

Aus der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Handchirurgie des Klinikums Südstadt
Rostock

Chefarzt Dr. med. T. Westphal

Ungeplante Folgeeingriffe in Orthopädie und Unfallchirurgie. Ursachen und Auswirkungen auf Patienten und Ressourcen

Inauguraldissertation

zur

Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der Universität Rostock

vorgelegt von

Kropp, Ellen

aus Brandenburg an der Havel

Rostock, 2020

Dekan: Prof. Dr. med. univ. Emil C. Reisinger, MBA



Dekan: Prof. Dr. med. univ. Emil C. Reisinger, MBA

1. Gutachter: PD Dr. med. habil. Philipp Bergschmidt, Rostock
2. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. med. Thomas Mittlmeier, Rostock
3. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. med. Roland Becker, Brandenburg

Eröffnung des Promotionsverfahrens: 25. Mai 2020

Datum der Verteidigung: 09. Dezember 2020

Inhaltsverzeichnis

1	Abkürzungsverzeichnis.....	5
2	Abstract.....	6
3	Einführung.....	7
3.1	Hintergrund.....	7
3.1.1	Begleiterkrankungen.....	8
3.1.2	Tages und Wochenzeit.....	8
3.1.3	Operationsdauer.....	9
3.1.4	Operationsteam.....	9
3.2	Fragestellung und Hypothesen.....	10
4	Material und Methoden.....	11
4.1	Studiendesign.....	11
4.2	Rahmen.....	11
4.2.1	Gesamtkollektiv und Ort der Studie.....	11
4.2.2	Datenerhebung.....	11
4.3	Studienteilnehmer.....	12
4.3.1	Einschlusskriterien und Definition des ungeplanten Folgeeingriffes.....	12
4.3.2	Methoden der Auswahl.....	12
4.3.3	Begründung für die Auswahl.....	12
4.4	Zielgrößen.....	13
4.5	Datenquellen und Messmethoden.....	13
4.5.1	Primäre Zielgrößen.....	13
4.5.2	Sekundäre Zielgrößen.....	18
4.6	Studiengröße.....	19
4.7	Quantitative Variablen.....	19
4.8	Statistische Methoden.....	20
4.8.1	Methodik.....	20
4.8.2	Datenaufbereitung.....	20

4.8.3 Deskriptive Statistik.....	21
4.8.4 Univariate/nicht adjustierte Analysen.....	21
4.8.5 Einfluss der Patienten- und Operationscharakteristika auf das Vorkommen von unerwarteten Folgeoperationen - Multivariable/adjustierte Analysen.....	21
4.8.6. Auswirkungen der Folgeoperationen auf Verweildauer und Erlös - Analyse nach Propensity Score Matching.....	22
5 Ergebnisse.....	24
5.1 Primäre Zielgrößen.....	24
5.1.1 Alter und Geschlecht.....	25
5.1.2 Komorbiditäten.....	26
5.1.3 OP-Dauer.....	26
5.1.4 Eingriffskategorien.....	27
5.1.5 Art der Komplikationen.....	28
5.1.6 Zeitpunkt des Ersteingriffes.....	29
5.1.7 Zusammensetzung des OP-Teams.....	29
5.1.8 Anzahl der Operationen pro zur Verfügung stehenden Operationsaal.....	30
5.1.9. Ergebnisse der multivariaten Analyse.....	31
5.2 Sekundäre Zielgrößen.....	32
5.2.1 Auswirkungen auf den Patienten.....	32
5.2.2 Anzahl der Revisionseingriffe pro Patienten.....	32
5.2.3 Auswirkungen der ungeplanten Folgeeingriffe auf die mittlere Krankenhausverweildauer und die Behandlungskosten.....	32
6 Diskussion.....	36
6.1 Wesentliche Ergebnisse.....	36
6.2 Interpretation und Literaturvergleich.....	36
6.2.1. Methodik.....	36
6.2.2. Häufigkeit von Folgeoperationen.....	38
6.2.3. Risikofaktoren für ungeplante Folgeoperationen.....	41
6.2.4. Patienteneigenschaften.....	41

6.2.5. Operationsbedingte Risikofaktoren.....	43
6.2.6. Prozessassoziierte Risikofaktoren.....	46
6.2.7. Arten der Komplikationen die zu Folgeoperationen führten.....	49
6.2.8. Endergebnis der Behandlung und Ressourcenverbrauch.....	50
6.3 Stärken und Einschränkungen.....	52
7 Schlussfolgerung.....	55
8 Literaturverzeichnis.....	57
9 Abbildungsverzeichnis.....	64
10 Tabellenverzeichnis.....	65
11 Thesen.....	66
12 Eidesstattliche Versicherung.....	68
13 Lebenslauf.....	69
14 Publikation in Vorbereitung.....	70
15 Danksagungen.....	71

1 Abkürzungsverzeichnis

HWI – Harnwegsinfekt

LAE – Lungenarterienembolie

TVT – Tiefe Venenthrombose

COPD – chronisch obstruktive Lungenerkrankungen

Hb – Hämoglobin

KHK – koronare Herzerkrankung

ASA – American Society of Anesthesiologists

DRG – Diagnosis related groups

MVD – Mittlere Verweildauer

OR – Odds Ratio

IMC – Intermediate Care Station

ITS – Intensivstation

MOV – Multiorganversagen

2 Abstract

Einführung:

Unerwartete Folgeeingriffe nach Operationen stellen eine erhebliche Abweichung vom Behandlungsplan dar. Die Folgen können von der völligen Wiederherstellung bis zum Tod reichen. Trotz ihrer Bedeutung sind ungeplante Folgeeingriffe selten Gegenstand von Studien.

Methoden:

In einer prospektiven nicht experimentellen Studie wurden die ungeplanten Folgeeingriffe eines 2-Jahres-Zeitraumes aus einer mittelgroßen Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie ausgewertet. Studienpopulation waren alle Ersteingriffe in diesem Zeitraum. Eingriffe mit ungeplantem Folgeeingriff bildeten die Indexgruppe, Eingriffe ohne Folgeeingriff die Kontrollgruppe. Untersucht wurden Zusammenhänge zwischen demografischen, operationsbezogenen und prozessassoziierten Variablen und dem Auftreten der unerwarteten Folgeeingriffe sowie die Auswirkungen der Folgeeingriffe auf das Behandlungsergebnis, die Krankenhausverweildauer und die Erlöse.

Ergebnisse:

239 (7,8%) von 3053 Ersteingriffen führten zu unerwarteten Folgeeingriffen. Eingriffsgruppen, die am Häufigsten zu Revisionen führten, waren Osteosynthesen (10,1%), Endoprothetik (9,5%) und Weichteileingriffe (9,4%). Arthroscopien zeigten mit 3,4% die niedrigste Rate an unerwarteten Folgeoperationen. Gründe für die Folgeeingriffe waren: infektiöse und nicht infektiöse Wundheilungsstörungen (42%), mechanische Komplikationen von Endoprothesen oder Osteosynthesematerial (32%), postoperative Bewegungseinschränkungen (7%), Sonstige (15%). Ungeplante Folgeeingriffe traten signifikant häufiger auf, wenn die Patienten beim Ersteingriff mehrere Komorbiditäten aufwiesen, die Erstoperation während des Bereitschaftsdienstes durchgeführt wurde, es sich um eine Osteosynthese handelte oder die Operationszeit länger war. In 77% der Fälle wurden die Patienten geheilt entlassen, 20 % hatten bleibende Beeinträchtigungen, 3% sind verstorben. Die mittlere Krankenhausverweildauer war bei Patienten mit Folgeoperationen signifikant um 5,4 Tage länger und die Erlöse um ca. 1500 Euro höher.

Schlussfolgerung:

Ungeplante Folgeeingriffe stellen erhebliche Abweichungen vom Behandlungsverlauf dar. Auch wenn die überwiegende Mehrzahl der Patienten geheilt werden kann, verbleiben in einigen Fällen mehr oder weniger starke Beeinträchtigungen. Deshalb sollten ungeplante Folgeeingriffe als Zielgröße in Studien zur Qualitätssicherung Eingang finden.

3 Einführung

3.1 Hintergrund

Moderne Entwicklungen in der Medizin, höhere Ansprüche der Patienten und die demographische Entwicklung führen zu einer stetigen Zunahme der Operationszahlen [6, 16]. Obwohl diese Entwicklung für die meisten Patienten große Vorteile hat, besteht doch bei einem sehr kleinen Teil die Möglichkeit eines negativen Ausgangs der Behandlung durch eingetretene Komplikationen. Komplikationen können zwar auch nach konservativen Behandlungen auftreten, sind jedoch nach Operationen aufgrund der Invasivität häufig schwerwiegender und können die Lebensqualität der Betroffenen nachhaltig ungünstig beeinflussen.

Wie in anderen Fachgebieten sind auch in der Orthopädie und Unfallchirurgie steigende Operationszahlen zu verzeichnen. So können Erkrankungen oder Verletzungen, die früher konservativ behandelt werden mussten, heute erfolgreich operiert werden [16]. Exemplarisch sei hier die Endoprothetik genannt, die seit ihrer Einführung zu den erfolgreichsten Eingriffen gehört und jährlich steigende Operationszahlen aufweist. So wurden beispielsweise in Deutschland im Jahr 2018 etwa 235000 Hüft- und 178000 Knieendoprothesen implantiert. Im Vergleich dazu wurden 2014 noch 210000 Hüftgelenksprothesen und 165000 Kniegelenksprothesen eingesetzt [4, 5].

Für die meisten Eingriffe in der Orthopädie und Unfallchirurgie existieren verlässliche Angaben über die zu erwartenden funktionellen Ergebnisse und möglichen Komplikationen [41, 44, 58]. Allerdings fehlen auch für viele Operationen des Fachgebietes sowohl evidenzbasierte Operationsindikationen als auch Angaben über Komplikationen [19]. Dies betrifft insbesondere weniger häufige degenerative Erkrankungen oder Verletzungen [2]. In vielen Studien werden Komplikationen erst gar nicht erfasst [14]. Martin et al. [42] berichten, dass in der Chirurgie nur 34 % von 119 Studien mindestens eine Komplikation beschreiben.

Vor diesem Hintergrund ist es wichtig herauszufinden, welche Faktoren vom Beginn der Therapie im Krankenhaus bis zur Entlassung des Patienten eine Rolle bei der Entstehung von Komplikationen spielen können. Zunächst müssen die Komplikationen erfasst und ihre Häufigkeit bestimmt werden. Komplikationen werden häufig in chirurgisch bedingte (Hämatom, Serom, Wundinfekt, Implantatfehlage, fehlerhafte Implantatwahl, Ermüdung des Implantates, periprothetische Fraktur, Prothesenluxation usw.) und nicht-chirurgisch bedingte Komplikationen (Harnwegsinfekt (HWI), tiefe Venenthrombose (TVT), Pneumonie, Dekubitus, kardiale Komplikationen, Lungenarterienembolie (LAE), Durchgangssyndrom, viszerale und sonstige Komplikationen) unterteilt [44]. Andere Autoren

unterscheiden Major- von Minor-Komplikationen [13, 41, 47]. Komplikationen, die einen ungeplanten Zweiteingriff erfordern, werden dabei häufig den Major-Komplikationen zugeordnet, da der Zweiteingriff eine erhebliche Abweichung von der geplanten Therapie darstellt [22, 35, 62].

Wie bereits dargestellt sind die Komplikationen für viele Eingriffe bekannt und die Häufigkeit Ihres Auftretens genau beschrieben. Im Gegensatz dazu gibt es wenige Informationen über die Häufigkeit unerwarteter Folgeeingriffe, ihre Ursachen und Auswirkungen auf Patienten und Ressourcen.

Es ist theoretisch denkbar, dass unerwartete Folgeeingriffe durch die patientenseitigen Eigenschaften Alter, Geschlecht und Komorbiditäten, durch die operationsbedingten Variablen Eingriffsart und –dauer und durch die prozessassoziierten Faktoren Tageszeit und Zusammensetzung des Operationsteams beeinflusst werden können.

3.1.1 Begleiterkrankungen

Es ist bekannt, dass viele, vor allem chronische und schwerwiegende Nebenerkrankungen, Einfluss auf das Auftreten von postoperativen Komplikationen nehmen. Eine entscheidende Rolle zur Einschätzung des perioperativen Risikos von Patienten spielt die ASA-Klassifikation (American Society of Anesthesiologists). Sie wird in 6 Klassen unterteilt, von ASA 1 (gesunder Patient) bis ASA 6 (gestorbener Patient mit festgestelltem Hirntod) [24]. Martin et al. [40] beschrieben ein vermehrtes Auftreten von Komplikationen bei Patienten mit einer ASA-Klassifikation 3 und 4 im Gegensatz zu ASA 1 und 2. Muhm et al. [44] beschrieben insbesondere ein erhöhtes Risiko für kardiale Komplikationen und erhöhte klinische Mortalität bei Patienten mit höherer ASA-Klassifikation.

Postoperative Komplikationen stehen häufig auch im Zusammenhang mit den Begleiterkrankungen der operierten Patienten. Ein wesentlicher Zusammenhang konnte hierbei zwischen Stoffwechselerkrankungen, insbesondere Diabetes mellitus und dem Auftreten von Wundinfektionen oder Wundheilungsstörungen beobachtet werden. Muhm et al. [44] konnten zudem in ihrer Studie einen signifikanten Einfluss von Herzerkrankungen auf das Auftreten von postoperativen Hämatomen und Seromen nachweisen.

3.1.2 Tages und Wochenzeit

Unfallchirurgische Patienten werden meistens notfallmäßig im Krankenhaus vorstellig. Bei vielen Verletzungen muss innerhalb weniger Stunden eine operative Versorgung stattfinden, um schwerwiegendere Folgen zu verhindern. Die Krankenhäuser stellen daher eine 24-Stunden-Versorgung sicher, wobei es bedeutende Unterschiede zwischen dem regulären Tagesdienst und dem Bereitschaftsdienst gibt.

Für gewöhnlich ist während des Bereitschaftsdienstes ein deutlich reduzierter Personalschlüssel vorhanden. Das bedeutet, dass eventuell sehr komplizierte Operationen mit deutlich weniger Personal vorgenommen werden müssen, als es in der regulären Schicht der Fall wäre. Hinzu kommt, dass sich der Bereitschaftsdienst meistens an den regulären 8-Stunden-Tagesdienst anschließt. Angesichts dessen ist es denkbar, dass es aufgrund des geringeren Personalschlüssels oder der langen Dienstzeiten während des Bereitschaftsdienstes häufiger zu postoperativen Komplikationen kommen kann als im Regeldienst.

In der Untersuchung von Muhm et al. [44] ergaben sich keine signifikanten Unterschiede für das Auftreten von Komplikationen zwischen Regeldienst und Bereitschaftsdienst. Es zeigte sich, dass im Bereitschaftsdienst 3,3 % weniger Frühkomplikationen aufgetreten sind, jedoch ohne statistische Signifikanz. Beim Vergleich von Tag- und Nachtschichten während der Bereitschaftsdienstzeit ergaben sich ähnliche Resultate, wie beim Vergleich von Regel- und Bereitschaftsdienst. Schliemann et al. [58] hingegen beobachteten mehr Komplikationen während der Dienstzeit gegenüber dem regulären Tagesprogramm (10,9% vs. 6,9%). Eine statistische Signifikanz konnte allerdings auch hier nicht nachgewiesen werden.

3.1.3 Operationsdauer

Es existieren Erkenntnisse darüber, dass die Dauer der Operation mit dem Auftreten von Komplikationen korreliert. Einerseits kann dies darin begründet liegen, dass eine längere Operationsdauer häufig gleichbedeutend ist mit einer höheren Invasivität und Komplexität des jeweiligen Eingriffes und dadurch häufiger zu Komplikationen führt. So bietet sich mit zunehmender Operationszeit eine längere Angriffsdauer für Krankheitserreger, die zu schwerwiegenden Wundinfektionen bis hin zu Sepsis führen kann. Andererseits bedeutet eine längere Operationszeit auch eine längere Narkosedauer, die insbesondere für ältere Patienten zu schwerwiegenden Komplikationen führen kann. Hill et al. [23] konnten als kritische Grenze eine Operationszeit von 1,5 Stunden festlegen. Operationen, die über diese Stundenanzahl hinaus dauerten, gingen vermehrt mit Frühkomplikationen, wie LAE, TVT, Exazerbation chronisch obstruktiver Lungenerkrankungen (COPD) oder Wundheilungsstörungen einher. Auch Martin et al. [40] wiesen ein vermehrtes Auftreten von Komplikationen nach einer Operationszeit über 1,5 Stunden nach.

3.1.4 Operationsteam

Neben dem Zeitpunkt der Operation könnte auch das beteiligte Personal für das Auftreten von Komplikationen mitverantwortlich sein. Mangelnde Hygienemaßnahmen, ineffiziente chirurgische Händedesinfektion, unzureichende Erfahrung, mangelnde Konzentration, Übermüdung und noch unzählige weitere Faktoren könnten eine Rolle bei der Verursachung von Komplikationen spielen.

Schliemann et al. [58] untersuchten, ob Komplikationen häufiger nach Operationen auftreten, die von Assistenzärzten durchgeführt wurden, als nach Operationen, die durch einen Ober- oder Chefarzt erfolgten. Tatsächlich fand sich eine höhere Komplikationsrate nach Operationen, die durch Assistenzärzte durchgeführt wurden (9,6%), im Gegensatz zu Operationen, die durch Ober- und Chefarzte erfolgten (6,3%). Ein statistisch signifikanter Unterschied ergab sich allerdings nicht. Neben den Operateuren haben auch die Assistenten und das OP-Pflegepersonal einen hohen Anteil am Gelingen einer Operation.

3.2 Fragestellung und Hypothesen

Angesichts der geschilderten Problematik ist die Analyse von ungeplanten Folgeeingriffen sinnvoll. Allerdings fehlen entsprechende Publikationen. Deshalb sollen in dieser Arbeit die ungeplanten Revisionseingriffe eines 2-Jahres-Zeitraumes einer Klinik analysiert werden.

Folgende Fragen sollen beantwortet werden:

- Wie häufig sind ungeplante Folgeeingriffe, was sind Ihre Ursachen?
- Lassen sich Zusammenhänge nachweisen (patientenbezogen, operationsbedingt, prozessassoziiert)?
- Welche Auswirkungen haben diese Revisionseingriffe auf den Patienten, in Form von längeren Krankenhausaufenthalten und Abweichungen vom erwarteten Behandlungsergebnis?
- Welche Auswirkungen haben die Revisionseingriffe auf die DRG und auf den Ressourcenverbrauch?

4 Material und Methoden

4.1 Studiendesign

In einer prospektiven, nicht experimentellen Beobachtungsstudie wurden alle in der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Handchirurgie des Klinikums Südstadt Rostock in den Jahren 2012 und 2013 durchgeführten Erst- und ungeplanten Folgeoperationen beobachtet [54, 55].

4.2 Rahmen

4.2.1 Gesamtkollektiv und Ort der Studie

Das Klinikum Südstadt Rostock ist ein Eigenbetrieb der Hansestadt Rostock und akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Rostock. Es bietet eine ambulante Betreuung mit 24-Stunden-Notfalltherapie, teilstationäre Leistungen in Tageskliniken, stationäre Leistungen sowie vor- und nachstationäre Behandlungen und hochspezialisierte Therapien in Fach- und Institutsambulanzen.

Das Klinikum Südstadt Rostock verfügte im Zeitraum der Datenerfassung über 465 Betten und beschäftigte etwa 950 Mitarbeiter. Dies ermöglicht die Betreuung von jährlich 22000 stationären und teilstationären sowie 50000 ambulanten Patienten. Die Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Handchirurgie hat 60 Betten, behandelte im Jahr etwa 2500 Patienten stationär und ca. 12000 Patienten ambulant. Es standen pro Woche 6 Operationssäle von 8.00 bis 16.00 Uhr zur Verfügung. Mittwochs wurde in zwei Sälen operiert. Notfälle konnten ganztägig operiert werden. Im Beobachtungszeitraum waren in der Klinik 14 Ärzte tätig, darunter 6 Fachärzte. Insgesamt wurden durch die Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Handchirurgie etwa 2500 Operationen pro Jahr durchgeführt. Es bestanden die Abteilungen Unfallchirurgie und Orthopädie sowie Handchirurgie. Die Klinik ist zum Verletzungsartenverfahren der Berufsgenossenschaften zugelassen und als regionales Traumazentrum des Traumanetzwerkes Mecklenburg-Vorpommern und als Endoprothesenzentrum zertifiziert.

4.2.2 Datenerhebung

Für die Datenerhebung waren kein direkter Patientenkontakt und keine zusätzlichen körperlichen oder röntgenologischen Untersuchungen, kein Patientengespräch oder das Ausfüllen eines Fragebogens erforderlich. Alle verwendeten Daten konnten aus den elektronischen Patientenakten,

Operationsberichten, Labor- und Röntgenbefunden sowie weiteren elektronisch hinterlegten Epikrisen gewonnen werden.

4.3 Studienteilnehmer

4.3.1 Einschlusskriterien und Definition des ungeplanten Folgeeingriffes

In die Studie eingeschlossen wurden alle Patienten, die sich mindestens einem Revisionseingriff unterziehen mussten. Dabei war der Revisionseingriff definiert als jeder ungeplante Zweiteingriff unterschiedlicher Ursache, dessen Notwendigkeit zur Durchführung in direktem Zusammenhang mit dem Ersteingriff gesehen werden musste und der innerhalb eines Jahres nach der Ausgangsoperation stattgefunden hat.

Ausgeschlossen wurden alle handchirurgischen Patienten, weil diese in einem sehr hohen Anteil ambulant operiert werden und einige Operationen eine sehr kurze Operationszeit haben. Außerdem wurden alle Patienten, bei denen der Revisionseingriff später als 12 Monate nach dem Ersteingriff nötig wurde, sowie alle Patienten, bei denen der Ersteingriff in einer anderen Klinik oder der Ersteingriff vor dem Beobachtungszeitraum stattgefunden hat, ausgeschlossen.

4.3.2 Methoden der Auswahl

Die ungeplanten Folgeeingriffe wurden arbeitstäglich in den OP-Programmen des Vortages durch den Chefarzt der Klinik markiert und so kontinuierlich und prospektiv erfasst. Hierdurch wurden die möglichen Revisionseingriffe von Erstoperationen getrennt. Anschließend wurde anhand der elektronischen Patientenakte kontrolliert, ob der Revisionseingriff im Zusammenhang mit der Erstoperation stand. Alle Patienten, bei denen Erst- und Revisionseingriff in unmittelbarem Zusammenhang standen wurden potentielle Studienkandidaten. Wurden zusätzlich die übrigen Einschlusskriterien erfüllt, das heißt, fand die Revision ungeplant und maximal 365 Tage nach Erstoperation statt, wurden Sie in die Studie eingeschlossen.

4.3.3 Begründung für die Auswahl

Um eine umfassende Darstellung der Revisionsoperationen zu erhalten, wurden sämtliche Operationen eines 2-Jahres-Zeitraumes ausgewertet. Dabei wurde unterstellt, dass in diesem Zeitraum nahezu alle Operationen einmal durchgeführt wurden und dass die häufigsten theoretisch denkbaren Ursachen für einen ungeplanten Revisionseingriff in diesem Zeitraum einmal vorgekommen sein dürften. Da hierzu keine Daten in der Literatur existieren, war eine Orientierung an anderen Studien nicht möglich.

Der späteste Zeitpunkt der ersten Revisionsoperation wurde willkürlich auf 12 Monate nach dem Ersteingriff festgesetzt. Dabei wurde angenommen, dass die meisten Komplikationen innerhalb des ersten Jahres nach Erstoperation eingetreten sein dürften [2]. Es ist allerdings bekannt, dass auch später Komplikationen eintreten können, wie beispielsweise Spätinfektionen, Materialermüdungen, Prothesenlockerungen und –luxationen. Diese Komplikationen konnten durch das Studiendesign nicht erfasst werden. Komplikationen, die keinen Revisionseingriff nach sich zogen, wurden mit dieser Methode ebenso nicht erfasst. Außerdem nicht erfasst wurden alle Revisionseingriffe, deren Erstoperation in einem anderen Krankenhaus stattfand. Die handchirurgischen Fälle wurden aus o.g. Gründen ausgeschlossen.

4.4 Zielgrößen

Primäre Zielgröße dieser Studie waren alle Ersteingriffe, die zu einer ungeplanten Folgeoperation geführt haben. Diese Eingriffe wurden als Indexeingriffe definiert. Untersucht wurden ihre Häufigkeit und die Abhängigkeit ihres Auftretens von den Variablen Alter, Geschlecht und Komorbiditäten der Patienten, Art des Ersteingriffes, Tageszeit, Wochentag, Operationsdauer und Zusammensetzung des OP-Teams.

Sekundäre Zielgrößen waren die Auswirkungen der Folgeoperationen auf den Patienten. Dazu gehörten die Erfassung der Anzahl der Revisionseingriffe pro Patienten, die Auswirkungen dieser auf die Dauer des Krankenhausaufenthaltes, auf das Behandlungsergebnis und die Auswirkungen auf den Erlös (DRG).

4.5 Datenquellen und Messmethoden

Bei den in der Studie ausgewerteten Daten handelt es sich um sogenannte Routinedaten. Dies bedeutet, dass die Daten routinemäßig erhoben und gespeichert und nicht speziell für Forschungszwecke gesammelt wurden. Routinedaten erfordern nicht die Rekrutierung von Patienten und die Behandlungsabläufe werden nicht durch die Untersuchungsbedingungen beeinflusst. Sämtliche Daten entstammen dem Klinikinformationssystem. In Einzelfällen wurden ergänzend Arztbriefe, OP-Berichte und Narkoseprotokolle ausgewertet.

4.5.1 Primäre Zielgrößen

Gesamtkollektiv und Studienpopulation

Als Gesamtkollektiv gelten alle Operationen, die in den Jahren 2012 und 2013 in der Abteilung Orthopädie und Unfallchirurgie des Klinikums vorgenommen wurden. Die ungeplanten Folgeeingriffe

durften bis in das Jahr 2014 reichen, wenn der Ersteingriff maximal 365 Tage vorher und spätestens am 31.12.2013 erfolgt ist.

Zur Identifikation der Patienten mit ungeplanter Revision wurde wie folgt vorgegangen: zunächst wurden alle Folgeeingriffe durch den Chefarzt der Klinik arbeitstäglich auf den ausgedruckten Operationsplänen des Vortages markiert. Nachfolgend wurden diese Revisionen anhand der Patientenakte analysiert. Zunächst wurde unterschieden, ob es sich um den ersten oder einen weiteren ungeplanten Folgeeingriff handelte. Alle ersten Folgeeingriffe wurden weiter analysiert und in eine der folgenden Kategorien eingeordnet:

- Geplanter Folgeeingriff (z. B. Entfernung von Osteosynthesematerial)
- Ungeplanter Folgeeingriff, wobei die Erstoperation auswärtig durchgeführt wurde
- Ungeplanter Folgeeingriff, wobei die Erstoperation außerhalb des definierten Beobachtungszeitraumes durchgeführt wurde
- Ungeplanter Folgeeingriff, der später als 365 Tage nach dem Ersteingriff erfolgt ist
- Ungeplanter Folgeeingriff, der den Einschlusskriterien genügte.

Nur die Patienten mit Folgeeingriffen, die den Einschlusskriterien genühten, bildeten die eigentliche Studienpopulation. Von diesen Eingriffen wurden die Ersteingriffe identifiziert. Diese wurden als Indexeingriffe bezeichnet.

Für die spätere Auswertung war es erforderlich, sowohl die Ersteingriffe als auch die Folgeeingriffe zu kategorisieren. Dabei wurde wie folgt vorgegangen:

Eingriffskategorien

Die Kategorisierung der Eingriffe wurde anhand des OPS-Kataloges vorgenommen. OPS steht dabei für Operations- und Prozedurenschlüssel und stellt die deutsche Variante der Internationalen Klassifikation der Prozeduren in der Medizin dar (ICPM). Er dient als offizielle Klassifikation operativer Prozeduren. Das Deutsche Institut für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) stellt jährlich eine aktualisierte Version des OPS- Kataloges bereit [8].

Der Operations- und Prozedurenschlüssel ist zunächst in sechs Hauptgruppen unterteilt, die nicht fortlaufend durchnummeriert werden:

- Kapitel 1 – Diagnostische Maßnahmen
- Kapitel 3 – Bildgebende Diagnostik
- Kapitel 5 – Operationen
- Kapitel 6 – Medikamente
- Kapitel 8 – Nicht operative therapeutische Maßnahmen
- Kapitel 9 – Weitere Maßnahmen

Für die vorliegende Untersuchung ist ausschließlich Kapitel 5, Einteilung der Operationen, von Bedeutung. Dieses ist wiederum in 21 Untergruppen unterteilt, die sich auf die verschiedenen Organsysteme beziehen und jeweils weiter klassifiziert sind. Für die weitere Bearbeitung spielt vor allem die Untergruppe, die sich auf „Operationen an den Bewegungsorganen“ bezieht, eine wesentliche Rolle. Außerdem eingeschlossen wurden die Untergruppen „Operationen am Nervensystem“ sowie „Operationen an Haut und Unterhaut“. Nachfolgend ist eine Auflistung der Eingriffsgruppen, in die die in der Studie erfassten Operationen eingruppiert wurden, dargestellt. Dabei wurden nur die ersten drei Stellen des OPS-Codes verwendet. Es wurde unterstellt, dass somit alle in der Orthopädie und Unfallchirurgie vorkommenden Operationen abgedeckt sind.

- 1 50 Biopsie von Knochen und Muskeln
- 1 69 Diagnostische Arthroskopie
- 1 85 Gelenkpunktion
- 5 03 Operationen an Rückenmark, Rückenmarkshäuten und Spinalkanal
- 5 04 Nervenoperation
- 5 05 Nervenoperation II
- 5 34 Operationen am Thorax
- 5 38 Inzision, Exzision und Verschluss von Blutgefäßen
- 5 39 Andere Operationen an Blutgefäßen
- 5 78 Knochenoperationen
- 5 79 Reposition von Fraktur und Luxation (Osteosynthesen)
- 5 80 Offen-chirurgische Gelenkoperationen (u.a. Arthrodesen)
- 5 81 Arthroskopie
- 5 82 Endoprothetik
- 5 83 Operationen an der Wirbelsäule
- 5 84 Operationen an der Hand
- 5 85 Operationen an Muskeln, Sehnen, Faszien und Schleimbeuteln
- 5 86 Replantation
- 5 89 Operationen an Haut und Unterhaut
- 5 90 Wiederherstellung von Haut und Unterhaut
- 5 91 Andere Operationen an Haut und Unterhaut

Jeder Eingriff wurde einer Operationsgruppe zugeordnet. Wurden bei Eingriffen mehrere Prozeduren verschlüsselt und gehörten diese unterschiedlichen Gruppen an, wurde durch den Chefarzt der Klinik die Zuordnung zu einer Gruppe anhand der bei der Operation wesentlichen Prozedur vorgenommen.

Art der Komplikationen

Auch die Gründe, die den Revisionseingriff notwendig machten, wurden in Kategorien eingeteilt. Diese wurden willkürlich festgelegt.

- nicht infektiös bedingte Wundheilungsstörungen
- Wundinfektionen
- mechanische Komplikationen durch Endoprothese
- mechanische Komplikationen durch Osteosynthese
- Frakturheilungsstörungen
- postoperative Bewegungseinschränkungen
- übersehene Verletzungen
- Sonstige

Es wurde unterstellt, dass diese Komplikationen zu den häufigsten Ursachen für ungeplante Folgeeingriffe nach Operationen gehören. Die restlichen selten aufgetretenen Komplikationen wurden unter „Sonstige“ zusammengefasst. Auf deren detaillierte Auflistung wird im weiteren Verlauf verzichtet.

Alter und Geschlecht der Patienten

Es wurde untersucht, ob sich die Kontroll- und Indexgruppe hinsichtlich des Patientenalters und Geschlechts unterscheiden.

Begleiterkrankungen

Der Gesundheitszustand der operierten Patienten in der Kontroll- und Indexgruppe wurde erfasst. Hierzu wurde der ASA-Score verwendet. [24].

Art des Ersteingriffes

Wie oben erwähnt wurden die Eingriffe insgesamt 21 Eingriffsgruppen zugeordnet. Zur besseren Übersicht wurden nur die Eingriffe als alleinige Gruppe beibehalten, von denen mindestens 100 Eingriffe erfolgt sind. Alle weiteren Eingriffsarten, die weniger als 100 Mal in diesen zwei Jahren vorgenommen wurden, wurden unter „Sonstiges“ zusammengefasst. Es verblieben 7 Gruppen von Eingriffsarten: Osteosynthesen, Endoprothesen, Arthroskopien, Knochenoperationen, Operationen an Haut und Unterhaut, Operationen an Muskeln, Faszien, Sehnen und Schleimbeuteln sowie sonstige Eingriffe.

Zeitpunkt des Eingriffes

Es sollte untersucht werden, ob die Häufigkeit von ungeplanten Folgeeingriffen davon abhängt, ob die Operation in der regulären Arbeitszeit oder während der Rufbereitschaft stattfand. Hierfür wurden die Operationszeitpunkte in zwei Gruppe eingeteilt. Die erste Gruppe beinhaltet alle Operationen, die an

den Wochentagen innerhalb der Tagesschicht zwischen 8.00 und 16.00 Uhr stattfanden. Die zweite Gruppe wird von den Operationen gebildet, die während des Bereitschaftsdienstes zwischen 16.01 und 7.59 Uhr des Folgetages, sowie an den Wochenenden durchgeführt wurden. Hierfür relevant war die Schnitt-Zeit, also der Beginn der Operation. Das bedeutet, wenn eine Operation vor 16.00 Uhr begann, aber erst nach 16.00 Uhr endete, also bereits im Bereitschaftsdienst, wurde diese Operation der Tagesschicht zugeordnet.

Operationsdauer

Durch Auflistung der Schnitt-Naht-Zeit für jede Operation konnte die Operationsdauer jeder einzelnen Operation ermittelt werden.

Zusammensetzung der Operationsteams

Ein Operationsteam setzt sich aus dem Operateur, ggf. dem zweiten Operateur, der 1. Assistenz, eventuell der 2. und 3. Assistenz, der 1. und 2. Instrumentation und einem, selten einem zweiten, Springer zusammen. Es wurde untersucht, ob das Operationsteam im Zusammenhang mit dem Auftreten von ungeplanten Folgeeingriffen steht. Hierbei wurde die Erfahrung des Operationsteams berücksichtigt. Das bedeutet, es wurde untersucht, ob es bei Operationen, die von einem unerfahrenen Team, also mit wenig durchgeführten operativen Eingriffen öfter zu einem ungeplanten Revisionseingriff kommt, als bei einem Operationsteam mit viel Erfahrungen, also vielen durchgeführten operativen Eingriffen. Dadurch soll ermittelt werden, ob es mögliche Fehlerquellen gibt, die vom Personal ausgehen. Dabei wurde unterschieden zwischen Operateuren, die weniger als 50 Eingriffe oder 50 Eingriffe und mehr im Beobachtungszeitraum durchgeführt haben. Bei den Assistenzen wurde ebenfalls unterteilt in weniger als 50 Assistenzen und 50 und mehr Assistenzen. Hinsichtlich der Instrumentation seitens der OP-Schwester wurde unterschieden zwischen OP-Personal, das bei weniger als 100 Eingriffen oder 100 und mehr Eingriffen instrumentiert hatte. Damit wird vorausgesetzt, dass eine Mindestanzahl an Beteiligungen notwendig ist, um relevante Aussagen zu treffen. Die Anzahlen 50 und 100 Eingriffe in der jeweiligen Position wurden anhand einer ersten explorativen Analyse definiert und festgelegt.

Anzahl der Operationen pro zur Verfügung stehenden Operationssaal

Es wurde ermittelt, ob es häufiger zu ungeplanten Revisionen kommt, wenn die Operation in einem nicht fachspezifischen Operationssaal durchgeführt wird. Jede Fachabteilung hat ihre eigenen zugewiesenen Operationssäle. Für die Abteilung Orthopädie und Unfallchirurgie waren das im Beobachtungszeitraum Saal ZOP1 und OP8 (nur mittwochs). Jeder Operationssaal ist entsprechend den Ansprüchen der jeweiligen Fachrichtung ausgerichtet und mit dem wichtigsten Equipment ausgestattet. Daher sollte überprüft werden, ob es in fachfremden Operationssälen häufiger zu

Revisionen kommt als in den fachspezifischen Sälen. Hierfür wurden alle Operationen hinsichtlich der Saalzugehörigkeit aufgeschlüsselt und untereinander verglichen.

4.5.2 Sekundäre Zielgrößen

Anzahl der Folgeeingriffe pro Patienten

Neben der Ermittlung der Anzahl der Patienten mit Revisionseingriffen in Relation zur Anzahl aller in den Jahren 2012 und 2013 erfolgten Operationen, sollte in einem weiteren Schritt ermittelt werden, wie vielen Folgeeingriffen sich die einzelnen Patienten unterziehen mussten. Diese wurden ausgezählt.

Ergebnis der Behandlung

Neben den genannten Kriterien ist es wichtig, das Ergebnis der Behandlung zu betrachten. Dafür erfolgte eine Einteilung der Patienten in drei Kategorien:

- Kategorie 1 – Patient geheilt
- Kategorie 2 – Patient beeinträchtigt
- Kategorie 3 – Patient verstorben.

Die Zuordnung der Patienten zu diesen Kategorien erfolgte anhand der Auswertung der Abschlussuntersuchungen, die in den Entlassungsbriefen schriftlich festgehalten wurden. Als beeinträchtigt gewertet wurden z.B. Patienten mit dokumentierten funktionellen Einschränkungen oder Patienten, die mit nicht vollständig abgeheilten chronischen Wunden entlassen wurden. Die Auswertung der Behandlungsergebnisse diente lediglich der Registrierung, wie die Patienten die ungeplanten Folgeeingriffe überstanden haben. Da die Behandlungsergebnisse der Patienten in der Referenzgruppe nicht erfasst wurden, konnten keine Vergleiche betrachtet werden. Des Weiteren können aus dieser Auswertung keine Rückschlüsse gewonnen werden, ob sich die Gesamtsituation der einzelnen Patienten durch die Revisionen verbessert oder verschlechtert hat, da keine Untersuchungen oder Befragungen der Patienten vor den durchgeführten Operationen hinsichtlich der beurteilten Parameter erfolgt ist.

Auswirkungen auf die Verweildauer und die Behandlungskosten (DRG-Erlös)

DRG steht für „diagnosis-related groups“. Es bezeichnet ein pauschalisierendes Abrechnungssystem, bei dem die stationären Krankenhausaufenthalte über Fallpauschalen abgerechnet werden. Jedem Patienten wird zur Abrechnung des Krankenhausaufenthaltes eine DRG zugeordnet. Diese DRG besteht im Allgemeinen aus einer vierstelligen Kombination. Die erste Stelle bezeichnet die Hauptdiagnose. Die zweite und dritte Stelle steht für die entsprechende Art der Behandlung. Dabei bezeichnen die Nummern 01-39 eine operative Behandlung. Die letzte Stelle spiegelt den ökonomischen

Schweregrad (Ressourcenverbrauch) wieder, wobei A den höchsten Ressourcenverbrauch kennzeichnet [37].

Jeder DRG wird eine Bewertungsrelation (auch: Relativgewicht, Relative Weight, Cost Weight) zugeordnet. Sie gibt das Verhältnis zwischen den einzelnen DRGs in Bezug auf die Vergütungshöhe an. Zum Beispiel weist dadurch eine DRG mit der Bewertungsrelation 1,5, verglichen mit einer von 0,5, eine dreifach höhere Vergütung auf. Die durchschnittliche Bewertungsrelation wird in den meisten Ländern, so auch in Deutschland, auf 1,0 kalibriert. Die Multiplikation von Bewertungsrelationen und Landesbasisfallwert ergibt dann die Vergütungshöhe. Unter Landesbasisfallwert versteht man den Basispreis für die einzelnen DRG-Leistungen. Der Basisfallwert ist ab 2010 einheitlich für alle Krankenhäuser auf Ebene der Bundesländer. Somit erhält ab dem Jahr 2010 jedes Krankenhaus innerhalb eines Bundeslandes für jede DRG das gleiche Entgelt [37]. Für Mecklenburg-Vorpommern betrug der Landesbasisfallwert im Jahr 2012 2957,00€ und im Jahr 2013 3019,90€.

Außerdem ist das erwirtschaftete Entgelt von der Liegedauer der Patienten abhängig. Für jede DRG ist eine minimale und maximale Verweildauergrenze festgelegt. Überschreitet (unterschreitet) die Verweildauer eines Patienten diese Grenze, erhöht (vermindert) sich das Entgelt des Krankenhauses. Dies soll verhindern, dass sehr aufwendige Behandlungen zu untragbaren Kosten für das Krankenhaus führen. Außerdem soll so verhindert werden, dass Patienten nach Operationen zu früh entlassen werden [11, 37].

Von einigen Autoren wurde festgestellt, dass bei bestimmten Patientengruppen, insbesondere bei Schwerverletzten, die erzielten Erlöse vielfach die tatsächlichen Kosten nicht decken. Denn die Versorgung Schwerverletzter ist mit einem deutlich höheren ökonomischen Aufwand verbunden [38, 49]. Ähnlich könnte es sich mit Patienten, bei denen es zu ungeplanten Folgeoperationen kommt, verhalten. In solchen Fällen wird nicht selten die Höchstgrenze der Verweildauer überschritten. Außerdem werden mehr Medikamente benötigt, es sind meistens eine oder mehrere weitere Operationen notwendig, die wiederum Material- und Personalkosten verursachen.

4.6 Studiengröße

Die Studiengröße wurde durch die Zahl der im Beobachtungszeitraum aufgetretenen Fälle begrenzt. Da entsprechende Publikationen fehlen, konnte vorher nicht abgeschätzt werden, ob die Fallzahl für aussagekräftige Ergebnisse ausreichend ist.

4.7 Quantitative Variablen

Einige der quantitativen Variablen wurden zur erleichterten Auswertung in Kategorien eingeteilt. Dies betraf die Tageszeit, zu der die Operation stattgefunden hat. Hier wurde unterschieden zwischen

Tagesschicht (8.00 bis 16.00 Uhr) und Bereitschaftsdienst (16.01 bis 7.59 Uhr des Folgetages). Auch die einzelnen Prozeduren wurden anhand ihrer OPS-Nummer in die bereits erwähnten Gruppen eingeteilt.

4.8 Statistische Methoden

4.8.1 Methodik

Die Datenerhebung erfolgte anhand einer Excel-Tabelle. Als Quelle diente hierbei das in der Klinik zur Verwaltung der Patientendaten verwendete Klinikinformationssystem (iSOFT ClinicCentre (Version 3.2)) – Elektronische Patientenakte der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Handchirurgie des Klinikums Südstadt in Rostock. Die Auswertung der Daten und die graphischen Darstellungen erfolgten unter Anwendung der Software SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NY, USA).

Da es sich um eine explorative Analyse handelt, wurde bewusst zum vollen Signifikanzniveau von 5% getestet, d.h. es erfolgte keine Korrektur bzgl. multiplen Testens und jeder p-Wert $\leq 0,05$ entspricht einem signifikanten Ergebnis.

Ein Teil der Ergebnisse konnte durch Häufigkeitsauszählungen gewonnen werden. Die Auswahl der restlichen statistischen Testverfahren richtete sich nach Empfehlungen der StatConsult GmbH in Magdeburg, deren Hilfe zur Auswertung der statistischen Daten in Anspruch genommen wurde.

4.8.2 Datenaufbereitung

Einzelne Zielvariablen wurden nicht explizit erfasst, sondern mussten aus den Daten hergeleitet werden. Dies betrifft:

- Operateur: Ärzte mit weniger als 50 Eingriffen bzw. mehr als 49 Eingriffen
- Assistenz: Assistenten mit weniger als 50 Eingriffen, mehr als 49 Eingriffen bzw. kein Assistent (da viele Fälle davon betroffen sind, gibt es hier diese zusätzliche Kategorie)
- Instrumentation: OP-Schwester mit weniger als 100 Eingriffen bzw. mehr als 99 Eingriffen
- Bereitschaftsdienst: Ja, wenn Operation am Wochenende oder Eingriff zwischen 16.01 und 07.59 Uhr, Nein, wenn Operation an einem Werktag und Eingriff zwischen 08.00 und 16.00 Uhr
- Hauptsaal: Ja, wenn Operation in OP ZOP1 bzw. OP8 (hier nur mittwochs), sonst Nein
- Indexgruppe: Ja, wenn Ersteingriff = 1, Indexeingriff = 1 und Revisionseingriff = 0 (ungeplante Revision erfolgt), Nein, wenn Ersteingriff = 1, Indexeingriff = 0 und Revisionseingriff = 0 (keine ungeplante Revision)
- Eingriffsart: Eingriffe mit der OPS 578, 579, 581, 582, 585, 589 wurden mit dem entsprechenden Label versehen. Alle anderen Eingriffe werden unter „Sonstige“ zusammengefasst.

12 Fälle wurden aus der Studie ausgeschlossen, obwohl es sich in diesen Fällen durchaus um Indexeingriffe gehandelt haben könnte. Grund hierfür war eine zu komplexe Kausalkette. Bei diesen Fällen lag der Ersteingriff teilweise weit außerhalb des Beobachtungszeitraumes und wurde zusätzlich an einer fremden Klinik durchgeführt. Oftmals kam es im Verlauf zu weiteren Folgeeingriffen, die wiederum Folge eines Revisionseingriffes waren, der auf den Ersteingriff in langer Vergangenheit zurückzuführen war. In diesen 12 Fällen konnte nicht eindeutig geklärt werden, ob als Ersteingriff der Eingriff in der Vergangenheit angesehen werden musste oder der Revisionseingriff als Ersteingriff neu definiert werden musste. Daher wurden diese Fälle von der Auswertung ausgeschlossen.

4.8.3 Deskriptive Statistik

Für die Verteilungen (quasi-)kontinuierlicher Variablen wurden in den Ergebnistabellen Mittelwert und Standardabweichung (SD) bzw. bei log-transformierten Daten Mittelwert und Streubereich (da der Streubereich nach Rücktransformation nicht symmetrisch war) sowie die Anzahl der in die Analyse (N) eingegangenen Patienten angegeben. Eine ausführliche deskriptive Statistik (jeweils an den Originaldaten) enthält zusätzlich die Anzahl der Missings, Minimum, Maximum sowie die 25, 50 und 75%-Quartile (Q1, Median, Q3).

Bei kategorialen Variablen wurden die absoluten (N) und relativen Häufigkeiten (%) in Kontingenztafeln dargestellt.

4.8.4 Univariate/nicht adjustierte Analysen

Zur Analyse einer einzelnen Einflussgröße wurden sogenannte nicht adjustierte Analysen durchgeführt. Nicht adjustiert (für weitere Variablen) bezog sich darauf, dass es keine gleichzeitige Betrachtung mehrerer Einflussgrößen gab.

War die Zielgröße kategorial, wurde der asymptotische Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Für stetige Zielgrößen wurde der robuste t-Test (Satterthwaite) verwendet.

4.8.5 Einfluss der Patienten- und Operationscharakteristika auf das Vorkommen von unerwarteten Folgeoperationen - Multivariable/adjustierte Analysen

Der Einfluss der Patienten- bzw. Operationscharakteristika auf die Zugehörigkeit zur Indexgruppe wurde anhand eines Modells untersucht, das eine gleichzeitige Betrachtung mehrerer Einflussparameter ermöglichte und auf Daten mit mehreren Eingriffen pro Patienten angewendet werden konnte: das generalisierte gemischte lineare Modell. Hierbei wurde der Index-Anteil durch unabhängige Variablen modelliert, wobei die Patienten-ID als zufälliger Faktor im Modell berücksichtigt wurde. Für jede potentielle Einflussvariable wurde der Effekt auf die Zugehörigkeit zur

Indexgruppe, adjustiert für alle anderen Einflüsse, geschätzt und als Ergebnis sowohl der p-Wert als auch das Odds Ratio mit dazugehörigem 95%-Konfidenzintervall angegeben. Dieses quantifizierte, wie sich Änderungen einer Einflussvariablen auf die Schätzung der Zielvariablen auswirkten, wobei die anderen Parameter als konstant angesehen wurden. Bei kategoriellen Einflussvariablen mit mehr als zwei Kategorien wurden die paarweisen Odds Ratios mit dazugehörigem 95%-Konfidenzintervall bzgl. einer Referenzkategorie angegeben. Bei der stetigen Einflussvariable Alter wurde das 10-Jahres-Odds Ratio angegeben.

Folgende potentielle Einflussparameter wurden in das Modell mit aufgenommen:

- Alter in Jahren/10
- Schnitt-Naht-Zeit in Minuten (log-transformiert)
- Geschlecht (männlich, weiblich)
- ASA (I, II, III-IV)
- Bereitschaftsdienst (ja, nein)
- Fachspezifischer Operationsaal (ja, nein)
- Operateur mit > 49 Eingriffen (ja, nein)
- Assistenz mit > 49 Eingriffen (ja, nein, kein Assistent)
- Instrumentation mit > 99 Eingriffen (ja, nein)
- Eingriffsarten (Arthroskopie, Endoprothetik, Knochenoperationen, Operationen an Haut und Unterhaut, Operationen an Muskeln, Sehnen, Faszien und Schleimbeuteln, Reposition von Fraktur und Luxation (Osteosynthesen), Sonstige)

Zudem wurde folgender zufälliger Effekt einbezogen:

- Patienten-ID

4.8.6. Auswirkungen der Folgeoperationen auf Verweildauer und Erlös - Analyse nach Propensity Score Matching

Zum Vergleich der Zielgrößen Krankenhausverweildauer (VWD) und DRG-Erlös wurden den Patienten mit Indexeingriff über ein 1:1-Propensity-Score-Matching (Greedy-Algorithmus, Caliper=0,2 Standardabweichungen) ähnliche Patienten aus der Kontrollgruppe ohne ungeplante Folgeoperation zugeordnet. Die Auswahl erfolgte anhand der Matchingvariablen:

- Alter in Jahren
- Schnitt-Naht-Zeit in Minuten (log-transformiert)
- Geschlecht (männlich, weiblich)

- ASA (I, II, III–IV)
- Tagesdienst (ja, nein)
- Bereitschaftsdienst (ja, nein)
- Fachspezifischer Operationssaal (ja, nein)
- Operateur mit > 49 Eingriffen (ja, nein)
- Assistenz mit > 99 Eingriffen (ja, nein)

Zudem wurde folgende feste Matching-Variable festgelegt:

- Eingriffsarten: Arthroskopien, Endoprothetik, Knochenoperationen, Operationen an Haut und Unterhaut, Operationen an Muskeln, Sehnen, Faszien und Schleimbeutel, Reposition von Frakturen und Luxationen (Osteosynthesen), Sonstige (ja/nein), die im zugeordneten Matching-Datensatz denselben Wert für beide Patienten eines Paares aufweisen mussten.

Nach dem Matching wurde die Angleichung der Verteilung des Kovariablenprofils über standardisierte Differenzen geprüft. Üblicherweise wurden die Differenzen vor und nach dem Matching für die einzelnen Parameter angegeben. Eine gute Balance hinsichtlich der im Modell eingeschlossenen Variablen wurde bei einer standardisierten Differenz von unter 10% ($< 0,1$) gewährleistet (standardisierte Differenz bei Eingriffsart = 0).

Unterschiede in den Zielgrößen zwischen den Patienten mit und ohne ungeplanter Folgeoperation wurden dann innerhalb der einander zugeordneten Paare untersucht. Hierfür wurde aufgrund der Verteilung der Differenzen (sehr hohe Standardabweichungen) der Wilcoxon-Paardifferenzen-Test verwendet. Dabei wurde je Paar die Differenz der Ränge der VWD bzw. DRG-Erlös berechnet und getestet, ob diese signifikant vom Wert 0 (kein Unterschied) abwich.

5 Ergebnisse

Die deskriptiven Statistiken aller für die Auswertung relevanten Variablen befinden sich in den untenstehenden Tabellen.

5.1 Primäre Zielgrößen

Im Beobachtungszeitraum vom 01.01.2012 bis 31.12.2013 wurden in der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Handchirurgie des Klinikums Südstadt Rostock insgesamt 4858 Operationen durchgeführt. Hiervon waren 979 handchirurgisch und wurden ausgeschlossen. Die verbliebenen 3879 Operationen wurden unterschieden in 3053 Ersteingriffe und 770 Revisionseingriffe. 56 Operationen wurden ausgeschlossen, da sie zu den 12 Fällen gehören, die aufgrund ihrer Komplexität aus den Berechnungen ausgeschlossen wurden. Unter den 3053 Ersteingriffen befanden sich 239 Operationen, bei denen es zu einem ungeplanten Folgeeingriff kam. Sie bildeten die Indexgruppe. Dies entspricht einem prozentualen Anteil von 7,8% an allen Ersteingriffen. In 2814 Fällen (92,2 %) war kein Folgeeingriff notwendig. Die 770 Folgeeingriffe wurden wie folgt unterschieden: erster ungeplanter Folgeeingriff (239 Fälle, 31,0%), weitere Folgeeingriffe (235 Fälle, 30,5%), geplante Folgeeingriffe (171 Fälle, 22,2%), ungeplante Folgeeingriffe, die auf Ersteingriffe folgten, die außerhalb des Beobachtungszeitraumes stattfanden (67 Fälle, 8,6%) bzw. Revisionen, deren Ersteingriff an einer anderen Klinik stattgefunden hat (58 Fälle, 7,5%). Abbildung 1 veranschaulicht die Ergebnisse.

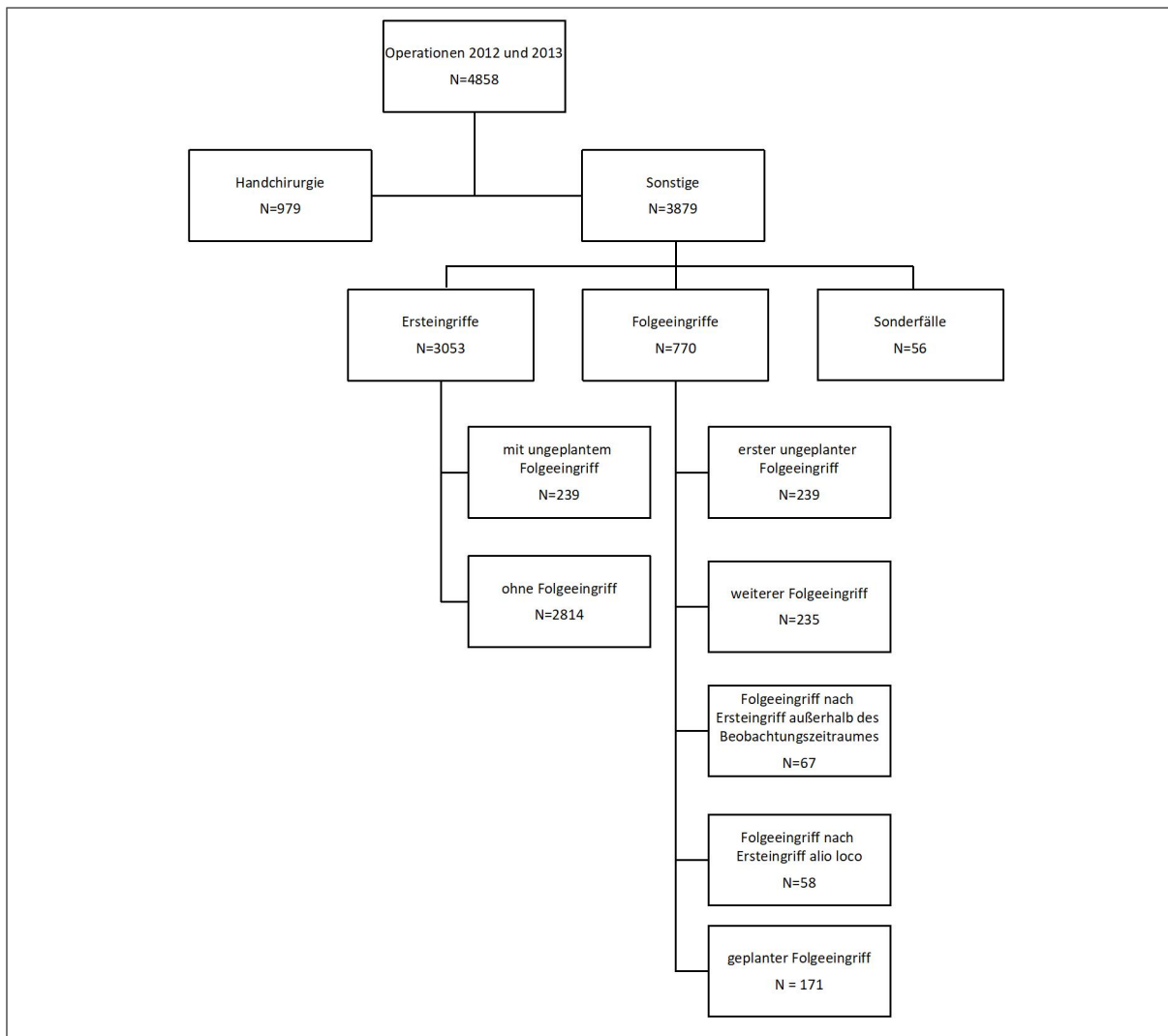


Abb. 1: Flowchart zur Darstellung der Patientenzuordnung zu der Index- und Kontrollgruppe. Die Gruppe der Ersteingriffe stellt die Studienpopulation dar. Von diesen Operationen führten 239 zu einem ungeplanten Folgeeingriff. Diese stellen die Indexgruppe dar. Die 2814 Operationen ohne Folgeeingriff bilden die Kontrollgruppe.

5.1.1 Alter und Geschlecht

Die Altersverteilung der Patienten in Index- und Kontrollgruppe ist in Tabelle 1 dargestellt. Die Patienten in der Indexgruppe waren älter. Der Unterschied war signifikant ($p=0,002$)

In die Studie eingeschlossen wurden 1257 männliche Patienten und 1616 weibliche Patienten. Bei mehreren Eingriffen wurde nur ein Wert pro Patienten für die Analyse verwendet, daher ist die Anzahl an männlichen und weiblichen Patienten zusammen geringer als die Gesamtpopulation der Studie. Von den Indexpatienten waren 46,6% männliche Patienten und 53,4% weibliche Patienten. Bei den restlichen Eingriffen waren es im Vergleich 43,5% männliche Patienten und 56,5% weibliche Patienten. Es ließ sich kein signifikanter Unterschied aus dem Geschlecht hinsichtlich des Auftretens von

Revisionen ableiten ($p = 0,366$). Das Risiko einer ungeplanten Revision war bei Männern und Frauen ähnlich hoch ($OR = 1,289 [0,952; 1,745]$). Tabelle 8 und Abb. 2 veranschaulichen die Ergebnisse.

Tabelle 1: Altersverteilung der Patienten in Index- und Kontrollgruppe

Gruppe	N*	Miss	Mean	SD	Min	Q1	Median	Q3	Max
Index	223	16	62,3	17,3	17	52,0	65	75,0	89
KG	2650	164	58,5	17,9	10	47,0	60	73,0	98
Gesamt	2873	180	58,8	17,9	10	48,0	60	73,0	98

Index: Indexgruppe, KG: Kontrollgruppe, Q1: 25% Quartil, Q3: 75% Quartil, SD: Standardabweichung,
* Bei mehreren Eingriffen wird nur ein Wert pro Patienten für die Analyse verwendet

5.1.2 Komorbiditäten

Tabelle 2 zeigt, inwieweit sich die Komorbiditäten, gemessen mit der ASA-Klassifikation, auf das Auftreten von ungeplanten Folgeeingriffen ausgewirkt haben. Aus den Berechnungen ergab sich ein signifikant höheres Komplikationsrisiko bei höherer ASA-Klassifikation ($p < 0,001$). Demnach gehen Art und Schwere der Begleiterkrankungen mit einem erhöhten Risiko für eine ungeplante Revision einher (Tab. 8 und Abb.2).

Tabelle 2: Häufigkeit der Operationen mit und ohne ungeplante Revision in Abhängigkeit von Komorbidität

ASA	Index		KG		p
	N	%	N	%	
I - Kein pathologischer Befund	22	9,5	579	20,7	<0,001
II - Leicht erhöhtes Risiko	113	48,9	1567	56,0	
III - Deutlich erhöhtes Risiko bzw. IV - Hohes Risiko	96	41,6	650	23,3	

KG: Kontrollgruppe, Index: Indexgruppe

5.1.3 OP-Dauer

Die Operationszeiten sind der Tabelle 3 zu entnehmen. Sie unterscheiden sich signifikant zwischen den beiden Gruppen ($p < 0,001$). Demnach geht eine längere Schnitt-Naht-Zeit mit einer Erhöhung des Revisionsrisikos einher ($OR = 1,184 [1,112; 1,260]$, Tab. 8 und Abb. 2).

Tabelle 3: OP-Dauer in der Index- und Kontrollgruppe

OP-Dauer	Gruppe	N	Miss	Mean	SD	Min	Q1	Median	Q3	Max
SN-Zeit	Index	238	1	73,2	45,0	5,0	40,0	65,0	95,0	255
	KG	2810	4	57,3	36,8	5,0	35,0	50,0	70,0	360
	Alle	3408	5	58,5	37,8	5,0	35,0	50	70,0	360

SN-Zeit: Schnitt-Naht-Zeit, Zeitangaben in Minuten

5.1.4 Eingriffskategorien

Im Beobachtungszeitraum wurden in sechs Eingriffskategorien jeweils mehr als 100 Eingriffe durchgeführt. Reposition von Frakturen oder Luxationen mit Osteosynthesen stellten, mit insgesamt 1011 Eingriffen, die größte Gruppe dar. An zweiter und dritter Stelle folgten die Arthroscopien und die Endoprothesen.

Osteosynthesen führten am häufigsten zu einem Folgeeingriff (102 Revisionen, 10,1%), gefolgt vom Gelenkersatz mit 64 (9,5%), den Weichteileingriffen mit 15 (9,4%) und den Operationen an Haut und Unterhaut mit 11 (10,9%) Revisionen (Tab. 4).

Der Effekt der Eingriffsart ist jeweils im Vergleich zur Arthroskopie angegeben. Das Risiko einer ungeplanten Revision ist bei fast allen anderen Eingriffsarten im Vergleich zur Arthroskopie erhöht, am deutlichsten bei Operationen an Haut und Unterhaut (OR=3,542 [1,498; 8,374]). Lediglich bei Knochenoperationen konnte kein signifikanter Risikounterschied im Vergleich zur Arthroskopie nachgewiesen werden (Tab. 8, Abb. 2).

Tabelle 4: Häufigkeit der durchgeführten Operationen je Eingriffskategorie in Index- und Kontrollgruppe

Eingriffskategorie	Index		KG		p
	n	%	n	%	
Arthroskopie	26	10,9	735	26,1	<0,001
Endoprothetik	64	26,8	611	21,7	
Knochenoperationen	7	2,9	195	6,9	
Operationen an Haut und Unterhaut	11	4,6	90	3,2	
Operationen an Muskeln, Sehnen, Faszien	15	6,3	144	5,1	
Reposition von Fraktur und Luxation (Osteosynthesen)	102	42,7	909	32,3	
Sonstige	14	5,9	130	4,6	

5.1.5 Art der Komplikationen

Tabelle 5 zeigt die Häufigkeitsverteilung der aufgetretenen Komplikationen. In 55 Fällen kam es zu Wundinfektionen. Dies entspricht 23,8 %. In 22,1 % kam es zu mechanischen Komplikationen durch Osteosynthesen und in 18,6 % traten nicht infektiös bedingte Wundheilungsstörungen auf.

Tabelle 5: Häufigkeit der aufgetretenen Komplikationen in der Indexgruppe

Art der Komplikation	Häufigkeit	Prozent
Wundinfektionen	55	23,8
Wundheilungsstörungen	43	18,6
Mechanische Komplikation durch Osteosynthese	51	22,1
Mechanische Komplikation durch Endoprothese	22	9,5
Frakturheilungsstörungen	6	2,6
Postoperative Bewegungseinschränkungen	16	6,9
Übersehene Verletzungen	3	1,3
Sonstige	35	15,2
Summe	231	100

In 8 Fällen wurde die Ursache für die Folgeoperation nicht erfasst.

Alle selten aufgetretenen Komplikationen, sowie alle Komplikationen, die sich nicht klassifizieren ließen, wurden unter Sonstige zusammengefasst. Bei 8 Fällen fehlten die Angaben. Es wurde erfasst, dass ein ungeplanter Zweiteingriff notwendig war, aber nicht aufgrund welcher Komplikation.

5.1.6 Zeitpunkt des Ersteingriffes

Tabelle 6 zeigt wie häufig Operationen während der Tagesschicht (werktags 8 – 16 Uhr) erfolgt sind und wie oft im Bereitschaftsdienst (Wochenende, Feiertag sowie werktags zwischen 16 – 8 Uhr des Folgetages). Der Anteil von Indexeingriffen war im Bereitschaftsdienst höher ($p < 0,001$). Das Risiko einer ungeplanten Revision war in diesen Fällen in etwa doppelt so hoch ($OR = 2,043 [1,235; 3,379]$ Tab. 8, Abb. 2).

Tabelle 6: Häufigkeit der durchgeführten Operationen in Index- und Kontrollgruppe in Abhängigkeit von der Tageszeit

		Index		KG		p
		n	%	n	%	
Bereitschaftsdienst	Ja	77	32,9	564	20,1	<,001
	Nein	157	67,1	2247	79,9	

5.1.7 Zusammensetzung des OP-Teams

Anhand Tabelle 7 erkennt man, dass der Großteil der Operationen von Operateuren durchgeführt wurde, die in dem Beobachtungszeitraum mindestens 50 Eingriffe selbst operiert haben (2855 Eingriffe, 94,5 % der Indexeingriffe und 93,5% Kontrolleingriffe). Nur eine geringe Anzahl von Operationen wurde von Operateuren mit weniger Erfahrung (weniger als 50 Eingriffe) durchgeführt.

Bei den Assistenzen verhält es sich ähnlich. Der Großteil der Operationen erfolgte mit Hilfe von Assistenten, die mindestens 50 Eingriffe im Beobachtungszeitraum assistiert haben (2497, 79,9% der Indexeingriffe, 82% der restlichen Eingriffe). Bei einem Teil der Operationen (343, 11,3% der Indexeingriffe, 11,2% der restlichen Eingriffe) wurde keine Assistenz erfasst oder die Operation erfolgte ohne Assistenz.

Instrumentiert wurden die Operationen zum Großteil von erfahrenem Personal, d.h. mindestens 100 Instrumentationen im Beobachtungszeitraum (2237, 72,7% der Indexeingriffe, 73,5% der restlichen Eingriffe).

Operationen, die von weniger erfahrenen Operateuren durchgeführt, von weniger erfahrenen Assistenten assistiert oder von weniger erfahrenem OP-Personal instrumentiert wurden, waren nicht häufiger von ungeplanten Folgeoperationen betroffen.

Tabelle 7: Häufigkeit der durchgeführten Operationen in Index- und Kontrollgruppe in Abhängigkeit vom Operationsteam

		Index		KG		p
		n	%	n	%	
Operateur (>49 Eingriffe)	Ja	225	94,5	2630	93,5	0,516
	Nein	13	5,5	184	6,5	
Assistenz (>49 Eingriffe)	Ja	191	79,9	2306	82,0	0,514
	Kein Assistent	27	11,3	316	11,2	
	Nein	21	8,8	192	6,8	
Instrumentation (>99 Eingriffe)	Ja	173	72,7	2064	73,5	0,785
	Nein	65	27,3	744	26,5	

Zahlen in Klammern siehe Text.

5.1.8 Anzahl der Operationen pro zur Verfügung stehenden Operationssaal

82 (Kontrollgruppe) bzw. 83 Prozent (Indexgruppe) der Operationen wurden im fachspezifischen Operationssaal durchgeführt. Der Anteil an Indexoperationen zeigte bei Operationen, die in fachfremden Operationssälen durchgeführt wurden, keinen Unterschied zu Operationen, die in den fachspezifischen Operationssälen erfolgten ($p = 0,730$). Demzufolge gehen Operationen in fachfremden Operationssälen nicht mit einem erhöhten Revisionsrisiko einher (OR = 1,034 [0,699]; [1,529], Tab. 8, Abb. 3).

5.1.9. Ergebnisse der multivariaten Analyse.

Die Ergebnisse der multivariaten Analyse sind in den einzelnen Abschnitten bereits dargestellt worden. Die Tabelle 8 und Abbildung 2 fassen die Ergebnisse zusammen und stellen sie grafisch dar.

Tabelle 8: Zusammenfassung der Ergebnisse der multivariaten Analyse

Einflussfaktor	p-Wert¹	Ausprägung	p-Wert	OR	95%-KI
Alter (10-Jahres-OR)	0,899			0,994	0,902-1,095
Geschlecht	0,100	Männlich	0,100	1,289	0,952-1,745
		Weiblich			
ASA	<,001	I - Kein pathologischer Befund	<,001	0,295	0,175-0,497
		II - Leicht erhöhtes Risiko	<,001	0,554	0,408-0,750
		III - Deutlich erhöhtes Risiko bzw. IV - Hohes Risiko			
Eingriffsarten	0,018	Endoprothetik	0,004	2,174	1,284-3,681
		Knochenoperationen	0,928	1,041	0,436-2,486
		Operationen an Haut und Unterhaut	0,004	3,542	1,498-8,374
		Operationen an Muskeln, Sehnen, Faszien	0,008	2,573	1,277-5,183
		Osteosynthesen	0,004	2,075	1,260-3,418
		Sonstige	0,050	2,072	0,999-4,298
		Arthroskopie			
SN-Zeit**	<,001			1,184	1,112-1,260
Bereitschaftsdienst	0,006	Ja	0,006	2,043	1,235-3,379
		Nein			
Fachspezifischer OP-Saal	0,867	Ja	0,867	1,034	0,699-1,529
Operateur (>49 Eingriffe)	0,947	Ja	0,947	0,980	0,531-1,806
		Nein			
Assistenz (>49 Eingriffe)	0,875	Ja	0,626	1,143	0,666-1,961
		Kein Assistent	0,649	1,170	0,593-2,310
		Nein			
Instrumentation (>99 Eingriffe)	0,469	Ja	0,469	0,886	0,639-1,230

¹ Paarvergleich, OR Odds Ratio, KI Konfidenzintervall

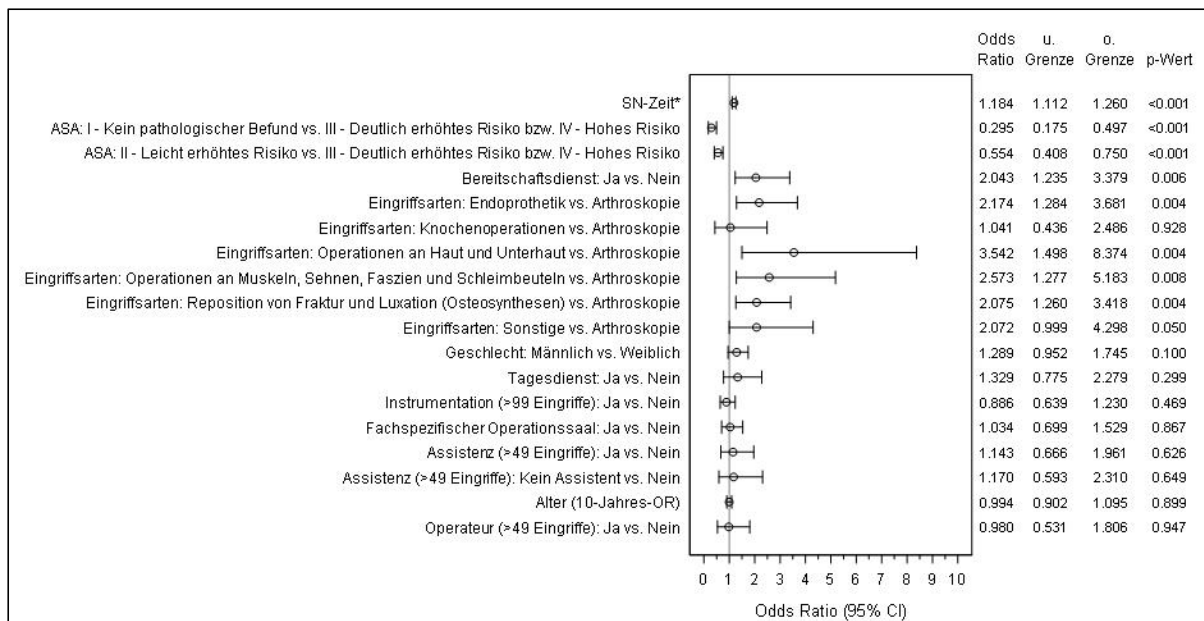


Abb. 2: Graphische Darstellung der Odds Ratio für die untersuchten Variablen mit 95% Konfidenzintervall und Ergebnis der Teststatistik

5.2 Sekundäre Zielgrößen

5.2.1 Auswirkungen auf den Patienten

Bei den 239 Indexpatienten konnten die Auswirkungen der ungeplanten Revisionseingriffe erfasst werden. Es konnten 185 durch die Behandlungen geheilt werden. Bei 48 Patienten kam es zu dauerhaften Beeinträchtigungen und 6 Patienten verstarben während des stationären Aufenthaltes.

5.2.2 Anzahl der Revisionseingriffe pro Patienten

Bei den meisten Indexpatienten (N=160, 65,6%) ist nur ein ungeplanter Revisionseingriff erfolgt. Bei 33 Patienten (13,5%) mussten zwei und bei 26 Patienten (10,7%) drei Folgeeingriffe durchgeführt werden. In den restlichen 25 Fällen (10,2%) waren vier oder mehr Revisionen notwendig. Die Höchstzahl an ungeplanten Revisionen im Beobachtungszeitraum betrug 17 Revisionseingriffe.

5.2.3 Auswirkungen der ungeplanten Folgeeingriffe auf die mittlere Krankenhausverweildauer und die Behandlungskosten

In diesem Abschnitt erfolgte eine Dateneinschränkung auf den jeweils ersten Eingriff eines Patienten. Da zur Analyse der Kosten der Vergleich der Verweildauer sowie des DRG-Erlöses im Fokus stand, wurden die Daten neben der Einschränkung auf Ersteingriffe zusätzlich auf Eingriffe mit gültiger Angabe der Verweildauer und des DRG-Erlöses begrenzt.

Den Patienten der Indexgruppe wurden über ein 1:1-Propensity-Score-Matching ähnliche Patienten aus der Kontrollgruppe zugeordnet. Ein Matching konnte für n=204 (96,7%) Patienten umgesetzt werden. Alle folgenden Ergebnisse beziehen sich auf diese 204 Patientenpaare.

In den Tabellen 9 und 10, sowie in der Abbildung 3 sind die standardisierten Differenzen der stetigen und kategorialen Matchingvariablen dargestellt. Bei fast allen Matchingvariablen lag diese Differenz unter 10%, was für eine ausgeglichene Balance der im Modell eingeschlossenen Variablen spricht

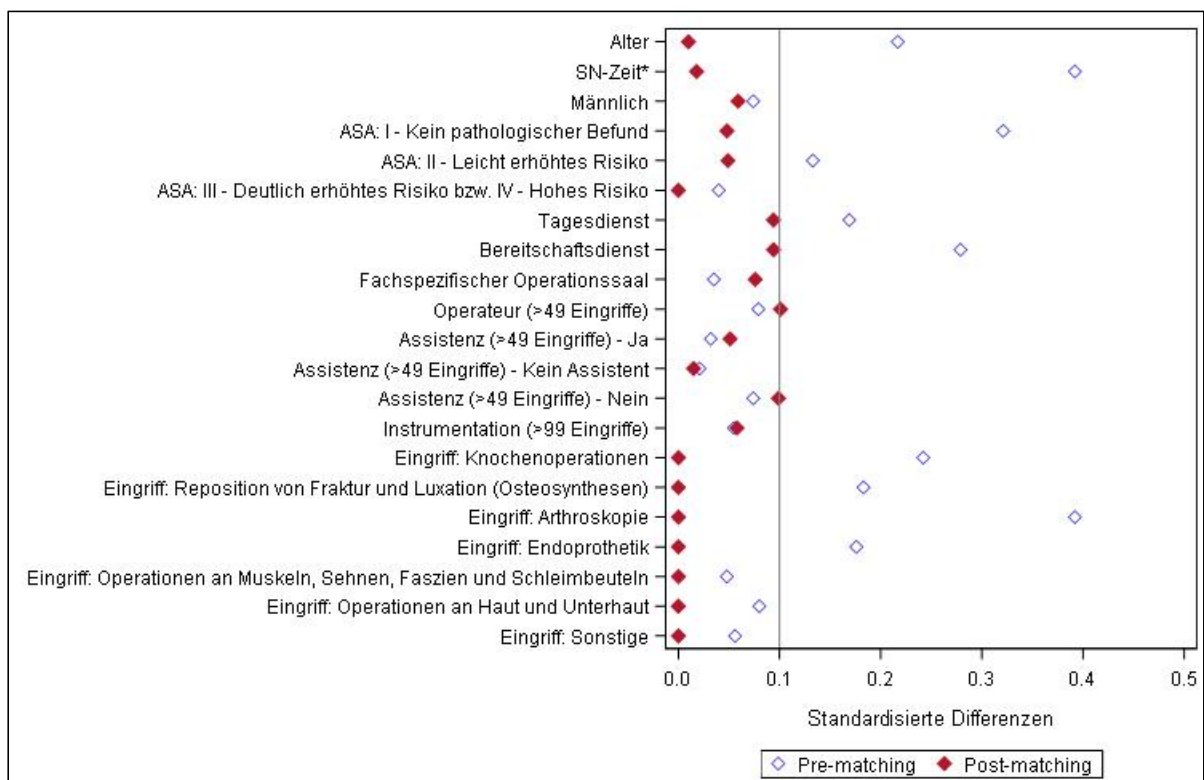


Abb. 3: Propensity-Score-Matching: Darstellung der standardisierten Differenzen vor und nach dem Matching (Einzelheiten siehe Text)

Tabelle 9: Propensity-Score-Matching. Standardisierten Differenzen bei kategoriellen Einflussvariablen

Parameter	Ausprägung	Index		KG		Stand. Diff.	
		n	%	n	%	Matched sample	Original sample
Geschlecht	Männlich	97	47,6	91	44,6	0,059	0,074
Komorbidität	ASA I	20	9,8	23	11,3	0,048	0,321
	ASA II	104	51,0	99	48,5	0,049	0,133
	ASA III/IV	1	0,5	1	0,5	0,000	0,040
Tageszeit	Bereitschaftsdienst	62	30,4	71	34,8	0,094	0,279
OP-Saal	OP-Saal (Fach)	169	82,8	163	79,9	0,076	0,035
Operateur	49 Eingriffe)	194	95,1	198	97,1	0,101	0,079
Assistenz	>49 Eingriffe	165	80,9	169	82,8	0,051	0,032
	keine	23	11,3	24	11,8	0,015	0,021
	<49 Eingriffe	16	7,8	11	5,4	0,099	0,074
Instrumentation	>99 Eingriffe	155	76,0	160	78,4	0,058	0,055
Eingriffsart	Knochenoperationen	4	2,0	4	2,0	0,000	0,242
	Osteosynthesen	81	39,7	81	39,7	0,000	0,183
	Arthroskopie	26	12,8	26	12,8	0,000	0,392
	Endoprothetik	60	29,4	60	29,4	0,000	0,176
	Muskeln, Sehnen, Faszien	14	6,9	14	6,9	0,000	0,048
	Haut und Unterhaut	9	4,4	9	4,4	0,000	0,080
	Sonstige	10	4,9	10	4,9	0,000	0,056

Auflistung der festen Matching-Variablen zum Vergleich der VWD und des DRG-Erlöses in Index- und Kontrollgruppe. Es werden die standardisierten Differenzen (Stand. Diff.) vor (original sample) und nach (matching sample) dem Matching für die einzelnen Parameter angegeben.

Tabelle 10: Propensity-Score-Matching. Standardisierten Differenzen der stetigen Parameter

		Index	KG	Stand. Diff.	
				Matched sample	Original sample
Alter	Mittelwert ± STD	62,1 ± 16,9	62,3 ± 16,6	0,010	0,217
SN-Zeit**	Mittelwert ± STD	8,0 ± 2,4	8,0 ± 2,2	0,018	0,392

SN-Zeit: Schnitt-Naht-Zeit, ** Logarithmische Transformation

Tabelle 11 zeigt die deskriptive Statistik für die Verweildauer und den DRG-Erlös. In der Indexgruppe war die mittlere Verweildauer um 5,4 Tage länger und der mittlere Erlös um ca. 1500 € höher ($p < 0,0001$, Wilcoxon-Score)

Das bedeutet, ungeplante Revisionseingriffe führen zwar zu längeren Krankenhausaufenthalten, erwirtschaften allerdings einen höheren DRG-Erlös. Im Gegenzug verursachen sie mehr Kosten, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht durch den Mehrerlös gedeckt sind. Der höhere Erlös ist gleichbedeutend mit Mehrkosten für das Gesundheitssystem.

Tabelle 11: Verweildauer und DRG-Erlös in Kontroll- und Indexgruppe

		N	NMiss	Mean	StdDev	Min	Q1	Median	Q3	Max
VWD	Ja	204	0	14,1	13,1	1,0	4,5	11,0	18,5	100,0
	Nein	204	0	8,7	6,7	1,0	3,0	8,0	13,0	41,0
	Differenz	204	0	5,4	12,6	-24,0	-1,0	2,0	9,0	84,0
DRGErlös	Ja	204	0	6190,0	4372,3	0,0	3078,0	5709,5	7066,6	20880
	Nein	204	0	4723,3	2817,7	0,0	2698,9	4193,9	6746,5	19415
	Differenz	204	0	1466,8	4144,9	-11080	-377,4	543,8	2506,4	16036

VWD: Verweildauer

6 Diskussion

6.1 Wesentliche Ergebnisse

Die Häufigkeit ungeplanter Folgeoperationen lag in der vorliegenden Untersuchung bezogen auf alle Ersteingriffe bei 7,8 Prozent. Die Folgeoperationen waren am häufigsten zur Behandlung von Wundinfektionen (24%), mechanischen Komplikationen nach Osteosynthesen (22%) und nicht septischen Wundheilungsstörungen (19%) nötig.

Die Tatsache, dass über 40 Prozent aller Folgeoperationen wegen Wundproblemen und über 20 Prozent wegen mechanischer Komplikationen nach Osteosynthesen erfolgten, zeigt, dass hier das größte Potential zur Verbesserung der Ergebnisse zu suchen ist.

Es wurde nachgewiesen, dass das Risiko für unerwartete Folgeoperation von patientenseitigen (Geschlecht und Komorbidität), operationsbedingten (Länge des Ersteingriffs, Art des Ersteingriffs) und prozessassoziierten (Zeitpunkt des Ersteingriffs) Kriterien abhängt. Frauen mit zahlreichen Nebenerkrankungen, die sich einer langdauernden Osteosynthese im Bereitschaftsdienst unterziehen müssen, haben ein deutlich höheres Risiko eine Komplikation zu erleiden, die eine ungeplante Folgeoperation notwendig macht.

Es konnte ferner gezeigt werden, dass unerwartete Folgeoperationen eine Belastung für das Gesundheitssystem darstellen (längere Verweildauer und höhere Kosten). Die Folgeoperationen verursachen für die erbringende Einrichtung Kosten, die vermutlich durch den Case Mix nicht gedeckt werden.

Die alleinige Verwendung von Routinedaten hätte eine umfassende Bearbeitung der Fragestellung nicht ermöglicht. Die zusätzliche Analyse der Krankengeschichte war in Einzelfällen erforderlich.

6.2 Interpretation und Literaturvergleich

6.2.1. Methodik

Die Erfassung von Komplikationen ist ein wesentliches Werkzeug zur Beurteilung der Qualität von stationären Behandlungsverläufen. Verschiedene Instrumente existieren hierzu. Häufig handelt es sich um Datenbanken, die von externen, in der Regel in staatlichem Auftrag arbeitenden, Institutionen entwickelt und unterhalten werden. Ein Beispiel für Deutschland ist das Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen. Eine typische Eigenschaft dieser Instrumente ist die

Notwendigkeit, die Komplikationen für jeden einzelnen Fall in das System einzugeben. Diese Eingabe wird in der Regel von Mitarbeitern der behandelnden Einrichtung durchgeführt.

Eine andere Herangehensweise stellt die Auswertung von administrativen Daten dar. Hier werden Daten ausgewertet, die im Rahmen der Behandlung erhoben werden und vorwiegend administrativen und Abrechnungszwecken dienen. Da sie standardisiert erfasst werden, werden sie auch Routinedaten genannt [20]. Zu ihnen gehören Identifikationsdaten, Bewegungsdaten und medizinische Daten wie Diagnose- und Prozedurencodes. Typisch für diese Datenerfassung ist, dass kein zusätzlicher Aufwand zur Datenerhebung betrieben werden muss.

Folgeeingriffe stellen im eigentlichen Sinn keine Komplikationen dar, sondern sind die Konsequenzen, die sich aus verschiedenen Komplikationen ergeben können [19]. Aus Routinedaten können Folgeeingriffe nur prozedurenspezifisch gefunden werden, wenn für diese Eingriffe Prozedurencodes vorliegen. Voraussetzung dafür ist aber, dass möglichst alle theoretisch in Frage kommenden Folgeoperationen bekannt sind und für diese Prozedurencodes existieren. Die AOK führt ein kontinuierliches Qualitätssicherungsprogramm an den bei ihr versicherten Mitgliedern bei bestimmten Diagnosen und Prozeduren durch [27]. Für die Hüftendoprothetik existieren beispielsweise Prozedurencodes für alle denkbaren Folgeoperationen. Damit ist es möglich über einen beliebigen Zeitraum Folgeoperationen bei den Versicherten zu erfassen. Nicht erfasst werden Versicherte, die die Krankenkasse wechseln, wobei die Anzahl dieser Patienten sehr gering ist und bei der Gesamtzahl der Versicherten nicht ins Gewicht fällt. Weiterhin kann die Korrektheit der Indikationsstellung zur Wechseloperation mit dieser Methode nicht erfasst werden.

Wie unterschiedlich die Ergebnisse in Abhängigkeit von der Datenquelle sein können, konnten Wessling et al. zeigen [61]. Für Hüft-TEP-Wechsel fanden sie eine Reoperationsrate innerhalb eines Jahres von 5,9 Prozent anhand der Daten der externen Qualitätssicherung und 8,8 Prozent anhand der Routinedaten. Ein ähnliches Bild zeigte sich bei Knie-TEP-Wechseln, wo sich Reoperationsraten von 3,2 bzw. 4 Prozent fanden.

Im deutschen Prozedurenschlüssel existiert ein Code für Reoperationen (5-983). Dieser wird jedoch in der Alltagsroutine nicht konsequent verwendet. Bei konsequenter Anwendung dieses Codes wäre es möglich, alle Reoperationen in ein und demselben Operationsgebiet unabhängig von anderen Prozedurencodes mit Routinedaten zu erfassen.

Durch die Analyse von Komplikationen, beispielsweise im Rahmen von Morbiditäts- und Mortalitätskonferenzen, wird es möglich, die Ursachen zu erkennen und Maßnahmen zu ergreifen, um die Komplikationsrate zu reduzieren. Grundvoraussetzung ist aber, dass auch tatsächlich alle Komplikationen erfasst werden. Gleiches gilt für Folgeoperationen. In einer Studie an über 100.000 Krankenhausfällen konnten die Autoren 1000 ungeplante Folgeoperationen identifizieren [12].

Zusätzlich zeigte sich, dass überhaupt nur über 24% dieser Folgeoperationen durch die Beteiligten in Morbiditäts- und Mortalitätskonferenzen berichtet wurden. Für dieses, als „Underreporting“ bezeichnete Phänomen, sind verschiedene Ursachen identifiziert worden, die vornehmlich bei den handelnden Personen angesiedelt sind. So ist beispielsweise eine Neigung zur nachträglichen Rechtfertigung bekannt, was als Erscheinungsform kognitiver Verzerrungen angesehen werden kann [12]. Die Schlussfolgerung daraus ist, dass einerseits versucht werden muss, die Rate selbst berichteter Komplikationen zu erhöhen und das andererseits eine Erfassung mit Routinedaten ermöglicht werden sollte.

Im eigenen Vorgehen sind zunächst Routinedaten analysiert worden. Damit konnten Patienten-ID ermittelt werden, bei denen im Untersuchungszeitraum mehrere Eingriffe durchgeführt wurden. Ob es sich bei diesen Eingriffen um Folgeeingriffe handelte und ob diese als geplant oder ungeplant einzustufen waren, konnte aus den Routinedaten nicht abgeleitet werden. Hierzu war die Kenntnis der Operation nötig. Die Zuordnung als Folgeoperation konnte durch die arbeitstägliche Auswertung der OP-Programme des Vortages gesichert werden. Um die Eingriffe in die Studie ein- bzw. ausschließen zu können musste die Indexoperation identifiziert werden. Dies war teilweise mithilfe der Routinedaten möglich, wobei in Zweifelsfällen die Krankenakten zu Hilfe genommen wurden.

Ein weiterer wesentlicher methodischer Aspekt ist die Dauer der Nachbeobachtung. Hierzu wird im nächsten Abschnitt Stellung genommen.

6.2.2. Häufigkeit von Folgeoperationen

Die in dieser Untersuchung beobachtete Häufigkeit von 7,8 Prozent erscheint sehr hoch. Häufig sind in der Literatur wesentlich niedrigere Komplikationsraten und damit noch niedrigere Häufigkeiten von Reoperationen zu finden. Die Ursachen hierfür sind in der unterschiedlich langen Nachbeobachtungszeit, der Zusammensetzung der jeweils zugrundeliegenden Kohorte und der Datenquelle zu suchen. Die Literatur zu Reoperationen ist spärlich. Die Tabelle 12 gibt einen Überblick.

Es zeigt sich, dass lediglich eine Studie einen ähnlichen methodischen Ansatz wie die eigene verfolgt hat [1]. Die Arbeit hat alle Fälle eines 1-Jahres-Zeitraumes einer Abteilung für Orthopädie und Unfallchirurgie einer amerikanischen Universitätsklinik analysiert. Dazu wurden die elektronischen Krankenakten ausgewertet (Routinedaten und Krankenakten). Die Beobachtungszeit betrug 30 Tage und ein Jahr. Nach einem Jahr wurde bei 9,1 Prozent aller Erstoperationen eine ungeplante Folgeoperation nötig. Dies entspricht den eigenen Ergebnissen. Die Autoren haben auch die Reoperationsrate innerhalb von 30 Tagen nach der Erstoperation bestimmt. Dabei zeigt sich, dass 82 Prozent aller ungeplanten Folgeoperationen später als 30 Tage nach dem Ersteingriff durchgeführt wurden. Die Reoperationsrate betrug für die ersten 30 Tage 1,6 Prozent.

Tabelle 12: Reoperationsraten in der Literatur

	Patienten	Häufigkeit	Beobachtungszeit
Adams [1]	Ortho/Trauma alle	9,1%	1 Jahr
Barksfield [2]	Distale Radiusfraktur	8,6%	6 Monate
	Hüftfrakturen	3,5%	6 Monate
	OSG-Fraktur	8,7%	6 Monate
	Trauma alle	1,9%	6 Monate
Birkmeyer [7]	Allgemeinchirurgie	3,5%	1 Monat
Guevara [20]	Allgemeinchirurgie	5,9%	1 Monat
Jeschke 2017 [28]	Knie-TEP	3,7%	1 Jahr
	Knie-TEP	5,5%	2 Jahre
Jeschke 2019 [30]	Hüft-TEP-Revision	15,0%	1 Jahr
Kristensen [36]	Osteosynthese bei undislozierter Schenkelhalsfraktur	9,0%	2 Jahre
	Osteosynthese bei dislozierter Schenkelhalsfraktur	13,0%	2 Jahre
	Hemiprothese bei Schenkelhalsfraktur	9,0%	2 Jahre
Kroon [35]	Allgemeinchirurgie und Trauma	1,7%	Erstaufenthalt
	Periphere Gefäßchirurgie	8,7%	Erstaufenthalt
	OP bei proximalen Femurfrakturen	2,9%	Erstaufenthalt
Merkow [43]	Kolorektale Chirurgie	5,7%	1 Monat
Müller [45]	Proximale Femurfraktur	14,5%	2 Jahre
Nesslage [46]	Hüft-TEP primär	4,7%	1 Jahr
Schliemann [58]	Duokopfprothese	7,0%	Erstaufenthalt
Wessling [61]	Hüft-TEP-Wechsel	5,9%	1 Jahr (EQS)
		8,8%	1 Jahr (RD)
	Knie-TEP-Wechsel	3,2%	1 Jahr (EQS)
		4,0%	1 Jahr (RD)
Eigene Ergebnisse	Ortho/Trauma alle	7,8%	1 Jahr

EQS Externe Qualitätssicherung, RD Routedaten

Eine zweite Arbeit mit einem gemischten Krankengut, allerdings nur aus Traumapatienten bestehend, zeigte nach 6 Monaten mit 1,9 Prozent eine sehr niedrige Häufigkeit ungeplanter Folgeoperationen. Bezogen auf die zugrundeliegende Indexoperation fanden sich deutlich höhere Reoperationsraten (8,6% nach distaler Radiusfraktur, 8,7% nach OSG-Fraktur, 3,5% nach Hüftfraktur). Diese Zahlen ähneln den eigenen, wo 10 Prozent aller Osteosynthesen revidiert werden mussten. Im Umkehrschluss bedeutet dies aber, dass die Zusammensetzung der Kohorte offenbar einen sehr hohen Anteil an risikoarmen Eingriffen beinhaltet haben muss. Andere Arbeiten, die sich auf einzelne Diagnosen (proximale Femurfrakturen [45]) oder Prozeduren (Duokopfprothese [58]) aus der Unfallchirurgie

bezogen haben, fanden je nach Beobachtungszeitraum 7 Prozent (Duokopfprothesen bis zur Entlassung beobachtet [58]) oder 14,5 Prozent (alle proximalen Femurfrakturen über zwei Jahre beobachtet [45]) ungeplante Folgeoperationen. Ähnliche Ergebnisse zeigt das dänische interdisziplinäre Hüftfrakturenregister, in dem die Reoperation innerhalb von zwei Jahren nach Ersteingriff ein Qualitätsindikator ist. Patienten mit dislozierter Schenkelhalsfraktur zeigen aktuell eine Reoperationsrate von 13 und Patienten mit nicht dislozierter Schenkelhalsfraktur 9 Prozent nach Osteosynthese. Endoprothetisch versorgte Patienten weisen eine Reoperationsrate von 9 Prozent auf [34] . Es existieren einige weitere Publikation mit Patienten aus der Allgemeinchirurgie, denen gemeinsam ist, dass die Nachbeobachtungszeit in der Regel nur 30 Tage betrug [7, 20, 35, 43] . Die Häufigkeiten ungeplanter Folgeoperationen betragen zwischen 1,7 Prozent (gemischte Kohorte) und 8,7 Prozent (periphere Gefäßchirurgie) [35].

In vielen Gesundheitssystemen stellt die 30-Tage-Morbidität eine Kennziffer der Qualitätssicherung dar. In den USA werden beispielsweise Kosten für Komplikationen, die in dieser Frist behandelt werden müssen, vom Kostenträger nicht zusätzlich vergütet. In Deutschland werden die Fälle zusammengeführt und gemeinsam vergütet. Angesichts dessen ist es verständlich, dass die meisten Studien zu Komplikationen und Folgeoperationen sich auf diesen Zeitraum beschränken. Dass dies nicht ausreichend ist, belegen verschiedene Studien. Wie bereits erwähnt, konnten Adams et al. [1] nachweisen, dass 82 Prozent aller ungeplanten Folgeoperationen nach den ersten 30 Tagen auftreten. Jeschke et al. [28] konnten zeigen, dass selbst zwischen dem ersten und zweiten Jahr nach Indexoperation noch Folgeoperationen in relevanter Größenordnung stattfinden. In ihrer Arbeit anhand von Routinedaten fand sich eine Zunahme von ungeplanten Folgeoperationen nach Primärimplantation einer Knieendoprothese zwischen dem ersten und zweiten Jahr nach Erstoperation von 3,7 auf 5,5 Prozent. In einer anderen Arbeit konnten Jeschke et al. [27] zeigen, dass die Rate an ungeplanten Folgeoperationen innerhalb eines Jahres nach Primärimplantation einer Knieendoprothese bei ca. vier Prozent lag. Die Rate lag während des Erstaufenthaltes bei nur 0,3 Prozent. Mit anderen Worten, fanden über 90 Prozent aller ungeplanten Folgeeingriffe nach der ursprünglichen Entlassung statt. Dass darüber hinaus noch eine unbekannte Anzahl nicht erfasster Fälle existiert, konnten Adams et al. [1] nachweisen.

Die Bedeutung der Datenquelle (Routinedaten oder Daten aus speziellen Datenbanken) wurde im vorherigen Absatz diskutiert. Zusammenfassend ist es notwendig, dass die Datenquelle und die Kohorte möglichst genau beschrieben werden, um Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erzielen. Außerdem sollte eine Nachbeobachtungszeit von einem Jahr angestrebt werden.

6.2.3. Risikofaktoren für ungeplante Folgeoperationen

Die Arbeit hat gezeigt, dass die Risikofaktoren für das Entstehen einer Komplikation, die zu einer ungeplanten Folgeoperation führen, vielfältig sind und unterschiedlichen Ursprungs sein können. Es konnten drei Gruppen identifiziert werden, in die die Ursachen der Komplikationen eingeordnet werden können. Dabei handelt es sich um patientenbedingte, operationsbedingte und prozessassoziierte Ursachen. Es kann sein, dass die Zuordnung zu einer dieser Gruppen nicht immer eindeutig möglich ist.

Willy et al. [63] haben in einer umfangreichen Literaturrecherche unterschiedliche Risikofaktoren für das Entstehen von Wundinfektionen identifiziert. Sie haben die 30 häufigsten Risikofaktoren herausgearbeitet und konnten feststellen, dass diese ebenfalls unterschiedlichen Themenbereichen zugeordnet werden konnten. Diese haben sie als patientenabhängige, organisatorische und prozessuale sowie operationstechnische und verletzungsspezifische Risikofaktoren klassifiziert. Auch in dieser Untersuchung ist die Zuordnung zu einer Gruppe durchaus nicht immer eindeutig möglich. So kann eine offene Fraktur kontextabhängig durchaus als Patienteneigenschaft oder als Verletzungsspezifikum angesehen werden oder die Tatsache, dass es sich um einen Notfalleingriff handelt, ebenso als prozessassoziierter oder verletzungsspezifischer Risikofaktor.

Es erscheint sinnvoll, die Risikofaktoren zu kategorisieren. So müssen beispielsweise Patienteneigenschaften hingenommen werden, wohingegen Prozessabläufe geändert werden können.

6.2.4. Patienteneigenschaften

Der Zusammenhang zwischen patientenseitigen Merkmalen und dem Auftreten von Komplikationen nach chirurgischen Eingriffen ist vielfach untersucht und nachgewiesen [39, 59]. Es ist demzufolge zu erwarten gewesen, dass dieser Zusammenhang auch zwischen den Patienteneigenschaften und ungeplanten Folgeoperationen besteht.

In der untersuchten Kohorte waren die Patienten in der Indexgruppe signifikant älter, hatten eine höhere Komorbidität und waren häufiger weiblich. Dieses Ergebnis deckt sich mit zahlreichen anderen Untersuchungen [17, 23, 25]. Einige Beispiele sollen exemplarisch dargestellt werden:

Ghani et al. [17] beobachteten Patienten, die wegen einer Schenkelhalsfraktur eine Duokopfprothese erhielten. Sie konnten das Alter als Risikofaktor für eine ungeplante Wiederaufnahme identifizieren. Interessanterweise stieg das Risiko nicht mit zunehmendem Alter, sondern war in der Gruppe der 60- bis 70-jährigen am größten. Jameson et al. [25] fanden heraus, dass Komplikationen nach Kniearthroskopien, die zu einer stationären Wiederaufnahme führten, am häufigsten bei Männern zwischen 40 und 50 Jahren mit mehreren Komorbiditäten auftraten. Hill et al. [23] identifizierten

ebenfalls ein Alter über 40 Jahre als signifikanten Risikofaktoren für das Auftreten von Komplikationen, verbunden mit einer stationären Wiederaufnahme nach Schulterarthroskopien. Zahlreiche weitere Studien könnten an dieser Stelle zitiert werden.

Es gibt auch Untersuchungen, die derartige Zusammenhänge nicht nachweisen konnten. So konnten beispielsweise in den Studien von Schairer et al. [56, 57], die sich mit der ungeplanten stationären Wiederaufnahme nach knie- bzw. hüftendoprothetischen Eingriffen beschäftigten, keine Unterschiede bezüglich des Geschlechts und des Alters identifiziert werden. In der Untersuchung von Birkmeyer et al. [7] an 3044 konsekutiven allgemeinchirurgischen Patienten zeigten die Patienten mit und ohne Folgeoperationen ebenso keine Unterschiede bei Alter und Geschlecht. Derartige Beobachtungen sind aber deutlich seltener, der Effekt ist vermutlich in den meisten Arbeiten auf die Stichprobengröße zurückzuführen.

Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten postoperativer Komplikationen und den Vorerkrankungen der Patienten ist in zahlreichen Studien untersucht worden [26, 46, 56]. In der vorliegenden Studie wurde die ASA-Klassifikation als Maß für die Komorbidität verwendet. Dieses Vorgehen ist gebräuchlich, muss aber kritisch betrachtet werden, da dieses Graduierungssystem entwickelt wurde, um den präoperativen Zustand des Patienten aus anästhesiologischer Sicht zu beschreiben. Es existieren Methoden und Scoresysteme, die die Komorbiditäten exakter messen können. Zu nennen sind der Charlson Comorbidity Index [10] und der Elixhauser Comorbidity Score [15]. Beide können sowohl aus Routinedaten als auch aus Krankenakten mit hoher Übereinstimmung bestimmt werden [21]. Der Aufwand ist sicher gerechtfertigt, wenn die Komorbiditäten wesentliche Zielgröße einer Studie sind. Im eigenen Vorgehen wurde der ASA-Score gewählt, weil er für die Bearbeitung der Fragestellung praktikabler erschien. Die Verwendung der anderen Instrumente ist aber möglich und wird vielfach praktiziert [16].

Einen signifikanten Einfluss der ASA-Klassifikation auf das Auftreten postoperativer Komplikationen konnten Ghani et al. [17] nachweisen. Sie fanden heraus, dass eine ASA-Klassifikation größer als 2 signifikant häufiger zu ungeplanten stationären Wiederaufnahmen nach primärer Versorgung einer hüftgelenksnahen Fraktur mittels Duokopfprothese führte. Dies gleicht sich mit den Ergebnissen dieser Studie. Als Hauptgründe für die Wiederaufnahme konnten Ghani et al. [17] postoperative Schmerzen, Wundinfektionen, postoperative Schwäche sowie Revisionseingriffe mit Wechsel von Duokopfprothese auf Totalendoprothese identifizieren. Merkow et al. [43] fanden denselben Zusammenhang bei der Analyse von über 20000 kolorektalen Operationen.

Neben der Gesamtheit aller Nebenerkrankungen spielen spezifische einzelne Erkrankungen eine wesentliche Rolle bei der Entstehung von Komplikationen und damit auch für die Notwendigkeit von unerwarteten Folgeoperationen. Typisch ist der Zusammenhang von Diabetes mellitus oder

Durchblutungsstörungen und Wundheilungsstörungen. Ferner existiert ein Zusammenhang zwischen Osteoporose und dem Auftreten von Frakturen, aber auch mechanischen Komplikationen nach Osteosynthesen. Auch bei anderen Erkrankungen sind Zusammenhänge mit Komplikationen nachgewiesen (M. Parkinson, Demenz, Adipositas) [28].

Darüber hinaus existieren Einflussfaktoren, die mittelbar mit verschiedenen Erkrankungen aber auch mit der Entstehung von operationspflichtigen Komplikationen verbunden sind. Die Wesentlichsten sind das Rauchen und die Einnahme von gerinnungshemmenden Substanzen. Der Zusammenhang zwischen diesen Faktoren und den unerwarteten Folgeoperationen war nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

6.2.5. Operationsbedingte Risikofaktoren

Operationsdauer

Neben den Komorbiditäten beeinflusste die Operationsdauer das vermehrte Auftreten von ungeplanten Revisionseingriffen in dieser Studie. Je länger die Operation dauerte, desto höher stieg das Risiko für Folgeeingriffe. Diese Beobachtung deckt sich mit denen anderer Autoren.

Hill et al. [23] konnten einen Einfluss der Operationsdauer auf das Auftreten von Frühkomplikationen nach Schulter- und Kniearthroskopie nachweisen. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass eine OP-Dauer über 1,5 Stunden mit einem erhöhten Risiko für das Auftreten von Frühkomplikationen einhergeht.

In der Studie von Schliemann et al. [58] konnte ein signifikanter Einfluss der Operationsdauer auf das Auftreten von Komplikationen nachgewiesen werden. In ihrer Studie lag die durchschnittliche Operationszeit bei 67 Minuten. Bei Operationen, die von Assistenzärzten durchgeführt wurden, lag die Operationszeit im Schnitt bei 77 Minuten. Operierten Ober- und Chefärzte, lag die durchschnittliche Operationszeit bei 61 Minuten.

An diesem Beispiel zeigt sich aber auch, dass die Operationszeit selbst wiederum von weiteren Faktoren wie der Erfahrung des Operateurs oder der Komplexität des Eingriffes beeinflusst wird. Eine lange Operationsdauer weist in der Regel auf einen großen Eingriff hin. Solche Eingriffe benötigen einen großen operativen Zugang, sodass umliegende Strukturen häufig nicht unbeschadet bleiben. Die Blutzufuhr wird zum Teil für die Dauer der Operation unterbunden. Die Minderperfusion erhöht das Risiko für Wundheilungsstörungen mit der Gefahr der Nekrosenbildung und Wundinfektionen. Weniger aufwändige Standardeingriffe, wie eine Kniearthroskopie mit Meniskusteilresektion, haben in der Regel eine deutlich kürzere Operationsdauer als zum Beispiel ein komplexer Eingriff bei einer mehrfragmentären Tibiakopffraktur. Somit spiegelt sich möglicherweise im signifikanten Zusammenhang zwischen der längeren Operationsdauer und dem Risiko einer ungeplanten

Folgeoperation eher die Schwierigkeit der Operation wider. Es sei denn, es werden gleiche Prozeduren, wie beispielsweise die Implantation einer Hüfttotalendoprothese, miteinander verglichen.

Verschiedene Maßnahmen werden empfohlen, um bei langer Operationsdauer das Risiko für Wundinfektionen und sonstigen Störungen der Wundheilung zu reduzieren. Hierzu gehören die zweite Gabe eines Antibiotikums und die Verwendung von Wärmegegeräten zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur. Andere Maßnahmen, wie der mehrfache Wechsel der Handschuhe, ggf. auch der OP-Kleidung und der Abdeckung, werden vielfach empfohlen, obwohl ihre Wirksamkeit nicht eindeutig bewiesen ist [63].

Wie bereits erwähnt, kann eine längere Operationsdauer auch von der Erfahrung des Operateurs abhängen. Hierauf wird später noch eingegangen.

Art der Indexoperation

In dieser Arbeit wurden die Indexoperationen zu verschiedenen Eingriffsarten zugeordnet. Die drei größten Gruppen waren die Osteosynthesen (1011 Fälle), Arthroscopien (761 Eingriffe) und Eingriffe aus der Endoprothetik (675 Eingriffe). Verglichen mit der Arthroscopie war das Risiko eine unerwartete Folgeoperation zu erleiden für die Osteosynthese und die Endoprothetik jeweils etwa doppelt so hoch. Das Risiko einiger anderer Eingriffsarten (Operationen an Haut und Unterhaut sowie Operationen an Muskeln Sehnen und Bändern) war noch höher, allerdings handelt es sich dabei um sehr heterogene Patientengruppen, sodass die Ursachenanalyse nur über Betrachtung von Einzelfällen möglich sein dürfte. Deshalb soll hier darauf verzichtet werden.

Osteosynthesen sind häufig nicht planbar. Die Frakturen weisen eine mehr oder weniger starke Weichteilschädigung auf und sind unabhängig von den Begleiterkrankungen der Patienten durchzuführen. Auf verschiedene Begleitumstände, wie zum Beispiel die Einnahme bestimmter Medikamente (Antikoagulanzen, Metformin), die vor Elektiveingriffen pausiert werden sollten, kann nicht immer eingegangen werden. Die Bedingungen für die Osteosynthesen sind daher durch die ohnehin vorliegenden, oben diskutierten, Risikofaktoren verschlechtert.

Es existiert nur eine Studie mit ähnlicher Methodik wie die eigene. Die Autoren haben ca. 10000 Operationen eines Krankenhauses über ein Jahr nachverfolgt [1]. Dabei wurden 9,1 Prozent ungeplante Folgeoperationen beobachtet. Diese Rate entspricht etwa den eigenen Beobachtungen. In der Kohorte waren die Osteosynthesen mit 11,1 Prozent und die Endoprotheseneingriffe mit 10,3 Prozent ähnlich häufig von Folgeoperationen betroffen, wie in der eigenen Untersuchung. Allerdings waren bei den Autoren Wirbelsäuleneingriffe am häufigsten von Folgeeingriffen betroffen. Im eigenen Krankengut waren die Wirbelsäuleneingriffe nicht häufig genug, sodass sie nicht als eigenständige Operationsgruppe ausgewertet wurden. Neben der bereits zitierten Arbeit finden sich in den

Untersuchungen von Barksfield et al. [2] und Müller et al. [45] ähnliche Raten unerwarteter Folgeoperationen.

Einen wichtigen Aspekt für die Häufigkeit ungeplanter Folgeoperationen nach Osteosynthesen stellt die Osteoporose dar. In der alternden Gesellschaft ist die Traumatologie vornehmlich eine Alterstraumatologie. Nahezu jeder Patient weist eine Osteoporose auf. Diese stellt zwar eine Komorbidität dar und wurde somit im vorherigen Kapitel diskutiert. Die Besonderheit besteht jedoch darin, dass die Implantatverankerung technisch noch nicht endgültig gelöst ist. Implantatlockerungen und Implantatversagen spielen deshalb ausschließlich bei Osteosynthesen eine Rolle. Kein anderes Operationsverfahren im Fachgebiet ist so stark auf eine gute Knochenqualität angewiesen, sodass sich aus dem Zusammenwirken von Patienteneigenschaften und Operationsverfahren die große Häufigkeit von ungeplanten Folgeoperationen ergibt. Allerdings sind auch technische Fehler, die Weichteilsituation vor der Erstoperation und natürlich auch die Erfahrung des Operateurs mitverantwortlich für die Notwendigkeit von Revisionsoperationen.

Die hohe Zahl an Folgeoperationen nach endoprothetischen Eingriffen in dieser Untersuchung (9,4%) hängt mit der Heterogenität des Kollektivs zusammen. So wurden in dieser Gruppe beispielsweise neben den Primärimplantationen auch alle Wechseloperationen erfasst, weil der Wechsel erneut als Primäreingriff gezählt wurde, wenn die Primäroperation ausreichend lang zurücklag. Für Primärimplantationen werden nach einem Jahr 3,7 Prozent (Knie-TEP) und 2,9 Prozent (Hüft-TEP) an ungeplanten Folgeoperationen, einschließlich reiner Weichteiloperationen, angegeben [28, 29]. Nach Hüft-TEP-Wechseloperation liegt die Häufigkeit ungeplanter Folgeoperationen innerhalb eines Jahres bei 15 Prozent [30]. Diese Zahlen können als zuverlässig angesehen werden, da sie aus Routinedaten der sehr großen Gruppe der AOK-Versicherten ermittelt werden. Ein zweiter Aspekt ist der mit ca. 20 Prozent hohe Anteil hüftgelenksnaher Frakturen an allen endoprothetischen Eingriffen im eigenen Krankengut. Im dänischen Hüftfrakturregister finden sich nach zwei Jahren Reoperationsraten von 9 Prozent nach primärer Prothesenimplantation wegen einer Fraktur [34]. Schliemann et al. [58] fanden bei Schenkelhalsfrakturen, die mit einer Duokopfprothese versorgt wurden, eine Revisionsrate von 7 Prozent während des Erstaufenthaltes. Es ist demzufolge klar, dass die Rate ungeplanter Folgeoperationen in einem gemischten Kollektiv höher sein muss als für die jeweiligen Erstimplantationen, allerdings lässt sich die Zahl der eigenen Untersuchung damit nicht vollständig erklären. Hierzu wären Einzelfallanalysen nötig.

Operationstechnik

Wie bereits erwähnt, spielt die Operationstechnik eine wichtige Rolle als Ursache für die Notwendigkeit von Folgeoperationen. In der Endoprothetik betrifft das beispielsweise die Zementiertechnik aber auch die Größenauswahl der Instrumente bei der Präparation der

Femurschäfte für zementfreie Prothesenstiele. Zahlreiche weitere kritische Operationsschritte ließen sich aufzählen. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass durch die Häufigkeit dieser Eingriffe und durch die Etablierung von Endoprothetikzentren mit externer Qualitätssicherung ein hohes Maß an Standardisierung erreicht ist, sodass operationstechnische Fehler vermutlich seltener vorkommen als bei Osteosynthesen.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass mechanische Komplikationen nach Osteosynthese sehr häufig sind. Nicht alle diese Ereignisse sind aber auf die Osteoporose oder ein bestimmtes Implantat zurückzuführen. Goldhahn et al. [19] weisen darauf hin, dass Fälle mit unzureichender Implantatplatzierung oder eine ungenügende Reposition nicht als Implantatversagen klassifiziert werden sollten, sondern eigene Ursachenkategorien darstellen, die als technische Probleme oder Anwenderfreundlichkeit von Instrument und Implantat berücksichtigt werden sollten. Barksfield et al. [2] fanden, dass in 57 Prozent technische Fehler und in 20 Prozent präoperative Fehlentscheidungen für die Folgeoperationen verantwortlich waren. Letztere traten immer dann auf, wenn für bestimmte Traumasituationen keine klaren Therapieempfehlungen existierten. Die Autoren führen aber auch aus, dass die Beurteilung eines postoperativen Ergebnisses nicht immer frei von verschiedenen Einflussfaktoren ist.

6.2.6. Prozessassoziierte Risikofaktoren

Zeitpunkt der OP

Weiterhin ausschlaggebend für das Auftreten ungeplanter Revisionseingriffe war die Dienstzeit, zu der die Ersteingriffe stattgefunden haben. Dabei führten Operationen, die während des Bereitschaftsdienstes stattfanden, signifikant häufiger zu ungeplanten Revisionseingriffen.

Birkmeyer et al. [7] fanden keinen Zusammenhang zwischen dem Auftreten ungeplanter Folgeoperationen und der Einstufung der Indexoperation als Notfalloperation bei verschiedenen allgemeinchirurgischen Operationen. Einschränkend ist festzustellen, dass die Einstufung einer Operation als Notfalloperation nicht gleichbedeutend damit ist, dass diese auch während des Bereitschaftsdienstes durchgeführt wurde. Im Gegensatz dazu führten Notfalloperationen an der Wirbelsäule häufiger zu ungeplanten Folgeoperationen, wenn die Indexoperation im Bereitschaftsdienst stattfand [9]. Guevara et al. [20] beobachteten das gleiche Phänomen bei allgemeinchirurgischen Eingriffen, Kamath et al. [31] und Schliemann et al. [58] beim Hüftgelenkersatz.

Kelz et al. [32, 33] konnten zeigen, dass bei elektiven allgemein- und gefäßchirurgischen Eingriffen die Mortalität und Komplikationsrate höher war, wenn der Indexeingriff außerhalb der Regeldienstzeit durchgeführt wurde. Das bedeutet, dass sich die Verschiebung elektiver Operationen in das

Operationsprogramm des Bereitschaftsdienstes ebenso negativ auf das Ergebnis auswirken kann. Die Autoren konnten aber auch zeigen, dass nach Berücksichtigung der Confounder dieser Effekt nur noch für die Komplikationen und nicht mehr für die Mortalität nachweisbar war. Carest-Morin et al. [9] fanden bei Wirbelsäulenoperationen, die als Notfalloperationen deklariert wurden, eine signifikant höhere Komplikationsrate und Krankenhaussterblichkeit, wenn die Operation im Bereitschaftsdienst durchgeführt wurde.

Keinen Zusammenhang zwischen Komplikationsrate und Zeitpunkt der Erstoperation fanden Muhm et al. [44] für die Operation hüftgelenksnaher Femurfrakturen. Allerdings wurden in der Kohorte von Muhm ca. 80 Prozent aller Indexeingriffe im Bereitschaftsdienst durchgeführt. Ähnliche Ergebnisse beobachteten Turrentine et al. [60] bei allgemein- und gefäßchirurgischen Patienten.

Ganz offenkundig weisen die zitierten und zahlreiche weitere hier nicht zitierte Arbeiten nach, dass Operationen, die während des Bereitschaftsdienstes erfolgen, eine höhere Rate an Komplikationen und ungeplanten Folgeoperationen aufweisen. Obwohl es auch gegenteilige Berichte gibt, sind die ersteren wesentlich häufiger.

Die Ursachen hierfür sind vielschichtig. Neben der Erschöpfung des Personals spielt die Dringlichkeit der Operation offensichtlich ebenso eine Rolle wie die Tatsache, dass die Patienten oftmals ungünstige Voraussetzungen mitbringen. Einige Faktoren sind schwer zu beeinflussen. Dagegen sind die Überprüfung der Dienssysteme und die Vermeidung von Operationen im Bereitschaftsdienst, wann immer dies möglich ist, Maßnahmen, die eine Verbesserung bewirken könnten.

Team

Während ein Zusammenhang zwischen Indexoperationen mit unerwarteten Folgeoperationen und der Tageszeit nachgewiesen werden konnte, war ein solcher Zusammenhang mit dem Operationsteam in der eigenen Untersuchung nicht nachweisbar.

Es ist theoretisch denkbar, dass unterschiedliche Personen (Operateure, Assistenten, OP-Pflege) unterschiedlich häufig an Indexoperationen, die zu unerwarteten Folgeoperationen führen, beteiligt sind. Dieses Phänomen ist in verschiedenen Studien untersucht worden. Häufig diskutiert ist der Zusammenhang von Komplikationen oder Folgeoperationen und der Erfahrung des Operateurs bzw. der Einrichtung. Für häufige, immer wiederkehrende Eingriffe wie der Hüft- und Knieendoprothetik konnte nachgewiesen werden, dass ein Zusammenhang zwischen Ergebnisqualität und Häufigkeit der Eingriffe pro Einrichtung besteht [28, 30]. Die Konsequenz daraus war die Einführung von Mindestmengen in der Knieendoprothetik.

Da alle orthopädischen und unfallchirurgischen Eingriffe in die Studie einbezogen wurden, beinhaltet unsere Studie viele Eingriffe, deren Versorgung dringlich durchgeführt werden musste. Für viele der

Eingriffe ist nur das Dienstteam vorhanden. Das bedeutet, dass der Operateur unter Umständen mit einem bestimmten Eingriff weniger Erfahrung haben kann, als mit anderen Eingriffen, die er wesentlich häufiger durchführt. Ferner bedeutet dies, dass die Eingriffe häufig mit weniger Operationsassistenten und Mitarbeitern der OP-Pflege, die fachfremd sind, durchgeführt werden mussten.

Ein typisches Beispiel ist die Implantation einer Endoprothese bei einer medialen Schenkelhalsfraktur. In der Regel ist hierfür ein Operationsteam aus einem Operateur und zwei Assistenten notwendig. Bei fehlender Kontraindikation wird eine solche Fraktur im Bereitschaftsdienst von einem Operateur und einem Assistenten operiert. Das bedeutet, dass bereits mit schlechteren Voraussetzungen in die Operation gestartet wird. Hieraus können Einschränkungen, wie eine schlechtere Sicht in den Operationssitus, längere Operationszeiten und ein größeres Weichteiltrauma resultieren.

Trotz dieser theoretischen Einflussfaktoren konnte diese Studie jedoch zeigen, dass kein Zusammenhang zwischen dem Operationsteam und dem Auftreten von ungeplanten Folgeoperationen bestand. In diesem Zusammenhang wird die Beteiligung von Assistenten in der Facharztweiterbildung als Operateur oder Assistent häufig diskutiert. Hierzu sind einige Untersuchungen publiziert.

Lederer et al. [36], sowie Robinson [53] kamen zu dem Ergebnis, dass es bei Operationen durch Assistenzärzte nicht zum vermehrten Auftreten von Komplikationen kam. Zum gleichen Ergebnis kamen Schliemann et al. [58] bei der Implantation von Duokopfprothesen. Muhm et al. [44] konnten kein vermehrtes Auftreten von postoperativen Komplikationen nach Operationen durch unerfahrene Ärzte nachweisen.

Rao et al. [51] fanden bei über 1500 Schulterprothesen keinen Zusammenhang zwischen postoperativer Morbidität und Mortalität und der Beteiligung von Assistenzärzten an der Operation. In der Untersuchung von Raval et al. [52] zeigte sich eine geringfügige Erhöhung der postoperativen Morbidität bei sieben häufigen allgemeinchirurgischen Eingriffen, wenn Assistenzärzte an der Operation beteiligt waren. Alle Autoren betonen die hohe Sicherheit der Operationen trotz der Beteiligung von Assistenzärzten. Dies konnte auch mit den eigenen Daten bestätigt werden.

Ausstattung des Operationssaales

In großen Operationsabteilungen ist es häufig üblich, die Operationssäle den Fachabteilungen zuzuteilen. Außerdem sind die Mitarbeiter der OP-Pflege mehr oder weniger auf Eingriffe bestimmter Fachabteilungen spezialisiert. Da immer Verschiebungen im Operationsprogramm auftreten, ist die Verlegung von Eingriffen in andere Operationssäle oft nötig. Hieraus können sich ungünstige Umstände für die Operation ergeben. Beispielsweise kann die Raumgröße ungeeignet sein, um einen Bildverstärker optimal zu positionieren oder die Beschaffung von Instrumenten und Implantaten

erfordert längere Wege. Ungeschultes Operationspersonal kennt die zu beschaffenden Implantate nicht optimal usw. In dieser Studie wurden 82 Prozent aller Kontrolleingriffe und 83 Prozent aller Indexeingriffe in Operationssälen ausgeführt, die der Fachabteilung zugeordnet waren. Ein gehäuftes Auftreten von ungeplanten Folgeeingriffen konnte für den Fall, dass die Indexoperation in einem fachfremden Saal durchgeführt wurde, nicht nachgewiesen werden. Untersuchungen zu dieser Problematik fanden sich in der Literatur nicht.

6.2.7. Arten der Komplikationen die zu Folgeoperationen führten

Die drei häufigsten Komplikationen, die eine Folgeoperation nach sich zogen, waren die Wundinfektion (24% aller Folgeoperationen), mechanische Komplikationen nach Osteosynthese (22%) und die nicht septische Wundheilungsstörung (19%).

Auf die mechanischen Komplikationen nach Osteosynthesen ist bereits eingegangen worden. Neben der mit dem hohen Patientenalter einhergehende Osteoporose und den damit verbundenen Problemen mit der Implantatverankerung spielen auch die korrekte Reposition der Fraktur und die Auswahl des Implantates eine Rolle. Verbesserungen sind durch Weiterentwicklung der Implantate zu erwarten.

Aber auch die kritische Eigenreflexion der durch den Operateur zu beeinflussenden Faktoren ist essentiell. Adams et al. [1] betonen, dass die Kenntnis der Reoperationsrate eines Chirurgen im Vergleich zu einer Benchmark der Anstoß zur Verbesserung der Behandlungsergebnisse sein kann. In einer Studie von Palm et al. [48] konnte beispielsweise durch Auswertung der Reoperationen bei hüftgelenksnahen Femurfrakturen ein Behandlungsalgorithmus entwickelt werden, durch den die Rate unerwarteter Folgeoperationen von 18 auf 12 Prozent gesenkt werden konnte.

In der Studie von Adams et al. [1] erfolgten 29 Prozent aller ungeplanten Folgeoperationen wegen Wundinfektionen oder nicht septischer Wundheilungsstörungen und 36 Prozent wegen mechanischer Komplikationen. Die Autoren identifizierten weiterhin Frakturheilungsstörungen, Voranschreiten der Grunderkrankung, erneutes Trauma und Weichteilprobleme wie Bewegungseinschränkungen bei Arthrofibrosen als Komplikationen, die eine ungeplante Folgeoperation notwendig machten. Wie auch im eigenen Krankengut waren letztere aber gegenüber den Wundproblemen und mechanischen Komplikationen deutlich seltener. Diese und andere Autoren konnten zeigen, dass die Wundprobleme in der Regel innerhalb der ersten 30 Tage nach dem Indexeingriff auftreten, wohingegen die meisten anderen Komplikationen erst später zur Revision führen [1, 7].

Zur Vermeidung von Wundinfektionen sind zahlreiche Maßnahmen in der klinischen Routine etabliert. Willy et al. [63] haben anhand einer systematischen Literaturrecherche die 30 häufigsten Ursachen, die zu einer Erhöhung der Wundinfektionsrate in Orthopädie und Unfallchirurgie beitragen,

herausgearbeitet. Angesichts dieser vielfältigen Ursachen werden Wundinfektionen vermutlich nie vollständig zu vermeiden sein. Dennoch muss sich jeder Operateur und jeder sonst an einer Operation mittelbar oder unmittelbar Beteiligte immer wieder über die Bedeutung der Maßnahmen zur Infektionsvermeidung im Klaren sein. Die Guidelines der WHO geben hierzu eine wichtige Hilfestellung [64].

6.2.8. Endergebnis der Behandlung und Ressourcenverbrauch

Von allen Patienten, die eine Folgeoperation benötigten, konnten 77 Prozent als geheilt entlassen werden, 20 Prozent haben Beeinträchtigungen zurückbehalten und 3 Prozent sind verstorben. Dies bedeutet, dass bezogen auf alle Ersteingriffe 1,8 Prozent der Patienten ein unerwünschtes Ergebnis aufwiesen. Auch wenn diese Zahl nicht hoch ist, führen die Einzelschicksale für die Betroffenen und deren Familien zu unumkehrbaren Lebenssituationen, sodass es das Ziel sein muss, möglichst jede ungeplante Folgeoperation zu vermeiden.

Zahlreiche andere Studien konnten nachweisen, dass die Mortalität und postoperative Morbidität bei Komplikationen oder ungeplanten Folgeoperationen signifikant zunimmt [3, 7, 13, 20, 35]. In der Studie von Kroon et al. [35] wurde eine Erhöhung der Mortalität von vier auf 10 Prozent beobachtet, wenn Komplikationen aufgetreten waren. Dindo et al. [13] fanden den gleichen Effekt mit einer Erhöhung von einem auf 16 Prozent. Beide Studien haben allgemein chirurgische Operationen oder gemischte Patientenkollektive analysiert. Da Komplikationen nicht identisch mit Folgeoperationen sind, kann hieraus jedoch nicht verallgemeinert werden.

Birkmeyer et al. [7] fanden in einem allgemein chirurgischen Patientenkollektiv eine Erhöhung der Mortalität von zwei auf 16 Prozent, Guevara et al. [20] von vier auf 34 Prozent, wenn unerwartete Folgeoperationen eingetreten waren. Für Wundinfektionen nach Operationen wird ein verdoppeltes Risiko angegeben zu versterben [50]. Da Wundinfektionen nahezu immer eine Folgeoperation nach sich ziehen, wird die Bedeutung von Reoperationen für einen möglichen negativen Ausgang einer Operation eindrücklich unterstrichen.

Neben den Folgen für die Patienten wirken sich die ungeplanten Revisionseingriffe negativ auf das Gesundheitssystem aus. Sie führen zu längeren Verweildauern und verursachen höhere Kosten. In unserer Studie hatten Indexpatienten eine im Schnitt 5,4 Tage längere Verweildauer als Patienten der Kontrollgruppe. Erklärbar ist dies damit, dass bei den Indexpatienten mindestens eine zusätzliche Operation durchgeführt werden musste, die die Entlassung verzögerte. Bei Wundinfektionen oder Wundheilungsstörungen mussten oftmals zusätzlich zu Revisionen Antibiotika intravenös über mehrere Tage verabreicht werden. Zahlreiche weitere Gründe, die eine Verlängerung der Verweildauer verursachen, ließen sich anführen. In diesen Zeiten verbrauchen die Patienten

zusätzliche Ressourcen durch benötigte Medikamente, physiotherapeutische Behandlungen, zusätzliche Diagnostik, die durch den Case-Mix vermutlich nicht gedeckt werden.

Muhm et al [44] . konnten in ihrer Studie einen Einfluss des Auftretens von Komplikationen auf die Liegedauer nachweisen. Demzufolge kam es bei Auftreten nichtchirurgischer Komplikationen während des stationären Aufenthaltes zu einer signifikant längeren Liegedauer von 2,4 Tagen. Bei chirurgischen Komplikationen kam es sogar zu einer Verlängerung der Liegedauer von durchschnittlich 11,2 Tagen. In der vorliegenden Studie konnte ebenfalls ein signifikanter Einfluss der Revisionseingriffe auf die Liegedauer nachgewiesen werden. Im Durchschnitt kam es zu einer zwei Tage längeren Liegedauer.

In der Untersuchung von Guevara et al. [20] konnte ein signifikant längerer Krankenhausaufenthalt nach ungeplanten Revisionen nachgewiesen werden. Bei Patienten mit ungeplantem Folgeeingriff nach allgemeinchirurgischen Operationen verlängerte sich der Krankenhausaufenthalt von 3 auf 19 Tage.

Mit dieser Studie konnte gezeigt werden, dass durch die ungeplanten Revisionseingriffe ein höherer DRG-Erlös erwirtschaftet wurde. Dieser betrug durchschnittlich ca. 1500 Euro pro Fall. Die Behandlung verursacht jedoch deutlich höhere Ausgaben. Diese werden im Einzelfall durch den höheren Erlös nicht ausgeglichen. Ob diese durch die Erlöse aus dem Case Mix, der ein wesentliches Element der DRG-Finanzierung der Krankenhausbehandlungen in Deutschland ist, ausgeglichen werden, wurde in dieser Studie nicht untersucht.

Kamath et al. [31] , die in Ihrer Studie ungeplante Hüftendoprothetik mit elektiver Hüftendoprothetik verglichen, fanden heraus, dass ungeplante Eingriffe 20 Prozent höhere Krankenhauskosten im Gegensatz zu elektiven Eingriffen verursachten. Als Gründe hierfür fanden sie dreimal häufigere postoperative Aufenthalte auf der ITS, zweimal häufigere Notwendigkeit von Bluttransfusionen und eine höhere erwartete Mortalität bei ungeplanten Eingriffen. Bezüglich der Krankenhausverweildauer fanden sie heraus, dass Patienten nach elektiver Hüftendoprothetik eine mittlere Verweildauer von 3 Tagen hatten. Hingegen blieben Patienten nach ungeplanten hüftendoprothetischen Eingriffen im Durchschnitt 5 Tage in stationärer Behandlung [31] . In dieser Studie handelte es sich bei den ungeplanten Operationen allerdings nicht um Folgeoperationen entsprechend der Definition dieser Studie, sondern um Indexoperationen die aus einer Notfallindikation heraus durchgeführt werden mussten.

Pochhammer et al. [46] konnten zeigen, dass durch postoperative Wundinfektionen die durchschnittliche Krankenhausverweildauer um 6,5 Tage steigt. Zusätzlich verursachten diese durchschnittlich 3000 € Kosten. Auf das Jahr hochgerechnet bedeutet das, fast 300 Millionen Euro Mehrbelastung für die Versicherungssysteme und 614000 zusätzliche Krankenhausbehandlungstage.

6.3 Stärken und Einschränkungen

Bei der Studienplanung wurde im Rahmen der Literaturrecherche schnell klar, dass nur wenige Studien existieren, die unerwartete Folgeoperationen untersucht haben. Vielmehr ist es üblich, anhand eines Operationsverfahrens die eingetretenen Komplikationen zu erfassen und mögliche Einflussfaktoren zu analysieren. Angesichts dessen sind einige Einschränkungen der vorliegenden Untersuchung zu diskutieren.

Datenquellen

In der Untersuchung sind Routinedaten des Klinikinformationssystems analysiert worden. Auf die Vorteile dieses Vorgehens ist oben bereits eingegangen worden. Es ist allgemein akzeptiert, dass die Routinedaten eine Datenquelle mit hoher Qualität sind [21]. Dennoch war es in dieser Untersuchung nicht möglich, alle Patienten exakt der Indexgruppe zuzuordnen. Hierzu war die Auswertung der Krankenakte nötig. Der Vorteil dieses Vorgehens liegt in der Reduktion von Fehlern. Dennoch war es auch mit diesem Vorgehen nicht möglich, alle Fälle eindeutig zuzuordnen.

Ausgeschlossen werden mussten letztendlich 12 Fälle mit sehr umfangreicher Krankengeschichte. Bei diesen 12 Fällen lag die Erstoperation oft in weiter Vergangenheit, teilweise mehrere Jahre. Bei diesen Fällen konnte nicht geklärt werden, ob der Ersteingriff als Indexeingriff identifiziert werden oder ob bereits der Revisionseingriff als Indexeingriff benannt werden musste, da dieser wiederum zu Revisionen führte. Ein Fall soll hier exemplarisch dargestellt werden.

Es gab einen Patienten, dem 1996 eine Hüft-TEP bei Koxarthrose implantiert wurde. 2010 musste diese Prothese aufgrund eines chronischen Infektes auf eine zementierte Duokopfprothese gewechselt werden. Später im Jahr 2010 war ein erneuter Prothesenwechsel notwendig. Der Grund hierfür ist nicht genau bekannt, am ehesten war eine septische Lockerung die Ursache. 2011 musste bei periprothetischer Fraktur zusätzlich eine osteosynthetische Versorgung erfolgen. Im November 2013 war ein Ausbau der Osteosynthese und der TEP sowie die Implantation eines Zementspacers bei Infekt notwendig. Im Dezember gleichen Jahres verstarb der Patient aufgrund eines Multiorganversagens (MOV). In dem vorliegenden Fall wäre nur der Platten- und TEP-Ausbau in den Beobachtungszeitraum gefallen. Es ist allerdings schwer bei diesem Fall zu sagen, welche Operation letztendlich als Indexeingriff gewertet werden müsste. Bei dem Großteil der Operationen war die Ursache eine Infektion. Somit war es schwer zu sagen, ob der Infekt bereits Folge der initialen Hüft-TEP-Implantation war oder erst die Wechseloperation auf die zementierte Duokopfprothese zur Infektion führte. Aus diesem Grund wurde dieser Fall ausgeschlossen.

Zum Teil musste die Datenaufbereitung von Hand erfolgen. Dies war zum Beispiel notwendig, um die ungeplanten Revisionseingriffe aus der Gesamtheit aller Operationen von 2012 und 2013

herauszufiltern. Um Fehler zu vermeiden wurde arbeitstäglich anhand des OP-Programmes des Vortages festgelegt, welche Operationen Folgeoperationen waren. Zusätzlich wurden anhand der Routinedaten des Klinikinformationssystems alle Patienten, die sich mindestens zwei Eingriffen im angegebenen Zeitraum unterziehen mussten und nicht als Indexpatienten identifiziert wurden, darauf geprüft, ob es sich bei den Zweiteingriffen um ungeplante Revisionen handelte.

Studienort, Case Mix und Beobachtungszeit

Eine weitere Einschränkung der Aussagekraft der Studie ergibt sich daraus, dass nur die Fälle erfasst wurden, bei denen die Revision in der untersuchten Einrichtung stattfand. Einige Patienten könnten sich in anderen Krankenhäusern einer ungeplanten Folgeoperation unterzogen haben. Diese Revisionseingriffe konnten nicht erfasst werden, sodass die Anzahl der Revisionen möglicherweise höher ist, als in der Studie ermittelt [38]. Adams et al. [1] haben aus einer Zufallsstichprobe aller Patienten, die keine Folgeoperation hatten, festgestellt, dass 70 Prozent dieser Patienten innerhalb eines Jahres eine Kontrolluntersuchung beim operierenden Chirurgen hatten. Das bedeutet, dass eventuelle Folgeoperationen der anderen 30 Prozent nicht erfasst wurden. Daraus lässt sich abschätzen, dass die Zahl der nicht erfassten Folgeoperationen vermutlich sehr klein ist. Darüber hinaus ist es möglich, dass über das erste Jahr nach Indexoperation hinaus ungeplante Folgeoperationen durchgeführt werden [28, 34]. Allerdings haben die verschiedenen oben zitierten Arbeiten gezeigt, dass der weit überwiegende Teil dieser Operationen innerhalb eines Jahres erfolgt, sodass der in dieser Studie festgelegte Zeitraum als optimal für die Nachbeobachtung angesehen werden kann. Auf keinen Fall ausreichend ist die Beobachtung bis zum Ende des Krankenhausaufenthaltes oder über die ersten 30 Tage nach Entlassung.

Die in dieser Studie untersuchte Kohorte stellt eine Momentaufnahme dar. Es wurden Patienten eines Krankenhauses, die innerhalb von zwei Jahren einen muskuloskelettalen Eingriff hatten, analysiert. Handchirurgische Patienten wurden wegen der kurzen Operationszeiten, der häufig ambulant durchgeführten Operation und der seltenen Operation in Narkose ausgeschlossen. Auch bei diesen Eingriffen sind Folgeeingriffe möglich. Weiterhin hat sich das Spektrum der Operation in der untersuchten Einrichtung verändert. So haben die wirbelsäulenchirurgischen und endoprothetischen Eingriffe sowie Operationen an Schulter- und Ellenbogengelenk deutlich zugenommen. Die Gesamtoperationszahl liegt jetzt bei über 3000 pro Jahr. Es ist daher naheliegend, dass die Ergebnisse einer Einrichtung erheblich durch den vorgegebenen Case Mix beeinflusst werden [7]. Insofern kann keine Verallgemeinerung der Ergebnisse erfolgen. Sie bieten jedoch eine Orientierung für vergleichbar große Kliniken und geben möglicherweise die Intention eigene Studien dieser Art durchzuführen.

Studiendesign und Störgrößen

Die Studie ist eine prospektive nichtexperimentelle Beobachtungsstudie. Damit ist eine hohe Datenqualität gegeben. Die Zuordnung der Operationen erfolgte prospektiv und arbeitstäglich. Ebenso wurden alle Routinedaten während des Krankenhausaufenthaltes erhoben. Dennoch musste festgestellt werden, dass die Daten aus dem Klinikinformationssystem Fehler aufwiesen, sodass eine Nacharbeit zur Entfernung doppelt angelegter Datensätze, nicht stornierte ausgefallener Operationen usw. durchgeführt werden musste. Das Verbleiben einzelner fehlerhafter Datensätze ist jedoch bei der Datenmenge nicht vollständig auszuschließen gewesen.

Die in dieser Studie verarbeitete große Anzahl von Variablen lässt naturgemäß eine große Anzahl von Störgrößen (Confounder) erwarten. Diese müssen bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Klassische Verfahren zur Berücksichtigung von Confoundern bei der Planung der Studie sind die Stratifizierung, das „matched“ Design sowie das sogenannte Propensity-Score-Matching [18]. Diese Verfahren konnten nicht für alle theoretisch denkbaren Störgrößen angewendet werden. Durch Gruppierung der Operationen und der Ursachen für Folgeoperationen sowie durch das Propensity-Score-Matching für den zweiten Teil der Studie wurden diese jedoch berücksichtigt. Allerdings ist auch aus anderen Studien bekannt, dass sich die Reoperationsraten auch innerhalb einer Operationsgruppe zum Beispiel bei den Osteosynthesen unterscheiden, sodass die ermittelten Werte nur Anhaltspunkte sein können [1].

7 Schlussfolgerung

Operationen sind in Orthopädie und Unfallchirurgie eine wesentliche Therapiesäule und werden dementsprechend auch sehr häufig durchgeführt. Komplikationen lassen sich im klinischen Alltag nicht vollständig vermeiden. Es sollte jedoch angestrebt werden, diese auf ein Minimum zu reduzieren. Aus der vorliegenden Arbeit lassen sich relevante Schlüsse für die Praxis ziehen.

Annähernd 8 Prozent aller Erstoperationen führten im Laufe eines Jahres zu einer ungeplanten Folgeoperation. Fast zwei Prozent aller Erstoperationen und 23 Prozent aller Erstoperationen mit mindestens einer Folgeoperation führen zu einem unerwünschten Ausgang der geplanten Therapie. Wesentliche Einflussfaktoren sind die Patienteneigenschaften Alter, Geschlecht und Begleiterkrankungen, die Dauer und Art der Indexoperation und der Zeitpunkt der Operation.

Die Patienteneigenschaften sind in den meisten Fällen hinzunehmen. Es ist aber besonders wichtig, bereits bei Aufnahme die möglichen Risikofaktoren zu erkennen und zu minimieren. Entsprechende Medikamente sollten vor elektiven Eingriffen ausreichend lange pausiert, offene Hautstellen oder Ulcera in der Nähe des Operationsgebietes saniert und Durchblutungsstörungen sollten vor Operationen an den Extremitäten behandelt werden. Gegebenenfalls ist eine engmaschige Überwachung auf einer IMC-Station oder ITS zu erwägen. Bei Notfalleingriffen oder dringlichen Eingriffen kann oftmals keine Rücksicht auf Komorbiditäten und Medikamenteneinnahmen genommen werden. In diesen Fällen spielen insbesondere die perioperative Sorgfalt, z.B. eine suffiziente Blutstillung, der angemessene Umgang mit den Weichteilen sowie die postoperative Betreuung eine entscheidende Rolle.

Jeder Operateur muss sich darüber im Klaren sein, welche Operationen besonders häufig zu ungeplanten Folgeoperationen führen. Insbesondere bei Osteosynthesen und Eingriffen aus der Endoprothetik muss besonders sorgfältig vorgegangen werden, um Wundinfektionen und mechanische Komplikationen zu vermeiden. Die Kenntnis der Maßnahmen zur Vermeidung von Wundinfektionen ist essentiell und sollte regelmäßig geschult werden.

Es wurde gezeigt, dass ungeplante Revisionen gehäuft nach Ersteingriffen im Bereitschaftsdienst auftreten. Die Indikation zur Versorgung einer Verletzung im Bereitschaftsdienst sollte demzufolge streng geprüft und gestellt werden. Noteingriffe müssen umgehend und unabhängig von der Tageszeit versorgt werden. Alle dringlichen Eingriffe sollten nach Möglichkeit auf die Regelarbeitszeit verschoben werden, um die Versorgung durch ein gut ausgeruhtes Team in voller Besetzung zu gewährleisten. Es empfiehlt sich, ausschließlich Operationen im Bereitschaftsdienst durchzuführen,

mit deren Verfahren der Operateur gut vertraut ist. Eingriffe, die der Operateur zuvor noch nicht oder nur in geringer Anzahl selbst durchgeführt hat, sollten auf die Regelzeit verschoben werden, sodass ein erfahrener Operateur anwesend sein kann. Dies lässt sich in der Praxis bei der Heterogenität unfallchirurgischer Eingriffe im Vergleich zur Hüft- und Knieendoprothetik nicht immer realisieren. Dennoch sollten Risiko und Nutzen von Operationen im Bereitschaftsdienst von den Operateuren, den Vorgesetzten aber auch von den Krankenhausverwaltungen immer abgewogen werden. Die Literatur zeigt auch, dass das Verschieben von elektiven Eingriffen in den Bereitschaftsdienst zu signifikant höheren Komplikationsraten und mehr ungeplanten Folgeoperationen führen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen ferner, dass es aus zweierlei Gründen sinnvoll ist, ungeplante Folgeoperationen aufzudecken und zu analysieren. Zum einen kann durch Ursachenanalyse und Entwicklung verschiedener Maßnahmen die Qualität von Operationen der jeweiligen Einrichtung verbessert werden. Andererseits kann ihre Häufigkeit als Qualitätsindikator zum Vergleich von Krankenhäusern untereinander dienen. Allerdings existieren bisher keine allgemein anerkannten Zahlen, die als Benchmark dienen können. Außerdem sind nicht alle ungeplanten Folgeoperationen wirklich vermeidbar. Die Bestimmung vermeidbarer ungeplanter Folgeoperationen ist sehr schwierig. Gerade die Kenntnis dieser Größe wäre aber von besonderem Interesse.

Neben der Auswertung von Routinedaten erscheint eine Kombination mit einer Auswertung von Krankenakten sinnvoll, um Fragestellungen, wie die der vorliegenden Untersuchung, umfassend bearbeiten zu können.

8 Literaturverzeichnis

1. Adams OE, Cruz SA, Balach T, Dirschl DR, Shi LL, Lee MJ (2019) Do 30-Day Reoperation Rates Adequately Measure Quality in Orthopedic Surgery? *Jt Comm J Qual Patient Saf* 000(1):1–9.
2. Barksfield RC, Coomber R, Woolf K, Prinja A, Wordsworth D, Lopez D, Burt S (2015) The epidemiology of reoperations for orthopaedic trauma. *Ann R Coll Surg Engl* 97(1):40–45.
3. Baum P, Diers J, Lichthardt S, Kastner C, Schlegel N, Germer C-T, Wiegering A (2019) Mortality and complications following visceral surgery—a nationwide analysis based on the diagnostic categories used in German hospital invoicing data. *Dtsch Arztebl Int* 116(44):739–746.
4. Beeres M (2015) Stand und Entwicklung des künstlichen Gelenkersatzes in Deutschland. Stand 25. März 2015. BVMed - Bundesverband Medizintechnologie e.V. <http://www.bvmed.de/bewegungsapparat>. Zugegriffen: 10. April 2015
5. Beeres M (2019) Stand und Entwicklung des künstlichen Gelenkersatzes in Deutschland. Stand: August 2019. BVMed - Bundesverband Medizintechnologie e.V. <http://www.bvmed.de/bewegungsapparat>. Zugegriffen: 01. April 2020
6. Biallas J (2013) Zahl der Operationen in deutschen Krankenhäusern deutlich gestiegen. Deutscher Bundestag, Parlamentsnachrichten. https://www.bundestag.de/presse/hib/2013_08/01/257206. Zugegriffen: 03. Februar 2017
7. Birkmeyer JD, Hamby LS, Birkmeyer CM, Decker MV, Karon NM, Dow RW (2001) Is Unplanned Return to the Operating Room a Useful Quality Indicator in General Surgery? *Arch Surg* 136:405–410
8. Broich K, Borowski S, Kuhn H, Fingberg J (2017) DIMDI - OPS Operationen- und Prozedurenschlüssel. DIMDI: Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information. <https://www.dimdi.de/static/de/klassi/ops/index.htm>. Zugegriffen: 26. Januar 2017

9. Charest-Morin R, Flexman AM, Bond M, Ailon T, Dea N, Dvorak M, Kwon B, Paquette S, Fisher CG, Street J (2019) 'After-hours' non-elective spine surgery is associated with increased perioperative adverse events in a quaternary center. *Eur Spine J* 28(4):817–828.
10. 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(5):373–383.
11. Dercks N von, Melz R, Hepp P, Theopold J, Marquass B, Josten C (2017) Saisonale Verteilung klinischer Kennzahlen (DOC-Study). *Unfallchirurg* 120(2):147–152.
12. Dierks MM, Huang ZS, Siracuse JJ, Tolchin S, Moorman DW (2010) Diagnostic, surgical judgment, and systems issues leading to reoperation: mining administrative databases. *Am J Surg* 199(3):324-329.
13. Dindo D, Demartines N, Clavien P-A (2004) Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg* 240(2):205–213.
14. Durchholz H, Flury M, Schwyzer H-K, Audigé L (2015) Standardisierung von chirurgischen Komplikationen nach arthroskopischer Rotatorenmanschettenrekonstruktion. *Obere Extremität* 10(4):258–263.
15. Elixhauser A, Steiner C, Harris DR, Coffey RM (1998) Comorbidity measures for use with administrative data. *Med Care* 36(1):8–27.
16. Farmer KW, Hammond JW, Queale WS, Keyurapan E, McFarland EG (2007) Shoulder arthroplasty versus hip and knee arthroplasties: a comparison of outcomes. *Clin Orthop Relat Res* 455:183–189.
17. Ghani R, Usman M, Salar O, Khan AM, Karim J, Davis ET, Quraishi S, Ahmed M (2019) Unplanned Clinic Attendance, Readmission, and Reoperation in the First 12 Months Postoperatively Following Hip Hemiarthroplasty for Acute Hip Fractures: Who Is At Risk? *Cureus* 11(11):e6128.
18. Gianicolo EAL, Eichler M, Muensterer O, Strauch K, Blettner M (2020) Methods for evaluating causality in observational studies. *Dtsch Arztebl Int* 117(14):101–107.

19. Goldhahn S, Sawaguchi T, Audige L, Mundi R, Hanson B, Bhandari M, Goldhahn J (2009) Complication reporting in orthopaedic trials. A systematic review of randomized controlled trials. *J Bone Joint Surg Am* 91(8):1847–1853.

20. Guevara OA, Rubio-Romero JA, Ruiz-Parra AI (2013) Unplanned reoperations: is emergency surgery a risk factor? A cohort study. *J Surg Res* 182(1):11–16.

21. Hagn S (2014) Vergleich verschiedener Komorbiditäts-Scores in Routinedaten der stationären Versorgung. Dissertation, Medizinische Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

22. Harris JD, McCormick FM, Abrams GD, Gupta AK, Ellis TJ, Bach BR, JR, Bush-Joseph CA, Nho SJ (2013) Complications and reoperations during and after hip arthroscopy. A systematic review of 92 studies and more than 6,000 patients. *Arthroscopy* 29(3):589–595.

23. Hill JR, McKnight B, Pannell WC, Heckmann N, Sivasundaram L, Mostofi A, Omid R, Rick Hatch GF3 (2017) Risk Factors for 30-Day Readmission Following Shoulder Arthroscopy. *Arthroscopy* 33(1):55–61.

24. Irlbeck T, Zwißler B, Bauer A (2017) ASA-Klassifikation: Wandel im Laufe der Zeit und Darstellung in der Literatur. *Anaesthesist* 66(1):5–10.

25. Jameson SS, Downen D, James P, Serrano-Pedraza I, Reed MR, Deehan DJ (2011) The burden of arthroscopy of the knee. a contemporary analysis of data from the english nhs. *J Bone Joint Surg Am* 93(10):1327 - 1333

26. Jansen E, Peltola M, Eskelinen A, Lehto MUK (2013) Comorbid diseases as predictors of survival of primary total hip and knee replacements: a nationwide register-based study of 96 754 operations on patients with primary osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 72(12):1975–1982.

27. Jeschke E, Günster C, Klauber J (2015) Qualitätssicherung mit Routinedaten (QSR): Follow-up in der Qualitätsmessung - Eine Analyse fallübergreifender Behandlungsverläufe. *Z Evid Fortbild Qual Gesundhwes* 109(9-10):673–681.

28. Jeschke E, Citak M, Günster C, Matthias Halder A, Heller K-D, Malzahn J, Niethard FU, Schröder P, Zacher J, Gehrke T (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(11):2669–2674.
29. Jeschke E, Citak M, Günster C, Halder AM, Heller K-D, Malzahn J, Niethard FU, Schröder P, Zacher J, Gehrke T (2018) Obesity Increases the Risk of Postoperative Complications and Revision Rates Following Primary Total Hip Arthroplasty: An Analysis of 131,576 Total Hip Arthroplasty Cases. *J Arthroplasty* 33(7):1-6.
30. Jeschke E, Gehrke T, Günster C, Heller K-D, Leicht H, Malzahn J, Niethard FU, Schröder P, Zacher J, Halder AM (2019) Low Hospital Volume Increases Revision Rate and Mortality Following Revision Total Hip Arthroplasty: An Analysis of 17,773 Cases. *J Arthroplasty* 34(9):2045–2050.
31. Kamath AF, Austin DC, Derman PB, Israelite CL (2013) Unplanned hip arthroplasty imposes clinical and cost burdens on treating institutions. *Clin Orthop Relat Res* 471(12):4012–4019.
32. Kelz RR, Freeman KM, Hosokawa PW, Asch DA, Spitz FR, Moskowitz M, Henderson WG, Mitchell ME, Itani KMF (2008) Time of day is associated with postoperative morbidity: an analysis of the national surgical quality improvement program data. *Ann Surg* 247(3):544–552.
33. Kelz RR, Tran TT, Hosokawa P, Henderson W, Paulson EC, Spitz F, Hamilton BH, Hall BL (2009) Time-of-day effects on surgical outcomes in the private sector: a retrospective cohort study. *J Am Coll Surg* 209(4):434-445.
34. Kristensen PK, Röck ND, Christensen HC, Pedersen AB (2020) The Danish Multidisciplinary Hip Fracture Registry 13-Year Results from a Population-Based Cohort of Hip Fracture Patients. *Clin Epidemiol* 12:9–21.
35. Kroon HM, Breslau PJ, Lardenoye JWHP (2007) Can the Incidence of unplanned Reoperations be used as an Indicator of Quality of Care in Surgery? *American journal of medical quality* 22(3):198–202
36. Lederer M, Müller RT (2001) Einfluss der Weiterbildung auf Komplikationsdichte und Kosten einer Hüftendoprothese. *Unfallchirurg* 104(7):577–582

37. Lungen M (2010) Vergütung medizinischer Leistungen und ihre Anreizwirkungen auf Qualität und Zugang. In: Lauterbach KW, Lungen M, Schrappe M (Hrsg) Gesundheitsökonomie, Management und Evidence-based Medicine. Handbuch für Praxis, Politik und Studium. 3. Aufl. Schattauer GmbH Verlag für Medizin und Naturwissenschaften, Stuttgart, S 135–153
38. Mahoney A, Bosco JA3, Zuckerman JD (2014) Readmission after shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 23(3):377–381.
39. Mantilla CB, Horlocker TT, Schroeder DR, Berry DJ, Brown DL (2003) Risk factors for clinically relevant pulmonary embolism and deep venous thrombosis in patients undergoing primary hip or knee arthroplasty. *Anesthesiology* 99(3):552-60.
40. Martin CT, Gao Y, Pugely AJ, Wolf BR (2013) 30-day morbidity and mortality after elective shoulder arthroscopy: a review of 9410 cases. *J Shoulder Elbow Surg* 22(12):1667-1675.
41. Martin CT, Pugely AJ, Gao Y, Wolf BR (2013) Risk factors for thirty-day morbidity and mortality following knee arthroscopy: a review of 12,271 patients from the national surgical quality improvement program database. *J Bone Joint Surg Am* 95(14):1-10.
42. Martin RCG, Brennan MF, Jaques DP (2002) Quality of complication reporting in the surgical literature. *Ann Surg* 235(6):803–813
43. Merkow RP, Bilimoria KY, Cohen ME, Richards K, Ko CY, Hall BL (2009) Variability in reoperation rates at 182 hospitals: a potential target for quality improvement. *J Am Coll Surg* 209(5):557–564.
44. Muhm M, Hillenbrand H, Danko T, Weiss C, Ruffing T, Winkler H (2015) Frühkomplikationsrate bei hüftgelenknahen Frakturen. Abhängigkeit von der Versorgung im Bereitschaftsdienst und von Nebenerkrankungen. *Unfallchirurg* 118(4):336–346.
45. Müller F, Galler M, Kottmann T, Zellner M, Bäuml C, Füchtmeier B (2018) Analyse von 2000 operativ versorgten proximalen Femurfrakturen: Multiple Variablen beeinflussen die Mortalität. *Unfallchirurg* 121(7):550–559.

46. Nesslage R, Radtke K, Hohloch L, Flörkemeier T, Windhagen H, Lewinski Gv (2017) Einfluss von Komorbiditäten auf die Revisionsrate im 1. Jahr postoperativ nach Primärimplantation einer Hüfttotalendoprothese. *Z Orthop Unfall* 155(2):194–200.
47. Ozrazgat-Baslanti T, Blanc P, Thottakkara P et al. (2016) Postoperative Komplikationen – Präoperative Risikostratifizierung. *Zentralbl Chir* 141(04):359.
48. Palm H, Krashennikoff M, Holck K, Lemser T, Foss NB, Jacobsen S, Kehlet H, Gebuhr P (2012) A new algorithm for hip fracture surgery. Reoperation rate reduced from 18 % to 12 % in 2,000 consecutive patients followed for 1 year. *Acta Orthop* 83(1):26–30.
49. Pape H-C, Grotz M, Schwermann T, Ruchholtz S, Lefering R, Rieger M, Troger M, Graf von der Schulenburg JM, Krettek C (2003) Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Kosten der Versorgung schwer Verletzter-eine Initiative des Traumaregisters der DGU. *Unfallchirurg* 106(4):348–357.
50. Pochhammer J, Harnoss J-C, Walger P, Heidecke C-D, Maier S, Kramer A (2016) Vermeidung postoperativer Wundinfektionen. *Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date* 10(04):241–257.
51. Rao AJ, Bohl DD, Frank RM, Cvetanovich GL, Nicholson GP, Romeo AA (2017) The "July effect" in total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 26(3):e59-e64.
52. Raval MV, Wang X, Cohen ME, Ingraham AM, Bentrem DJ, Dimick JB, Flynn T, Hall BL, Ko CY (2011) The influence of resident involvement on surgical outcomes. *J Am Coll Surg* 212(5):889–898.
53. Robinson RP (2007) The impact of resident teaching on total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 465:196–201.
54. Röhrig B, Du Prel J-B, Blettner M (2009) Study design in medical research: part 2 of a series on the evaluation of scientific publications. *Dtsch Arztebl Int* 106(11):184–189.
55. Röhrig B, Du Prel J-B, Wachtlin D, Blettner M (2009) Types of study in medical research: part 3 of a series on evaluation of scientific publications. *Dtsch Arztebl Int* 106(15):262–268. d

56. Schairer WW, Sing DC, Vail TP, Bozic KJ (2014) Causes and frequency of unplanned hospital readmission after total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 472(2):464–470.
57. Schairer WW, Vail TP, Bozic KJ (2014) What are the rates and causes of hospital readmission after total knee arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res* 472(1):181–187.
58. Schliemann B, Seybold D, Gessmann J, Fehmer T, Schildhauer TA, Muhr G (2009) Die Duokopfprothese zur Therapie der Schenkelhalsfraktur--Einfluss von OP-Dauer, Tageszeit und Erfahrung des Operateurs auf die Komplikationsrate. *Z Orthop Unfall* 147(6):689–693.
59. Thelwall S, Harrington P, Sheridan E, Lamagni T (2015) Impact of obesity on the risk of wound infection following surgery: results from a nationwide prospective multicentre cohort study in England. *Clin Microbiol Infect* 21(11):1008.e1-8.
60. Turrentine FE, Wang H, Young JS, Calland JF (2010) What is the safety of nonemergent operative procedures performed at night? A study of 10,426 operations at an academic tertiary care hospital using the American College of Surgeons national surgical quality program improvement database. *J Trauma* 69(2):313–319.
61. Wessling M, Gravius S, Gebert C, Smektala R, Günster C, Harges J, Rhomberg I, Koller D (2016) Ergebnisqualität in der Revisionsendoprothetik: Eine Analyse von Routinedaten mit dem Vergleich zur externen Qualitätssicherung. *Z Orthop Unfall* 154(1):63–71.
62. Whiting PS, White-Dzuro GA, Avilucea FR, Dodd AC, Lakomkin N, Obremesky WT, Collinge CA, Sethi MK (2016) Body mass index predicts perioperative complications following orthopaedic trauma surgery. An ACS-NSQIP analysis. *Eur J Trauma Emerg Surg* 43(2):255–264.
63. Willy C, Rieger H, Stichling M (2017) Prävention postoperativer Infektionen: Risikofaktoren und aktuelle WHO-Guidelines in der muskuloskelettalen Chirurgie. *Unfallchirurg* 120(6):472–485.
64. World Health Organization (2017) Global Guidelines for the prevention of surgical Site Infection. <https://www.who.int/gpsc/global-guidelines-web.pdf>. Zugriffen: 14. Dezember 2019

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Patientenzuordnung zur Index- und Kontrollgruppe	25
Abbildung 2: Graphische Darstellung der Odds Ratio für die untersuchten Variablen mit 95% Konfidenzintervall und Ergebnis der Teststatistik	32
Abbildung 3: Propensity-Score-Matching: Darstellung der standardisierten Differenzen vor und nach dem Matching	33

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Altersverteilung der Patienten in Index- und Kontrollgruppe	26
Tabelle 2: Häufigkeit der Operationen mit und ohne ungeplante Revision in Abhängigkeit der Komorbiditäten (ASA)	26
Tabelle 3: OP-Dauer in der Index- und Kontrollgruppe	27
Tabelle 4: Häufigkeit der durchgeführten Operationen je Eingriffskategorie in Index- und Kontrollgruppe	28
Tabelle 5: Häufigkeit der aufgetretenen Komplikationen in der Indexgruppe	28
Tabelle 6: Häufigkeit der durchgeführten Operationen in Index- und Kontrollgruppe in Abhängigkeit von der Tageszeit	29
Tabelle 7: Häufigkeit der durchgeführten Operationen in Index- und Kontrollgruppe in Abhängigkeit vom Operationsteam	30
Tabelle 8: Zusammenfassung der Ergebnisse der multivariablen Analyse der Indexgruppe	31
Tabelle 9: Propensity-Score-Matching der standardisierten Differenzen – Kategorielle Einflussvariablen	34
Tabelle 10: Propensity-Score-Matching der standardisierten Differenzen – Stetige Parameter	34
Tabelle 11: Verweildauer und DRG-Erlös in der Indexgruppe	35
Tabelle 12: Reoperationsraten in der Literatur	39

11 Thesen

1. Ungeplante Folgeeingriffe nach operativen Eingriffen stellen eine erhebliche Abweichung vom Behandlungsplan dar.
2. Trotz ihrer Bedeutung sind sie nur selten Gegenstand von Studien.
3. In einem gemischten Krankengut des Fachgebietes Orthopädie und Unfallchirurgie werden innerhalb eines Jahres nach Ersteingriff in rund acht Prozent der Fälle ungeplante Folgeeingriffe nötig.
4. Folgeoperationen sind am häufigsten zur Behandlung von Wundinfektionen, mechanischen Komplikationen nach Osteosynthesen und nicht septischen Wundheilungsstörungen nötig.
5. Das Risiko für unerwartete Folgeoperation hängt von patientenseitigen (Geschlecht und Komorbidität), operationsbedingten (Länge des Ersteingriffs, Art des Ersteingriffs) und prozessassoziierten (Zeitpunkt des Ersteingriffs) Kriterien ab.
6. Ältere Frauen mit vielen Nebenerkrankungen, die eine Osteosynthese benötigen, haben ein deutlich erhöhtes Risiko, sich einer ungeplanten Folgeoperation unterziehen zu müssen.
7. Das Risiko erhöht sich zusätzlich, wenn die Indexoperation im Bereitschaftsdienst durchgeführt wird und lange dauert.
8. Ungeplante Folgeeingriffe haben in den meisten Fällen keine wesentlichen Auswirkungen auf den langfristigen Gesundheitszustand der Patienten. In seltenen Fällen kann es jedoch zu körperlichen Beeinträchtigungen bis hin zum Tod kommen.
9. Ungeplante Folgeeingriffe führen zu längeren Krankenhausverweildauern
10. Die Krankenhäuser erzielen einen höheren Erlös, wenn ungeplante Folgeoperationen durchgeführt werden müssen. Die tatsächlichen Kosten werden hierdurch aber vermutlich nicht gedeckt.
11. Die Analyse ungeplanter Revisionseingriffe kann als Qualitätsindikator zum Vergleich von Krankenhäusern untereinander dienen.
12. Ungeplante Revisionseingriffe sollten weiter erforscht werden, um die Qualität von Operationen und Prozessen zu verbessern.
13. Eine Beobachtung der Patienten bis zur Entlassung nach der Indexoperation ist nicht ausreichend, um realistische Zahlen zu ermitteln.

14. Die alleinige Verwendung von Routinedaten ermöglicht es nicht, alle Folgeoperationen aufzudecken. Eine Einzelfallanalyse ist nötig.
15. Die verpflichtende Verwendung der existierenden OPS-Nummer für eine Reoperation wäre wünschenswert.

12 Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere eidesstattlich durch eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Titel:

„Ungeplante Folgeeingriffe in Orthopädie und Unfallchirurgie. Ursachen und Auswirkungen auf Patienten und Ressourcen“

selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde. Ich weiß, dass bei Abgabe einer falschen Versicherung die Prüfung als nicht bestanden zu gelten hat.

Brandenburg,

(Datum)

(Vollständige Unterschrift)

13 Lebenslauf

Name: Ellen Kropp
Geburtsdatum: 04.04.1991
Geburtsort: Brandenburg an der Havel
Staatsangehörigkeit: deutsch
Kontakt: e.kropp@klinikum-brandenburg.de

Beruflicher Werdegang:

- 08/2003 – 07/2005: Alexander-von-Humboldt Gymnasium Premnitz
- 08/2005 – 07/2007: J.H.A. Duncker Gymnasium Rathenow
- 08/2007 – 07/2010: Fusion mit F.L. Jahn Gymnasium
- 10/2010 – 12/2016: Studium der Humanmedizin an der Universität Rostock
- 11/2015 – 02/2016: Praktisches Jahr Chirurgie, Spitalregion Rheintal, Werdenberg, Sarganserland, Spital Walenstadt
Walenstadt, Schweiz
- 03/2016 – 06/2016: Praktisches Jahr Orthopädie, Klinikum Brandenburg, Campus für Gesundheit, Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie
- 06/2016 – 10/2016: Praktisches Jahr Innere Medizin, Klinikum Südstadt Rostock, Klinik für Innere Medizin II
- Seit April 2017: Assistenzärztin im Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie, Klinikum Brandenburg, Campus für Gesundheit

14 Publikation in Vorbereitung

Schmidt T. (Rostock), Kropp E. (Brandenburg), Westphal T. (Rostock): Unerwartete Folgeeingriffe in Orthopädie und Unfallchirurgie – Ursachen und Auswirkungen auf Patienten und Ressourcen

Als Abstract eingereicht für den DKOU, vorgetragen auf dem DKOU am 23.10.2018 in Berlin

15 Danksagungen

Ich möchte mich bei Herrn PD Dr. med. habil. P. Bergschmidt für die Erarbeitung und Vergabe des Themas der vorliegenden Arbeit bedanken.

Weiterhin bedanke ich mich insbesondere bei Herrn Dr. med. T. Westphal für seinen unermüdlichen Einsatz, die zuverlässige Begleitung mit wertvollen Anregungen, sowie für seine intensive Hilfe in allen Phasen der Erarbeitung der Dissertation. Sein fachliches Wissen, wie auch seine außerordentliche Betreuung waren von unschätzbarem Wert und haben wesentlich zum Erfolg dieser Arbeit beigetragen. In diesem Zusammenhang danke ich Herrn Dr. med. T. Westphal ebenfalls, sowie der StatConsult GmbH für die Unterstützung bei der Bearbeitung und Kontrolle des statistischen Teils dieser Arbeit.

Des Weiteren danke ich meinen Eltern für ihre umfangreiche Unterstützung zu jeder Zeit und für die Begutachtung dieser Arbeit. Außerdem danke ich meinem Freund Philip Linné für die Geduld, Motivation und stete Unterstützung.