87)90171-8)
 30. Claes L, Kirschner P, Perka C, Rudert M (2012) AE-Manual der Endoprothetik: Hüfte und Hüftrevision, 1. Auflage. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-14646-6>
 31. ClarCert GmbH (2023) endoMap - Datenbank für zertifizierte EndoProthetikZentren nach EndoCert. <https://www.endomap.de/>. Zugegriffen: 17. Dezember 2023
 32. Cohen J (1992) A power primer. *Psychological Bulletin* 112:155–159. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>
 33. Courtney PM, Boniello AJ, Della Valle CJ, Lee G-C (2018) Risk Adjustment Is Necessary in Value-based Outcomes Models for Infected TKA. *Clin Orthop Relat Res* 476:1940–1948. <https://doi.org/10.1007/s11999-0000000000000134>
 34. Culliford DJ, Maskell J, Kiran A et al (2012) The lifetime risk of total hip and knee arthroplasty: results from the UK general practice research database. *Osteoarthritis and Cartilage* 20:519–524. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2012.02.636>
 35. Debarge R, Nicolle MC, Pinaroli A et al (2007) Infection du site opératoire après arthroplastie totale de genou: Taux observé après 923 interventions dans une centre formateur. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur* 93:582–587. [https://doi.org/10.1016/S0035-1040\(07\)92680-X](https://doi.org/10.1016/S0035-1040(07)92680-X)
 36. Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V. (DGOU) Evidenz- und konsensbasierte Indikationskriterien zur Hüfttotalendoprothese bei Coxarthrose (EKIT-Hüfte). Version 1.0 (24.03.2021). <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/187-001.html>. Zugegriffen: 02. November 2023
 37. Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V. (DGOU) S2k-Leitlinie Indikation Knieendoprothese. Version 2.0 (13.03.2023). <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/187-004.html>. Zugegriffen: 13. November 2023
 38. Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie DKOU 2024. <https://dkou.org/>. Zugegriffen: 28. Oktober 2024
 39. Deyo RA, Cherkin DC, Ciol MA (1992) Adapting a clinical comorbidity index for use with ICD-9-CM administrative databases. *J Clin Epidemiol* 45:613–619. [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(92\)90133-8](https://doi.org/10.1016/0895-4356(92)90133-8)
 40. Duwelius PJ, Southgate RD, Crutcher JP et al (2023) Registry Data Show Complication Rates and Cost in Revision Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty* 38:29–33. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2023.04.050>
 41. Dy CJ, Marx RG, Bozic KJ et al (2014) Risk Factors for Revision Within 10 Years of Total Knee Arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 472:1198–1207. <https://doi.org/10.1007/s11999-013-3416-6>

42. Eisenmenger N (2021) Das aG-DRG System: komplex, logisch... und fair?, 1. Auflage. Reimbursement Institute, Hürth
43. Elixhauser A, Steiner C, Harris DR, Coffey RM (1998) Comorbidity Measures for Use with Administrative Data. *Med Care* 36:8–27. <https://doi.org/10.1097/00005650-199801000-00004>
44. EndoCert GmbH (2022) EndoCert-Jahresbericht 2022. <https://endocert.de/aktuelles/endocert-jahresbericht-2022>. Zugriffen: 16. Oktober 2023
45. Enz A, Mueller SC, Warnke P et al (2021) Periprosthetic Fungal Infections in Severe Endoprosthetic Infections of the Hip and Knee Joint—A Retrospective Analysis of a Certified Arthroplasty Centre of Excellence. *J Fungi* 7:404. <https://doi.org/10.3390/jof7060404>
46. EPRD Endoprothesenregister Deutschland Datenerhebung und Auswertung im EPRD. <https://www.eprd.de/de/ueber-uns/verfahrensweise>. Zugriffen: 23. November 2023
47. Evans JT, Evans JP, Walker RW et al (2019) How long does a hip replacement last? A systematic review and meta-analysis of case series and national registry reports with more than 15 years of follow-up. *The Lancet* 393:647–654. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31665-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31665-9)
48. Evans JT, Walker RW, Evans JP et al (2019) How long does a knee replacement last? A systematic review and meta-analysis of case series and national registry reports with more than 15 years of follow-up. *The Lancet* 393:655–663. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32531-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32531-5)
49. Exchange-Rates.org (2016) US-Dollar (USD) nach Euro (EUR) Wechselkursverlauf am Freitag, 30. Dezember 2016. <https://www.exchange-rates.org/de/wechselkursverlauf/usd-eur-2016-12-30>. Zugriffen: 03. Juni 2024
50. Feinstein AR (1970) the pre-therapeutic classification of comorbidity in chronic disease. *J Chronic Dis* 23:455–468. [https://doi.org/10.1016/0021-9681\(70\)90054-8](https://doi.org/10.1016/0021-9681(70)90054-8)
51. Fetter RB, Shin Y, Freeman JL et al (1980) Case Mix Definition by Diagnosis-Related Groups. *Med Care* 18:i–53
52. Gemeinsamer Bundesausschuss Qualitätsberichte der Krankenhäuser. <https://www.g-ba.de/themen/qualitaetssicherung/datenerhebung-zur-qualitaetssicherung/datenerhebung-qualitaetsbericht/>. Zugriffen: 27. Januar 2024
53. Gemeinsamer Bundesausschuss Referenzdatenbank der Qualitätsberichte der Krankenhäuser. <https://qb-referenzdatenbank.g-ba.de/#/suche>. Zugriffen: 07. Mai 2024
54. Giebeler N, Eisenmenger N (2021) Das aG-DRG Kompendium: komplex, verständlich ... und transparent!, 1. Auflage. Reimbursement Institute, Hürth
55. GKV-Spitzenverband (2024) Bundesbasisfallwert (BBFW). <https://www.gkv-spitzenverband.de/krankenversicherung/krankenhaeuser/budgetverhandlungen/bundesbasisfallwert/bundesbasisfallwert.jsp>. Zugriffen: 12. Juni 2024
56. GKV-Spitzenverband, Verband der privaten Krankenversicherung, Deutsche Krankenhausgesellschaft (2022) Vereinbarung zum Fallpauschalensystem für Krankenhäuser für das Jahr 2023 (Fallpauschalenvereinbarung 2023 - FPV 2023).

- https://www.gkv-spitzenverband.de/media/dokumente/krankenversicherung_1/krankenhaeuser/drg/drg_2023/FPV_2023_29.09.2022.pdf. Zugegriffen: 23. November 2023
57. Goltz DE, Ryan SP, Howell CB et al (2019) A Weighted Index of Elixhauser Comorbidities for Predicting 90-day Readmission After Total Joint Arthroplasty. *J Arthroplasty* 34:857–864. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.01.044>
 58. Grimberg A, Jansson V, Lützner J et al (2021) Jahresbericht 2021: Mit Sicherheit mehr Qualität. <https://doi.org/10.36186/reportepd042021>
 59. Grimberg A, Lützner J, Melsheimer O et al (2022) Jahresbericht 2022: Mit Sicherheit mehr Qualität. <https://doi.org/10.36186/reportepd062022>
 60. Grimberg A, Lützner J, Melsheimer O et al (2023) Jahresbericht 2023: Mit Sicherheit mehr Qualität. <https://doi.org/10.36186/reportepd082023>
 61. Grimberg AW, Steinbrück A (2023) 10 Jahre Endoprothesenregister Deutschland (EPRD): was wurde erreicht? *Orthopädie* 52:463–471. <https://doi.org/10.1007/s00132-023-04385-3>
 62. Groß A-F, Fickert S, Günther KP (2005) Übergewicht und Arthrose. *Orthopäde* 34:638–644. <https://doi.org/10.1007/s00132-005-0814-9>
 63. Gstoettner C, Laengle G, Salminger S et al (2021) Der chirurgische Umgang mit peripheren Nerven nach Extremitätenverlust. *Orthopäde* 50:14–23. <https://doi.org/10.1007/s00132-020-04032-1>
 64. Haas H (2017) EndoCert zwischen Qualitätskontrolle und Kosteneffizienz. *Orthopäde* 46:1073–1074. <https://doi.org/10.1007/s00132-017-3489-0>
 65. Haas H, Bail HJ, Günther KP et al (2020) Anforderungskatalog für EndoProthetikZentren zur Zertifizierung von EndoProthetikZentren als qualitätssichernde Maßnahme in der Behandlung von Gelenkerkrankungen: EndoProthetikZentrum (EndoCert) (EPZ). Version: 28.10.2020. https://clarcert.com/_Resources/Persistent/7/4/6/9/74694ca9adba9d1716c1f18c1ff9651cab2a8c11/anforderungskatalog%20epz-O1%20%28230119%29.pdf. Zugegriffen: 27. Januar 2024
 66. Haas H, Bail HJ, Günther KP et al (2023) Anforderungskatalog für EndoProthetikZentren zur Zertifizierung von EndoProthetikZentren als qualitätssichernde Maßnahme in der Behandlung von Gelenkerkrankungen: EndoProthetikZentrum der Maximalversorgung (EndoCert) (EPZmax). Version: 19.01.2023. [https://www.clarcert.com/_Resources/Persistent/d/5/4/9/d5498c13c9f3b34f3b2c636a69f9a296bb8c9db0/anforderungskatalog%20epzmax-P1%20\(240606\).pdf](https://www.clarcert.com/_Resources/Persistent/d/5/4/9/d5498c13c9f3b34f3b2c636a69f9a296bb8c9db0/anforderungskatalog%20epzmax-P1%20(240606).pdf). Zugegriffen: 08. Januar 2024
 67. Haas H, Grifka J, Günther K-P et al (2013) EndoCert - Zertifizierung von Endoprothetischen Versorgungszentren in Deutschland, 1. Auflage. <https://doi.org/10.1055/B-9783131740816>
 68. Haas H, Mittelmeier W (2014) Die Einführung des EndoCert-Systems zur Zertifizierung von Endoprothesenzentren. *Orthopäde* 43:534–540. <https://doi.org/10.1007/s00132-014-2294-2>
 69. Haas NP, Krettek C (2012) Tscherne Unfallchirurgie: Hüfte und Oberschenkel, 1. Auflage. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-68741-2>

-
70. Haenle M, Podbielski A, Ellenrieder M et al (2011) Periprothetische Infektionen nach Hüfttotalendoprothese mit ESBL-bildenden Bakterien. *Orthopäde* 40:528–534. <https://doi.org/10.1007/s00132-011-1762-1>
 71. Haenle M, Skripitz C, Mittelmeier W, Skripitz R (2012) Ökonomische Auswirkungen infizierter Hüfttotalendoprothesen im DRG-System. *Orthopäde* 41:467–476. <https://doi.org/10.1007/s00132-012-1939-2>
 72. Hagn S (2014) Vergleich verschiedener Komorbiditäts-Scores in Routinedaten der stationären Versorgung (Dissertation). Ludwig-Maximilians-Universität München, Deutschland
 73. Halder AM (2012) Tuberositasosteotomie in der Knieendoprothetik. *Oper Orthop Traumatol* 24:85–94. <https://doi.org/10.1007/s00064-011-0079-x>
 74. Halder AM, Gehrke T, Günster C et al (2020) Low Hospital Volume Increases Re-Revision Rate Following Aseptic Revision Total Knee Arthroplasty: An Analysis of 23,644 Cases. *J Arthroplasty* 35:1054–1059. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.11.045>
 75. Hanstein T, Kumpe O, Mittelmeier W, Skripitz R (2015) Teilzementierte und unzementierte Hüftendoprothetik. *Orthopäde* 44:617–622. <https://doi.org/10.1007/s00132-015-3139-3>
 76. Hao D, Wang J (2021) Fixed-bearing vs mobile-bearing prostheses for total knee arthroplasty after approximately 10 years of follow-up: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res* 16:437. <https://doi.org/10.1186/s13018-021-02560-w>
 77. Hassenpflug J, Liebs T (2014) Register als Werkzeug für mehr Endoprothesensicherheit. *Bundesgesundheitsbl* 57:1376–1383. <https://doi.org/10.1007/s00103-014-2057-6>
 78. Herrmann T, Smolarek C, Gehrke S et al (1999) Hämochromatose und Morbus Wilson. *Internist* 40:513–521. <https://doi.org/10.1007/s001080050365>
 79. Hinton ZW, Fletcher AN, Ryan SP et al (2021) Body Mass Index, American Society of Anesthesiologists Score, and Elixhauser Comorbidity Index Predict Cost and Delay of Care During Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty* 36:1621–1625. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2020.12.016>
 80. Hutchinson TA, Thomas DC, Macgibbon B (1982) Predicting Survival in Adults with End-Stage Renal Disease: An Age Equivalence Index. *Annals of Internal Medicine* 96:417–423. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-96-4-417>
 81. InEK GmbH (2015) Abschlussbericht Weiterentwicklung des G-DRG-Systems für das Jahr 2016. <https://www.g-drg.de/archiv/drg-systemjahr-2016-datenjahr-2014#sm7>. Zugriffen: 08. Juli 2024
 82. InEK GmbH (2019) Abschlussbericht Weiterentwicklung des aG-DRG-Systems für das Jahr 2020. <https://www.g-drg.de/ag-drg-system-2020/abschlussbericht-zur-weiterentwicklung-des-g-drg-systems-und-report-browser/abschlussbericht-zur-weiterentwicklung-des-ag-drg-systems-fuer-2020>. Zugriffen: 04. Juli 2024
 83. InEK GmbH (2022) Abschlussbericht Weiterentwicklung des aG-DRG-Systems für das Jahr 2023. <https://www.g-drg.de/ag-drg-system-2023/abschlussbericht-zur-weiterentwicklung-des-g-drg-systems-und-report-browser/abschlussbericht-zur-weiterentwicklung-des-ag-drg-systems-fuer-2023>. Zugriffen: 12. Juni 2024

84. InEK GmbH (2022) Fallpauschalen-Katalog 2023. <https://www.g-drg.de/ag-drg-system-2023/fallpauschalen-katalog/fallpauschalen-katalog-20232>. Zugegriffen: 23. Oktober 2023
85. Jaenisch M, Heller KD, Wirtz DC (2021) Qualitätskriterien in der Endoprothetik. *Chirurg* 92:873–880. <https://doi.org/10.1007/s00104-021-01474-x>
86. Jansson V, Grimberg A, Melsheimer O et al (2019) Orthopaedic registries: the German experience. *EFORT Open Rev* 4:401–408. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.4.180064>
87. Jansson V, Steinbrück A, Hassenpflug J (2016) Welcher Zusatznutzen ergibt sich in Zukunft aus den Daten des EPRD im Vergleich zu anderen Registern? *Unfallchirurg* 119:488–492. <https://doi.org/10.1007/s00113-016-0171-7>
88. Jerosch J, Heisel J, Tibesku CO (2015) Knieendoprothetik: Indikationen, Operationstechnik, Nachbehandlung, Begutachtung, 2. Auflage. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-38423-3>
89. Jeschke E, Citak M, Günster C et al (2017) Are TKAs Performed in High-volume Hospitals Less Likely to Undergo Revision Than TKAs Performed in Low-volume Hospitals? *Clin Orthop Relat Res* 475:2669–2674. <https://doi.org/10.1007/s11999-017-5463-x>
90. Jeschke E, Gehrke T, Günster C et al (2019) Low Hospital Volume Increases Revision Rate and Mortality Following Revision Total Hip Arthroplasty: An Analysis of 17,773 Cases. *J Arthroplasty* 34:2045–2050. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.05.005>
91. Jeys LM, Grimer RJ, Carter SR, Tillman RM (2003) Risk of amputation following limb salvage surgery with endoprosthetic replacement, in a consecutive series of 1261 patients. *International Orthopaedics (SICOT)* 27:160–163. <https://doi.org/10.1007/s00264-003-0429-x>
92. Johnson DJ, Greenberg SE, Sathiyakumar V et al (2015) Relationship between the Charlson Comorbidity Index and cost of treating hip fractures: implications for bundled payment. *J Orthopaed Traumatol* 16:209–213. <https://doi.org/10.1007/s10195-015-0337-z>
93. Jonas SC, Dayananda K, Morgan–Jones R (2021) Septic complications of knee replacements and their treatment. *Orthopaedics and Trauma* 35:16–21. <https://doi.org/10.1016/j.mporth.2020.12.002>
94. Kallala RF, Vanhegan IS, Ibrahim MS et al (2015) Financial analysis of revision knee surgery based on NHS tariffs and hospital costs: does it pay to provide a revision service? *Bone Joint J* 97-B:197–201. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.97B2.33707>
95. Kasch R, Merk S, Assmann G et al (2017) Comparative Analysis of Direct Hospital Care Costs between Aseptic and Two-Stage Septic Knee Revision. *PLoS ONE* 12(1): e0169558. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169558>
96. Kellgren JH, Lawrence JS (1952) Rheumatism in Miners. Part II: X-ray Study. *Br J Ind Med* 9:197–207. <https://doi.org/10.1136/oem.9.3.197>
97. Kellgren JH, Lawrence JS (1957) Radiological Assessment of Osteo-Arthrosis. *Ann Rheum Dis* 16:494–502. <https://doi.org/10.1136/ard.16.4.494>
98. Klauber J, Geraedts M, Friedrich J et al (2020) Krankenhaus-Report 2020: Finanzierung und Vergütung am Scheideweg, 1. Auflage. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-60487-8>

-
99. Klouche S, Sariali E, Mamoudy P (2010) Total hip arthroplasty revision due to infection: A cost analysis approach. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 96:124–132. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2009.11.004>
 100. Kretzer JP, Thomsen M (2023) Grundlagen des Hüftgelenkersatzes: Implantate und Materialien. In: Perka C, Heller K-D (Hrsg) *AE-Manual der Endoprothetik*. Springer, Berlin, Heidelberg, S 1–30. https://doi.org/10.1007/978-3-662-55485-2_50-1
 101. Kurtz SM, Lau E, Schmier J et al (2008) Infection Burden for Hip and Knee Arthroplasty in the United States. *J Arthroplasty* 23:984–991. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2007.10.017>
 102. Lange J, Troelsen A, Thomsen RW, Søballe K (2012) Chronic infections in hip arthroplasties: comparing risk of reinfection following one-stage and two-stage revision: a systematic review and meta-analysis. *Clin Epidemiol* 4:57–73. <https://doi.org/10.2147/CLEP.S29025>
 103. Langvatn H, Lutro O, Dale H et al (2015) Bacterial and Hematological Findings in Infected Total Hip Arthroplasties in Norway: Assessment of 278 Revisions Due to Infection in the Norwegian Arthroplasty Register. *Open Orthop J* 9:445–449. <https://doi.org/10.2174/1874325001509010445>
 104. von Lewinski G, Floerkemeier T, Budde S et al (2015) Erfahrungen mit der Einrichtung eines zertifizierten Endoprothesenzentrums. *Orthopäde* 44:193–202. <https://doi.org/10.1007/s00132-014-3022-7>
 105. Lum ZC, Natsuhara KM, Shelton TJ et al (2018) Mortality During Total Knee Periprosthetic Joint Infection. *J Arthroplasty* 33:3783–3788. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.08.021>
 106. Malchau H, Herberts P, Eisler T et al (2002) The Swedish Total Hip Replacement Register. *J Bone Joint Surg Am* 84:2–20. <https://doi.org/10.2106/00004623-200200002-00002>
 107. Malinzak RA, Ritter MA, Berend ME et al (2009) Morbidly Obese, Diabetic, Younger, and Unilateral Joint Arthroplasty Patients Have Elevated Total Joint Arthroplasty Infection Rates. *J Arthroplasty* 24:84–88. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2009.05.016>
 108. Matar HE, Bloch BV, Snape SE, James PJ (2021) Septic Revision Total Knee Arthroplasty Is Associated With Significantly Higher Mortality Than Aseptic Revisions: Long-Term Single-Center Study (1254 Patients). *J Arthroplasty* 36:2131–2136. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2021.01.068>
 109. Michael JW-P, Schlüter-Brust KU, Eysel P (2010) The Epidemiology, Etiology, Diagnosis, and Treatment of Osteoarthritis of the Knee. *Dtsch Arztebl int* 107:152–162. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2010.0152>
 110. Mittelmeier W, Osmanski-Zenk K (2022) Planung des Hüftendoprothesenwechsels. *Orthopädie* 51:631–637. <https://doi.org/10.1007/s00132-022-04275-0>
 111. Moore BJ, White S, Washington R et al (2017) Identifying Increased Risk of Readmission and In-hospital Mortality Using Hospital Administrative Data: The AHRQ Elixhauser Comorbidity Index. *Med Care* 55:698–705. <https://doi.org/10.1097/MLR.0000000000000735>
 112. Mühlhofer H, Renz N, Zahar A et al (2021) Diagnostik der periprosthetischen Infektion. *Orthopäde* 50:312–325. <https://doi.org/10.1007/s00132-020-03940-6>

113. Müller M, Trampuz A, Winkler T, Perka C (2018) Die ökonomische Herausforderung der zentralisierten Behandlung von Patienten mit periprothetischen Infektionen. *Z Orthop Unfall* 156:407–413. <https://doi.org/10.1055/s-0044-100732>
114. MV Mecklenburg-Vorpommern, Landesamt für innere Verwaltung (2023) Powerpoint Kartenvorlagen Mecklenburg-Vorpommern. https://www.laiv-mv.de/Geoinformation/Karten/kartenvorlagen_mv/. Zugriffen: 27. Juli 2024
115. MV Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Soziales, Gesundheit und Sport Krankenhauswesen. <https://www.regierung-mv.de/Landesregierung/sm/gesundheit/Gesundheitsversorgung/Krankenhauswesen/>. Zugriffen: 29. Juli 2024
116. Nehrer S, Neubauer M (2021) Möglichkeiten und Grenzen der konservativen Therapie der Arthrose. *Orthopäde* 50:346–355. <https://doi.org/10.1007/s00132-021-04100-0>
117. Nogler M, Thaler M (2017) Operative Zugangswege zur Hüfte beim älteren Menschen. *Orthopäde* 46:18–24. <https://doi.org/10.1007/s00132-016-3366-2>
118. Osmanski-Zenk K, Klinder A, Haas H, Mittelmeier W (2020) Influence of Revision Surgeries and Revision Rate on Quality Indicators in Certified Centres for Joint Replacement (EndoProthetikZentren). *Z Orthop Unfall* 158:481–489. <https://doi.org/10.1055/a-0997-6922>
119. Parry MC, Duncan CP (2014) The challenge of methicillin resistant staphylococcal infection after total hip replacement: overlooked or overstated? *Bone Joint J* 96-B:60–65. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.96B11.34333>
120. Pasquier G, Ehlinger M, Mainard D (2019) The role of rotating hinge implants in revision total knee arthroplasty. *EFORT Open Rev* 4:269–278. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.4.180070>
121. Petis S, Howard JL, Lanting BL, Vasarhelyi EM (2015) Surgical approach in primary total hip arthroplasty: anatomy, technique and clinical outcomes. *Can J Surg* 58:128–139. <https://doi.org/10.1503/cjs.007214>
122. Pettengill J, Vertrees J (1982) Reliability and Validity in Hospital Case-Mix Measurement. *Health Care Financ Rev* 4:101–128
123. Prommik P, Tootsi K, Saluse T et al (2021) Excel- and ICD-10 based dataset calculator for Charlson and Elixhauser Comorbidity Indices. https://figshare.com/articles/code/Excel_and_ICD-10_based_dataset_calculator_for_Charlson_and_Elixhauser_Comorbidity_Indices/14046311/1. Zugriffen: 29. August 2022
124. Quan H, Li B, Couris CM et al (2011) Updating and Validating the Charlson Comorbidity Index and Score for Risk Adjustment in Hospital Discharge Abstracts Using Data From 6 Countries. *Am J Epidemiol* 173:676–682. <https://doi.org/10.1093/aje/kwq433>
125. Quan H, Sundararajan V, Halfon P et al (2005) Coding Algorithms for Defining Comorbidities in ICD-9-CM and ICD-10 Administrative Data. *Med Care* 43:1130–1139. <https://doi.org/10.1097/01.mlr.0000182534.19832.83>
126. Rachbauer F (2005) Minimal-invasive Hüftendoprothetik über einen direkten vorderen Zugang. *Orthopäde* 34:1103–1111. <https://doi.org/10.1007/s00132-005-0854-1>

127. Schiebler TH, Korf H-W (2007) Anatomie: Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie, Topographie, 10. Auflage. https://doi.org/10.1007/978-3-7985-1771-4_1
128. Schreyögg J, Tiemann O, Busse R (2006) Cost accounting to determine prices: How well do prices reflect costs in the German DRG-system? *Health Care Manage Sci* 9:269–279. <https://doi.org/10.1007/s10729-006-9094-0>
129. Schwartz AJ, Trask DJ, Bews KA et al (2020) Hip Disarticulation for Periprosthetic Joint Infection: Frequency, Outcome, and Risk Factors. *J Arthroplasty* 35:3269-3273.e3. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2020.06.021>
130. Statistisches Bundesamt Destatis (2023) Die 20 häufigsten Operationen insgesamt (OPS5). <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/drg-operationen-insgesamt.html>. Zugriffen: 29. Oktober 2023
131. Statistisches Bundesamt Destatis (2023) Genesis-Online: Operationen und Prozeduren an vollstationären Patienten: Deutschland, Jahre, Operationen und Prozeduren (1-4-Steller Hierarchie). <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=ergebnistabelleUmfang&levelindex=2&levelid=1698594001685&downloadname=23141-0101#abreadcrumb>. Zugriffen: 29. Oktober 2023
132. Steinbrück A, Grimberg A, Melsheimer O, Jansson V (2020) Einfluss der institutionellen Erfahrung auf die Ergebnisse in Hüft- und Knieendoprothetik. *Orthopäde* 49:808–814. <https://doi.org/10.1007/s00132-020-03963-z>
133. Sun Z, Patil A, Song E-K et al (2015) Comparison of quadriceps snip and tibial tubercle osteotomy in revision for infected total knee arthroplasty. *International Orthopaedics (SICOT)* 39:879–885. <https://doi.org/10.1007/s00264-014-2546-0>
134. Sundararajan V, Quan H, Halfon P et al (2007) Cross-National Comparative Performance of Three Versions of the ICD-10 Charlson Index. *Med Care* 45:1210–1215. <https://doi.org/10.1097/MLR.0b013e3181484347>
135. Thompson JD, Fetter RB, Mross CD (1975) Case Mix and Resource Use. *Inquiry* 12:300–312
136. Tiemann AH, Homagk L, Diefenbeck M et al (2007) Hüftprothesenerhalt mit lokaler chirurgischer Revision und Anlage einer Fistula persistens. *Unfallchirurg* 110:1021–1029. <https://doi.org/10.1007/s00113-007-1367-7>
137. Tiemann AH, Homagk L, Diefenbeck M, Hofmann GO (2008) Die Fistula persistenz – Therapieoption bei der Behandlung der infizierten Hüftendoprothese des polymorbiden alten Menschen. German Medical Science GMS Publishing House, S DocWI94-928
138. Trampuz A, Zimmerli W (2005) Prosthetic joint infections: update in diagnosis and treatment. *Swiss Med Wkly* 135:243–251. <https://doi.org/10.4414/smw.2005.10934>
139. Tröndlin F, Schildhauer TA, Baecker H (2016) Welchen Stellenwert hat die stabile Fistel in der Behandlung von periprothetischen Infektionen? Ist sie ein Relikt aus vergangenen Tagen oder auch heute noch gerechtfertigt? German Medical Science GMS Publishing House, S DocWI41-1406

140. Verband der Ersatzkassen (vdek) (2023) Landesbasisfallwerte (LBFW). <https://www.vdek.com/vertragspartner/Krankenhaeuser/landesbasisfallwerte.html>. Zugriffen: 02. Januar 2024
141. Voskuil T, Hageman M, Ring D (2014) Higher Charlson Comorbidity Index Scores are Associated With Readmission After Orthopaedic Surgery. *Clin Orthop Relat Res* 472:1638–1644. <https://doi.org/10.1007/s11999-013-3394-8>
142. van Walraven C, Austin PC, Jennings A et al (2009) A Modification of the Elixhauser Comorbidity Measures Into a Point System for Hospital Death Using Administrative Data. *Med Care* 47:626–633. <https://doi.org/10.1097/MLR.0b013e31819432e5>
143. Weber M, Renkawitz T, Voellner F et al (2018) Revision Surgery in Total Joint Replacement Is Cost-Intensive. *Biomed Res Int* 2018:8987104. <https://doi.org/10.1155/2018/8987104>
144. Weber P, Paulus AC, Hallmen D et al (2017) Bringt die Zertifizierung nach EndoCert eine messbare Verbesserung der Versorgungsqualität? *Orthopäde* 46:78–84. <https://doi.org/10.1007/s00132-016-3356-4>
145. Winter E (2009) Entwicklung und aktueller Stand der Hüftendoprothetik. In: Wintermantel E, Ha S-W (Hrsg) *Medizintechnik: Life Science Engineering*. Springer, Berlin, Heidelberg, S 1667–1697. https://doi.org/10.1007/978-3-540-93936-8_74
146. Wirtz DC (2011) *AE-Manual der Endoprothetik: Knie*, 1. Auflage. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12889-9>
147. Wirtz DC, Reichel H, Matziolis G, Pfitzner T (2023) *Endoprothetik des Kniegelenkes*, 2. Auflage. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-65175-9>
148. Wodtke J, Löhr JF (2008) Das infizierte Implantat. *Orthopäde* 37:257–269. <https://doi.org/10.1007/s00132-008-1216-6>
149. Zahar A, Kendoff DO, Klatte TO, Gehrke TA (2016) Can Good Infection Control Be Obtained in One-stage Exchange of the Infected TKA to a Rotating Hinge Design? 10-year Results. *Clin Orthop Relat Res* 474:81–87. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4408-5>
150. Zenk K, Finze S, Kluess D et al (2014) Einfluss der Erfahrung des Operators in der Hüftendoprothetik. *Orthopäde* 43:522–528. <https://doi.org/10.1007/s00132-014-2292-4>
151. Zmistowski B, Karam JA, Durinka JB et al (2013) Periprosthetic Joint Infection Increases the Risk of One-Year Mortality. *J Bone Joint Surg Am* 95:2177–2184. <https://doi.org/10.2106/JBJS.L.00789>

7 Lebenslauf

8 Publikationen

Eismann, A.M.; Klinder, A.; Mittelmeier, W.; Rohde-Lindner, M.; Osmanski-Zenk, K. Comparison of Externally Transferred and Self-Recruited Patients with Hip and Knee Revision Arthroplasty at a Certified Maximum-Care Arthroplasty Center (ACmax). *Healthcare* 2024, 12, 1869. <https://doi.org/10.3390/healthcare12181869>

9 Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen bedanken, die mich bei der Anfertigung dieser Dissertation unterstützt haben.

Ein besonderer Dank gilt Frau PD Dr. rer. hum. habil. Katrin Osmanski-Zenk für die ausgezeichnete Betreuung in den letzten zweieinhalb Jahren und die ständige Bereitschaft, mir mit Rat und Tat zur Seite zu stehen. Ebenso bedanke ich mich bei ihr für die mühevollen Arbeit des Korrekturlesens.

Des Weiteren möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. med. habil. Martin Ellenrieder für die Vergabe des Themas und die Beantwortung fachkundiger Fragen bedanken.

Ich bedanke mich bei Herrn Prof. Dr. med. habil. Wolfram Mittelmeier für das Korrekturlesen und die entsprechenden Verbesserungsvorschläge sowie bei Frau Dr. rer. nat. Annett Klinder für die Hilfe im Hinblick auf statistische Fragestellungen und die Expertise bei der Übersetzung der Publikation in die englische Sprache.

Darüber hinaus gilt ein großer Dank meiner Familie, meinem Freund und meinen Freunden für die uneingeschränkte und vielseitige Unterstützung, die zum Fertigstellen dieser Arbeit beigetragen hat.

10 Thesen der Dissertation

Vergleich von extern verlegten und selbstrekrutierten Patienten mit hüft- und knieendoprothetischen Folgeoperationen an einem Endoprothetikzentrum der Maximalversorgung (EPZmax)

1. Die Orthopädische Klinik und Poliklinik der Universitätsmedizin Rostock (OUK) ist ein Maximalversorger (EPZmax) im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern. Sie hat sich verpflichtet, Verlegungspatienten aus anderen Endoprothetikzentren (EPZ), die der Primärversorgung dienen, aufzunehmen und bestmöglich zu versorgen.
2. Die Zahl endoprothetischer Wechseloperationen der Hüfte liegt in Deutschland bei jährlich etwa 33.000 und die der Knie bei etwa 23.000 und ist in den letzten Jahren auf einem nahezu stabilen Niveau geblieben.
3. Verlegungspatienten an die OUK der Jahre 2015 bis 2021 sind komorbider als ein Patientenstamm, der 2019 an der OUK selbstrekrutiert wurde. Das zeigen die erhöhten Werte von jeweils zwei Varianten des Charlson Comorbidity Index und des Elixhauser Comorbidity Index.
4. Verlegungspatienten haben im Vergleich zu den Selbstrekrutierten eine höhere Krankheitslast und einen höheren Gesamtschweregrad. Das wird durch größere Werte des Case Mix Index (CMI) und des Patient Clinical Complexity Levels (PCCL) verdeutlicht.
5. Verlegungspatienten bedingen im Vergleich zu den Selbstrekrutierten einen vermehrten Kosten- und Zeitaufwand für den Maximalversorger in Rostock. Sowohl die längere Krankenhausverweildauer (VWD) als auch die höheren Diagnosis Related Group- (DRG-) Entgelte bei verlegten Patienten verdeutlichen diese Annahme.
6. Der gesteigerte Kosten- und Zeitaufwand der Verlegungspatienten wird ebenso im Hinblick auf einen Nachbeobachtungszeitraum von einem Jahr bestätigt.
7. Erhöhte Werte der ermittelten Parameter, wie beispielsweise der Indizes nach Charlson und Elixhauser sowie des PCCLs und der Verweildauern, stellen Indizien für hohe Fallkosten dar.
8. Verlegungspatienten werden im Vergleich zu den Selbstrekrutierten häufiger wiederaufgenommen. Diese Tatsache kommt u. a. durch den größeren Anteil

septischer Fälle in der Gruppe der Verlegungen zustande, da diese oftmals einen zweizeitigen Wechsel bedingen.

9. Mehr als die Hälfte der Verlegungspatienten werden mit einer periprothetischen Infektion an der OUK aufgenommen.
10. Periprothetische Infektionen sind gefürchtete Komplikationen bei endoprothetischen Versorgung und stellen die Kliniken vor große Herausforderungen.
11. Septische Verlegungspatienten haben im Vergleich zu septischen selbstrekrutierten Patienten der OUK einen höheren Gesamtschweregrad der Komplikationen und Komorbiditäten, was sich in einem höheren PCCL widerspiegelt.
12. Patienten, welche aus Kliniken mit der Zertifizierung zum Endoprothetikzentrum verlegt werden, unterscheiden sich nicht wesentlich von dem Patientenstamm aus Kliniken ohne Zertifizierung. Das ist darauf zurückzuführen, dass beide Arten von Kliniken vor allem der Primärversorgung dienen und Wechseleingriffe sowie komplikationsbehaftete Fälle an ein EPZmax verlegen. Der Wechselquotient (Wechseleingriffe/Gesamtzahl endoprothetischer Operationen) ist an zertifizierten Kliniken mit 6,9 % klein und im Vergleich zu nicht-zertifizierten Kliniken mit 7,3 % nur wenig verschieden.
13. Die Übernahme der Patienten an ein EPZmax ist für die Patientensicherheit essenziell. Jedoch muss die behandelnde Klinik auch bei hohen und nicht genau vorhersagbaren Kosten für (septische) Revisionseingriffe eine optimale Versorgung ohne finanzielle Einbußen anbieten können.

Eidesstattliche Erklärungen

Erklärung I

Hiermit erkläre ich, dass ich die eingereichte Dissertation selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Rostock, den

Anika Eismann

Erklärung II

Hiermit erkläre ich, dass ich mich bisher noch keinem Promotionsverfahren unterzogen oder um eine Zulassung zu solchem beworben habe. Die eingereichte Schrift wurde an keiner anderen Hochschule vorgelegt.

Rostock, den

Anika Eismann