

Aus der
Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie an der
Universität Tübingen

**Risikofaktoren für das Auftreten von Komplikationen an
einer unfallchirurgischen Schwerpunktlinik**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

**vorgelegt von
Sternkopf, Maike geb. Göldner**

2023

Dekan: Professor Dr. B. Pichler

1. Berichterstatter: Professor Dr. A. Nüssler

2. Berichterstatter: Professor Dr. med. N. Wülker

Tag der Disputation: 09.01.2023

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
Ggfs. Abkürzungsverzeichnis	6
1 Einleitung	7
1.1 Hintergrund	7
1.2 Definition und Klassifikation von Komplikationen	8
1.3 Persönliche Folgen von Komplikationen	10
1.4 Kostenfaktor und ökonomische Aspekte	12
1.5 Stand der Forschung über Risikofaktoren für Komplikationen	13
1.6 Ziele der vorliegenden Studie und deren Fragestellung	15
2 Material und Methoden	17
2.1 Material	17
2.1.1 Zustimmung der Ethikkommission	18
2.2 Methoden	18
2.2.1 Umfang der Datenerfassung	18
2.2.2 Zeitraum der Erfassung	20
2.2.3 Gruppierung der Patienten zur Auswertung und Klassifikation der Komplikation nach Schweregrad	20
2.3 Datenerfassung und Aufbereitung	22
2.3.1 Statistische Auswertung	24
3 Ergebnisse	25
3.1 Patientenkollektiv	25
3.1.1 Allgemeine Parameter	25
3.1.2 Operative Behandlung	27
3.1.3 Aufnehmende Fachabteilung	27
3.1.4 Risikofaktoren	28
3.1.5 Vorerkrankungen	30
3.2 Komplikationen	31
3.2.1 Stationäre Aufnahme und Zeitpunkt der Komplikation	32

3.2.2	Minor Komplikationen	32
3.2.3	Major Komplikationen	34
3.2.4	Schnittmenge zwischen Major- und Minor-Komplikationen	35
3.2.5	Sonstige unerwünschte Ereignisse	36
3.3	Univariate und multivariate Analysen	37
3.3.1	Univariate Analysen zur Untersuchung auf Minor- und Major-Komplikationen	37
3.3.2	Regressionsanalyse	44
3.3.3	Einfluss der Hauptrisikofaktoren aus multivariater Analyse auf einzelne Major-Komplikationen	48
4	Diskussion	53
4.1	Auswahl der Studienpopulation	54
4.2	Länge und Phasen des Follow-Ups	55
4.3	Komplikationsraten und Schweregrad	57
4.4	Risikofaktoren und deren Vergleich mit der aktuellen Literatur	58
4.4.1	Signifikante Risikofaktoren der multivariaten Analyse	58
4.4.2	Mangelernährung als Risikofaktor (NRS)	59
4.4.3	Operatives Vorgehen als Risikofaktor	61
4.4.4	Anzahl vorausgegangener Operationen	62
4.4.5	Komplikationsbedingte Aufnahme als Risikofaktor	63
4.4.6	Psychische Erkrankungen als Risikofaktor	64
4.4.7	Herzrhythmusstörungen als Risikofaktor	64
4.4.8	Diabetes mellitus als Risikofaktor	65
4.4.9	Als nicht signifikant identifizierte Risikofaktoren	67
4.5	Ausblick und Schlussfolgerungen	72
4.5.1	Schlussfolgerungen für den klinischen Alltag	72
4.5.2	Einbeziehung der identifizierten Risikofaktoren in Folgestudien	73
4.5.3	Spezifische Studien zu Gegenmaßnahmen beim Vorliegen von Risikofaktoren	74
4.5.4	Klassifikation von Komplikationen	75
4.5.5	Datenerfassung und Follow-Up für Folgestudien	76
4.5.6	Einbeziehung neuer Risikofaktoren und der Auswertung des vorliegenden Patientenkollektivs	77

5	Zusammenfassung	78
6	Literaturverzeichnis:	80
7	Erklärung zum Eigenanteil	90
8	Danksagung	91

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vollstationäre Operationen und Behandlungsmaßnahmen in Krankenhäusern in Deutschland im Zeitraum 2005 bis 2019 (in Millionen). Abbildung von Statista auf Basis von Daten des statistischen Bundesamtes, 2021 (1)	8
Abbildung 2: Entwicklung der Gesundheitsausgaben in Deutschland. Abbildung des statistischen Bundesamtes (Destatis), 2021(42)	13
Abbildung 3: Schema zur Klassifikation von Major-Komplikationen, Minor- Komplikationen und sonstigen unerwünschten Ereignissen.....	20
Abbildung 4: Vorgang der Datenerfassung und Datenverarbeitung	23
Abbildung 5: Flussdiagramm Patientenkollektiv	26
Abbildung 6: Histogramm Altersverteilung zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme	27
Abbildung 7: Verteilung des Patientenkollektivs auf die aufnehmenden Fachabteilungen	28
Abbildung 8: Anteil der Patienten mit und ohne komplikationsbedingter stationärer Aufnahme.	32
Abbildung 9: Häufigkeit der Minor-Komplikationen zu den unterschiedlichen Zeitpunkten.....	33
Abbildung 10: Häufigkeit der Major-Komplikationen zu den unterschiedlichen Zeitpunkten.....	35
Abbildung 11: Häufigkeit der Revisionsursachen nach absteigender Häufigkeit	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zuordnung zur Kategorie „Sonstiges unerwünschtes Ereignis“	22
Tabelle 2: Häufigkeit der Risikofaktoren im Patientenkollektiv	29
Tabelle 3: Risikofaktoren: Häufigkeit der Komorbiditäten.....	30
Tabelle 4: Anzahl und Prozent der Patienten mit keiner oder parallel aufgetretener Minor-Komplikation.....	33
Tabelle 5: Anzahl und Prozent der Patienten mit keiner oder parallel aufgetretener Major-Komplikation.....	35
Tabelle 6: Kreuztabelle Major/Minor-Komplikationen	36
Tabelle 7: Ergebnisse der univariaten logistischen Regression für das Auftreten einer oder mehrerer Minor- / Major-Komplikationen: Demographische und klinische Parameter	38
Tabelle 8: Ergebnisse der univariaten logistischen Regression für das Auftreten einer oder mehrerer Minor- / Major-Komplikationen: Präoperative Informationen und soziale Faktoren	40
Tabelle 9: Ergebnisse der univariaten logistischen Regression für das Auftreten einer oder mehrerer Minor- / Major-Komplikationen: Komorbiditäten.....	42
Tabelle 10: Ergebnisse der multivariaten logistischen Regression für das Auftreten einer oder mehrerer Minor-Komplikationen.....	44
Tabelle 11: Ergebnisse der multivariaten logistischen Regression für das Auftreten einer oder mehrerer Major Komplikationen.....	46
Tabelle 12: Ergebnisse der logistischen Regression und Kreuztabelle für den Zusammenhang von NRS<3/≥3 und Komplikationen.....	48
Tabelle 13: Ergebnisse der binär logistischen Regression und Kreuztabelle für den Zusammenhang von komplikationsbedingter Aufnahme und Komplikationen	49
Tabelle 14: Ergebnisse der logistischen Regression für den Zusammenhang zwischen Anzahl vorausgegangener Operationen und Art der Komplikationen	50
Tabelle 15: Ergebnisse der binär logistischen Regression und Kreuztabelle für den Zusammenhang von Herzrhythmusstörungen und Komplikationen.....	51
Tabelle 16: Ergebnisse der binär logistischen Regression und Kreuztabelle für den Zusammenhang eines Diabetes mellitus und Komplikationen	52

Tabelle 17: Ergebnisse der logistischen Regression für den Zusammenhang
zwischen BMI und Art der Komplikationen53

Ggfs. Abkürzungsverzeichnis

ASA	American Society of Anesthesiologists
BGU	Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen
BMI	Body Mass Index
CVI	chronisch venöse Insuffizienz
ICD-10	International Statistical Classification of Diseases
IMD	Index of Multiple Deprivation
IQR	Interquartilsabstand
KI	Konfidenzintervall
KIS	Krankenhausinformationssystem
MW	Mittelwert
NRS	Nutritional Risk Screening
OR	Odds Ratio
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
SD	Standardabweichung
SSI	surgical site infection
SWI	Siegfried-Weller-Institut
TKA	total knee arthroplasty

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Die Anzahl an Operationen in Deutschland nimmt stetig zu (1). So wird unter anderem davon ausgegangen, dass Erkrankungen, welche einer Behandlung in der Orthopädie und Unfallchirurgie bedürfen, bis 2030 prognostisch steigen werden und dann auf hohem Niveau verharren (2). So sind beispielsweise die Anzahl elektiver Ersteingriffe an Knie und Hüfte mit 219.000 und 149.000 pro Jahr (2014) konstant auf einem hohen Level (3).

Dieser Anstieg ist aus Patientensicht zunächst wünschenswert, da Behandlungen und Operationen die Lebensqualität in vielen Fällen verbessern können. So kann beispielsweise bei proximalen Humerusfrakturen durch ein operatives Vorgehen die Lebensqualität älterer Menschen gegenüber dem konservativen Vorgehen verbessert werden (4).

Selbst unter der konservativen Annahme, dass die Anzahl an Komplikationen je Operation nicht steigt, kommt es im Zuge der höheren Operationszahlen unweigerlich auch zu einer Zunahme sekundärer Komplikationen.

Diese Komplikationen sind aus mehreren Perspektiven nicht wünschenswert. Für den Patienten können Komplikationen die Lebensqualität gegenüber dem präoperativen Zustand verschlechtern (5). Gesellschaftlich verursachen Komplikationen längere stationäre Aufenthalte und vermehrte Wiederaufnahmen und damit verbunden eine höhere wirtschaftliche Belastung des Gesundheitssystems (5). Aus diesem Grund ist es medizinisch, wissenschaftlich und volkswirtschaftlich von höchstem Interesse das Auftreten von Komplikationen zu analysieren und daraus folgend so weit wie möglich zu reduzieren.

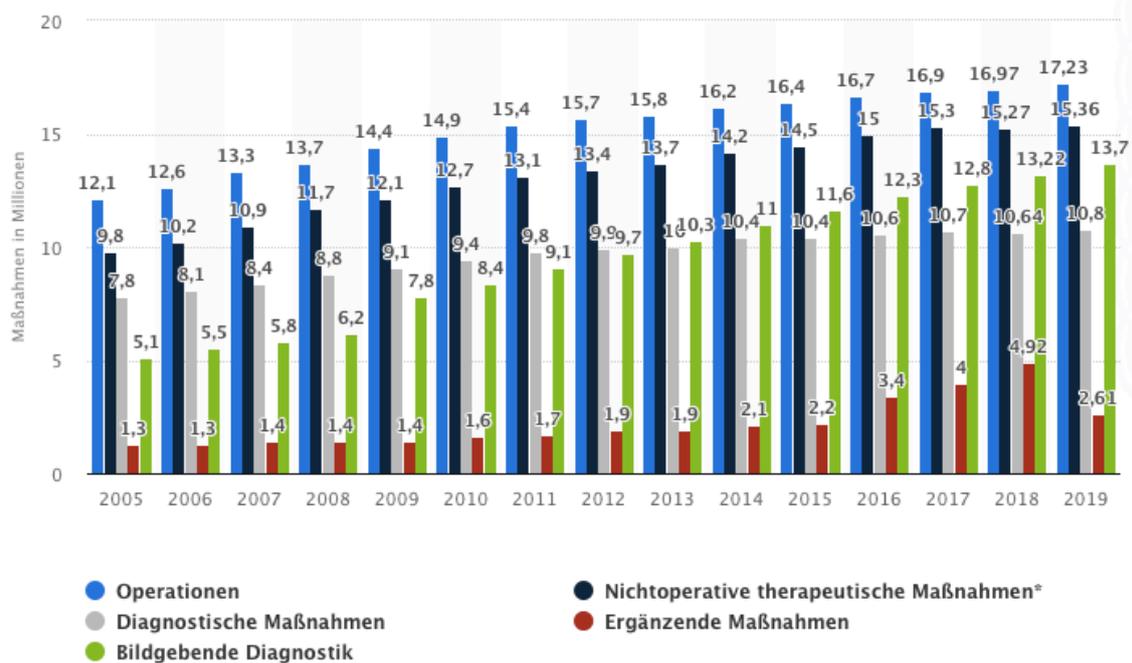


Abbildung 1: Vollstationäre Operationen und Behandlungsmaßnahmen in Krankenhäusern in Deutschland im Zeitraum 2005 bis 2019 (in Millionen). Abbildung von Statista auf Basis von Daten des statistischen Bundesamtes, 2021 (1)

1.2 Definition und Klassifikation von Komplikationen

Die oben genannten Aspekte zeigen, dass ein genaueres Verständnis der Ursachen von Komplikationen aus Sicht des Patienten und aus gesellschaftlicher Perspektive von Relevanz ist.

Zur weiteren Analyse von Komplikationen ist es zunächst hilfreich diesen Begriff genau zu definieren. Der medizinische Sprachgebrauch versteht unter einer Komplikation eine „*Unerwünschte Folge einer Krankheit, eines Unfalls, eines Eingriffs oder eines Medikaments, die nicht im engeren Sinn zum Krankheitsbild gehört und nicht regelmäßig auftritt*“ (Pschyrembel) (6). Im Gegensatz zu einer zwangsläufigen unerwünschten Folge einer Operation, wie beispielsweise Mobilitätseinschränkungen nach einer Beinamputation, ist die Besonderheit einer Komplikation daher, dass ihr Auftreten nicht mit Gewissheit vorhergesagt werden kann.

Verschiedene Statistiken und Forschungsergebnisse beschreiben funktionelle Langzeitergebnisse (21) und potentielle Komplikationen von Eingriffen (7). Allerdings sind in der Literatur inkonsistente Methoden zur Definition, Zuordnung

des Schweregrads und die Analyse von Risikofaktoren von Komplikationen häufig (8). So werden in vielen veröffentlichten Studien Komplikationen nicht genau definiert und klassifiziert, so dass eine einheitliche Berichterstattung nicht möglich ist (8). Ebenso werden Komplikationen in einigen Studien zwar listenartig nach Häufigkeit aufgeführt, jedoch überhaupt nicht kategorisiert (9-11).

Eine Einteilung von Komplikationen in verschiedene Kategorien (Tod, Infektion, Wundheilungsstörung, Folgeoperation, Thrombose und Anämie bzw. sonstige Komplikationen) führt zum Beispiel zu einer nennenswerten Rate nicht definierter *sonstiger Komplikationen* (12). Aus dieser grob aufgelösten Gruppierung lassen sich zunächst keine Handlungsempfehlungen ableiten. Eine weitere Möglichkeit der Klassifikation ist die Einteilung in chirurgische und nicht-chirurgische Komplikationen (13) oder eine nach Organsystemen kategorisierte Einteilung (14). Alle diese Einteilungen erfassen lediglich die Komplikationen, jedoch nicht den Schweregrad.

Im Kontrast dazu existiert die Clavien-Dindo Klassifikation, bei der nicht die Komplikation selbst, sondern folgend auf die Komplikation die Diagnostik und Therapie der Komplikation über die Einteilung des Schweregrads entscheidet (15, 16). Hierbei werden intraoperative Komplikationen nicht erfasst, wenn es im postoperativen Verlauf nicht zu Komplikationen kommt. Diese Begrenzung auf postoperative Komplikationen findet auch in anderen Studien und Klassifikationssystemen Anwendung (13, 17, 18).

Einen praktischen Ansatz, um eine einheitliche Komplikationsberichterstattung sicherzustellen, stellen die sogenannten *Martin-Kriterien* dar. Sie beinhalten zehn Kriterien zur einheitlichen Berichtsführung über chirurgische Komplikationen zum Zwecke der späteren strukturierten Auswertung im Rahmen des Klinikalltags und der wissenschaftlichen Analyse (8). Dazu zählt die Methode der Datenerfassung, sowie die Dauer des Erfassungszeitraums der Komplikationen. Ebenfalls sollten ambulante Daten enthalten sein, so dass Komplikationen, die nach der stationären Behandlung aufgetreten sind, erfasst werden. Des Weiteren sollten neben Anzahl, Definition und Schweregrad der Komplikation auch die Mortalitäts- und Morbiditätsrate erfasst werden. Darüber hinaus sollten eingriffsspezifische

Komplikationen, Aufenthaltsdauer und Risikofaktoren in die Auswertung mit einfließen (8).

Um den Schweregrad der Komplikation zu erfassen, gibt es eine Einteilung in die Schweregrade 1-3. Dabei handelt es sich bei Schweregrad 1 um eine nicht lebensbedrohliche, bei Schweregrad 2 um eine möglicherweise lebensbedrohliche und bei Schweregrad 3 um eine lebensbedrohliche Komplikation (19).

Darüber hinaus wird in der Literatur häufig die Einteilung von Komplikationen in die Kategorien Major- und Minor- Komplikationen verwendet (17, 20-24). Dabei wird zwischen kleineren Komplikationen wie beispielsweise oberflächliche Wundinfektion, Harnwegsinfekt oder Lungenentzündung und schwerwiegenden Komplikationen wie Tod, Lungenarterienembolie oder Sepsis unterschieden (23).

1.3 Persönliche Folgen von Komplikationen

Komplikationsbedingte Verläufe können auf vielen Ebenen negative Folgen für den Patienten und den Behandler/behandelnden Arzt mit sich bringen.

So kann bereits eine einzige Komplikation, wie beispielsweise eine Wundinfektion, zu einem aufwändigen Procedere führen. Es kann neben verlängerten Krankenhausaufenthalten, erhöhten stationären Wiederaufnahmen auch zu einer schlechteren körperlichen Verfassung und somit zu einer Abnahme der Lebensqualität kommen (5). Tiefe Wundinfektionen nach Behandlung proximaler Femurfrakturen können neben einer geringeren Wahrscheinlichkeit zum Beibehalt des Wohnorts nach Entlassung auch die Wahrscheinlichkeit erhöhen während des stationären Aufenthaltes zu sterben (25). Ein anderes Beispiel für die Verschlechterung der Lebensqualität des Patienten als Folge von Komplikationen wird z.B. für kolorektale Eingriffe festgestellt. Hierbei führen insbesondere schwerwiegende Komplikationen zu einer Abnahme der allgemeinen, physischen und psychosozialen Lebensqualität der Patienten (26). Weiterhin existieren Erkenntnisse darüber, dass unerwünschte Ereignisse, zu denen auch Komplikationen gezählt werden, neben negativen Konsequenzen wie Stress, Behinderung und persönliche wirtschaftliche Probleme auch mit einem Vertrauensverlust seitens der Patienten in das Gesundheitssystem einhergehen (27).

Treten nach einer Operation Komplikationen auf, ist nicht nur die subjektive Bewertung hinsichtlich der Lebensqualität schlechter, sondern es leidet auch die positive Einstellung gegenüber der Operation (28). Darüber hinaus bereuen Patienten die Entscheidung zur Operation häufiger, wenn Komplikationen auftreten. Dieser Effekt ist stärker ausgeprägt, wenn statt lediglich leichten Komplikationen auch schwere Komplikationen auftreten (19). Andererseits zeigt sich in einer anderen Studie, dass das Auftreten von Komplikationen nicht zwangsläufig die Zufriedenheit der Patienten mit der Operation senkt (29).

Persönliche Konsequenzen betreffen jedoch nicht nur den Patienten, sondern auch den Behandler beruflich und persönlich (30). Eine Metastudie über die Konsequenzen von Komplikationen zeigt, dass Komplikationen während der Behandlung unter anderem zu Unsicherheit, Schuldgefühlen, Trauer und Wut beim Behandler führen. Besonders schwerwiegend sind dabei Komplikationen, welche unerwartet auftreten, vermeidbar sind oder zum Tod des Patienten führen (31).

Teil einer vollständigen Aufklärung des Patienten vor Behandlungsbeginn ist die Risikoaufklärung. Ein Teil dieser Risikoaufklärung beinhaltet die Information des Patienten über mögliche Komplikationen und die ungefähre Wahrscheinlichkeit für deren Auftreten.

Diese Aufklärung kann für die Lebensqualität und Zufriedenheit sowohl präoperativ als auch postoperativ Vorteile haben. Am Beispiel von Beckenboden-erkrankungen zeigt sich, dass die Aufklärung von Patienten bereits präoperativ zu einer höheren Zufriedenheit über die Entscheidung zur Operation führt (32).

Werden Patienten vor der Behandlung dementsprechend aufgeklärt, erhöht sich die sogenannte „Preparedness“ Bereitschaft (33). Diese quantifiziert die Einschätzung des Patienten, gut auf die Behandlung vorbereitet zu sein und dessen Selbsteinschätzung, gut mit möglichen Komplikationen umgehen zu können. Sie stellt nachweislich ein objektives Kriterium dar, um die Vorbereitung des Patienten auf eine Behandlung zu bewerten (34).

Eine höhere „Preparedness“ führt wiederum nachweislich für die Patienten zu einer höheren Lebensqualität und einer höheren Zufriedenheit (33). Sie verringert

darüber hinaus postoperative Schmerzen und konsequenterweise die Notwendigkeit zur Gabe von Schmerzmitteln (35).

Hieraus folgt, dass das Wissen über Komplikationen aus der Sicht des Patienten zu einer höheren „Preparedness“ führt und aus diesem Grund neben dem tatsächlichen Auftreten von Komplikationen einen hohen Stellenwert einnimmt. Das bessere Verständnis über Komplikationen kann hierzu einen entscheidenden Beitrag leisten.

1.4 Kostenfaktor und ökonomische Aspekte

Neben den bereits beschriebenen negativen persönlichen Auswirkungen von Komplikationen verursachen diese auch direkte wirtschaftliche Folgen. Schon das Auftreten einer Wundinfektion nach orthopädischer Behandlung erhöht beispielsweise die finanzielle Belastung des Gesundheitssystems um über 300 % gegenüber Fällen ohne Komplikation (5).

Die auf eine Komplikation folgenden Interventionen, wie komplikationsbedingte Revisionen und Operationen, gehen neben einer erhöhten Mortalität (36) ebenfalls mit deutlich höheren Kosten für das Gesundheitssystem einher (37). So sind die Kosten der Behandlung einer periprothetischen Knieinfektion im Vergleich zu einer komplikationslosen TKA (total knee arthroplasty) etwa 400 % höher (37). Weiterhin sind Revisionsendoprothesen mit deutlich mehr Kosten verbunden als die Primäreingriffe (38), so dass auch die Ursachen von komplikationsbedingten Revisionen in den Vordergrund rücken.

Nicht nur bei spezifischen Diagnosen lassen Komplikationen die Kosten steigen. Ebenso bei einer Betrachtung unterschiedlichster Fachabteilungen mit einer Analyse von 7457 Patienten entwickelten knapp 7 % mindestens eine Komplikation postoperativ, was den finanziellen Aufwand um 78 % erhöhte (39).

Ebenfalls gehen erneute stationäre Wiederaufnahmen mit erhöhten Kosten einher (40). So war das Auftreten postoperativer Komplikationen bei einer Untersuchung allgemeinchirurgischer Eingriffe der relevanteste Einflussfaktor für eine stationäre Wiederaufnahme (41).

Im Kontext der in **Abbildung 2** unten dargestellten allgemeinen Steigerung der Kosten des deutschen Gesundheitssystems stellen das Verständnis und die mögliche Vermeidung von Komplikationen daher ein attraktives Mittel zur Verfügung, um das Gesundheitssystem langfristig zu entlasten und vorhandene Ressourcen stattdessen an anderer Stelle effektiver einzusetzen.

Entwicklung der Gesundheitsausgaben in Deutschland (nominal)
in Milliarden EUR

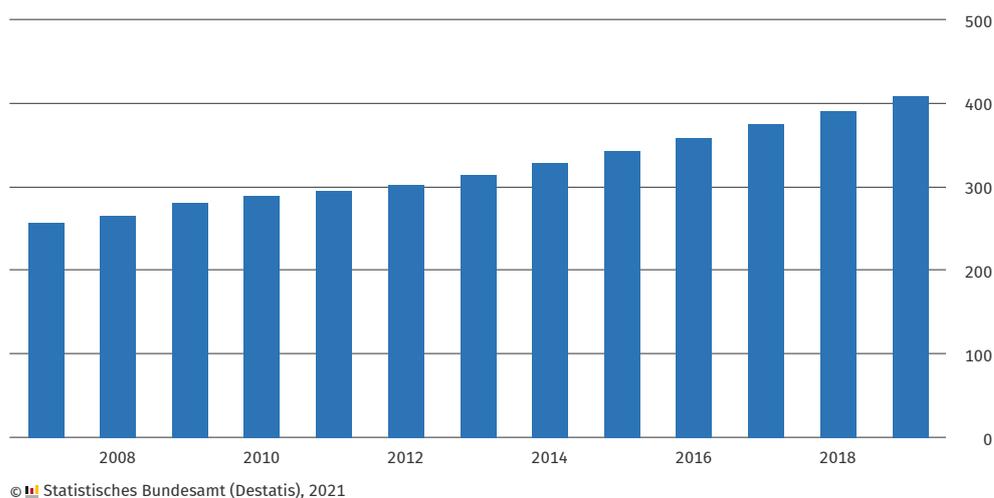


Abbildung 2: Entwicklung der Gesundheitsausgaben in Deutschland. Abbildung des statistischen Bundesamtes (Destatis), 2021(42)

1.5 Stand der Forschung über Risikofaktoren für Komplikationen

Um Risikofaktoren für das Auftreten postoperativer Komplikationen zu analysieren und zu extrahieren, wurden bereits viele Untersuchungsansätze durchgeführt (17, 22, 23, 43). Diese Studien betrachteten meistens die Korrelation zwischen Risikofaktoren aus zwei verschiedenen Perspektiven.

Die erste und allgemeinste Perspektive beschäftigt sich mit der Frage, inwiefern die Anzahl der vorliegenden Risikofaktoren die Anzahl der postoperativen Komplikationen vorhersagbar macht. Dabei zeigt sich, dass spezielle Risikofaktoren, wie hohes Alter, im Einzelnen positiv mit einer höheren Anzahl an Komplikationen korrelieren (22).

Die zweite Perspektive betrachtet die Frage, ob bestimmte Risikofaktoren zu einer höheren Komplikationsrate führen, d.h. die Auftrittswahrscheinlichkeit von Komplikationen in einem Patientenkollektiv allgemein erhöhen. Erhöhte Kom-

plikationsraten ergeben sich dabei beispielsweise als Konsequenz von bestehenden medizinischen Risikofaktoren, wie hohes Alter (13, 44), Diabetes (43), Mangelernährung (43, 45) sowie das Vorliegen von zwei oder mehr Risikofaktoren (44).

Werden spezifische Risikofaktoren detailliert analysiert, zeigt sich am Beispiel von mangelernährten Patienten neben negativen Konsequenzen im Sinne von verlängerten Krankenhausaufenthalten (46) und verzögerter postoperativer Mobilisierung auch eine Häufung unerwünschter Ereignisse (47). Dabei führen jedoch nicht nur Risikofaktoren wie dem Risiko für eine Mangelernährung oder Diabetes zu erhöhten Komplikationsraten von Traumpatienten, sondern das Vorliegen dieser Faktoren scheint auch die Lebensqualität der Patienten negativ zu beeinflussen (43, 48).

Die genaue Art der Komorbiditäten beeinflusst weiterhin nicht nur das Auftreten von Komplikationen allgemein, sondern auch die Sterblichkeitsrate im Speziellen (49, 50).

Während das Vorliegen von Nebenerkrankungen oder fortgeschrittenem Alter die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten postoperativer Komplikationen erhöht, steigt rückführend auf postoperative Komplikationen, die Wahrscheinlichkeit für den Patienten länger im Krankenhaus zu verweilen (13). Beispielsweise kann schon das Auftreten einer schwerwiegenden Komplikation während des postoperativen Verlaufs mit einer verlängerten Liegezeit von über 6 Tagen einhergehen (24). Darüber hinaus geht neben einem fortgeschrittenen Alter auch zusätzlich die Zugehörigkeit zum männlichen Geschlecht mit einer Erhöhung postoperativer Komplikationen (18, 22) und einer erhöhten Mortalität einher (50, 51). Außerdem ist das männliche Geschlecht neben Komplikationen signifikant häufiger von nicht geplanten Reoperationen betroffen als Frauen (11).

Jedoch ist für jeden medizinischen Eingriff eine Abwägung zwischen Nutzen und Risiko für den Patienten notwendig. Dies gilt insbesondere bei Patienten, bei denen mögliche Risikofaktoren vorliegen. So kann beispielsweise durch einen Gelenkersatz im Vergleich zu jüngeren Patienten auch bei Patienten über 80 Jahren

neben guten funktionellen Ergebnissen ein positiver Einfluss auf die Zufriedenheit verzeichnet werden (52). Neben diesem positiven Effekt sollten die Risiken von Behandlungen älterer Patienten nicht außer Acht gelassen werden. So kann eine Behandlung von Patienten über 80 Jahren mit verlängerten stationären Krankenhausaufenthalten und erhöhten postoperativen Komplikationsraten einhergehen (52).

Bei der Betrachtung variabler Risikofaktoren ist bekannt, dass spezifische Komplikationen, wie oberflächliche und tiefe Wundinfektionen, mit einem erhöhten Body Mass Index (BMI) korrelieren (23). Im Gegensatz dazu kann sich ein sehr hoher BMI ($>30\text{kg/m}^2$) zwar negativ auf funktionelle Ergebnisse auswirken, steht aber nicht immer im Zusammenhang mit dem Auftreten von Komplikationen (53). Diese unterschiedlichen Aussagen lassen einen multifaktoriellen Ursprung in der Komplikationsentstehung vermuten.

Bei der Analyse psychosozialer Risikofaktoren konnte bei Rauchern unabhängig vom Alter ein Anstieg der Komplikationsrate nach operativen Behandlungen verzeichnet werden (54). Damit steigt ebenfalls die Dauer des stationären Aufenthalts durch Komplikationen bedingt (54).

Die Vermeidung von postoperativen Komplikationen und das Wissen über perioperative Parameter wie dem Alter können im weiteren Verlauf dafür sorgen die Anzahl stationärer Wiederaufnahmen zu verringern bzw. abzuschätzen (55).

Die Vielzahl und Diversität der in den oben genannten Studien identifizierten Risikofaktoren zeigt, dass die Einbeziehung einer möglichst großen Zahl an möglichen Risikofaktoren hilfreich ist, um sicherzustellen, dass Risikopatienten möglichst sicher identifiziert werden können. Andererseits sollte zur Wahrung der Praktikabilität die Anzahl der Risikofaktoren auf eine Zahl begrenzt werden, die im Rahmen der stationären Aufnahme erfasst werden kann.

1.6 Ziele der vorliegenden Studie und deren Fragestellung

Für viele Eingriffe gibt es wie bereits beschrieben Informationen über die Art und die Häufigkeit von Komplikationen und deren Korrelation mit Risikofaktoren. Die

Erfassung beinhaltete in der sogenannten Nutrition Datenbank der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik (BGU) Tübingen ursprünglich die Komplikationskategorien „keine Komplikation“, „Tod“, „Infektion“, „Wundheilungsstörung“, „Folgeoperation notwendig“, „Thrombose“ und „sonstige Komplikation“. Diese initiale Beschränkung ließ bislang keine Einteilung der Komplikationen in Major- und Minor-Komplikationen zu. Daher ließ die bisherige Studienlage keine globalen Rückschlüsse auf die Korrelation von Risikofaktoren mit stark unerwünschten Major-Komplikationen zu. Diese Risikofaktoren sind jedoch von besonderem Interesse, da die Vermeidung schwerwiegender Major-Komplikationen gegenüber der Vermeidung von Minor-Komplikationen Priorität hat. Unter Kenntnis dieser Korrelation könnte schon bei der stationären Aufnahme eine Einschätzung und eine Risikoanalyse getätigt werden, bei welchen Einflussfaktoren beziehungsweise Risikofaktoren mit einem stark komplikationsträchtigen Verlauf zu rechnen ist und welche Gegenmaßnahmen getroffen werden können.

Neben dieser prioritären Vermeidung würde es diese feinteilige Klassifikation der Komplikationen auch erlauben ein besseres Verständnis für die Art von Minor-Komplikationen zu entwickeln. Dieses Verständnis könnte die Patientenzufriedenheit steigern, indem Patienten detailliert über potentielle Komplikationen aufgeklärt werden können.

Ziel der vorliegenden Studie war es die Korrelation zwischen Risikofaktoren und Komplikationen während und nach einem stationären Aufenthalt retrospektiv zu untersuchen.

Um dies zu erreichen, wurden unfallchirurgische Patienten verschiedener Fachabteilungen, die zwischen 2014-2018 stationär im Traumazentrum der BGU Tübingen operativ oder konservativ behandelt wurden, unabhängig von ihrer Aufnahmediagnose, Behandlung und Alter auf aufgetretene Komplikationen untersucht. Ziel der hier vorgestellten Studie war:

- Die detaillierte Analyse der Art und Häufigkeit von Komplikationen
- Den exakten Zeitpunkt des Auftretens der Komplikationen unterteilt in intraoperativ, postoperativ und poststationär zu erfassen

- Die Ermittlung verschiedener Risikofaktoren, die zu einem erhöhten Risiko führen Major- bzw. Minor-Komplikationen zu erleiden
- Die Ermittlung der Art spezifischer schwerwiegender Komplikationen bei vorher identifizierten signifikanten Risikofaktoren.

2 Material und Methoden

2.1 Material

Grundlage dieser Studie war die seit Juni 2014 begonnene klinisch-prospektive Studie mit dem Studientitel „Pilotstudie zur Bestimmung des Ernährungsstatus unfallchirurgischer Patienten (Nutrition Datenbank) an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen“, welche 1842 Patienten umfasst und in einer Datenbank (Open Clinica) des Siegfried-Weller-Instituts (SWI) laufend erweitert wurde. Stationär aufgenommene Patienten wurden im Rahmen der Nutrition Studie einbezogen und während ihres Aufenthaltes in den verschiedenen Fachabteilungen des Traumazentrums durch Promotionsstudenten des SWI mithilfe eines Fragebogens befragt.

Dabei wurden auch aufgetretene Komplikationen erfasst und in sechs Kategorien (Tod, Infektion, Wundheilungsstörung, Folgeoperation, Thrombose und sonstige Komplikationen) kategorisiert. Neben Komplikationen wurden die Patienten anhand des Fragebogens über Alter, Rauchverhalten, Ernährung, Vorerkrankungen usw. befragt. Die erfassten Daten wurden dann in der Open Clinica Datenbank pseudonymisiert hinterlegt.

Für die statistische Auswertung der vorliegenden Studie wurden Teile der Daten aus der für die vorausgegangene Studie „Bestimmung des Ernährungsstatus unfallchirurgischer Patienten an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen“ angefertigten Nutrition Datenbank des SWI verwendet.

Für die Verwendung dieser Daten haben die Teilnehmer ihre Zustimmung zur Teilnahme im Voraus gegeben. Dazu zählen Alter, Geschlecht, BMI, Anzahl eingenommener Medikamente, Anzahl vorausgegangener Operationen, Nutrition

Risk Score (NRS), Rauchverhalten, aufnehmende Fachabteilung und Vorerkrankungen, wie beispielsweise Diabetes und kardiologische Erkrankungen.

2.1.1 Zustimmung der Ethikkommission

Die vorliegende Studie mit der Projektnummer 193/2014B02 wurde von der Ethikkommission der Eberhard-Karls-Universität Tübingen positiv bewertet.

2.2 Methoden

Auf Grundlage der Verlaufsdokumentation von Aufnahmebefunden, Arztbriefen, Operationsberichten, Gutachten und Entlassungsbriefen, welche im Krankenhausinformationssystem (KIS) gespeichert sind, wurde jeder Patient der bereits bestehenden und oben beschriebenen Nutrition Datenbank auf aufgetretene Komplikationen analysiert und re-evaluiert.

Diese Daten wurden in einer Excel Tabelle (Microsoft Excel Version 16.43) mit einer Patienten ID aufgelistet und somit verschlüsselt dokumentiert.

2.2.1 Umfang der Datenerfassung

Erfasst wurden die ICD-10 Hauptdiagnose, das Operationsdatum sowie die Operationsdauer.

Darüber hinaus wurde erfasst ob der Patient komplikationsbedingt stationär aufgenommen wurde oder nicht (Aufnahme komplikationsbedingt: „Ja“, „Nein“). Hierzu zählten unter anderem beispielsweise bereits bestehenden Komplikationen im Sinne von Pseudarthrosen mechanische Komplikationen durch Osteosynthesevorrichtungen, Hämatome und Wundheilungsstörungen.

Die Studie zielte darauf ab, intraoperative, postoperative und poststationäre Komplikationen zu identifizieren. Im Kontrast zu diesen Komplikationen stehen Komplikationen, aufgrund derer ein Patient aufgenommen wurde. Diese stellen eine Ursache für die Entscheidung zur Behandlung dar und können daher keine Konsequenz der Behandlung sein. Aus diesem Grund wurden Komplikationen, welche ursächlich für die Behandlung waren, weder als intraoperative, postoperative noch poststationäre Komplikationen erfasst, wenn diese am Ende der Behandlung bzw. am Ende der Datenerfassung nicht mehr vorlagen.

Falls ein konservatives Vorgehen stattfand, wurde dies dokumentiert.

Des Weiteren wurde die Komplikationen selbst und die Phase, in welcher diese auftraten, erfasst.

Zu den erfassten Komplikationen zählten schwerwiegende Komplikationen wie zum Beispiel Tod, Lungenembolie/Thrombose, Sepsis, Apoplex und leichte Komplikationen wie Harnwegsinfekte, Allergien (mit Art des Allergens) oder oberflächliche Wundinfektionen. Dabei wurden mehrfach aufgetretene Komplikationen auch ausgewertet, um eine möglichst vollständige und detaillierte Analyse zu gewährleisten. Ein Patient konnte somit beispielsweise sowohl eine Elektrolytverschiebung als auch eine Wundheilungsstörung bekommen, welche dann als zwei Komplikationen bewertet wurden.

Aus den Arztbriefen wurden sämtliche Ausprägungen einer Komplikation und Veränderungen vom normalen intraoperativen postoperativen und poststationären Verlauf erfasst und in die Datenerfassung mit aufgenommen und ausgewertet. Dazu zählten wie im Krankenhausinformationssystem (KIS) hinterlegt und dokumentiert bereits geringfügige Komplikationen wie „geröteter Wundrand“ oder „schmierig belegter Wundgrund“ bis hin zu schwereren Komplikationen wie „Irritation Nerv“.

Die Erfassung der Phase, in welcher die Komplikation auftrat, erfolgt in den drei Gruppen intraoperativ, postoperativ und poststationär. Bei poststationär aufgetretenen Komplikationen, welche über den Zeitraum vom Entlasszeitpunkt bis zum Datum der Re-evaluation auftraten, wurde zudem das Datum des Auftretens der Komplikation anhand der dokumentierten Arztbriefe erfasst. Poststationär aufgetretene Komplikationen, die nicht im Zusammenhang mit dem stationären Aufenthalt standen, wurden nicht erfasst. Ist der Patient nicht mehr zu Nachkontrollen erschienen oder wurde extern poststationär weiterbehandelt, wurde dies ebenso dokumentiert.

Falls beim Patienten postoperativ oder poststationär ein Revisionseingriff durchgeführt wurde, wurde der Grund und das Datum für den ersten Revisionseingriff dokumentiert.

2.2.2 Zeitraum der Erfassung

Die Aufnahme der Patienten in die Datenbank der vorausgegangenen Nutrition-Studie erfolgte ab Juni 2014 bis 2018. Das Datum der ersten erfassten Operation war der 14.05.2014, das Datum der letzten erfassten Operation war der 22.03.2018. Die Datenerhebung für die vorliegende Studie erfolgte zwischen Februar 2019 und Februar 2020 wodurch ein Follow-Up von bis zu sechs Jahren entstand.

2.2.3 Gruppierung der Patienten zur Auswertung und Klassifikation der Komplikation nach Schweregrad

Für die weiterführende und folgende Auswertung wurden die aufgetretenen Komplikationen in die Gruppen Major, Minor und sonstiges unerwünschtes Ereignis klassifiziert. Dafür wurde während der Datenerfassung nach folgendem Schema vorgegangen:

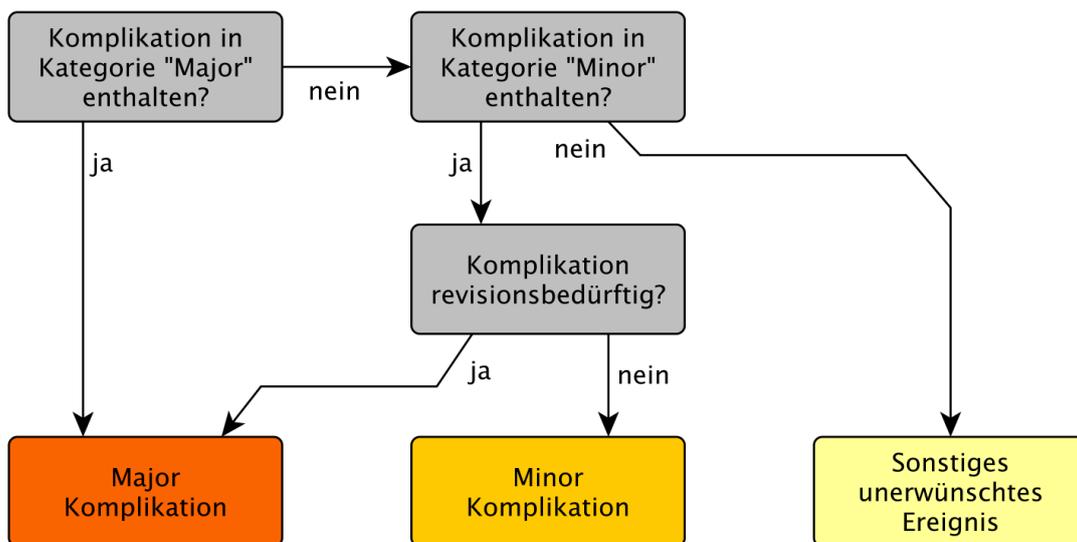


Abbildung 3: Schema zur Klassifikation von Major-Komplikationen, Minor-Komplikationen und sonstigen unerwünschten Ereignissen

Schwerwiegende, potenziell lebensbedrohliche Komplikationen oder Komplikationen, welche eine Revision notwendig machten, fielen unter die Kategorie „Major-Komplikation“. „Minor-Komplikationen“ stellten weitestgehend konservativ beherrschbare Komplikationen dar. Sobald eine „Minor-Komplikationen“ eine Revisionsursache darstellte, wurde diese zur „Major-Komplikation“, so dass einige Komplikationen in beiden Kategorien erfasst wurden und so eine

genauere, detailliertere und konsistente Erfassung zwischen den Komplikationsklassen möglich war. Wird in der folgenden Auswertung von Major- oder Minor-Komplikationen gesprochen, werden dabei weder Zeitpunkt noch absolute Anzahl der Komplikationen beschrieben, sondern nur ob der Patient eine oder mehrere Major- oder Minor-Komplikationen entwickelt hat.

Tabelle 1: Zuordnung der Komplikationen zu Kategorien Major und Minor

Major-Komplikation	Major wenn revisionspflichtig, sonst Minor Komplikation	Minor-Komplikation
a) Tod	a) Wundheilungsstörung	a) Pneumonie
b) Tia/Apoplex	b) Knochenweichteil Komplikation ⁽³⁾	b) Oberflächliche Wundinfektion
c) Akutes Nierenversagen	c) Bewegungseinschränkung	c) Allergische Reaktion
d) Lungenembolie / Thrombose	d) Hämatom	d) Blutungsanämie
e) Weitere pulmonale Komplikationen ⁽¹⁾	e) Wunddehiszenz	e) Postoperatives Delir
f) Kardiovaskuläre Komplikationen ⁽²⁾		f) Harnwegsinfekt
g) Kardiale Komplikationen		g) Elektrolytverschiebung
h) Tiefe Wundinfektion		h) Sensibilitätsstörung
i) Gefäß-, Nervenverletzungen		i) Nachblutung
j) Sepsis/SIRS		j) Verlängerte Wundsekretion

(1) Um bei dem Patientenkollektiv (N=1838) möglichst große Bandbreite an Komplikationen unter Wahrung einer angemessenen Übersichtlichkeit zu erfassen, wurde unter den Komplikationen „Weitere pulmonale Komplikationen“ beispielsweise Pleuraergüsse oder pulmonale Stauungen gruppiert.

(2) Unter kardiovaskulären Komplikationen wurden unter anderem Blutdruckspitzen bis 200 mmHg, Kreislaufeinbrüche oder Pulsdefizite erfasst.

(3) Zu den Knochenweichteil Komplikationen zählten beispielsweise heterotope Ossifikationen, Bursitiden, Osteitis oder Instabilitäten.

Um bei dem heterogenen Patientenkollektiv eine möglichst kohärente Komplikationserfassung zu gewährleisten wurden diagnosespezifische Komplikationen als *sonstiges unerwünschtes Ereignis* klassifiziert und entsprechend erfasst.

Analog wurden Folgen aus Komplikationen als sonstiges unerwünschtes Ereignis erfasst. So wurde gewährleistet, dass Komplikationen nicht doppelt gewertet wurden.

Tabelle 1: Zuordnung zur Kategorie „Sonstiges unerwünschtes Ereignis“

Sonstiges unerwünschtes Ereignis
a) Erster Revisionseingriff postoperativ oder poststationär
b) Intensivstationärer Aufenthalt postoperativ
c) Pseudarthrose
d) Implantatbedingte Komplikationen

Neben den oben aufgeführten spezifischen Komplikationen trat eine geringe Anzahl an Komplikationen auf, welche nicht den obigen Gruppen zugeordnet werden konnten. Um dieses dennoch der Anzahl nach bewerten zu können, wurden sie in der separaten Gruppe „Sonstige Komplikationen“ erfasst.

Das Patientenkollektiv wurde anhand der beim jeweiligen Patienten aufgetretenen Komplikationen für die folgenden Analysen in die zwei Kategorien Minor-Komplikation und Major-Komplikation unterteilt, wobei ein Patient auch zu beiden Gruppen zugehörig sein konnte. Diese Unterteilung erfolgte zunächst unabhängig davon, ob die Komplikationen intraoperativ, postoperativ oder poststationär auftraten.

2.3 Datenerfassung und Aufbereitung

Die erfassten Daten wurden in einer Excel-Tabelle dokumentiert und zur statistischen Auswertung in das Statistikprogramm SPSS Statistics (IBM® SPSS® Statistics Version 26) transferiert. Grafiken wurden mit yEd-Graph Editor, Excel und SPSS erstellt. Aus der bereits bestehenden Online Nutrition Datenbank (Open Clinica) des SWI wurden Stammdaten als Grundlage für die statistische Auswertung verwendet. Die Daten wurden zu diesem Zweck in Excel exportiert.

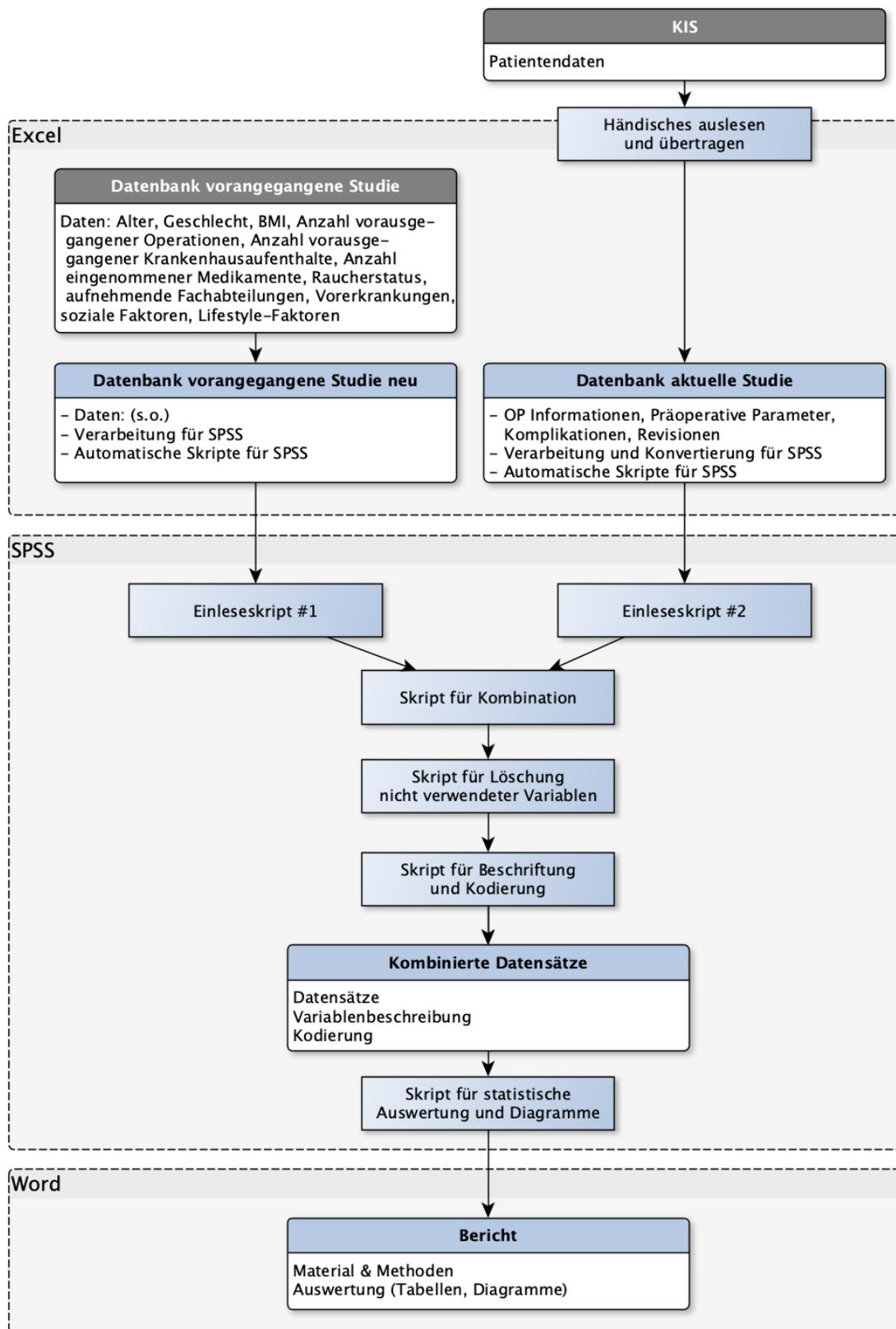


Abbildung 4: Vorgang der Datenerfassung und Datenverarbeitung

Dabei wurden Alter, Geschlecht, BMI, Anzahl vorausgegangener Operationen, Anzahl vorausgegangener Krankenhausaufenthalte, Anzahl eingenommener Medikamente, Risikofaktoren, soziale Faktoren der Alltagsunterstützung, aufnehmende Fachabteilungen und Vorerkrankungen der bestehenden Datenbank in SPSS transferiert und mit den erfassten Komplikationen zusammengeführt. Das Flussdiagramm in **Abbildung 4** zeigt den Vorgang der Datenerfassung und Datenaufbereitung.

2.3.1 Statistische Auswertung

Die Daten wurden zunächst deskriptiv dargestellt: Kategoriale Merkmale wurden mittels absoluter und relativer Häufigkeit ausgewertet, für normalverteilte metrische Werte wurde Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD), für nicht-normalverteilte der Median und Interquartilsabstand (IQR) ermittelt. Für potenzielle Einflussfaktoren zur Entwicklung von intraoperativer, postoperativer und poststationärer Major- oder Minor-Komplikationen wurde deskriptiv die Häufigkeit der jeweiligen Komplikationen aufsummiert. Um die absoluten Häufigkeiten zu vergleichen, wurden Kreuztabellen erstellt.

Im Anschluss an den deskriptiven Teil erfolgte die statistische Hauptanalyse, die in den folgenden drei Schritten durchgeführt wurde: Der erste Schritt umfasste univariate binär logistische Regressionen, um den Zusammenhang zwischen potenziellen Risikofaktoren und den dichotomen abhängigen Zielvariablen Minor- bzw. Major-Komplikationen zu überprüfen und bedeutsame Risikofaktoren zu identifizieren, die im folgenden Schritt in ein multivariates Modell aufgenommen werden sollten. Um verschiedene Risikofaktoren mit den gleichen Methoden vergleichen zu können, wurden intervallskalierte Variablen in binäre Variablen umgewandelt und dann mittels einer logistischen Regression untersucht. Dies betraf die folgenden Variablen: Zigarettenkonsum (nein/ja), NRS (<3/≥3), Alkoholkonsum täglich oder alkoholkrank (nein/ja), Alkoholkrank (nein/ja), Patient lebt eigenständig zu Hause (nein/ja), Pflegestufe liegt vor (nein/ja), Patient benötigt Rollator, Rollstuhl oder ist bettlägerig (nein/ja), Patient erhält ambulante oder stationäre Nahrung (nein/ja).

Dabei wurde die Stärke des Einflusses der Risikofaktoren auf die unabhängige Variable über „unadjustierte Odds Ratios“ als Ergebnis der univariaten logistischen Regression angegeben. „Unadjustiert“ bedeutet dabei, dass bei dieser Analyse jede Einflussgröße zunächst als isolierte unabhängige Variable betrachtet wurde. Alle potenziellen Risikofaktoren, die dabei einen p-Wert $< 0,1$ aufwiesen, wurden im zweiten Schritt in eine multivariate logistische Regression aufgenommen, um das jeweils endgültige Regressionsmodell für Minor- und Major-Komplikationen zu erstellen. Dabei wurden die Variablen Alter und Geschlecht aufgrund klinischer Relevanz unabhängig vom Signifikanzniveau in die Analyse eingeschlossen. Die Stärke des Zusammenhangs wurde über die „adjustierten Odds Ratios“ angegeben.

Als dritter Schritt wurde abschließend für die im endgültigen Regressionsmodell ermittelten Risikofaktoren für Major-Komplikationen untersucht, welche Major-Komplikationen in deren Folge auftraten. Dabei wurde, wie auch bei der multivariaten logistischen Regressionsanalyse, das Signifikanzniveau auf 0,05 gesetzt und die Stärke des Zusammenhangs über die Odds Ratio (OR), sowie dessen 95 % Konfidenzintervall (KI) angegeben.

Zur statistischen Auswertung wurde die methodische Beratung des Instituts für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Universität Tübingen unter Anleitung von Dipl. Math., M.Sc. Inka Rösel in Anspruch genommen.

3 Ergebnisse

3.1 Patientenkollektiv

3.1.1 Allgemeine Parameter

Die Gesamtzahl der Datensätze der Nutrition Studie betrug 1842. Eingeschlossen in die vorliegende Studie wurden alle Patienten, die eine schriftliche Einverständniserklärung im Rahmen der Nutrition Studie gegeben haben. Nach Synchronisation der Datenbank der patientenspezifischen Parameter mit der Datenbank der erhobenen Komplikationen konnten von diesen 1842 Datensätze

die Datensätze von N=1838 (99,8 %) Patienten in die statistische Auswertung eingeschlossen werden. Ausgeschlossen wurden lediglich n=4 Patienten bei denen auf Grund unvollständiger Datensätze eine Auswertung nicht möglich war. Diese N=1838 Patienten werden im Folgenden stets als Patientenkollektiv bezeichnet.

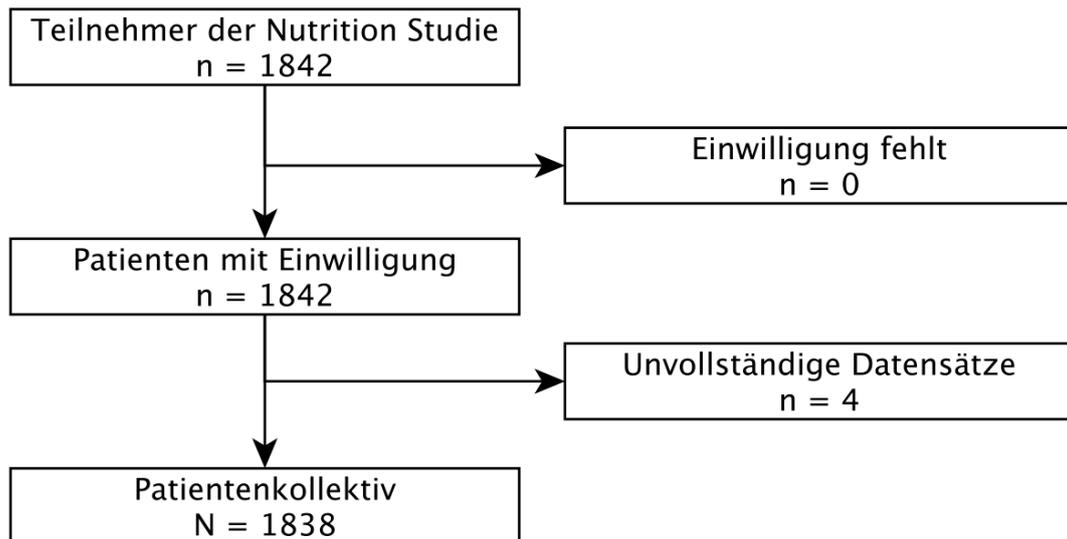


Abbildung 5: Flussdiagramm Patientenkollektiv

Das Durchschnittsalter der Kohorte betrug 57,6 Jahre (Median: 59 Jahre; SD: 17,35 Jahre, IQR: 24 Jahre), wobei das Alter des jüngsten Patienten 12 Jahre und des ältesten Patienten 97 Jahre betrug. Folgendes Histogramm veranschaulicht die Altersverteilung des Patientenkollektivs:

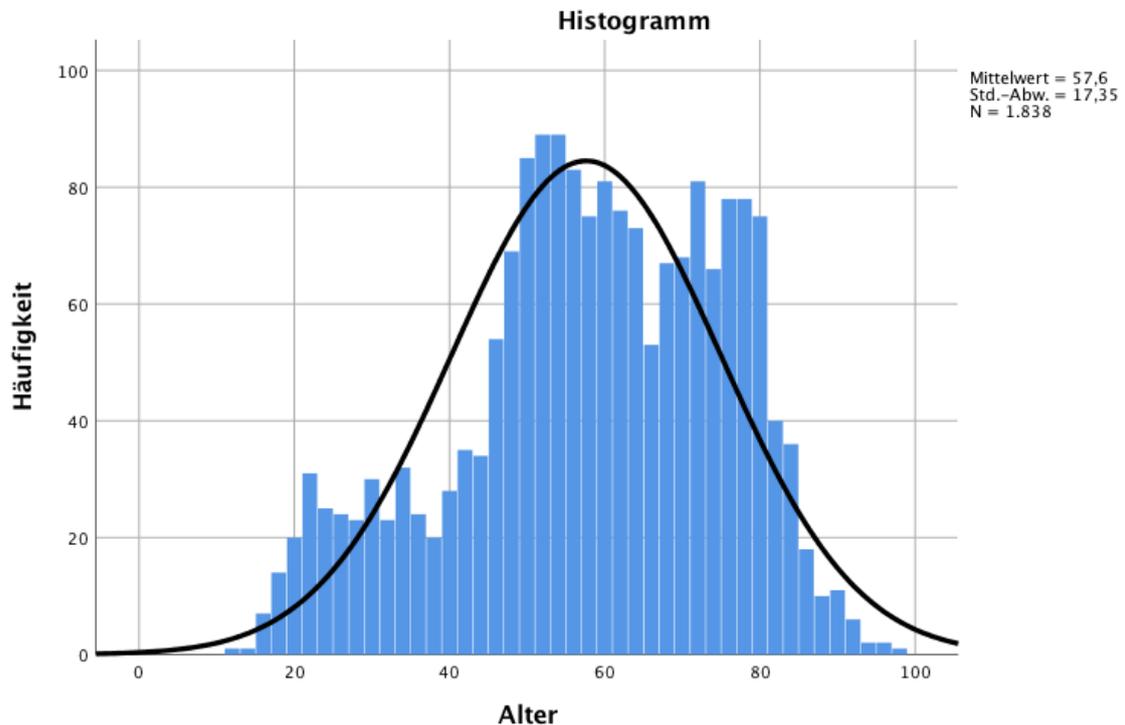


Abbildung 6: Histogramm Altersverteilung zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme

N=1029 (56 %) des Patientenkollektivs waren Männer, n=809 (44 %) waren Frauen.

3.1.2 Operative Behandlung

Von den N=1838 Patienten wurden n=1718 (93,5 %) Patienten operativ behandelt, n=116 (6,3 %) Patienten wurden konservativ versorgt. Bei n=3 (0,2 %) Patienten wurde eine Operation extern durchgeführt. Danach erfolgte eine stationäre Behandlung in der BGU Tübingen. Für n=1 (0,1 %) Patienten lagen diesbezüglich keine Daten vor.

3.1.3 Aufnehmende Fachabteilung

Von den stationär aufgenommenen Patienten wurden in der allgemeinen Traumatologie n=711 (38,7 %) und in der septischen Chirurgie n=503 (27,4 %) behandelt. In der Endoprothetik wurden n=361 (19,6 %) Patienten des Gesamtkollektivs und n=256 (13,9 %) in der Alterstraumatologie > 65 Jahre stationär versorgt. Bei n=7 (0,4 %) liegt keine Angabe bezüglich der aufnehmenden Fachabteilung vor. Das nachfolgende Kreisdiagramm veranschaulicht

die Verteilung des untersuchten Patientenkollektivs auf die aufnehmenden Fachabteilungen:

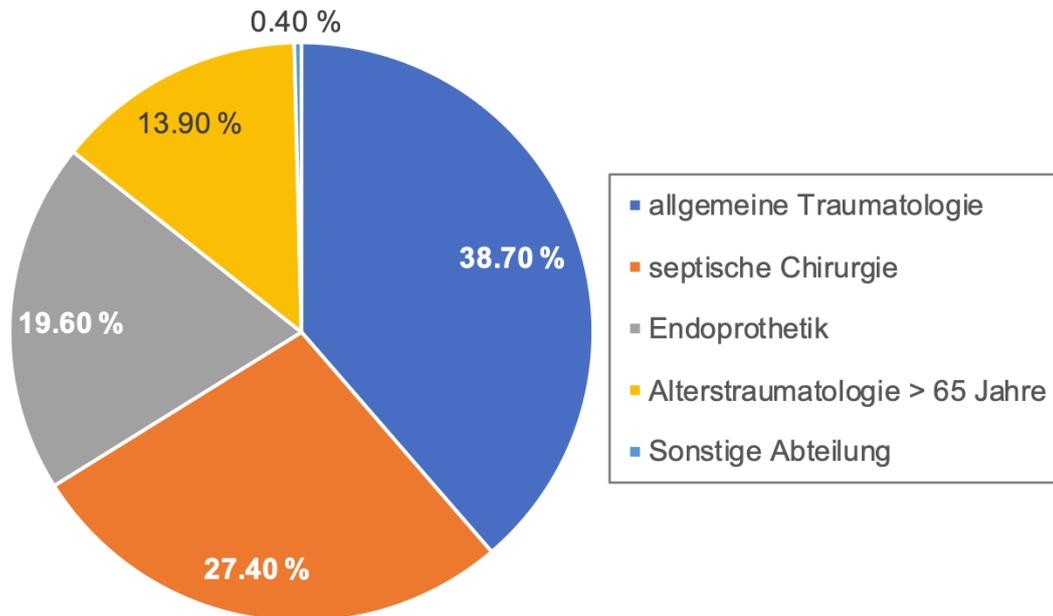


Abbildung 7: Verteilung des Patientenkollektivs auf die aufnehmenden Fachabteilungen

3.1.4 Risikofaktoren

Zu den Risikofaktoren wurden das Geschlecht (männlich/weiblich), das Alter (Jahre), Zigarettenkonsum (nein/ja), eine vorliegende Mangelernährung (Nutritional Risk Score NRS < 3: kein Risiko für eine Mangelernährung, ≥ 3: Risiko für eine Mangelernährung) und Alkoholkonsum (täglich oder alkoholkrank und alkoholkrank nein) untersucht. Außerdem wurden die Anzahl der eingenommenen Medikamente der BMI und soziale Faktoren als potenzielle Risikofaktoren untersucht. Bei den sozialen Faktoren der Alltagsunterstützung wurde untersucht ob der Patient eigenständig zu Hause lebt (nein/ja), ob eine Pflegestufe vorlag (nein/ja), ob der Patient mit Hilfe eines Rollators oder Rollstuhls mobil ist oder bettlägerig ist (nein/ja) und ob der Patient ambulante oder stationäre Nahrung erhält (nein/ja). Ebenso wurde die operative oder konservative Therapie als Risikofaktor analysiert.

Die Patienten aus dem Gesamtkollektiv waren durchschnittlich 57,6 Jahre alt. Des Weiteren gaben n=901 (49 %) des Patientenkollektivs an Raucher zu sein und n=1332 (72,5 %) der Patienten gaben an gelegentlich oder täglich Alkohol

zu konsumieren oder alkoholkrank zu sein. Mit einem NRS (Nutritional Risk Score) von < 3 wiesen n=1473 (80,1 %) der Patienten kein Risiko für eine Mangelernährung auf, wohingegen n=363 (19,7 %) des Patientenkollektivs mit einem NRS \geq 3 ein Risiko für eine Mangelernährung aufwiesen.

Beim Body Mass Index lag der Mittelwert bei 27,54 kg/m² (Median: 26 kg/m²; SD: 5,44 kg/m²; IQR: 6,69 kg/m²). Der niedrigste BMI lag bei 14 kg/m² der höchste bei 60,7 kg/m².

Durchschnittlich nahm jeder Patient 2,82 Medikamente (Median: 2; SD: 3,43; IQR: 5) ein. Aus dem Gesamtkollektiv nahmen n=644 (35 %) des kein Medikament ein, während der Patient mit der höchsten Einnahme 26 Medikamente einnahm.

Der Mittelwert der vorausgegangenen Krankenhausaufenthalte lag bei 5,62 (Median: 4; SD: 5,80; IQR: 5) und für vorausgegangene Operationen bei 5,20 (Median: 3; SD: 7,25; IQR: 4).

Folgende Tabelle zeigt die absoluten und relativen Häufigkeiten sowie Mittelwerte und Standardabweichungen der in die Analyse eingeschlossenen Risikofaktoren unterteilt in demographische Parameter, Lifestyle-Faktoren, klinische Variablen und soziale Faktoren.

Tabelle 2: Häufigkeit der Risikofaktoren im Patientenkollektiv

Risikofaktor	Ausprägung		Fehlend
	Gesamtkollektiv: N=1838		
Demographische Parameter			
Geschlecht (m/w)	n=1029 (56,0 %)	n=809 (44,0 %)	n=0
Alter (Mittelwert/SD)	57,60 Jahre	17,35 Jahre	n=0
Lifestyle-Faktoren			
Zigarettenkonsum (nein/ja)	n=937 (51,0 %)	n=901 (49,0 %)	n=0
Alkoholkonsum (nein/ja)	n=506 (27,5 %)	n=1332 (72,5 %)	n=0
Klinische Variablen			
Alkoholkrank (nein/ja)	n=1810 (98,5 %)	n=28 (1,5 %)	n=0
NRS (<3, \geq 3)	n=1473 (80,1 %)	n=363 (19,7 %)	n=2 (0,1 %)
Medikamentenanzahl (Mittelwert/SD)	2,82	3,43	n=21 (1,1 %)

Risikofaktor	Ausprägung		Fehlend
	Gesamtkollektiv: N=1838		
BMI (Mittelwert/SD)	27,54 kg/m ²	5,44 kg/m ²	n=2 (0,1 %)
Operatives Vorgehen (nein/ja)	n=116 (6,3 %)	n=1718 (OP intern, 93,5 % + n=3 (OP extern, 0,2 %)	n=1 (0,1 %)
Anzahl vorausgegangener Krankenhausaufenthalte (Mittelwert/SD)	5,62	5,80	n=9 (0,5 %)
Anzahl vorausgegangener Operationen (Mittelwert/SD)	5,20	7,25	n=12 (0,7 %)
Soziale Faktoren			
Patient lebt eigenständig zu Hause (nein/ja)	n=144 (7,8 %)	n=1693 (92,1 %)	n=1 (0,1 %)
Pflegestufe liegt vor (nein/ja)	n=1507 (82,0 %)	n=56 (3,0 %)	n=275 (15 %)
Patient benötigt Rollator, Rollstuhl oder ist bettlägerig (nein/ja)	n=1692 (92,1 %)	n=146 (7,9 %)	n=0
Patient erhält ambulante oder stationäre Nahrung (nein/ja)	n=1745 (94,9 %)	n=92 (5 %)	n=1 (0,1 %)

Abkürzungen: SD Standard Deviation; BMI Body Mass Index; NRS Nutritional Risk Score

3.1.5 Vorerkrankungen

Im Patientenkollektiv wiesen n=1401 (76,2 %) mindestens eine Vorerkrankung auf, wobei im Durchschnitt 2,59 Vorerkrankungen (Median: 2 Vorerkrankungen; SD: 2,59; IQR: 3) auftraten. Die häufigsten Vorerkrankungen waren kardiologische Erkrankungen, welche bei n=831 (45,2 %) der Patienten auftraten.

Die folgende Tabelle zeigt die in die statistische Auswertung eingeschlossenen Komorbiditäten und deren Häufigkeit:

Tabelle 3: Risikofaktoren: Häufigkeit der Komorbiditäten

Komorbidität	Häufigkeit	Fehlende Daten
Kardiologische Erkrankung	n=830 (45,2 %)	n=1 (0,1%)
Arterielle Hypertonie	n=749 (40,8 %)	n=2 (0,1%)
Koronare Herzkrankheit	n=163 (8,9 %)	n=3 (0,2%)
Herzrhythmusstörungen	n=171 (9,3 %)	n=4 (0,2%)

Komorbidität	Häufigkeit	Fehlende Daten
Herzinsuffizienz	n=100 (5,4 %)	n=5 (0,3%)
Endokrinologische Erkrankung	n=479 (26,1 %)	n=3 (0,2%)
Diabetes mellitus	n=228 (12,4 %)	n=3 (0,2 %)
Schilddrüsenfunktionsstörung	n=312 (17 %)	n=3 (0,2 %)
Stoffwechselkrankheiten	n=480 (26,1 %)	n=4 (0,2 %)
Adipositas	n=302 (16,4 %)	n=3 (0,2 %)
Lipidstoffwechselstörung	n=174 (9,5 %)	n=3 (0,2 %)
Hyperurikämie oder Gicht	n=113 (6,1 %)	n=4 (0,2 %)
Angiologische Erkrankungen	n=287 (15,6)	n=3 (0,2 %)
CVI	n=134 (7,3 %)	n=4 (0,2 %)
pAVK	n=58 (3,2 %)	n=4 (0,2 %)
Thrombosen	n=88 (4,8 %)	n=4 (0,2 %)
Gastroenterologische Erkrankungen	n=212 (11,5 %)	n=1 (0,1 %)
Tumorerkrankungen	n=192 (10,4 %)	n=4 (0,2 %)
Psychische Erkrankungen	n=175 (9,5 %)	n=4 (0,2 %)
Rheumatologische Erkrankungen	n=174 (9,5 %)	n=3 (0,2 %)
Pneumologische Erkrankungen	n= 146 (7,9 %)	n=1 (0,1 %)
Nephrologische Erkrankungen	n=121 (6,6 %)	n=4 (0,2 %)
Lebererkrankungen	n=63 (3,4 %)	n=3 (0,2 %)
Hämatologische Erkrankung	n=61 (3,3 %)	n=1 (0,1 %)
Infektionserkrankungen	n=47 (2,6 %)	n=3 (0,2 %)
Pankreaserkrankungen	n=30 (1,6 %)	n=3 (0,2 %)
Sonstige Nebenerkrankungen	n=525 (28,6 %)	n=6 (0,3 %)

Mehrfachnennungen möglich, sortiert nach Häufigkeit; Sonstige Nebenerkrankungen: bei den anderen Kategorien nicht erfasste Erkrankungen

3.2 Komplikationen

Im Durchschnitt hatte jeder Patient 0,84 Minor- und Major-Komplikationen (Median: 0 Komplikationen) (ausgenommen: sonstige unerwünschte Ereignisse). Entsprechend der in Abschnitt 2.2.3 auf Seite 20 getroffenen Klassifikation (Major-Komplikation, Minor-Komplikation, sonstiges unerwünschtes Ereignis) der Komplikationen traten pro Patient im Durchschnitt 0,21 Major Komplikationen (Median: 0; SD: 0,39; IQR: 0), 0,63 Minor Komplikationen (Median: 0; SD: 0,49; IQR: 1) und 0,49 sonstige unerwünschte Ereignisse auf (Median: 0; SD: 0,48; IQR: 1).

Die drei am häufigsten aufgetretenen Komplikationen waren intraoperativ Blutungen / Blutungsanämie (n=26), kardiovaskuläre Komplikationen (n=10), Knochenweichteil Komplikationen (n=5) und kardiale Komplikationen (n=5). Postoperativ zeigten sich Elektrolytverschiebungen (n=72), verlängerte Wundsekretionen (n=64), kardiovaskuläre Komplikationen (n=38) und poststationär Bewegungseinschränkungen ohne Revision (n=332), Wundheilungsstörungen ohne Revision (n=107) sowie tiefe Wundinfektionen (n=88).

3.2.1 Stationäre Aufnahme und Zeitpunkt der Komplikation

Vom Patientenkollektiv (N=1838) wurden n=1282 (69,7 %) der Patienten ohne eine Komplikation stationär aufgenommen. Bei den Verbleibenden n=556 (30,3 %) Patienten erfolgte eine komplikationsbedingte stationäre Aufnahme. Folgendes Diagramm veranschaulicht die Verteilung der Aufnahmeinformationen:

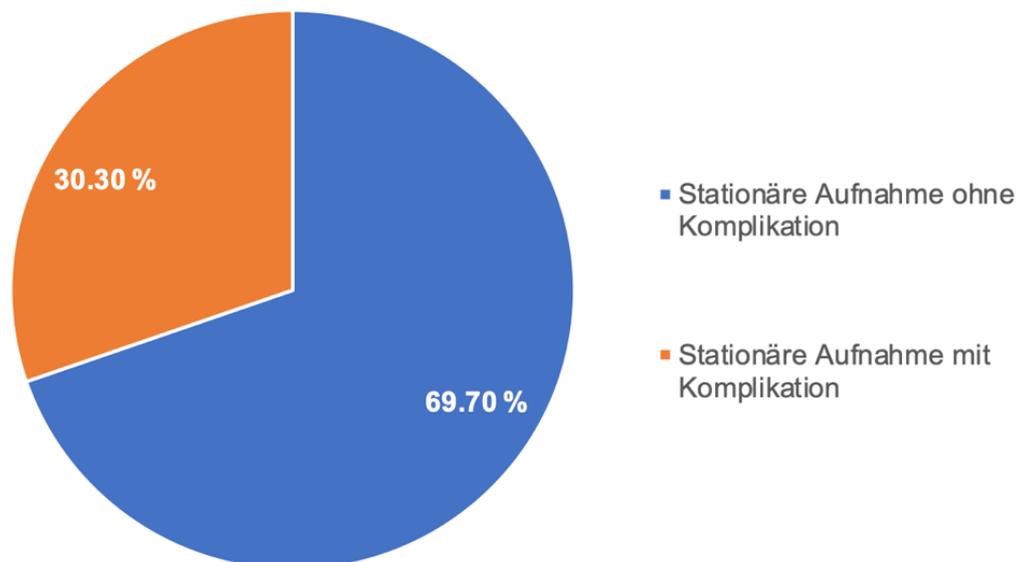


Abbildung 8: Anteil der Patienten mit und ohne komplikationsbedingter stationärer Aufnahme.

3.2.2 Minor Komplikationen

Es traten insgesamt 1153 Minor-Komplikationen auf. Diese unterteilten sich in 31 intraoperative Minor-Komplikationen (2,6 %), 439 postoperative Minor-Komplikationen (38,1 %) und 683 poststationäre Minor-Komplikationen (59,2 %).

Durchschnittlich hatte jeder Patient aus dem Patientenkollektiv N=1838 somit 0,63 Minor-Komplikationen. Von den n=791 (43,0 %) Patienten, welche eine

Minor-Komplikation entwickelten, hatte jeder im Schnitt 1,46 Minor-Komplikationen.

Folgende Tabelle zeigt die Anzahl der Minor-Komplikationen und die Anzahl mehrfach aufgetretener intraoperativer, postoperativer und poststationärer Minor-Komplikationen:

Tabelle 4: Anzahl und Prozent der Patienten mit keiner oder parallel aufgetretener Minor-Komplikation

Anzahl Komplikationen	Häufigkeit
Keine Minor-Komplikation	n=1047 (57,0 %)
1 Minor-Komplikation	n=532 (28,9 %)
2 Minor-Komplikationen	n=183 (10,0 %)
3 Minor-Komplikationen	n=52 (2,8 %)
4 Minor-Komplikationen	n=21 (1,1 %)
5 Minor-Komplikationen	n=3 (0,2 %)
6 und mehr Minor-Komplikationen	n=0 (0,0 %)

Die Art der aufgetretenen Minor-Komplikationen nach absteigender Häufigkeit zu den unterschiedlichen Zeitpunkten veranschaulicht folgendes Diagramm:

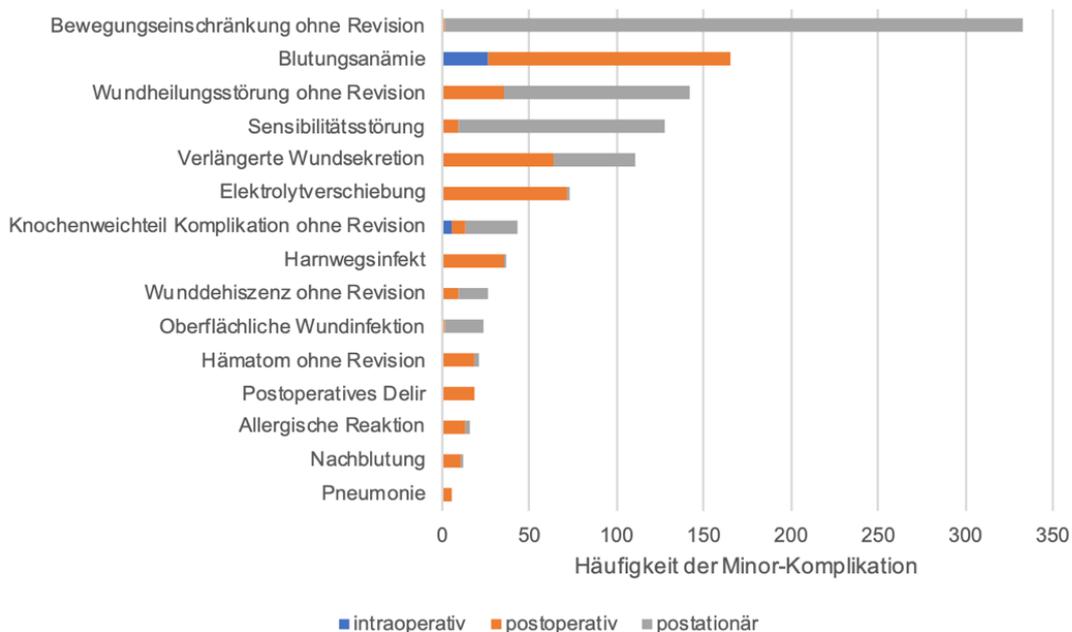


Abbildung 9: Häufigkeit der Minor-Komplikationen zu den unterschiedlichen Zeitpunkten

Insgesamt erlitten n=16 (0,87 % von N=1838) Patienten eine allergische Reaktion. Von diesen n=16 Patienten entwickelten n=3 (18,75 % von n=16)

Patienten eine Allergie auf Thrombosespritzen (Mono-Embolex, Clexane), n=5 (31,25 % von n=16) Patienten reagierten auf ein Antibiotikum (Vancomycin, Clindamycin) allergisch, n=3 (18,75 % von n=16) Patienten reagierten allergisch auf Analgetika (Indometacin, Voltaren, Novaminsulfon, Ibuprofen), n=1 (6,25 % von n=16) Patient erlitt eine Kontrastmittelallergie und n=1 (6,25 % von n=16) Patient war auf Bettwäsche allergisch. N=2 Patienten (12,5 % von n=16) reagierten allergisch auf Pflaster. Bei n=1 (6,25 % von n=16) Patient äußerte sich die allergische Reaktion im Sinne einer Vaskulitis allergica. Ein ursächliches Allergen wurde nicht dokumentiert. Bis auf n=3 (18,75 %) allergische Reaktionen poststationär, traten alle n=13 (81,25 %) Reaktionen postoperativ auf.

3.2.3 Major Komplikationen

Aus dem Patientenkollektiv N=1838 entwickelten n=337 (18,3 %) Patienten eine Major-Komplikation, wobei insgesamt 447 Major-Komplikationen auftraten. Durchschnittlich hatte jeder Patient 0,21 Major-Komplikationen, wobei Patienten mit Major-Komplikationen im Mittel 1,33 Major-Komplikationen entwickelten. Diese unterteilten sich in 22 (4,9 %) intraoperative Major-Komplikationen, 195 (43,6 %) postoperative Major-Komplikationen und 230 (51,5 %) poststationäre Major-Komplikationen.

Es starben n=3 Patienten (0,2 %). Neben der Major-Komplikation Tod entwickelten diese insgesamt 6 Major-Komplikationen, das bedeutet im Mittel 2 Major-Komplikationen vor dem Tod. Diese Major-Komplikationen waren Lungenembolie, kardiale Komplikationen, tiefe Wundinfektionen und revisionspflichtige Wundheilungsstörungen.

Folgende Tabelle zeigt die Anzahl der Major-Komplikationen und die Anzahl mehrfach aufgetretener intraoperativer, postoperativer und poststationärer Major-Komplikationen:

Tabelle 5: Anzahl und Prozent der Patienten mit keiner oder parallel aufgetretener Major-Komplikation

Anzahl Komplikationen	Häufigkeit
Keine Major-Komplikation	n=1501 (81,7 %)
1 Major-Komplikation	n=296 (16,1 %)
2 Major-Komplikationen	n=33 (1,8 %)
3 Major-Komplikationen	n=6 (0,3 %)
4 Major-Komplikationen	n=2 (0,1 %)
5 und mehr Major-Komplikationen	n=0 (0,0 %)

Die aufgetretenen Major-Komplikationen nach absteigender Häufigkeit zu den unterschiedlichen Zeitpunkten veranschaulicht folgendes Diagramm:

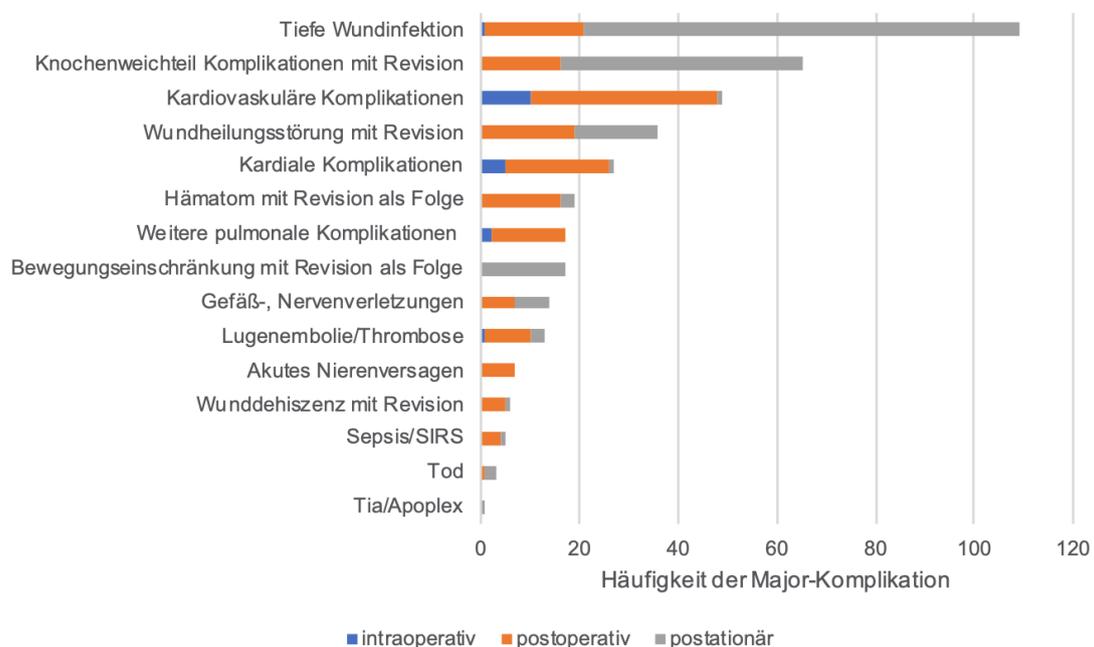


Abbildung 10: Häufigkeit der Major-Komplikationen zu den unterschiedlichen Zeitpunkten

3.2.4 Schnittmenge zwischen Major- und Minor-Komplikationen

Von den n=791 Patienten mit Minor-Komplikationen entwickelten n=570 (72,1 %) Patienten eine oder mehrere Minor-Komplikationen, jedoch keine Major-Komplikation, während von den n=337 Patienten mit Major-Komplikation nur n=116 (34,4 %) keine Minor-Komplikation entwickelten. Es hatten also deutlich mehr Patienten mit Minor-Komplikation auch keine Major-Komplikation, als Patienten mit Major-Komplikation keine Minor-Komplikation hatten.

Auf der anderen Seite entwickelten n=930 Patienten keine Komplikation und n=221 Patienten gehörten der Schnittmenge an, welche sowohl eine Minor-Komplikation als auch eine Major-Komplikation entwickelten.

Folgende Kreuztabelle veranschaulicht die Unterteilung:

Tabelle 6: Kreuztabelle Major/Minor-Komplikationen

	Major nein	Major ja
Minor nein	n=930 (50,6 %)	n=116 (6,3 %)
Minor ja	n=570 (31,1 %)	n=221 (12,0 %)

3.2.5 Sonstige unerwünschte Ereignisse

Von den in der BGU operativ behandelten Patienten (n=1718) wurden n=125 (7,28 % von n=1718) Patienten postoperativ intensivstationär versorgt.

Bei n=310 (16,87 % von N=1838) Patienten wurde im Verlauf eine erneute Behandlung notwendig. Bei diesen n=88 (28,39 % von n=310) Patienten musste während des stationären Aufenthaltes ein Revisionseingriff durchgeführt werden. Poststationär erneut aufgenommen wurden n=222 (71,61 % von n=310) Patienten. Von diesen konnten n=8 (3,60 % von n=222) Patienten konservativ behandelt werden, n=214 (96,40 %) wurden erneut operiert. Das folgende Diagramm veranschaulicht die Revisionsursachen nach absteigender Häufigkeit:

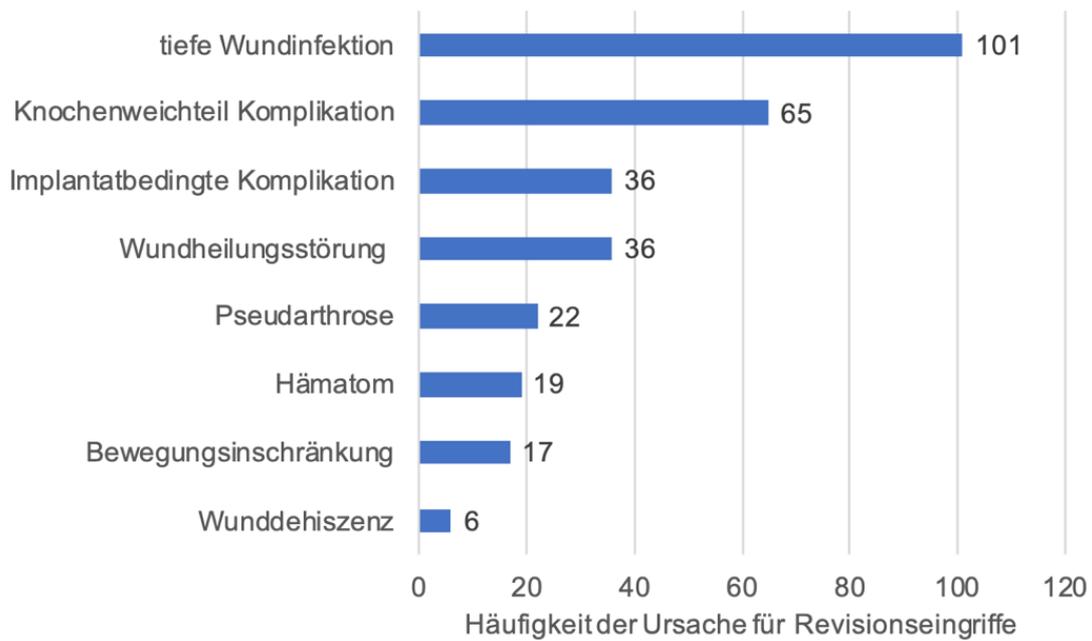


Abbildung 11: Häufigkeit der Revisionsursachen nach absteigender Häufigkeit

3.3 Univariate und multivariate Analysen

3.3.1 Univariate Analysen zur Untersuchung auf Minor- und Major-Komplikationen

3.3.1.1 Demographische und klinische Parameter als potentielle Risikofaktoren

Nachfolgende Tabelle zeigt die Gegenüberstellung des Einflusses möglicher Risikofaktoren auf das Auftreten von Minor- und Major-Komplikationen. Dabei wurden demographische und klinische, präoperative Parameter sowie Komorbiditäten mit Hinblick auf die statistische Signifikanz betrachtet. Es wurden der p-Wert sowie die Odds Ratio mit dem 95 % Konfidenzintervall berechnet.

Tabelle 7: Ergebnisse der univariaten logistischen Regression für das Auftreten einer oder mehrerer Minor- / Major-Komplikationen: Demographische und klinische Parameter

Demographische und klinische Parameter	Eine oder mehrere Minor Komplikationen		Eine oder mehrere Major Komplikationen	
	p-Wert	Odds Ratio (95 % KI)	p-Wert	Odds Ratio (95 % KI)
Geschlecht (m/w)	0,304	1,102 (0,915-1,328)	0,019	0,749 (0,588-0,954)
Alter (Jahre)	0,02	1,006 (1,001-1,012)	0,082	1,006 (0,999-1,013)
Zigarette nein/ja	0,621	1,048 (0,871-1,260)	<0,01	1,546 (1,218-1,963)
NRS <3/≥3	<0,01	1,643 (1,304-2,069)	<0,01	1,873 (1,429-2,455)
Alkoholkonsum täglich oder alkoholkrank (nein/ja)	0,442	1,105 (0,857-1,424)	0,670	1,072 (0,778-1,478)
Alkoholkrank (nein/ja)	0,985	0,993 (0,467-2,110)	0,021	2,520 (1,152-5,509)
Medikamente (Anzahl)	0,169	1,019 (0,992-1,047)	<0,01	1,081 (1,047-1,115)
BMI (kg/m ²)	0,966	1,000 (0,984-1,018)	0,003	1,032 (1,011-1,054)
Operatives Vorgehen (nein/ja)	<0,01	5,529 (3,188-9,589)	0,011	2,231 (1,185-4,200)

In oben stehender Tabelle 7 der demographischen und klinischen Parameter zeigten sich zwei Variablen als signifikante Risikofaktoren für das Auftreten einer oder mehrerer Minor-Komplikationen.

Im Hinblick auf das Alter ist die Wahrscheinlichkeit eine oder mehrere Minor-Komplikationen zu entwickeln pro Lebensjahr um 0,6 % erhöht (p-Wert 0,02; OR 0,006; 95 % KI 1,001-1,008). Als weiterer statistisch signifikanter Risikofaktor konnte ein NRS≥3 mit einem p-Wert von <0,01 bei einer Odds Ratio von 1,643 (95 % KI 1,304-2,069) identifiziert werden. Damit hat ein mangelernährter Patient ein um 64,3 % erhöhtes Risiko eine oder mehrere geringfügige Komplikationen zu entwickeln.

Bei männlichen Patienten (n=1029) lag die Minor-Komplikationsrate bei n=432 (42,0 %), bei weiblichen Patienten (n=809) entwickelten n=359 (44,4 %) eine oder mehrere Minor-Komplikationen. Es ergab sich trotz leicht erhöhter Minor-Komplikationsrate bei Frauen kein aussagekräftiger geschlechtsspezifischer Unterschied ($p=0,304$).

Das operative Vorgehen ging mit einem 5,529-fach erhöhtem Risiko einher eine oder mehrere Minor-Komplikationen zu erleiden (OR 5,529; 95 % KI 3,188-9,589).

Für die Parameter Rauchen, täglicher Alkoholkonsum oder Alkoholkrankheit, Anzahl eingenommener Medikamente und BMI konnte keine Unabhängigkeit festgestellt werden (Tabelle 7).

Bei Betrachtung der Major-Komplikationen war im Gegensatz zu den Minor-Komplikationen das Geschlecht mit einem p-Wert von 0,019 statistisch signifikant. Von den männlichen Patienten (n=1029) entwickelten n=208 (20,2 %) Patienten eine oder mehrere Major-Komplikationen, während n=129 (15,9 %) weibliche Patienten (n=809) eine oder mehrere schwerwiegende Komplikationen entwickelten. Die OR betrug 0,749. Somit hatte eine Frau ein um 25,1 % geringeres Risiko für das Auftreten einer oder mehrerer Major-Komplikationen.

Bei der Unterscheidung zwischen Rauchern und Nichtrauchern ($p \leq 0,01$), (OR 1,546; 95 % KI 1,218-1,963) mangelernährten und nicht mangelernährten Patienten ($p \leq 0,01$) (OR 1,873; 95 % KI 1,429-2,455) und Patienten mit bzw. ohne vorliegender Alkoholkrankheit ($p=0,021$) (OR 2,520 95 % KI 1,152-5,509) zeigten sich im Rahmen der Analyse statistisch signifikante Korrelationen und konnten somit als Risikofaktoren zur Entwicklung von Major-Komplikationen identifiziert werden.

Weiterhin gab es einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Medikamentenanzahl und dem Auftreten von Major-Komplikationen: Steigt die Anzahl der verabreichten Medikamente um 1, so ist das Risiko eine oder mehrere schwerwiegende Komplikationen zu entwickeln um 8,1 % erhöht (OR 1,081;

95 % KI 1,047-1,115). Ein statistisch signifikanter Zusammenhang existiert ebenfalls zwischen dem BMI und Major-Komplikationen. Steigt der BMI um 1, so steigt das Risiko um 3,2 % (OR 1,032; 95 % KI 1,011-1,054). Beim operativen Vorgehen lag ein um 2,231-fach erhöhtes Risiko vor, eine oder mehrere Major-Komplikationen zu erleiden (OR 2,231; 95 % KI 1,185-4,200).

3.3.1.2 Präoperative Informationen und soziale Faktoren der Alltagsunterstützung als potentielle Risikofaktoren

Im Anschluss an die Analyse auf potentielle demographische und klinische Risikofaktoren wurde das Patientenkollektiv auf die Prognosefähigkeit präoperativer Informationen und sozialer Faktoren im Bereich der Alltagsunterstützung bezüglich des Auftretens von Minor- und Major-Komplikationen hin untersucht.

Tabelle 8: Ergebnisse der univariaten logistischen Regression für das Auftreten einer oder mehr Minor- / Major-Komplikationen: Präoperative Informationen und soziale Faktoren

Präoperative Informationen und soziale Faktoren der Alltagsunterstützung	Eine oder mehrere Minor Komplikationen		Eine oder mehrere Major Komplikationen	
	p-Wert	Odds Ratio (95 % KI)	p-Wert	Odds Ratio (95 % KI)
Anzahl vorausgegangener Krankenhausaufenthalte	0,360	1,007 (0,992-1,024)	<0,01	1,052 (1,033-1,071)
Anzahl vorausgegangener Operationen	0,189	1,009 (0,996-1,022)	<0,01	1,043 (1,028-1,059)
Komplikationsbedingte Aufnahme (nein/ja)	<0,01	1,438 (1,177-1,756)	<0,01	2,409 (1,890-3,071)
Patient lebt eigenständig zu Hause (nein/ja)	0,484	0,885 (0,629-1,246)	0,305	0,804 (0,530-1,219)
Pflegestufe liegt vor (nein/ja)	0,339	1,297 (0,761-2,212)	0,241	1,448 (0,780-2,688)
Patient benötigt Rollator, Rollstuhl oder ist bettlägerig (nein/ja)	0,001	1,831 (1,301-2,576)	0,004	1,772 (1,206-2,604)
Patient erhält ambulante oder stationäre Nahrung (nein/ja)	0,043	1,544 (1,014-2,351)	0,002	2,041 (1,288-3,236)

Bei der in der obigen Tabelle 8 dargestellten Auswertung zeigte sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der stationären Aufnahme eines Patienten mit einer bereits bestehenden Komplikation und der Entwicklung von Minor-Komplikationen ($p < 0,01$; OR 1,438; 95 % KI 1,177-1,756).

Die Anzahl vorausgegangener Krankenhausaufenthalte (p -Wert: 0,360), die Anzahl vorausgegangener Operationen (p -Wert: 0,189), ob der Patient eigenständig zu Hause lebt (p -Wert: 0,484) und ob eine Pflegestufe vorliegt (p -Wert: 0,339), zeigten sich in diesem Patientenkollektiv nicht als signifikante Faktoren für das Auftreten von Minor-Komplikationen.

Bei Betrachtung der potentiellen Risikofaktoren für Major-Komplikationen korrelierten die Anzahl vorausgegangener Krankenhausaufenthalte ($p < 0,01$; OR 1,052 95 % KI 1,033-1,071), die Anzahl vorausgegangener Operationen ($p < 0,01$; OR 1,043; 95 % KI 1,028-1,059) sowie Patienten, die bereits mit Komplikationen stationär aufgenommen wurden, statistisch signifikant. Die Odds für das Auftreten von Major Komplikationen nach komplikationsbedingter stationärer Aufnahme lag bei 2,409.

Patienten, welche auf Rollator oder Rollstuhl angewiesen oder bettlägerig sind, haben gegenüber Patienten, welche eigenständig oder mit Gehhilfe mobil sind, ein signifikant höheres Risiko für beide Klassen von Komplikationen (Minor: $p = 0,001$; OR 1,831 95 % KI 1,301-2,576; Major: $p = 0,004$; OR 1,772 95 % KI 1,206-2,604). Des Weiteren wird das Risiko für beide Klassen von Komplikationen signifikant davon beeinflusst, ob sich ein Patient selber mit Nahrung versorgt beziehungsweise private Unterstützung erhält oder ob er auf ambulante oder stationäre Ernährung angewiesen ist (Minor: $p = 0,043$; OR 1,544 95 % KI 1,014-2,351; Major: $p = 0,002$; OR 2,041 95 % KI 1,288-3,236).

3.3.1.3 Komorbiditäten als potentielle Risikofaktoren

Nach dem Vergleich hinsichtlich demographischer und klinischer sowie präoperativer Informationen wurde das Patientenkollektiv im nächsten Schritt in Bezug auf Komorbiditäten als potentielle Risikofaktoren untersucht.

Tabelle 9: Ergebnisse der univariaten logistischen Regression für das Auftreten einer oder mehrerer Minor- / Major-Komplikationen: Komorbiditäten

Komorbiditäten	Eine oder mehrere Minor Komplikationen		Eine oder mehrere Major Komplikationen	
	P-Wert	Odds Ratio (95 % KI)	P-Wert	Odds Ratio (95 % KI)
Kardiologische Erkrankung	0,025	1,236 (1,026-1,488)	0,002	1,456 (1,149-1,845)
Arterielle Hypertonie	0,118	1,162 (0,963-1,401)	0,023	1,317 (1,038-1,670)
Koronare Herzkrankheit	0,148	1,268 (0,919-1,750)	0,389	1,191 (0,800-1,773)
Herzrhythmusstörungen	0,481	1,120 (0,817-1,537)	0,01	1,863 (1,304-2,662)
Herzinsuffizienz	0,309	1,233 (0,823-1,846)	0,005	1,897 (1,211-2,973)
Endokrinologische Erkrankung	0,139	1,171 (0,950-1,444)	0,019	1,360 (1,050-1,761)
Diabetes mellitus	0,940	1,017 (0,769-1,346)	<0,01	1,907 (1,389-2,618)
Schilddrüsenfunktionsstörung	0,335	1,128 (0,883-1,441)	0,490	0,893 (0,647-1,232)
Stoffwechselkrankheiten	0,728	1,038 (0,841-1,280)	0,510	1,093 (0,838-1,425)
Adipositas	0,998	1,000 (0,779-1,283)	0,461	1,124 (0,824-1,535)
Lipidstoffwechselstörung	0,203	0,812 (0,590-1,119)	0,531	1,133 (0,766-1,675)
Hyperurikämie oder Gicht	0,396	1,179 (0,805-1,727)	0,010	1,748 (1,136-2,691)
Angiologische Erkrankungen	0,954	1,007 (0,781-1,299)	0,380	1,152 (0,840-1,580)
CVI	0,339	1,188 (0,835-1,690)	0,543	0,864 (0,538-1,386)
pAVK	0,784	1,076 (0,636-1,821)	0,029	1,887 (1,058-3,363)
Thrombosen	0,279	0,784 (0,504-1,219)	0,962	0,987 (0,566-1,719)

Komorbiditäten	Eine oder mehrere Minor Komplikationen		Eine oder mehrere Major Komplikationen	
	P-Wert	Odds Ratio (95 % KI)	P-Wert	Odds Ratio (95 % KI)
Gastroenterologische Erkrankungen	0,850	0,972 (0,728-1,299)	0,834	1,040 (0,721-1,500)
Tumorerkrankungen	0,951	1,010 (0,747-1,365)	0,216	0,771 (0,509-1,166)
Psychische Erkrankungen	0,070	0,743 (0,538-1,026)	0,230	1,262 (0,862-1,846)
Rheumatologische Erkrankung	0,035	1,398 (1,022-1,911)	0,844	0,960 (0,639-1,443)
Pneumologische Erkrankung	0,618	0,916 (0,650-1,292)	0,001	1,911 (1,307-2,794)
Nephrologische Erkrankung	0,461	1,149 (0,794-1,664)	0,033	1,584 (1,034-2,426)
Lebererkrankung	0,075	1,576 (0,952-2,609)	0,887	1,048 (0,552-1,987)
Hämatologische Erkrankung	0,132	1,479 (0,887-2,465)	0,200	1,472 (0,812-2,670)
Infektionserkrankung	0,409	1,276 (0,715-2,277)	0,602	1,208 (0,594-2,453)
Pankreaserkrankung	0,278	0,657 (0,306-1,412)	0,236	1,631 (0,720-3,697)
Sonstige Nebenerkrankungen	0,873	0,983 (0,801-1,207)	0,689	1,055 (0,813-1,368)

Abkürzungen: CVI: Chronisch venöse Insuffizienz; pAVK: periphere arterielle Verschlusskrankheit

Kardiologische und rheumatologische Erkrankungen erhöhten das Risiko für eine oder mehrere Minor-Komplikationen signifikant. Der p-Wert für kardiologische Erkrankungen lag bei 0,025 bei einer Odds Ratio von 1,236, der p-Wert für rheumatologische Erkrankungen bei 0,035 bei einer Odds Ratio von 1,398.

Für die Entstehung von Major-Komplikationen zeigten gemäß Tabelle 9 die Komorbiditäten kardiologische Erkrankung, arterielle Hypertonie, Herzrhythmusstörungen, Herzinsuffizienz, endokrinologische Erkrankung, Diabetes mellitus,

Hyperurikämie oder Gicht, pAVK, pneumologische und nephrologische Erkrankungen einen signifikanten Einfluss als Risikofaktoren.

3.3.2 Regressionsanalyse

Die in der univariaten logistischen Regressionsanalyse für das Auftreten einer Major- oder Minor-Komplikation als statistisch signifikant identifizierten Variablen ($p \leq 0,1$) wurden in einer multivariaten Regressionsanalyse eingeschlossen. Hierbei wurde ein p-Wert $\leq 0,1$ als signifikant angesehen, um alle potenziellen Einflussfaktoren und deren Auswirkungen auf unabhängige Variablen untersuchen zu können.

3.3.2.1 Multivariate Analyse für Minor-Komplikationen

Die im folgenden abgebildete Tabelle zeigt die Ergebnisse dieser multivariaten Analyse für das Auftreten von Minor-Komplikationen.

Tabelle 10: Ergebnisse der multivariaten logistischen Regression für das Auftreten einer oder mehrerer Minor-Komplikationen

Parameter	<u>Eine oder mehrere Minor Komplikationen</u>	
	P-Wert	Odds Ratio (95 % KI)
Alter (Jahre)	0,984	1,000 (0,993-1,007)
Geschlecht (m/w)	0,382	1,095 (0,893-1,342)
NRS <3/≥3	0,001	1,576 (1,212-2,050)
Operatives Vorgehen (nein/ja)	<0,001	6,058 (3,458-10,614)
Komplikationsbedingte Aufnahme (nein/ja)	0,005	1,351 (1,095-1,666)
Kardiologische Erkrankung	0,610	1,061 (0,845-1,333)
Psychische Erkrankung	0,004	0,610 (0,435-0,855)

Parameter	Eine oder mehrere Minor Komplikationen	
	P-Wert	Odds Ratio (95 % KI)
Rheumatologische Erkrankung	0,040	1,415 (1,017-1,968)
Lebererkrankung	0,124	1,504 (0,894-2,532)
Patient benötigt Rollator, Rollstuhl oder ist bettlägerig (nein/ja)	0,092	1,411 (0,945-2,106)
Patient erhält ambulante oder stationäre Nahrung (nein/ja)	0,424	1,217 (0,753-1,967)

In der multivariaten Analyse konnten folgende unabhängige Risikofaktoren für das Auftreten intraoperativer, postoperativer und poststationärer Minor-Komplikationen identifiziert werden:

- NRS \geq 3,
- operatives Vorgehen,
- komplikationsbedingte Aufnahme,
- psychische Erkrankung,
- rheumatologische Erkrankung.

Die multivariate logistische Regressionsanalyse ergab, dass ein NRS \geq 3 des Patienten (OR 1,576; 95 % KI 1,212-2,050) die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer oder mehrerer Minor-Komplikationen signifikant erhöht. Weitere unabhängige Prädiktoren waren ein operatives Vorgehen (OR 1,576; 95 % KI 1,212-2,050) die komplikationsbedingte stationäre Aufnahme (OR 1,351; 95 % KI 1,095-1,666), eine rheumatologische Erkrankung (OR 1,415; 95 % KI 1,017-1,968) sowie das Vorliegen einer psychischen Erkrankung (OR 0,610; 95 % KI 0,435-0,855). Die psychische Erkrankung war mit einem p-Wert von 0,004 statistisch signifikant, die Odds Ratio lag bei 0,610, was bedeutet, dass bei

Vorliegen einer psychischen Erkrankung das Risiko eine oder mehrere Minor-Komplikationen zu entwickeln um 39,0 % sinkt.

3.3.2.2 Multivariate Analyse für Major-Komplikationen

Im Anschluss an die multivariate Analyse der zuvor als signifikant identifizierten Risikofaktoren wurde eine analoge Analyse für die Prädiktoren des Auftretens von Major-Komplikationen durchgeführt. Folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse dieser Analyse.

Tabelle 11: Ergebnisse der multivariaten logistischen Regression für das Auftreten einer oder mehrerer Major Komplikationen

Parameter	Eine oder mehrere Major Komplikationen	
	P-Wert	Odds Ratio (95 % KI)
Geschlecht (m/w)	0,177	0,823 (0,621-1,092)
Alter (Jahre)	0,531	0,997 (0,987-1,007)
Zigarette (nein/ja)	0,093	1,253 (0,963-1,630)
NRS (< 3/ ≥ 3)	0,018	1,493 (1,071-2,082)
Alkoholkrank (nein/ja)	0,074	2,173 (0,929-5,082)
Medikamente (Anzahl)	0,230	1,030 (0,981-1,082)
BMI (kg/m ²)	0,054	1,023 (1,000-1,047)
Operatives Vorgehen (nein/ja)	0,026	2,106 (1,094-4,052)
Anzahl vorausgegangener Krankenhausaufenthalte	0,332	1,013 (0,987-1,039)
Anzahl vorausgegangener Operationen	0,044	1,020 (1,001-1,041)
Komplikationsbedingte Aufnahme (nein/ja)	<0,01	1,895 (1,446-2,483)
Patient benötigt Rollator, Rollstuhl oder ist bettlägerig (nein/ja)	0,942	1,018 (0,631-1,643)
Patient erhält ambulante oder stationäre Nahrung (nein/ja)	0,129	1,514 (0,887-2,586)
Kardiologische Erkrankung	0,587	1,164 (0,673-2,014)
Arterielle Hypertonie	0,252	0,743 (0,446-1,236)
Herzrhythmusstörungen	0,036	1,589 (1,032-2,448)
Herzinsuffizienz	0,664	1,123 (0,666-1,895)
Endokrinologische Erkrankung	0,291	0,806 (0,540-1,203)
Diabetes mellitus	0,043	1,633 (1,015-2,628)
Hyperurikämie oder Gicht	0,477	1,193 (0,734-1,940)

Parameter	Eine oder mehrere Major Komplikationen	
	P-Wert	Odds Ratio (95 % KI)
pAVK	0,817	1,083 (0,552-2,126)
Pneumologische Erkrankung	0,222	1,305 (0,851-2,002)
Nephrologische Erkrankung	0,798	1,066 (0,653-1,739)

In der multivariaten Analyse konnten folgende Faktoren als unabhängige Risikofaktoren für das Auftreten intraoperativer, postoperativer und post-stationärer Major-Komplikationen identifiziert werden:

- NRS ≥ 3 ,
- operatives Vorgehen,
- Anzahl vorausgegangener Operationen,
- komplikationsbedingte Aufnahme,
- Herzrhythmusstörungen,
- Diabetes mellitus.

Ein NRS ≥ 3 ging mit einem 49,3 % erhöhten Risiko einher eine oder mehrere Major-Komplikationen zu entwickeln (p-Wert von 0,018). Das operative Vorgehen ging mit einem auf das 2,106-fach erhöhten Risiko einher Major-Komplikationen zu erleiden. Steigt die Anzahl der vorausgegangenen Operationen um eins, erhöht sich das Risiko für eine oder mehrere Major-Komplikationen um 2,0 % (p-Wert von 0,044).

Wie schon bei den Minor-Komplikationen zeigte sich auch für die Major-Komplikationen die komplikationsbedingte Aufnahme als signifikantes Risiko für das Auftreten von schwerwiegenden Komplikationen. Wurde der Patient komplikationsbedingt stationär aufgenommen, so ging dies mit einem 1,895-fach erhöhtem Risiko einher eine oder mehrere Major-Komplikationen zu entwickeln. Der p-Wert lag bei deutlich $<0,01$ und war damit statistisch signifikant.

3.3.3 Einfluss der Hauptrisikofaktoren aus multivariater Analyse auf einzelne Major-Komplikationen

Im nächsten Schritt wurde untersucht welche spezifischen Major-Komplikationen im Zusammenhang mit denen im endgültigen Regressionsmodell der multivariaten logistischen Regression als unabhängige Faktoren dargestellten Parameter stehen. Der Fokus wurde hierbei ausschließlich auf die schwerwiegenden Major-Komplikationen gelegt, da deren Vermeidung/Untersuchung das Hauptziel der vorliegenden Studie ist.

Im Unterschied zu den vorausgegangenen Betrachtungen wurde dabei der genaue Zeitpunkt der Komplikation ebenfalls untersucht, um zu analysieren, ob bestimmte Risikofaktoren den Komplikationszeitpunkt maßgeblich beeinflussen. Geprüft wurden dafür alle im deskriptiven Teil dargestellten Major-Komplikationen. Aufgrund der Vielzahl der Analysen entstanden sehr umfangreiche Ergebnisse. Zum Zwecke der Übersichtlichkeit wurden in den folgenden Tabellen ausschließlich die statistisch signifikanten Ergebnisse aufgeführt.

3.3.3.1 NRS

Folgende Tabelle zeigt welche spezifischen Major-Komplikationen im Zusammenhang mit einer vorliegenden Mangelernährung stehen:

Tabelle 12: Ergebnisse der logistischen Regression und Kreuztabelle für den Zusammenhang von NRS < 3 / ≥ 3 und Komplikationen

Komplikation	Zeitpunkt	NRS < 3		NRS ≥ 3		P-Wert	Odds Ratio (95 % KI)
		Nein	Ja	Nein	Ja		
Kardiovaskuläre Komplikationen	<i>intraoperativ</i>	1470	3	356	7	0,001	9,635 (2,479-37,44)
Kardiovaskuläre Komplikationen	<i>postoperativ</i>	1453	20	345	18	<0,01	3,790 (1,984-7,243)
Pulmonale Komplikationen	postoperativ	1466	7	355	8	0,003	4,720 (1,700-13,11)
Hämatom mit Revision	<i>postoperativ</i>	1464	9	356	7	0,022	3,199 (1,183-8,647)
Tiefe Wundinfektion	<i>poststationär</i>	1414	59	334	29	0,002	2,081 (1,313-3,297)

Mangelernährte Patienten mit einem NRS ≥ 3 hatten ein statistisch signifikant höheres Risiko kardiovaskuläre Komplikationen intraoperativ (OR 9,635; 95 % KI 2,479-37,444) sowie postoperativ (OR 3,790; 95 % KI 1,984-7,243) zu erleiden als Patienten die mit einem NRS < 3 kein Risiko für eine Mangelernährung aufweisen.

Pulmonale Komplikationen postoperativ (OR 4,720; 95 % KI 1,700-13,101), revisionspflichtige Hämatome postoperativ (OR 3,199; 95 % KI 1,183-8,647) sowie tiefe Wundinfektionen poststationär (OR 2,081; 95 % KI 1,313-3,297) konnten als Major-Komplikationen identifiziert werden, welche statistisch signifikant mit mangelernährten Patienten korrelierten.

3.3.3.2 Operatives Vorgehen

Bei genauer Betrachtung der Major-Komplikationen die spezifisch bei Patienten aufgetreten sind, bei denen ein operatives Vorgehen durchgeführt wurde, konnten keine statistisch signifikanten spezifischen Komplikationen identifiziert werden.

3.3.3.3 Komplikationsbedingte Aufnahme

Welche Major-Komplikationen im Zusammenhang mit einer komplikationsbedingten stationären Aufnahme stehen, zeigt folgende Tabelle:

Tabelle 13: Ergebnisse der binär logistischen Regression und Kreuztabelle für den Zusammenhang von komplikationsbedingter Aufnahme und Komplikationen

Komplikation	Zeitpunkt	Aufnahme mit Komplikation		Aufnahme ohne Komplikation		P-Wert	Odds Ratio (95 % KI)
		Nein	Ja	Nein	Ja		
Tiefe Wundinfektion	poststationär	496	60	1254	28	<0,01	5,418 (3,418-8,586)
Knochenweichteil Komplikation mit Revision	poststationär	526	30	1263	19	<0,01	3,791 (2,115-6,796)
Wundheilungsstörung mit Revision	poststationär	546	10	1275	7	0,010	3,336 (1,263-8,809)

Bei Betrachtung der Patienten, die komplikationsbedingt stationär aufgenommen wurden, gab es einen statistisch signifikanten Zusammenhang zur Entwicklung von Major-Komplikationen, wie tiefen Wundinfektionen poststationär (OR 5,413; 95 % KI 3,418-8,586), multiplen revisionspflichtigen Knochenweichteil Komplikationen poststationär (OR 3,791; 95 %; KI 2,115-6,796) sowie revisionspflichtigen Wundheilungsstörungen poststationär (OR 3,336; 95 %; KI 1,263-8,809). Für alle identifizierten Komplikationen lagen die p-Werte bei $\leq 0,01$.

3.3.3.4 Anzahl vorausgegangener Operationen

Für den Zusammenhang zwischen der Anzahl vorausgegangener Operationen und der Art der Komplikation wurde wie beim BMI vorgegangen und ebenso eine logistische Regression durchgeführt. Folgende Tabelle zeigt den Einfluss der Anzahl vorausgegangener Operationen auf die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer bestimmten Major-Komplikation.

Tabelle 14: Ergebnisse der logistischen Regression für den Zusammenhang zwischen Anzahl vorausgegangener Operationen und Art der Komplikationen

Komplikation	Zeitpunkt	P-Wert	Odds Ratio (95 % KI)
Tiefe Wundinfektion	<i>postoperativ</i>	0,040	1,031 (1,000-1,062)
Tiefe Wundinfektion	<i>poststationär</i>	<0,01	1,045 (1,027-1,063)
Wundheilungsstörung mit Revision als Folge	<i>poststationär</i>	0,027	1,034 (1,004-1,065)
Knochenweichteil Komplikation mit Revision als Folge	<i>postoperativ</i>	0,006	1,039 (1,011-1,067)
Knochenweichteil Komplikation mit Revision als Folge	<i>poststationär</i>	<0,01	1,039 (1,019-1,059)

Wie bereits vorab im multivariaten Regressionsmodell in Abschnitt 3.3.2.2 gezeigt, korreliert der Risikofaktor „Anzahl vorausgegangener Operationen“ statis-

tisch signifikant mit dem allgemeinen Auftreten einer oder mehrerer Major-Komplikationen. Signifikante spezifische Major-Komplikationen waren tiefe Wundinfektionen, sowohl postoperativ (OR 1,031; 95 % KI 1,0-1,062) als auch poststationär (OR 1,045; 95 % KI 1,027-1,063), revisionsbedürftige Wundheilungsstörungen poststationär (OR 1,034; 95 % KI 1,004-1,065) sowie multiple Knochenweichteil Komplikationen, welche postoperativ (OR 1,039; 95 % KI 1,011-1,067) und poststationär (OR 1,039; 95 % KI 1,019-1,059) auftraten.

3.3.3.5 Herzrhythmusstörungen

Welche Major-Komplikationen im Zusammenhang mit Herzrhythmusstörungen stehen, zeigt folgende Tabelle:

Tabelle 15: Ergebnisse der binär logistischen Regression und Kreuztabelle für den Zusammenhang von Herzrhythmusstörungen und Komplikationen

Komplikation	Zeitpunkt	Herzrhythmusstörung mit Komplikation		Herzrhythmusstörung ohne Komplikation		P-Wert	Odds Ratio (95 % KI)
		Nein	Ja	Nein	Ja		
Pulmonale Komplikationen	postoperativ	6	9	1657	162	<0,001	15,343 (5,393-43,648)
Kardiale Komplikationen	postoperativ	14	7	1649	164	<0,001	5,027 (2,001-12,633)
Kardiovaskuläre Komplikationen	postoperativ	26	12	1637	159	<0,001	4,752 (2,352-9,599)

Liegt als Vorerkrankung eine Herzrhythmusstörung vor, korreliert dies im Patientenkollektiv ausschließlich signifikant mit postoperativen Major-Komplikationen, jedoch nicht signifikant mit intraoperativen oder poststationären Major-Komplikationen. Spezifische Major-Komplikationen mit einer signifikanten Korrelation waren pulmonale Komplikationen (OR 15,343; 95 % KI 5,393-43,648), kardiale Komplikationen (OR 5,027; 95 % KI 2,001-12,633) und kardiovaskuläre Komplikationen (OR 4,752; 95 % KI 2,352-9,599).

3.3.3.6 Diabetes mellitus

Welche Major-Komplikationen im Zusammenhang mit einem Diabetes mellitus stehen, zeigt folgende Tabelle:

Tabelle 16: Ergebnisse der binär logistischen Regression und Kreuztabelle für den Zusammenhang eines Diabetes mellitus und Komplikationen

Komplikation	Zeitpunkt	Diabetes mellitus <u>mit</u> Komplikation		Diabetes mellitus <u>ohne</u> Komplikation		P-Wert	Odds Ratio (95 % KI)
		Nein	Ja	Nein	Ja		
Kardiale Komplikationen	<i>postoperativ</i>	12	9	1595	219	<i><0,001</i>	5,462 (2,275-13,113)
Akute Niereninsuffizienz	<i>postoperativ</i>	3	4	1604	224	<i>0,006</i>	9,548 (2,123-42,938)
Wundheilungsstörung mit Revision	<i>postoperativ</i>	13	6	1594	222	<i>0,011</i>	3,314 (1,247-8,808)
Wunddehiszenz mit Revision	<i>postoperativ</i>	2	3	1605	225	<i>0,016</i>	10,700 (1,778-64,384)

Das Vorliegen eines Diabetes mellitus korrelierte ausschließlich signifikant mit postoperativen Komplikationen ohne signifikante Korrelation mit intraoperativen und poststationären Major-Komplikationen. Hier korrelierten schwerwiegende Major-Komplikationen wie kardiale Komplikationen (OR 5,462; 95 % KI 2,275-13,113) und eine postoperativ auftretende akute Niereninsuffizienz (OR 9,548; 95 % KI 2,123-42,938) mit der Vorerkrankung. Darüber hinaus korrelierten sowohl revisionspflichtige Wundheilungsstörungen (OR 3,314; 95 % KI 1,247-8,808) als auch revisionspflichtige Wunddehiszenzen (OR 10,700; 95 % KI 1,778-64,384) mit Vorliegen eines Diabetes mellitus.

3.3.3.7 Übergewicht als Risikofaktor

Der BMI als Indikator lag mit einer Signifikanz von $p=0,052$ geringfügig über der gewählten Signifikanzschwelle von $p=0,05$. Zum Zweck der späteren Diskussion

und dem Vergleich mit der Literatur wird seine Korrelation mit bestimmten Major-Komplikationen hier dennoch aufgeführt. Hierfür wurde ebenso eine logistische Regression durchgeführt. Dabei ist die abhängige Variable dichotom kodiert (Art der Komplikation aufgetreten nein/ja) und die unabhängige Variable (BMI) ist metrisch skaliert. Folgende Tabelle zeigt den Einfluss des BMI auf die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer bestimmten Major-Komplikation. Die Stärke dieses Einflusses wurde auch hier über die Odds Ratio angegeben.

Tabelle 17: Ergebnisse der logistischen Regression für den Zusammenhang zwischen BMI und Art der Komplikationen

Komplikation	Zeitpunkt	P-Wert	Odds Ratio (95 % KI)
Tiefe Wundinfektion	<i>poststationär</i>	<i>0,049</i>	1,037 (1,000-1,075)
Wundheilungsstörung mit Revision	<i>poststationär</i>	<i>0,032</i>	1,079 (1,007-1,157)

Der BMI korrelierte mit zwei spezifischen poststationär aufgetretenen Major-Komplikationen. Erhöht sich der BMI um 1 kg/m², so steigt die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten tiefer Wundinfektionen poststationär um 3,7 %. Ebenso korreliert der BMI positiv mit dem Auftreten revisionspflichtiger Wundheilungsstörungen: Bei einem um 1 kg/m² erhöhten BMI steigt hier die Wahrscheinlichkeit um 7,9 %.

4 Diskussion

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden zahlreiche Erkenntnisse über die Komplikationsraten, die mit ihnen assoziierten Risikofaktoren und des methodischen Ansatzes der Studie im Allgemeinen gewonnen. Diese Aspekte werden im Folgenden detailliert erläutert und ihre Vergleichbarkeit mit anderen Studien diskutiert.

4.1 Auswahl der Studienpopulation

Das Hauptaugenmerk dieser Studie lag darauf, ein möglichst großes und breit gefächertes Patientenkollektiv an der BGU Tübingen abzubilden und aufgetretene Komplikationen detailliert zu analysieren.

Dies dient dem Zweck, auch Komplikationen und Risikofaktoren statistisch auszuwerten, welche in einem kleineren Patientenkollektiv gegebenenfalls zu selten oder gar nicht aufgetreten wären. So war durch die Größe des Patientenkollektivs beispielsweise eine detailliertere Analyse sämtlicher Wundkomplikationen unterteilt in oberflächliche Wundinfektionen, tiefe Wundinfektionen, Wundheilungsstörungen, Wundsekretion und Wunddehiszenzen möglich. Diese wurden in anderen Studien lediglich als „Wundproblematik“, „Wundkomplikationen“ oder „Wundheilungsstörung“ erfasst (7, 45, 53).

Zu diesem Zweck wurden im Patientenkollektiv unterschiedliche Behandlungen, unabhängig von deren Schweregrad, gleichermaßen analysiert. So wurde beispielsweise ein Routineeingriff wie eine „Plattenentfernung“ ebenso berücksichtigt, wie schwere Eingriffe in Zusammenhang mit einem Polytrauma. Ebenfalls wurden Fälle aller beteiligten Fachabteilungen berücksichtigt, sowie operativ und konservativ behandelte Patienten analysiert.

Diese umfassende Betrachtung stellt einen generellen methodischen Unterschied im Vergleich zu Referenzstudien dar, welche in der Regel die Betrachtung entweder auf bestimmte Behandlungen oder auf bestimmte Risikofaktoren und die damit verbundenen diagnosespezifischen Komplikationen, wie beispielsweise Beinlängendifferenz nach Hüftfraktur (7), Pseudarthrose (56, 57) oder Implantatversagen (58) legten. Diese diagnosespezifischen Komplikationen wurden zwar erfasst, aber nicht in die Hauptauswertung eingeschlossen, um von der Behandlung und Fachabteilung unabhängige Risikofaktoren identifizieren zu können.

Dieses heterogene Patientenkollektiv birgt jedoch auch Einschränkungen. So wurden zum einen beispielsweise polytraumatisierte Patienten mit multiplen Verletzungsmustern gleichermaßen analysiert, wie zum Beispiel weniger auf-

wändige Metallentfernungen. Es wäre dadurch möglich, dass bei polytraumatisierten Patienten auf Grund des Verletzungsmusters und der Schwere der Verletzung oftmals Revisionen notwendig sind und daher auch mit potenziell komplikationsträchtigeren Verläufen zu rechnen ist. In einer Studie von Kim und Kim wurde beispielsweise nachgewiesen, dass das Risikoscoringsystem "Injury Severity Score" signifikant mit dem Auftreten von Revisionen korreliert (59).

Eine weitere Einschränkung der Betrachtung über mehrere Behandlungsarten ist, dass im Gegensatz zu Studien, welche nur eine Behandlungsart betrachten, keine spezifischen Risikofaktoren und spezifischen Komplikationen erfasst und ausgewertet werden können. Beispielsweise kann in der bereits zitierten Studie von Flikweert et al. über Frakturen auch ein Zusammenhang zwischen dem Frakturtyp und Komplikationen hergestellt werden (7), was hier nicht möglich ist.

Aus den oben genannten Überlegungen folgt, dass der Fokus dieser Studie auf einer breiten Abbildung von Komplikationen mit einem besonderen Augenmerk auf seltenen aber möglicherweise schwerwiegenden Komplikationen liegt. Dies ist in der vorliegenden Studie beispielsweise beim akuten Nierenversagen der Fall, welches lediglich 4 von 1838 Patienten (0,2 %) erlitten.

4.2 Länge und Phasen des Follow-Ups

In der vorliegenden Studie wurden Komplikationen über einen Zeitraum von bis zu sechs Jahren nachverfolgt und in die Phasen intraoperativ, postoperativ und poststationär unterteilt. Durch den gewählten Ansatz konnte im Gegensatz zu Studien, welche nicht zwischen postoperativen und poststationären Komplikationen (10) unterscheiden oder die poststationäre Phase gar nicht betrachten, geprüft werden, ob der Patient die Komplikation noch im stationären Setting oder bereits nach der Entlassung erlitt.

Bezüglich der optimalen Länge des Follow-Ups besteht ein Konsens darüber, dass ein längeres Follow-Up Komplikationen genauer und zuverlässiger abbildet. So wurde in einer Studie von Knorr et al. über Komplikationen radikaler Zystektomien nachgewiesen, dass ein Follow-Up von 90 Tagen statt nur 30 Tagen signifikant häufiger abbildet (60). Ein genaueres Bild über bestimmte Komplikationen wird auch bereits möglich, wenn man das Follow-Up gegenüber dem

klinischen Audit auf 30 Tage (61) beziehungsweise zwei Monate verlängert (28). Diese Erweiterung des Follow-Ups auf die poststationäre Phase gewinnt auch im Hinblick auf die durchschnittliche Krankenhausverweildauer an Bedeutung, welche 1991 14,0 Tage und 2019 lediglich noch 7,2 Tage betrug (62). Für eine umfangreiche Erfassung der Komplikationen ist es daher unerlässlich, wie in der vorliegenden Studie durchgeführt, die poststationäre Phase in Bezug auf Komplikationen zu überwachen und somit potenzielle Spätfolgen und komplikationsträchtige Verläufe zu erfassen.

Dieses Bild deckt sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie: Intraoperativ und postoperativ traten 22 (4,9 %) respektive 195 (43,6 %) der Major-Komplikationen auf, während 230 (51,5 %) der Major-Komplikationen poststationär auftraten. Die Anzahl der poststationär aufgetretenen Major-Komplikationen ist somit höher als die der intraoperativen und postoperativen Major-Komplikationen. Dieses Ergebnis unterstreicht die Relevanz, poststationäre Komplikationen getrennt zu erfassen.

Auf der anderen Seite erhöht ein längeres Follow-Up die Unschärfe über den Krankenhausaufenthalt. Bei längeren Follow-Ups ist denkbar, dass auch Komplikationen gezählt werden, welche in keinem kausalen Zusammenhang zum Krankenhausaufenthalt stehen. So besteht beispielsweise das Risiko, dass ein Unfalltod ebenfalls als poststationäres Ereignis erfasst wird, auch wenn dieser erkennbar nicht durch den Krankenhausaufenthalt bedingt war.

Aus diesem Grund stellt die Wahl des Zeitraums für den Follow-Up auch immer einen Kompromiss dar. In vielen Studien hat es sich dafür etabliert, die Komplikationen bis zu 30 Tagen postoperativ zu erfassen (17, 63), wobei beispielsweise Flikweert et al. ein längeres Follow-Up von 6 Monate wählte (7).

Eine Einschränkung des hier gewählten Follow-Ups liegt darin, dass nicht alle Komplikationen erfasst wurden, da ein Teil des Patientenkollektivs womöglich poststationär durch einen heimatnahen niedergelassenen Arzt behandelt wurde oder zu Nachkontrollen nicht mehr erschienen ist. Denkbar ist, dass so vor allem einfach zu behandelnde Minor-Komplikationen, wie beispielsweise Wundheilungsstörungen nicht erfasst wurden.

Eine Besonderheit des Follow-Ups stellt die Verfolgung der Mortalität dar. So hat sich bei einer Studie über den Zusammenhang von Länge des Follow-Ups und Mortalität gezeigt, dass sich diese bei einem Follow-Up über 365 Tage zwar gegenüber einem Follow-Up über 30 Tage erhöht, die Zusammenhänge zwischen diesen beiden Werten aber linear sind. Aus diesem Grund gibt die Studie von Smith et al. die Empfehlung, dass für die Betrachtung der Mortalität ein Follow-Up über 30 Tage bereits ausreichend ist (64).

Problematisch an der Methode der Erfassung nach Phasen kann zunächst erscheinen, dass sich Komplikationen über mehrere Phasen erstrecken können. So wurden beispielsweise eine Wundheilungsstörung postoperativ, die poststationär in eine tiefe Wundinfektion überging, sowohl als Minor-Komplikation postoperativ, als auch als Major-Komplikation poststationär erfasst. Für die Ergebnisse der vorliegenden Studie hat dies jedoch keine nennenswerten Auswirkungen, da in den univariaten und multivariaten Analysen betrachtet wurde, ob eine oder mehrere Major-Komplikationen bzw. Minor-Komplikationen aufgetreten sind. Die Anzahl der Komplikationen pro Patient wurde in dieser Studie nicht weiter betrachtet, wodurch die oben genannte Problematik umgangen wurde.

4.3 Komplikationsraten und Schweregrad

In der Studie entwickelten insgesamt 43,0 % Minor-Komplikationen und 18,3 % der Patienten Major-Komplikationen. In anderen großen Studien über chirurgische Eingriffe wurden Komplikationsraten von 7,0 % bis 21,9 % festgestellt (65-67). Im Vergleich fällt auf, dass die Komplikationsraten dieser Studie wesentlich höher sind. Eine mögliche Ursache hierfür ist, dass in der vorliegenden Studie bereits kleinste Abweichungen vom normalen Verlauf als Komplikation erfasst wurden und jegliche Abweichungen vom gewünschten klinischen Verlauf dokumentiert wurden, wodurch die recht hohe Minor-Komplikationsrate zu erklären ist.

Zusammenfassend lässt sich bei der in der vorliegenden Studie verwendeten Klassifikation in Minor-Komplikationen und Major-Komplikationen feststellen,

dass diese ein nützliches Werkzeug zur praktischen Arbeit sind: Es wäre im Rahmen der vorliegenden Studie verhältnismäßig nicht möglich gewesen, jeweils eine univariate und multivariate Analyse jedes Risikofaktors für jede einzelne Komplikation durchzuführen. Durch die gewählte Methode der Klassifikation war eine Vorsortierung der relevantesten Risikofaktoren möglich. Nur diese relevantesten Risikofaktoren mussten dann weiter untersucht werden. Mangels einer einheitlichen Definition von Komplikationen in der Literatur (8) lassen sich deren Risikofaktoren zwar nicht objektiv mit anderen Studien vergleichen; wohl aber die daraus abgeleiteten wichtigsten Risikofaktoren und deren spezifische Komplikationen. Die Einteilung in Minor-Komplikationen und Major-Komplikationen kann daher eher als methodischer Zwischenschritt anstatt als Endergebnis betrachtet werden.

In der hier vorliegenden Studie fällt die vergleichsweise geringe Mortalität von 0,2 % im Vergleich zu anderen Studien auf. Diese anderen Studien weisen Mortalitätsraten zwischen 0,3 % bis 2,6 % für allgemeine Eingriffe (17, 64) und 4,5 % bis 17,8 % für schwerwiegende spezifische Eingriffe wie beispielsweise Hüftfrakturen (68, 69) auf. Dies kann damit erklärt werden, dass die Komplikationen aus dem KIS erfasst wurden. Während es wahrscheinlich ist, dass ein Patient beispielsweise wegen Major-Komplikationen einen erneuten Krankenhausaufenthalt hat und diese daher im KIS abgespeichert sind, ist bei einem poststationären Tod davon auszugehen, dass dieser nicht ans Krankenhaus mitgeteilt wird und daher auch nicht im KIS erfasst wird. Insbesondere in Anbetracht der immer kürzeren Liegezeiten (62) ist die Aussagekraft der Komplikation "Tod" eingeschränkt. Möglicherweise kann dadurch die außergewöhnlich niedrige Mortalität erklärt werden.

4.4 Risikofaktoren und deren Vergleich mit der aktuellen Literatur

4.4.1 Signifikante Risikofaktoren der multivariaten Analyse

Stand der Forschung ist, dass bestimmte Risikofaktoren wie beispielsweise Diabetes in Korrelation mit der Komplikationsrate stehen (43).

Als Ergebnis der multivariaten Analyse dieser Studie für das Auftreten einer oder mehrerer Major-Komplikationen konnten Mangelernährung, operatives Vorgehen, die Anzahl vorausgegangener Operationen, komplikationsbedingte stationäre Aufnahme, Diabetes mellitus und Herzrhythmusstörungen als unabhängige Risikofaktoren identifiziert werden.

Für das Auftreten von Minor-Komplikationen konnten ein NRS ≥ 3 , operatives Vorgehen, komplikationsbedingte Aufnahme, psychische Erkrankung sowie rheumatologische Erkrankung als unabhängige Risikofaktoren identifiziert werden.

Von diesen werden im Folgenden die Risikofaktoren für Major-Komplikationen genauer betrachtet. Darüber hinaus wird der Risikofaktor psychische Erkrankungen diskutiert, da die Ergebnisse der vorliegenden Studie hierzu im Widerspruch zur Literaturmeinung stehen.

4.4.2 Mangelernährung als Risikofaktor (NRS)

Als unabhängiger signifikanter Risikofaktor für das Auftreten von Major-Komplikationen zeigte sich das Vorliegen einer Mangelernährung (NRS ≥ 3). Im Patientenkollektiv ist das Risiko für eine oder mehrere Major-Komplikationen um 49,3 % erhöht. Die besondere Bedeutung von Mangelernährung wird dadurch unterstrichen, dass Mangelernährung neben der komplikationsbedingten stationären Aufnahme sowie operativem Vorgehen damit sowohl in der univariaten als auch in der multivariaten Analyse einer der drei Risikofaktoren war, welche sowohl für Minor- als auch Major-Komplikationen signifikant waren. Dieser Zusammenhang zwischen einer Mangelernährung und dem Auftreten von Komplikationen bestätigte sich bereits in anderen Studien (43, 45, 47, 70, 71).

In einem Kontrast zur Erkenntnis über die Signifikanz von Mangelernährung als Risikofaktor steht, dass jedoch in Studien von beispielsweise Flikweert et al., Roche et al., Poh et al oder Schoenfeld et al. der Risikofaktor Mangelernährung nicht in die Analysen mit einfließt (7, 9, 10, 17). Diese Erkenntnis setzt sich auch im klinischen Alltag fort: Dort wird Mangelernährung oft nicht richtig diagnostiziert (72-75), obwohl dies anhand objektiv reproduzierbarer Kriterien wie dem Nutritional Risk Screening (NRS) (76) mit einem verhältnismäßig geringem Aufwand

erfassen lässt (77). Für das präoperative Management von Mangelernährung existieren zwar bereits Ansätze (78-81), jedoch bislang begrenzte Erkenntnisse über deren Wirksamkeit (82).

Im Rahmen der Analyse der spezifischen Major-Komplikationen zeigten sich am bedeutsamsten ein erhöhtes Risiko für intraoperative kardiovaskuläre Komplikationen (OR 9,635, $p=0,001$). Neben dieser spezifischen Komplikation erhöhte das Vorliegen des Risikofaktors Mangelernährung ebenfalls das Risiko für postoperative kardiovaskuläre Komplikationen, sowie pulmonale Komplikationen postoperativ als auch Wundkomplikationen wie revisionspflichtige Hämatome postoperativ und tiefe Wundinfektionen poststationär.

In der Literatur finden sich wenige Studien, welche den Zusammenhang zwischen Mangelernährung und kardiovaskulären Komplikationen untersuchten und schon gar nicht in der Unfallchirurgie. In einer Studie wurde zumindest Untergewicht als Risikofaktor betrachtet, jedoch nicht als signifikant identifiziert (63). In einer Studie von Eder et al. spezifisch zu kardiovaskulären Komplikationen wurde Mangelernährung nicht einmal als Risikofaktor in Betracht gezogen (83). Leandro-Merhi und Braga de Aquino zeigten keine signifikante Korrelation zwischen Mangelernährung und kardiovaskulären Komplikationen (84).

Über die signifikante Korrelation zwischen Mangelernährung und pulmonalen Komplikationen besteht in anderen Studien kein Konsens. So wurde diese Korrelation beispielsweise für Operationen am Oberbauch im allgemeinen sowie Atelektase und Tracheobronchitis im Speziellen (85) sowie für Lungenversagen festgestellt (45), während in der bereits zitierte Studie von Leandro-Merhi und Braga de Aquino keine signifikante Korrelation zwischen Mangelernährung und lungenbezogenen Komplikationen nachgewiesen wurde (84).

Bezüglich des in der vorliegenden Studie festgestellten um das 1,08-fach erhöhte Risiko für poststationäre Wundkomplikationen bei Mangelernährung zeigte Hersberger et al., dass Mangelernährung einer der unabhängigen signifikanten Risikofaktoren für eine nosokomiale Infektion darstellt (69), während andere

Studien im Unterschied zur vorliegenden Studie feststellten, dass Mangelernährung keinen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Wundinfektionen (45) beziehungsweise infektiösen Komplikationen (84) hatte.

In einer anderen Studie von Correia et al. zeigten sich bei Mangelernährung vermehrt infektiöse Komplikationen im Sinne von intraabdominalen Abszessen und Sepsis sowie Herzstillstand und Herzinsuffizienz (45). Diese Zusammenhänge wurden in der vorliegenden Studie allerdings nicht festgestellt.

Eine mögliche Ursache für alle Diskrepanzen liegt an der Vielzahl von Definitionen für Mangelernährung (77, 86-88). In Anbetracht der Bedeutung von Mangelernährung für Komplikationen erscheint es zielführend zukünftig weitere Arbeit in die Vereinheitlichung der Definition von Mangelernährung zu investieren, um eine einheitlichere Basis für die Vergleichbarkeit zu ermöglichen.

In der Literatur zeigt sich, dass mit der Mangelernährung nicht nur die reinen Komplikationsraten steigen, sondern auch die durchschnittliche Verweildauer (47) sowie das Risiko für eine erneute stationäre Wiederaufnahme innerhalb von 15 Tagen nach Entlassung (46). Dadurch, dass mangelernährte Patienten in unserem Patientenkollektiv ein um mehr als das doppelt so hohe Risiko hatten im poststationären Setting eine tiefe Wundinfektion zu erleiden und die Komplikation tiefe Wundinfektionen im Rahmen der Analyse zu Revisionseingriffen die häufigste Revisionsursache war, ist es denkbar, dass mangelernährte Patienten daher häufiger wieder stationär aufgenommen wurden.

4.4.3 Operatives Vorgehen als Risikofaktor

In der vorliegenden Studie stellte sich die Unterscheidung zwischen konservativem und operativem Vorgehen als Risikofaktor sowohl für Minor-Komplikationen als auch für Major-Komplikationen heraus. Dies ist auch rational nachvollziehbar, da bestimmte Komplikationen, wie beispielsweise eine tiefe Wundinfektion, meistens überhaupt erst im Rahmen einer operativen Therapie entstehen können.

Dieses Ergebnis deckt sich mit den Ergebnissen anderer Studien, welche beispielsweise gezeigt haben, dass die Komplikationsraten bei der Behandlung

von Humerusfrakturen (89), Skaphoidfrakturen (90) und Pneumothorax (91) beim operativem Vorgehen stets signifikant höher waren als die Komplikationsraten bei konservativem Vorgehen.

Das Design dieser Studien war im Gegensatz zur vorliegenden Studie jedoch explizit darauf ausgerichtet, Unterschiede zwischen diesen beiden Behandlungsverfahren zu untersuchen. Es wird aus diesem Grund in der vorliegenden Dr.-Arbeit darauf verzichtet, diese unabhängige Variable als eigenständigen Risikofaktor zu betrachten. Die Entscheidung zwischen konservativem und operativem Vorgehen für einen spezifischen Patienten kann in der Regel nicht frei getroffen werden, sondern ist von der klinischen Indikation abhängig. Sie dient daher hier vielmehr zur Abbildung als Confounder, um sicherzustellen, dass in der multivariaten Analyse alle vermuteten Einflussfaktoren klar voneinander abgegrenzt werden können.

4.4.4 Anzahl vorausgegangener Operationen

Die Anzahl vorausgegangener Operationen korreliert in der vorliegenden Studie positiv mit dem Auftreten von Major-Komplikationen. Dabei ist insbesondere hervorzuheben, dass diese Korrelation auch in der multivariaten Analyse zu erkennen ist. Der erkannte Effekt lässt sich also nicht allein darauf zurückführen, dass Patienten mit einer höheren Anzahl vorausgegangener Operationen stärker von anderen Risikofaktoren wie Mangelernährung betroffen sind oder dass andere Risikofaktoren wie Diabetes eine höhere Anzahl an vorausgegangenen Operationen bedingen.

Der Zusammenhang zwischen der Anzahl vorausgegangener Operationen und Komplikationen wurden bisher in der Literatur nur wenig untersucht. In einer Studie von Wick et al. über septische Arthritis zeigte sich, dass das Outcome der Arthrodesen umso besser war, je weniger vorausgegangene Operationen der Patient aufwies (92). In der zitierten Studie wurde jedoch nicht eindeutig erläutert, ob es sich um Voroperationen im behandelten Gebiet oder allgemeine vorausgegangene Operationen handelt. In einer Studie von Perka et al. zeigte sich, dass die Anzahl vorausgegangener Operationen signifikant positiv mit dem Auftreten bestimmter Klassen von Komplikationen korreliert (93). Insgesamt zeigt

die vorliegende Studie diesbezüglich eine gute Übereinstimmung mit der Literatur.

Es ist zu beobachten, dass bei Patienten mit einer hohen Anzahl vorausgegangener Operationen neben Knochenweichteil-Komplikationen insbesondere ein erhöhtes Risiko für Komplikationen wie tiefen Wundinfektionen und revisionspflichtige Wundheilungsstörungen festzustellen ist. Der Zusammenhang zwischen der Anzahl vorausgegangener Operationen und diesen spezifischen Komplikationen haben in der Literatur bislang keine Erwähnung gefunden.

4.4.5 Komplikationsbedingte Aufnahme als Risikofaktor

Die komplikationsbedingte Aufnahme stellte sich in der durchgeführten Studie als signifikanter Risikofaktor, sowohl für Minor-Komplikationen, als auch für Major-Komplikationen dar. Interessant ist hierbei die hohe Prävalenz dieses Risikofaktors im Patientenkollektiv: 30,3 % der Patienten wurden auf Grund einer bestehenden Komplikation aufgenommen. Dies ist dadurch zu erklären, dass die BGU Tübingen eine spezialisierte Fachklinik ist und besonders schwere Fälle und auch komplikationsträchtige Verläufe dort behandelt werden und von anderen, externen Kliniken überwiesen werden. Hierzu zählen auch Arbeitsunfälle mit multiplen Verletzungsmustern und komplikationsträchtigen Verläufen.

In der Literatur wurde dieser Zusammenhang bislang nur beiläufig untersucht. So stellte Schoenfeld et al. beispielsweise fest, dass sowohl eine Patientenvorgeschichte mit Wundheilungsstörungen als auch mit Sepsis die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Major-Komplikationen signifikant erhöhen (17).

Interessant ist, dass Patienten, die auf Grund oder unter anderem wegen einer Komplikation behandelt wurden, im poststationären Setting ein signifikant erhöhtes Risiko für tiefe Wundinfektionen, revisionspflichtige Knochenweichteilkomplikationen und revisionspflichtigen Wundheilungsstörungen haben. Eine naheliegende Vermutung wäre, dass dies durch den Anteil von 12,4 % der Patienten mit diabetischer Vorerkrankung bedingt ist. Dies kann trotz der spezifischen Wundproblematiken bei Diabetes jedoch keine Erklärung für die genannte Korrelation sein, da dieser Zusammenhang sonst in der multivariaten

Analyse, in welcher Diabetes als unabhängige Variable abgebildet wird, eliminiert worden wäre.

4.4.6 Psychische Erkrankungen als Risikofaktor

In verschiedenen Studien wurde festgestellt, dass psychische Erkrankungen die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Komplikationen erhöhen. Eine solche Korrelation wurde beispielsweise für Schizophrenie und Lungenversagen, tiefe Beinvenenthrombose oder Lungenarterienembolie, Sepsis sowie Nachblutungen oder Hämatomen (94), Schizophrenie und Schmerzen (95), Schizophrenie und Delir (96) und psychische Erkrankungen und Wiederaufnahme sowie Notfallbehandlungen (97) nachgewiesen.

Die Ergebnisse unserer hier vorliegenden Studie stehen teilweise im Widerspruch zu anderen Studien (94-97): Das Vorliegen einer psychischen Erkrankung wirkte sich zwar signifikant auf die Wahrscheinlichkeit für Minor-Komplikationen aus – sie senkte das Risiko jedoch, statt es wie in anderen Studien zu erhöhen.

Eine mögliche Ursache für diesen Widerspruch könnte der Fokus auf bestimmte psychische Erkrankungen wie Schizophrenie oder Depression in den zitierten Studien sein. So wurde in der Nutrition Bank Depression als psychische Erkrankung erfasst, Schizophrenie hingegen nicht. Möglicherweise haben unterschiedliche psychische Erkrankungen unterschiedliche Auswirkungen auf das Risiko Komplikationen zu entwickeln.

4.4.7 Herzrhythmusstörungen als Risikofaktor

Ebenso wurden Herzrhythmusstörungen in der Studie als unabhängiger Risikofaktor für das Auftreten von Komplikationen identifiziert. Im Vergleich mit anderen Studien mit großen Patientenkollektiven fällt auf, dass präoperative Herzrhythmusstörungen ansonsten selten als Risikofaktor für Komplikationen in Erwägung gezogen wurden (64, 65, 98). Lediglich in einer Studie von Anghel et al. über Operationen am Herzen wurden präoperative Herzrhythmusstörungen als signifikanter Risikofaktor für Nierenversagen, infektiöse Komplikationen und Wiederholung der Operation identifiziert (99).

Im Gegensatz zur Studie von Anghel et al. wurden in der hier vorliegenden Analyse präoperative Herzrhythmusstörungen jedoch als signifikanter Risikofaktor für pulmonale Komplikationen identifiziert.

Im Gegensatz zur Einstufung als Risikofaktor wurden Herzrhythmusstörungen in vielen anderen Studien bereits als Komplikation bestimmter Operationen am Herzen identifiziert (100, 101). Ein solcher Zusammenhang könnte auch in unserer Studie vorliegen: In der vorliegenden Studie sind Herzrhythmusstörungen sowohl als unabhängiger Risikofaktor erfasst als auch als Teilmenge der "Kardialen Komplikationen". Die nachgewiesene signifikante Korrelation zwischen präoperativen Herzrhythmusstörungen und kardialen Komplikationen könnte dadurch bedingt sein. Für eine detailliertere Analyse, ob eine präoperative Herzrhythmusstörung tatsächlich mit anderen kardialen Komplikationen korreliert oder lediglich postoperativ weiter besteht, wäre es notwendig, die kardialen Komplikationen in zukünftigen Studien detaillierter zu unterteilen.

In Bezug auf diese Frage, ob eine Herzrhythmusstörung ein Risikofaktor, eine Komplikation oder beides ist, wurde in einer Metastudie von Walsh et al. nachgewiesen, dass Herzrhythmusstörungen auch eine signifikante Komplikation anderer Operationen sein können, selbst wenn diese nicht auf das Herz bezogen waren. Insbesondere fiel dabei eine positive Korrelation zwischen Sepsis und Herzrhythmusstörungen auf (102). Diese Korrelationen zwischen Komplikationen untereinander wurden in der vorliegenden Studie nicht untersucht.

4.4.8 Diabetes mellitus als Risikofaktor

Weiterhin wurde in der vorliegenden Studie Diabetes als signifikanter Risikofaktor für Major-Komplikationen identifiziert.

Der Risikofaktor Diabetes ist schon lange bekannt und bereits in Studien von Wintermeyer et al., Wukich, Alfonso et al. und Di Palo et al. als Risikofaktor für das Auftreten von Komplikationen identifiziert (43, 103-105). Beim Vergleich der vorliegenden Studie mit anderen Studien ist zu beachten, dass die meisten anderen Studien Diabetes Typ 1 und Typ 2 als getrennte Risikofaktoren werten, während diese in der vorliegenden Studie zusammengefasst wurden.

Major-Komplikationen, welche signifikant positiv mit dem Vorliegen von Diabetes korrelierten, waren revisionspflichtige Wundheilungsstörungen und Wunddehiszenzen, kardiale Komplikationen und akute Niereninsuffizienz.

Di Palo et al. stellte ebenfalls eine signifikant positive Korrelation zwischen dem Risikofaktor Diabetes und Wundinfektionen fest. Die in der Vergleichsstudie erkannte Korrelation mit Sepsis wurde hier jedoch nicht festgestellt (105). Ein ähnlicher Zusammenhang wurde in einer Studie bei Patienten, welche aufgrund von Dekubitus operativ behandelt wurden, nachgewiesen: Diabetes war dort ein unabhängiger Risikofaktor für oberflächliche Wundinfektionen, tiefe Wundinfektionen und Wunddehiszenzen. Darüber hinaus wurde in der Studie von Alfonso et al. eine erhöhte Wiederaufnahme binnen 30 Tagen nachgewiesen, welche in der vorliegenden Studie nicht separat als Komplikation betrachtet wurde (104).

Nierenerkrankungen sind eine typische Folge von Diabetes Typ 2 (106) und Diabetes Typ 1 (107). Dieser Zusammenhang kann in Einklang mit der vorliegenden Studie gebracht werden, da sowohl Diabetes als auch nephrologische Vorerkrankungen in der univariaten Analyse Risikofaktoren für Major-Komplikationen waren, jedoch in der multivariaten Analyse von diesen beiden Faktoren ausschließlich Diabetes signifikant blieb.

Im Zusammenhang damit zeigte sich in der Studie von Wukich, dass in der Orthopädie als Komplikation von Diabetes und den typischen mit Diabetes assoziierten Komorbiditäten wie Nierenerkrankungen typischerweise die Wundkomplikationen wie Infektion oder gestörte Wundheilung sowie Pseudarthrose, Implantatversagen und medizinische Komplikationen auftraten (103). Von diesen Komplikationen wurde in der vorliegenden Studie ebenfalls der signifikante Zusammenhang mit Wundheilungsstörungen festgestellt. Es konnten hingegen keine signifikanten Korrelationen mit Infektionen, Pseudarthrose und Implantatversagen festgestellt werden. Allerdings wurden diagnosespezifische Komplikationen wie Implantatversagen und Pseudarthrose als „sonstige unerwünschten Ereignisse“ erfasst. Ob eine Korrelation vorlag wurde nicht untersucht ist aber

durchaus denkbar und könnte im Rahmen von Untersuchungen, die sich auf spezifische Operationsverfahren beziehen einbezogen werden.

Die in der Literatur bereits umfassend erläuterten Zusammenhänge zwischen Diabetes und Komplikationen spiegeln sich somit auch in der vorliegenden Studie wider.

4.4.9 Als nicht signifikant identifizierte Risikofaktoren

In der multivariaten Analyse der Studie wurden wie oben beschrieben sowohl Risikofaktoren identifiziert, die sich weitgehend mit dem Stand der Wissenschaft decken, als auch Risikofaktoren, welche in anderen Studien entweder nicht analysiert wurden oder welche in anderen Studien als nicht signifikant bewertet wurden. Neben diesen beiden Kategorien gibt es jedoch auch Risikofaktoren, welche in anderen Studien als signifikant bewertet wurden, die in der vorliegenden Studie aber als nicht signifikant hervortraten. Diese dritte Kategorie von Risikofaktoren soll im Folgenden genauer betrachtet werden.

4.4.9.1 Übergewicht

So wurde beispielsweise ein erhöhter BMI in einer Studie von Whiting et al. als Risikofaktor für Komplikationen identifiziert (23), in einer anderen Studien von Dindo et al. jedoch nicht (108). In der vorliegenden Studie ging ein erhöhter BMI zwar in der univariaten Analyse signifikant mit einem erhöhten Risiko für die Entstehung von Major-Komplikationen einher, lag jedoch in der multivariaten Analyse mit $p=0,052$ minimal über der gewählten Signifikanzschwelle von $p=0,05$. Eine mögliche Ursache hierfür ist, dass der BMI in den meisten anderen Studien Dummy-codiert war, was Cut-Off-Werte besser abbildet, während er in der vorliegenden Studie als metrische Variable analysiert wurde, was es erlaubt generelle Trends zu erkennen. Eine weitere Interpretation ist, dass ein erhöhter BMI als eine Form der Mangelernährung in der vorliegenden Studie über den NRS-Score bereits ausreichend abgebildet ist und daher in der multivariaten Analyse als redundant zum NRS-Score eliminiert wurde.

Bei der Analyse, welche spezifische Komplikationen mit dem Risikofaktor BMI korrelieren und zu welchem Zeitpunkt diese auftraten, zeigten sich die tiefe Wundinfektion poststationär und die revisionspflichtige Wundheilungsstörung als

signifikant. Dies deckt sich mit anderen Studien, bei denen der Einfluss des BMI auf Komplikationen untersucht wurde: In der bereits zitierten Studie von Whiting et al. über orthopädische Traumatologie korrelierten bei einem 30-Tage-Follow-Up oberflächliche und tiefe Wundinfektionen sowie Wunddehiszenzen mit Fettleibigkeit (23); in einer retrospektiven Studie die Bypassoperationen der unteren Extremitäten bei pAVK untersucht, konnte Adipositas als unabhängigen Risikofaktor für postoperative Wundinfektionen (SSI) identifiziert werden (109). Andere Studien decken diese Aussagen ebenso (108, 110). Diese Erkenntnisse stützen die Annahme, dass der BMI über den NRS bereits ausreichend abgedeckt ist: Für beide zeigte sich in der vorliegenden Studie gleichermaßen ein erhöhtes Risiko für poststationäre tiefe Wundinfektionen.

4.4.9.2 Geschlecht

Über den Einfluss des Geschlechts auf Komplikationen gibt es in der Literatur unterschiedliche Ergebnisse. Magnotti et al. und Offner et al. identifizierten das Geschlecht als unabhängigen Risikofaktor (111, 112), wobei diese Korrelation teilweise von anderen Risikofaktoren abhängen. So wurde eine Korrelation beispielsweise nachgewiesen in Form einer niedrigeren Mortalität für Traumapatientinnen unter 50 Jahren (113) oder aufgrund der Tendenz, dass männliche Patienten signifikant häufiger mit schwereren Verletzungen eingeliefert wurden (68). In anderen Studien konnte hingegen kein signifikanter Zusammenhang zwischen Geschlecht und Komplikationen im Allgemeinen (114) beziehungsweise der Mortalität im Speziellen (114, 115) festgestellt werden. Somit besteht in der Literatur keine einheitliche Meinung darüber, ob das Geschlecht ein unabhängiger Risikofaktor für das Entstehen von Komplikationen ist, oder ob dieser Zusammenhang nur besteht, wenn andere potentielle Risikofaktoren nicht ausreichend einbezogen wurden.

4.4.9.3 Rauchen

Rauchen als Risikofaktor für die Komplikationsentstehung wurde bereits in anderen Studien untersucht. Eine Metastudie von Gronkjaer et al. fasste die Erkenntnisse vieler dieser Studien zusammen (116), von denen zwar viele eine Korrelation zwischen Rauchen und Komplikationen feststellten, es aber ebenso

belastbare Studien gab, in welchen dieser Zusammenhang nicht nachgewiesen werden konnte. In der vorliegenden Studie wurde Rauchen lediglich in der univariaten Analyse als Risikofaktor für Major-Komplikationen identifiziert; dies war jedoch in der multivariaten Analyse nicht mehr der Fall.

Denkbar ist allerdings die Ausprägung, da Raucher und starke Raucher zusammen analysiert wurden. Eine Unterteilung nach Häufigkeit des Rauchens könnte möglicherweise ein differenziertes Ergebnis liefern. Eine andere mögliche Ursache für dieses Ergebnis ist, dass die Komplikation Pseudarthrose als sonstiges unerwünschtes Ereignis klassifiziert wurde und damit nicht in die Hauptanalyse einging. Durch diesen Ausschluss der mit Rauchen häufig assoziierten Pseudarthrose (117) ist es möglich, dass die Schwelle für die statistische Signifikanz gesenkt wurde.

Ein besonderes Augenmerk der eingangs zitierten Metastudie von Gronkjaer et al. lag darauf, dass es für die Bewertung des Risikofaktors Rauchen einen signifikanten Einfluss auf die Komplikationsraten hatte, ob Raucher einige Wochen vor der Operation auf das Rauchen verzichteten. War dies der Fall, so verringerten sich in vielen der in der Metastudie von Gronkjaer et al. untersuchten Studien die Komplikationsraten (116). In der vorliegenden Studie wurde hierzu keine gesonderte Betrachtung durchgeführt. Es ist daher möglich, dass Rauchen nicht als signifikanter Risikofaktor identifiziert wurde, da nicht zwischen Rauchern, welche vor der Operation auf das Rauchen verzichteten, und Rauchern, welche weiterhin rauchten, unterschieden wurde.

4.4.9.4 Soziale Faktoren zur Alltagsbewältigung

In der vorliegenden Studie wurden die sozialen Faktoren zur Alltagsbewältigung wie Mobilität, Zugang zur täglichen Nahrung, Pflegestufe sowie eigenständiges Leben zu Hause als Risikofaktoren für Komplikationen analysiert.

Analog zur vorliegenden Studie wurde beispielsweise in einer Studie von Kim et al. gleichermaßen festgestellt, dass unzureichende Mobilität des Patienten weder in der univariaten noch in der multivariaten Analyse ein signifikanter Risikofaktor darstellt (118).

Der Zusammenhang zwischen der Art der Essensversorgung wurde in keiner anderen bekannten Studie untersucht oder gar als Risikofaktor festgestellt. Jedoch existiert ein klares Verständnis zwischen der Art der Essensversorgung und dem Risiko der Mangelernährung (119). Die Tatsache, dass die Art der Essensversorgung in dieser Studie als signifikanter Risikofaktor in der univariaten Analyse festgestellt wurde, aber in der multivariaten Analyse nicht mehr signifikant war, kann daher als Indikator gewertet werden, dass dieser Risikofaktor genauer über den Risikofaktor Mangelernährung in Form des NRS abgebildet ist.

4.4.9.5 Sozioökonomische Risikofaktoren

In einzelnen Studien wurden sozioökonomische Faktoren als Untergruppe der sozialen Faktoren gelegentlich als Risikofaktor für Komplikationen identifiziert. So erkannte eine Studie über sozioökonomische Risikofaktoren den im Vereinigten Königreich verwandten *Index of Multiple Deprivation (IMD)* als unabhängigen Risikofaktor (120).

Die Frage, ob soziale oder sozioökonomische Faktoren Risikofaktoren für Komplikationen sind, wurde in der Literatur bereits qualitativ diskutiert (121). Viele Forscher vertreten dabei die Ansicht, dass über soziale Faktoren mehrere andere Risikofaktoren wie mangelnder Zugang zur Gesundheitsversorgung, mangelnde Aufklärung zu Gesundheitsfragen oder Mangelernährung vermischt werden (122). In diesem Fall könnten soziale Faktoren in der univariaten Analyse als signifikanter Risikofaktor für Komplikationen auftreten, müssten aber bei vollständiger Betrachtung aller möglichen Risikofaktoren in der multivariaten Analyse nicht mehr signifikant sein.

Poulton et al. identifizierte ebenfalls eine signifikante Korrelation zwischen sozialen und insbesondere sozioökonomischen Risikofaktoren in Form des IMD und der Mortalität - in diesem Fall für Notfalllaparotomien. Diese Studie kam ebenfalls zu dem Schluss, dass der Armut als sozialem Risikofaktor vermutlich andere Risikofaktoren zugrunde liegen und es gilt, diese zu erkennen und zu beheben (123).

So betrachtet die oben genannte Studie über den Einfluss des IMD nicht andere Risikofaktoren, welche in der vorliegenden Studie als unabhängig und signifikant identifiziert wurden (120). Dort fanden zum Beispiel die Mangelernährung, Anzahl vorausgegangener Operationen, komplikationsbedingte Aufnahme, oder Herzrhythmusstörung keine Beachtung, obwohl sie in der vorliegenden Studie als unabhängige Risikofaktoren identifiziert wurden. Eine Studie von van den Berg et al. zeigte, dass ein niedriger sozioökonomischer Stand ein signifikanter Risikofaktor für Komplikationen und die Mortalität nach der Operation bei Kolonkarzinom ist. Allerdings bezog diese Studie leider mangels Daten bestimmte Risikofaktoren wie Rauchen und Mangelernährung nicht ein (124).

Aus den vorgenannten Überlegungen zeigt sich, dass der in der vorliegenden Studie verwendete Ansatz zahlreicher Risikofaktoren präzisere Aussagen über Komplikationsursachen zulässt, als die Verwendung der Sammelkategorie sozioökonomischer Risikofaktoren.

4.4.9.6 Scoringsysteme als Risikofaktoren

Zur präoperativen Abschätzung der Risikowahrscheinlichkeit existieren allgemeine Scoringsysteme wie etwa Physiological and Operative Severity Score for Enumeration of Mortality and Morbidity (POSSUM), Cardiopulmonary Risk Index (CPRI), Charlson Comorbiditätsindex (CCI) (7), ASA (7, 10, 14, 17) und EVAD. Weiterhin existieren behandlungsspezifische Scoringsysteme wie der Injury Severity Score (ISS) und New Injury Severity Score (NISS) zur Bewertung der Schwere der Verletzungen von polytraumatisierten Patienten das NELA-Scoring, welches sich explizit auf die Laparoskopie bezieht und in dem vor allem Laborparameter einbezogen werden, welche sich vor einer Notfalloperation ermitteln lassen (125).

Es wurde in anderen Studien nachgewiesen, dass viele dieser Scoringsysteme eine gute Vorhersage über bestimmte Komplikationsarten ermöglichen (126, 127).

All diesen Scoringsystemen ist jedoch gemein, dass sie bereits eine Aussage über Arten und Gewichtung von Risikofaktoren untereinander treffen. Sie sind daher ein Werkzeug für den klinischen Alltag, jedoch für Studien wie die

vorliegende Dr.-Arbeit nicht geeignet, da sie kein genaueres Verständnis für einzelne Risikofaktoren und zusammenhängende Komplikationen ermöglichen.

4.5 Ausblick und Schlussfolgerungen

4.5.1 Schlussfolgerungen für den klinischen Alltag

Da Operationen in der Orthopädie und Unfallchirurgie zur adäquaten Therapie des Patienten essenziell sind, lassen sich Operationen nicht (immer) vermeiden. Die Kenntnis über Komplikationen und deren Zusammenhang mit Risikofaktoren stellen jedoch für den Behandler eine praktische Möglichkeit dar, zwischen Risiko und Nutzen einer Operation abzuwägen und präoperativ, intraoperativ und postoperativ geeignete Maßnahmen zu Verringerung oder gar Vermeidung von Komplikationen zu treffen. In einer Studie von Esser et al. zeigte sich, dass diese genaueren Erwartungen von Komplikationen im beispielhaften Fall der hohe tibiale Umstellungsosteotomie ansonsten erst mit der Erfahrung des Behandlers steigen (128).

Beispielsweise lässt sich von den in der Studie identifizierten Risikofaktoren Mangelernährung über verschiedene spezifische Scoringssysteme schnell und zuverlässig diagnostizieren (77) und präoperativ behandeln (78-81).

Desgleichen das Vorliegen von Diabetes ist präoperativ, intraoperativ und postoperativ zumindest teilweise zugunsten des Outcomes für den Patienten beeinflussbar (129-132).

Dass die Anzahl vorausgegangener Operationen sowie die komplikationsbedingte Aufnahme einen unabhängigen Risikofaktor für die Entstehung von Komplikationen darstellen, **ist eine neue Erkenntnis unserer Studie.**

Im Gegensatz zu Mangelernährung und Diabetes können diese Risikofaktoren präoperativ nicht positiv beeinflusst werden. Für den klinischen Alltag lässt sich jedoch zumindest aus dieser Erkenntnis ableiten, dass bei der Nutzen-Risiko-Abwägung zur Entscheidung über ein operatives Vorgehen diese beiden Faktoren gesondert berücksichtigt werden sollten.

Zum Nutzen eines effizienten Ablaufs der Risikoerfassung im klinischen Alltag hat sich jedoch auch gezeigt, dass bestimmte Risikofaktoren nicht berücksichtigt werden müssen, da sie entweder ausreichend über andere Risikofaktoren abgedeckt sind oder überhaupt nicht signifikant sind. Zu diesen Faktoren gehören beispielsweise sozioökonomische Faktoren, soziale Faktoren oder ein erhöhter BMI.

Weiterhin war in der vorliegenden Studie auffällig, dass die meisten Komplikationen dieser Risikofaktoren in der poststationären Phase auftraten. Aus diesem Grund sollten diese beiden Risikofaktoren als Indikator für eine verlängerte Beobachtung – zum Beispiel in Form häufigerer Wiedervorstellungen - in Betracht gezogen werden.

4.5.2 Einbeziehung der identifizierten Risikofaktoren in Folgestudien

Im Rahmen der Studie wurden kontroverse Risikofaktoren identifiziert, die sich nicht oder nicht vollständig mit den Erkenntnissen aus anderen Studien decken. Davon betroffen sind die Risikofaktoren Rauchen, zu welchem allgemein eine uneindeutige Faktenlage besteht, und psychische Erkrankungen, welche in der vorliegenden Studie im Gegensatz zur sonstigen Literatur negativ und nicht positiv mit dem Auftreten von Komplikationen korreliert.

Dass die Risikofaktoren Anzahl vorausgegangener Operationen sowie die komplikationsbedingte Aufnahme einen unabhängigen Risikofaktor für die Entstehung von Komplikationen darstellen, ist ebenfalls eine neue Erkenntnis unserer Untersuchungen. Diese Risikofaktoren sollten auch in Folgestudien einbezogen werden, um zu verifizieren, ob sich dieser Einfluss auch in anderen Patientenkollektiven feststellen lässt.

In weiteren Studien zu analysieren bleibt, welche Arten von Voroperationen in Zusammenhang mit der in der BGU durchgeführten Behandlung stehen. Besteht zum Beispiel ein Zusammenhang zwischen einer bestimmten Art an Voroperationen und der durchgeführten Behandlung? Sind insbesondere auf einer bestimmten Station Patienten, die bereits mehrfach operiert wurden und dadurch eine hohe Anzahl an Voroperationen haben? Denkbar wäre hier ein Zusammenhang zwischen der septischen Chirurgie, die einen Anteil von 27,4 %

des Patientenkollektivs ausmacht und hier Patienten mit vorhandenen Komplikationen und komplikationsträchtigen Verläufen behandelt werden. So ist davon auszugehen, dass diese Patienten eine hohe Anzahl an Voroperationen aufweisen und im Verlauf weitere Komplikationen entstehen. Unterstützt wird diese Überlegung dadurch, dass der Zusammenhang zwischen der Anzahl an Operationen und den Komplikationen tiefe Wundinfektionen und revisionspflichtige Wundheilungsstörungen vorlag und diese Arten von Komplikationen für Problematiken im Bereich der septischen Chirurgie stehen. Dieses Ergebnis zeigt, dass im Rahmen der Patientencharakteristika ein Parameter über die Anzahl vorausgegangener Operationen von Bedeutung sein könnte. Dieser Aspekt bedarf insbesondere weiterer Studien, da er in der Literatur bislang kaum gesondert betrachtet wurde.

Die Tatsache, dass in der vorliegenden Studie gezeigt wurde, dass die Unterscheidung zwischen operativem und konservativem Vorgehen einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Major- und Minor-Komplikationen hat, lässt den Schluss zu, dass dieser Parameter auch in Folgestudien entweder stets erfasst und einbezogen werden sollte oder das Patientenkollektiv direkt in konservativ und operativ behandelte Teilkollektive aufgetrennt werden sollte.

Sollten sich die Risikofaktoren, welche in der Studie als neu oder im Widerspruch zum Stand der Forschung stehenden Risikofaktoren validieren lassen, so sollten die Erkenntnisse ebenfalls bei der Validierung und Überarbeitung von Risikoscoringsystemen einbezogen werden. Dies könnten beispielsweise heuristische Scoringssysteme wie der CCI oder POSSUM sein. Es kann aber auch die Erstellung neuer, beispielsweise behandlungsbezogener Scoringssysteme wie NELA in Betracht gezogen werden.

4.5.3 Spezifische Studien zu Gegenmaßnahmen beim Vorliegen von Risikofaktoren

Für verschiedene der in dieser Studie identifizierten Risikofaktoren ist es denkbar, dass eine auf den jeweiligen Risikofaktor angepasste Behandlungsstrategie die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Komplikationen verringert.

In Anbetracht der Bedeutung von Mangelernährung und Diabetes für Komplikationen erscheint es zielführend, zukünftig weitere Arbeiten in die Untersuchungen der Klassifikation, Ursachen, Auswirkungen und Vermeidungsmöglichkeiten dieser Risikofaktoren im klinischen Setting zu investieren.

Für die Risikofaktoren Anzahl der vorausgegangenen Operationen und komplikationsbedingte Aufnahme erscheint es zunächst unwahrscheinlich, dass sich diese beheben lassen. Es könnte aber sinnvoll sein, weitere Studien zu den konkreten Wirkzusammenhängen durchzuführen und darin zu untersuchen, ob sich konkrete Handlungsempfehlungen ableiten lassen. Eine solche Handlungsempfehlung könnte zum Beispiel bei Indikationen welche dies zulassen, die Entscheidung zwischen operativem und konservativem Vorgehen bei Risikopatienten sein.

4.5.4 Klassifikation von Komplikationen

Eine Klassifikation von Komplikationen anhand Ihres Schweregrades erlaubt es, Schwerpunkte im klinischen und wissenschaftlichen Alltag auf die Vermeidung von schwerwiegenden Komplikationen zu setzen. Ein effektives Beispiel liefert die vorliegende Studie anhand der Einteilung in Major-Komplikationen und Minor-Komplikationen. Aufgrund dieses Klassifikationsansatzes ist jedoch keine direkte Vergleichbarkeit mit Ergebnissen anderer Studien gegeben.

Zu diesem Zweck könnte in zukünftigen Studien die Clavien-Dindo-Einteilung für chirurgische Komplikationen erfasst werden. Diese stuft die Komplikation anhand der durchgeführten Therapie ein (15, 16). Bei alleiniger Verwendung von Clavien-Dindo wären bestimmte Erkenntnisse, wie in dieser Studie über Phase des Auftretens oder genauen Typ der Komplikation, jedoch gar nicht möglich gewesen. Zukünftig sollte eine Klassifikation nach Clavien-Dindo für diese Art von Studien höchstens ergänzend zur bereits bestehenden Klassifikation erfolgen, um die Ergebnisse der Studien mit denen anderer Studien vergleichen zu können. Weiterhin müsste vom Standardvorgehen nach Clavien-Dindo abgewichen werden, nur die schwerste Komplikation für jeden Patienten zu klassifizieren. Stattdessen müsste jede Komplikation einzeln klassifiziert werden.

In der vorliegenden Studie war eine Klassifizierung von Komplikationen nach Clavien-Dindo nicht möglich, da die in den Arztbriefen dokumentierten Komplikationen und die spezifisch aufgrund dieser durchgeführten Therapie(n) bei komplizierten Krankheitsverläufen nicht immer zu rekonstruieren waren. Es wäre also für eine zukünftige konsistente Einstufung nach Clavien-Dindo nötig, weitere Dokumentation über das KIS hinaus, wie zum Beispiel aus Krankenakten heranzuziehen. In Anbetracht der Frage nach dem praktischen Nutzen der Klassifikation müsste dazu zunächst die Abwägung nach dem zusätzlichen Aufwand hierfür und dem möglichen Nutzen durchgeführt werden.

Eine weitere Erkenntnis dieser Studie betrifft das Ereignis Tod, welches in dieser Studie als Major-Komplikation gewertet wurde. Tod wird in den meisten anderen Studien nicht als Komplikation gewertet, sondern gesondert als Mortalität erfasst (17, 64, 68, 69). Aus Gründen der Vergleichbarkeit erscheint es für zukünftige Studien sinnvoll Tod gesondert von anderen Major-Komplikationen zu erfassen.

4.5.5 Datenerfassung und Follow-Up für Folgestudien

Wie im Abschnitt Material und Methoden erläutert wurde der Behandlungsverlauf und die Komplikationen aus Arztbriefen abgeleitet. Dies erlaubt eine objektivere Erfassung der Komplikationen als die Erhebung anhand von Patientenfragebögen. So ist bekannt, dass sich die Bewertung von Komplikationen zwischen Patienten und Behandler unterscheiden (133, 134).

Die Tatsache dass die Komplikationen aus Arztbriefen abgeleitet wurden, kann dafür sorgen, dass die Bewertung von Komplikationen voneinander abweichen (135). Hierzu tragen auch das retrospektive Design der Studie, die Dokumentation der Arztbriefe durch in der Regel mehrere Behandler und die Tatsache, dass kein direkter Kontakt zum jeweiligen Patientenfall vorhanden ist, bei. Daher gestaltet sich die Rekonstruktion komplizierter Verläufe über längere Zeiträume schwierig. Um eine kohärente Komplikationserfassung über einen längeren Zeitraum zu gewährleisten, wäre es zweckmäßig, diese in Zukunft direkt bei Auftreten durch den behandelnden Arzt anhand objektiver Kriterien zu klassifizieren und ins KIS eingeben zu lassen. Dies empfiehlt sich insbesondere im Hinblick auf

die Verwendbarkeit klinischer Daten für Folgestudien, welche im folgenden Abschnitt genauer erläutert werden sollen.

Der mögliche Nutzen des vergleichsweise langen Follow-Ups in der vorliegenden Studie wurde bereits im Abschnitt Länge und Phasen des Follow-Ups diskutiert. Für eine bessere Vergleichbarkeit der Daten könnte es anhand des in der vorliegenden Studie aufgenommenen Datensatzes in Folgestudien untersucht werden, wie sich die Komplikationsraten und Mortalitätsraten aus dem verwendeten Datensatz ändern, wenn diese nicht über den maximal möglichen Zeitraum, sondern in anderen Studien üblichen fixen Intervallen wie 30 Tage oder 90 Tage zu betrachten werden. Ebenfalls könnte dabei untersucht werden, ob diese Einschränkung bestimmte Komplikationen, wie beispielsweise poststationäre Revisionsursachen, welche sich sehr wahrscheinlich erst über das lange Follow-Up ergeben haben, stärker betreffen als andere Komplikationen.

4.5.6 Einbeziehung neuer Risikofaktoren und der Auswertung des vorliegenden Patientenkollektivs

Die vorliegende Studie bereichert die existierende Datenbank für das Patientenkollektiv am SWI, welches sich durch einen großen Umfang von 1838 Datensätzen und einem hohen Grad an vollständigen Datensätzen auszeichnet, um viele weitere Informationen an. Für weitere Studien bietet es sich an, diese Datenbank um weitere mögliche Risikofaktoren zu erweitern, welche in anderen Studien als signifikant identifiziert wurden.

Ein spezifischer Ansatz hierzu ist die Einbeziehung der Behandlungsart in die Auswertung. Dies kann auch ohne Aufteilung des Patientenkollektivs erfolgen. Eine mehrere Operationstypen übergreifende Metastudie von Cheng et al. unterteilte beispielsweise das Patientenkollektiv im Lauf der Studie nach Art der Operation, wodurch sich der Einfluss unterschiedlicher Behandlungsmethoden nachverfolgen ließ (136). Im aktuellen Patientenkollektiv könnten so in weiteren Forschungsarbeiten spezifische Diagnosen und Verletzungsmuster analysiert werden und die damit auftretenden diagnosespezifischen Komplikationen erfasst werden.

Darüber hinaus könnten spezifische Daten zu Operation und Operateur, welche sich in anderen Studien als signifikante Risikofaktoren herausstellten, auch im für die vorliegende Studie betrachteten Patientenkollektiv weitere Erkenntnisse ermöglichen. Dies betrifft beispielsweise das Alter und die Erfahrung des Chirurgen (137), den Operationszeitpunkt (138), die Operationsdauer (136) oder sogar die Frage, ob die Operation zum Geburtstag des Chirurgen stattfand (139).

5 Zusammenfassung

Komplikationen in der Orthopädie und Unfallchirurgie gehen in vielerlei Hinsicht mit negativen Konsequenzen für das Gesundheitskapital (5), den Patienten (5, 26) und den Behandler (30, 31) einher. Es ist daher aus vielen Perspektiven erstrebenswert, Komplikationen zu vermeiden. Um Komplikationen besser zu verstehen, vorhersagen und letztlich vermeiden zu können, ist die Kenntnis ihrer Risikofaktoren unerlässlich.

Im Rahmen der vorliegenden retrospektiven Studie wurden N=1838 Patientendatensätze von stationären Behandlungen an der Orthopädie und Unfallchirurgie der BGU Tübingen aus Arztbriefen aufgenommen. Für jeden Patienten wurden demographische und klinische Risikofaktoren, soziale Faktoren sowie Lifestyle-Faktoren und Komorbiditäten betrachtet. Die aufgetretenen Komplikationen wurden nach Schweregrad in Major-Komplikation und Minor-Komplikation sowie nach Phase in intraoperativ, postoperativ und poststationär kategorisiert. Anschließend wurde die Korrelation der Risikofaktoren und Schweregrad der Komplikationen zunächst in einer univariaten und danach in einer multivariaten Analyse untersucht.

Als Ergebnis der multivariaten Analyse sind Mangelernährung (NRS \geq 3), komplikationsbedingte Aufnahme, operatives statt konservativem Vorgehen sowie rheumatologische Erkrankungen Risikofaktoren für das Auftreten von Minor-Komplikationen. Das Vorliegen einer psychischen Erkrankung verringert die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer oder mehrerer Minor-Komplikationen signifikant. Die Risikofaktoren Mangelernährung (NRS \geq 3), Anzahl vorausgegangener Operationen, komplikationsbedingte Aufnahme, operatives statt

konservativem Vorgehen, Herzrhythmusstörungen und Diabetes mellitus erhöhen die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Major-Komplikationen. In der multivariaten Analyse sind weder Übergewicht (BMI) noch Rauchen signifikante Risikofaktoren für das Auftreten von Komplikationen.

In der abschließenden Analyse für die im endgültigen Regressionsmodell ermittelten Risikofaktoren für Major-Komplikationen, konnte gezeigt werden, dass für alle oben genannten Risikofaktoren mit Ausnahme des Risikofaktors Herzrhythmusstörungen insbesondere postoperative und poststationäre Wundkomplikationen auftreten.

Im zukünftigen klinischen Alltag sowie Folgestudien sollte neben den bereits bekannten Risikofaktoren Mangelernährung und Diabetes insbesondere der Anzahl vorausgegangener Operationen und der komplikationsbedingten Aufnahme besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, um das Risiko für schwerwiegende Major-Komplikationen zu verringern.

6 Literaturverzeichnis:

1. Vollstationäre Operationen und Behandlungsmaßnahmen in Krankenhäusern in Deutschland im Zeitraum 2005 bis 2019 [Internet]. [cited 02.07.2021 um 13:00]. Available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/76889/umfrage/operationen-und-behandlungsmassnahmen-in-deutschen-krankenhaeusern/#professional>.
2. Petzold T, Haase E, Niethard FU, Schmitt J. [Orthopaedic and trauma surgical care until 2050. Analysis of the utilization behavior for relevant diseases and derivation of the number of medical service providers]. *Orthopade*. 2016;45(2):167-73.
3. Rothbauer F, Zerwes U, Bleß H-H, Kip M. Häufigkeit endoprothetischer Hüft- und Knieoperationen. In: Bleß HH, Kip M, editors. *Weißbuch Gelenkersatz: Versorgungssituation bei endoprothetischen Hüft- und Knieoperationen in Deutschland*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2017. p. 17-41.
4. Olerud P, Ahrengart L, Ponzer S, Saving J, Tidermark J. Hemiarthroplasty versus nonoperative treatment of displaced 4-part proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011;20(7):1025-33.
5. Whitehouse JD, Friedman ND, Kirkland KB, Richardson WJ, Sexton DJ. The impact of surgical-site infections following orthopedic surgery at a community hospital and a university hospital: adverse quality of life, excess length of stay, and extra cost. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2002;23(4):183-9.
6. Komplikation - Grundlagenfächer Terminologie (ohne Körperteile und -regionen) med. Fachbegriff oder Element davon Krankheitslehre, Pathol. [Internet]. Available from: <https://www.pschyrembel.de/Komplikation/K0C0S>.
7. Flikweert ER, Wendt KW, Diercks RL, Izaks GJ, Landsheer D, Stevens M, et al. Complications after hip fracture surgery: are they preventable? *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2018;44(4):573-80.
8. Martin RC, 2nd, Brennan MF, Jaques DP. Quality of complication reporting in the surgical literature. *Ann Surg*. 2002;235(6):803-13.
9. Roche JJ, Wenn RT, Sahota O, Moran CG. Effect of comorbidities and postoperative complications on mortality after hip fracture in elderly people: prospective observational cohort study. *BMJ*. 2005;331(7529):1374.
10. Poh KS, Lingaraj K. Complications and their risk factors following hip fracture surgery. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2013;21(2):154-7.
11. Ezuma CO, Kosber RL, Kovacevic D. Biological sex impacts perioperative complications after reverse shoulder arthroplasty for proximal humeral fracture. *JSES Int*. 2021;5(3):371-6.
12. Schmid J. Rauchen versus postoperative Komplikationen und verzögerte Frakturheilung - Gibt es einen prädiktiven Immunzellmarker bei der Blutentnahme? 2020.
13. Muhm M, Hillenbrand H, Danko T, Weiss C, Ruffing T, Winkler H. Frühkomplikationsrate bei hüftgelenknahen Frakturen. *Der Unfallchirurg*. 2015;118(4):336-46.
14. Donegan DJ, Gay AN, Baldwin K, Morales EE, Esterhai JL, Jr., Mehta S. Use of medical comorbidities to predict complications after hip fracture surgery in the elderly. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(4):807-13.

15. Clavien PA, Barkun J, de Oliveira ML, Vauthey JN, Dindo D, Schulick RD, et al. The Clavien-Dindo classification of surgical complications: five-year experience. *Ann Surg.* 2009;250(2):187-96.
16. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg.* 2004;240(2):205-13.
17. Schoenfeld AJ, Ochoa LM, Bader JO, Belmont PJ, Jr. Risk factors for immediate postoperative complications and mortality following spine surgery: a study of 3475 patients from the National Surgical Quality Improvement Program. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(17):1577-82.
18. Claus A, Asche G, Brade J, Bosing-Schwenkglens M, Horchler H, Muller-Farber J, et al. [Risk profiling of postoperative complications in 17,644 total knee replacements]. *Unfallchirurg.* 2006;109(1):5-12.
19. Berkowitz R, Vu J, Brummett C, Waljee J, Englesbe M, Howard R. The Impact of Complications and Pain on Patient Satisfaction. *Ann Surg.* 2021;273(6):1127-34.
20. Heo SM, Harris I, Naylor J, Lewin AM. Complications to 6 months following total hip or knee arthroplasty: observations from an Australian clinical outcomes registry. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21(1):602.
21. Yadla S, Malone J, Campbell PG, Maltenfort MG, Harrop JS, Sharan AD, et al. Obesity and spine surgery: reassessment based on a prospective evaluation of perioperative complications in elective degenerative thoracolumbar procedures. *Spine J.* 2010;10(7):581-7.
22. Ozrazgat-Baslanti T, Blanc P, Thottakkara P, Ruppert M, Rashidi P, Momcilovic P, et al. Preoperative assessment of the risk for multiple complications after surgery. *Surgery.* 2016;160(2):463-72.
23. Whiting PS, White-Dzuro GA, Avilucea FR, Dodd AC, Lakomkin N, Obremsky WT, et al. Body mass index predicts perioperative complications following orthopaedic trauma surgery: an ACS-NSQIP analysis. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2017;43(2):255-64.
24. O'Malley NT, Fleming FJ, Gunzler DD, Messing SP, Kates SL. Factors independently associated with complications and length of stay after hip arthroplasty: analysis of the National Surgical Quality Improvement Program. *J Arthroplasty.* 2012;27(10):1832-7.
25. Pollard TC, Newman JE, Barlow NJ, Price JD, Willett KM. Deep wound infection after proximal femoral fracture: consequences and costs. *J Hosp Infect.* 2006;63(2):133-9.
26. Bosma E, Pullens MJ, de Vries J, Roukema JA. The impact of complications on quality of life following colorectal surgery: a prospective cohort study to evaluate the Clavien-Dindo classification system. *Colorectal Dis.* 2016;18(6):594-602.
27. Southwick FS, Cranley NM, Hallisy JA. A patient-initiated voluntary online survey of adverse medical events: the perspective of 696 injured patients and families. *BMJ Qual Saf.* 2015;24(10):620-9.
28. Woodfield J, Deo P, Davidson A, Chen TY, van Rij A. Patient reporting of complications after surgery: what impact does documenting postoperative problems from the perspective of the patient using telephone interview and postal

questionnaires have on the identification of complications after surgery? *BMJ Open*. 2019;9(7):e028561.

29. Schmocker RK, Cherney Stafford LM, Winslow ER. Satisfaction with surgeon care as measured by the Surgery-CAHPS survey is not related to NSQIP outcomes. *Surgery*. 2019;165(3):510-5.

30. Pinto A, Faiz O, Bicknell C, Vincent C. Surgical complications and their implications for surgeons' well-being. *Br J Surg*. 2013;100(13):1748-55.

31. Srinivasa S, Gurney J, Koea J. Potential Consequences of Patient Complications for Surgeon Well-being: A Systematic Review. *JAMA Surg*. 2019;154(5):451-7.

32. Hallock JL, Rios R, Handa VL. Patient satisfaction and informed consent for surgery. *Am J Obstet Gynecol*. 2017;217(2):181 e1- e7.

33. Kenton K, Pham T, Mueller E, Brubaker L. Patient preparedness: an important predictor of surgical outcome. *Am J Obstet Gynecol*. 2007;197(6):654 e1-6.

34. Carlsson E, Pettersson M, Ohlen J, Sawatzky R, Smith F, Friberg F. Development and validation of the preparedness for Colorectal Cancer Surgery Questionnaire: PCSQ-pre 24. *Eur J Oncol Nurs*. 2016;25:24-32.

35. Torres GCS, Relf MV, Tuazon JA. The mediating role of pre-operative patient readiness on surgical outcomes: A structural equation model analysis. *J Adv Nurs*. 2020;76(6):1371-83.

36. Knauf T, Hack J, Barthel J, Eschbach D, Schoeneberg C, Ruchholtz S, et al. Medical and economic consequences of perioperative complications in older hip fracture patients. *Arch Osteoporos*. 2020;15(1):174.

37. Morcos MW, Kooner P, Marsh J, Howard J, Lanting B, Vasarhelyi E. The economic impact of periprosthetic infection in total knee arthroplasty. *Can J Surg*. 2021;64(2):E144-E8.

38. Ong KL, Mowat FS, Chan N, Lau E, Halpern MT, Kurtz SM. Economic burden of revision hip and knee arthroplasty in Medicare enrollees. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;446:22-8.

39. Khan NA, Quan H, Bugar JM, Lemaire JB, Brant R, Ghali WA. Association of postoperative complications with hospital costs and length of stay in a tertiary care center. *J Gen Intern Med*. 2006;21(2):177-80.

40. Lawson EH, Hall BL, Louie R, Ettner SL, Zingmond DS, Han L, et al. Association between occurrence of a postoperative complication and readmission: implications for quality improvement and cost savings. *Ann Surg*. 2013;258(1):10-8.

41. Kassin MT, Owen RM, Perez SD, Leeds I, Cox JC, Schnier K, et al. Risk factors for 30-day hospital readmission among general surgery patients. *J Am Coll Surg*. 2012;215(3):322-30.

42. Entwicklung der Gesundheitsausgaben in Deutschland. Abbildung des statistischen Bundesamtes: Destatis; 2021 [updated 02.07.2021 13:30. Available from: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Gesundheitsausgaben/inhalt.html>.

43. Wintermeyer E, Ihle C, Ehnert S, Schreiner AJ, Stollhof L, Stockle U, et al. Assessment of the Influence of Diabetes mellitus and Malnutrition on the Postoperative Complication Rate and Quality of Life of Patients in a Clinic Focused on Trauma Surgery. *Z Orthop Unfall*. 2019;157(2):173-82.

44. Varenne Y, Curado J, Asloun Y, Salle de Chou E, Colin F, Gouin F. Analysis of risk factors of the postoperative complications of surgical treatment of ankle fractures in the elderly: A series of 477 patients. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016;102(4 Suppl):S245-8.
45. Correia MI, Waitzberg DL. The impact of malnutrition on morbidity, mortality, length of hospital stay and costs evaluated through a multivariate model analysis. *Clin Nutr.* 2003;22(3):235-9.
46. Lim SL, Ong KC, Chan YH, Loke WC, Ferguson M, Daniels L. Malnutrition and its impact on cost of hospitalization, length of stay, readmission and 3-year mortality. *Clin Nutr.* 2012;31(3):345-50.
47. Ihle C, Freude T, Bahrs C, Zehendner E, Braunsberger J, Biesalski HK, et al. Malnutrition - An underestimated factor in the inpatient treatment of traumatology and orthopedic patients: A prospective evaluation of 1055 patients. *Injury.* 2017;48(3):628-36.
48. Ihle C, Weiss C, Blumenstock G, Stockle U, Ochs BG, Bahrs C, et al. Interview based malnutrition assessment can predict adverse events within 6 months after primary and revision arthroplasty - a prospective observational study of 351 patients. *BMC Musculoskelet Disord.* 2018;19(1):83.
49. Muller-Mai CM, Deitert D, Horter S, Schulze Raestrup US, Zwillich C, Smektala R. [Subtrochanteric femur fractures-epidemiology, surgical procedures, influence of time to surgery and comorbidities on complications : A risk-adjusted regression analysis of routine data from 2124 cases]. *Chirurg.* 2021;92(3):248-63.
50. Hu F, Jiang C, Shen J, Tang P, Wang Y. Preoperative predictors for mortality following hip fracture surgery: a systematic review and meta-analysis. *Injury.* 2012;43(6):676-85.
51. Muller F, Galler M, Kottmann T, Zellner M, Bauml C, Fuchtmeier B. [Analysis of 2000 surgically treated proximal femoral fractures : Multiple variables influence mortality]. *Unfallchirurg.* 2018;121(7):550-9.
52. Clement ND, MacDonald D, Howie CR, Biant LC. The outcome of primary total hip and knee arthroplasty in patients aged 80 years or more. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(9):1265-70.
53. Bieger R, Kappe T, Jung S, Wernerus D, Reichel H. [Does the body mass index influence the results of revision total knee arthroplasty?]. *Z Orthop Unfall.* 2013;151(3):226-30.
54. Ehnert S, Aspera-Werz RH, Ihle C, Trost M, Zirn B, Flesch I, et al. Smoking Dependent Alterations in Bone Formation and Inflammation Represent Major Risk Factors for Complications Following Total Joint Arthroplasty. *J Clin Med.* 2019;8(3).
55. Kohlnhofer BM, Tevis SE, Weber SM, Kennedy GD. Multiple complications and short length of stay are associated with postoperative readmissions. *The American Journal of Surgery.* 2014;207(4):449-56.
56. Emami A, Faloon M, Sahai N, Dunn CJ, Issa K, Thibaudeau D, et al. Risk Factors for Pseudarthrosis in Minimally-Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion. *Asian Spine J.* 2018;12(5):830-8.
57. Hollern DA, Woods BI, Shah NV, Schroeder GD, Kepler CK, Kurd MF, et al. Risk Factors for Pseudarthrosis After Surgical Site Infection of the Spine. *Int J Spine Surg.* 2019;13(6):507-14.

58. Gao Z, Lv Y, Zhou F, Ji H, Tian Y, Zhang Z, et al. Risk factors for implant failure after fixation of proximal femoral fractures with fracture of the lateral femoral wall. *Injury*. 2018;49(2):315-22.
59. Kim M, Kim S. Unplanned Reoperation Rate at a Government-Designated Regional Trauma Center in Gangwon Province. *J Trauma Inj*. 2021;34(1):39-43.
60. Knorr JM, Ericson KJ, Zhang JH, Murthy P, Nowacki AS, Munoz-Lopez C, et al. Comparison of Major Complications at 30 and 90 Days Following Radical Cystectomy. *Urology*. 2021;148:192-7.
61. Woodfield JC, Jamil W, Sagar PM. Incidence and significance of postoperative complications occurring between discharge and 30 days: a prospective cohort study. *J Surg Res*. 2016;206(1):77-82.
62. Destatis. Einrichtungnen, Betten, Patientenbewegung [updated 28.10.2021 15:30 Uhr. Available from: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/gd-krankenhaeuser-jahre.html>.
63. Smeilli LA, Lotufo PA. Incidence and Predictors of Cardiovascular Complications and Death after Vascular Surgery. *Arq Bras Cardiol*. 2015;105(5):510-8.
64. Smith T, Li X, Nylander W, Gunnar W. Thirty-Day Postoperative Mortality Risk Estimates and 1-Year Survival in Veterans Health Administration Surgery Patients. *JAMA Surg*. 2016;151(5):417-22.
65. Tevis SE, Cobian AG, Truong HP, Craven MW, Kennedy GD. Implications of Multiple Complications on the Postoperative Recovery of General Surgery Patients. *Ann Surg*. 2016;263(6):1213-8.
66. Haynes AB, Weiser TG, Berry WR, Lipsitz SR, Breizat AH, Dellinger EP, et al. A surgical safety checklist to reduce morbidity and mortality in a global population. *N Engl J Med*. 2009;360(5):491-9.
67. Kable AK, Gibberd RW, Spigelman AD. Adverse events in surgical patients in Australia. *Int J Qual Health Care*. 2002;14(4):269-76.
68. Pape M, Giannakopoulos GF, Zuidema WP, de Lange-Klerk ESM, Toor EJ, Edwards MJR, et al. Is there an association between female gender and outcome in severe trauma? A multi-center analysis in the Netherlands. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2019;27(1):16.
69. Belmont PJ, Jr., Garcia EJ, Romano D, Bader JO, Nelson KJ, Schoenfeld AJ. Risk factors for complications and in-hospital mortality following hip fractures: a study using the National Trauma Data Bank. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014;134(5):597-604.
70. Hersberger L, Bargetzi L, Bargetzi A, Tribolet P, Fehr R, Baechli V, et al. Nutritional risk screening (NRS 2002) is a strong and modifiable predictor risk score for short-term and long-term clinical outcomes: secondary analysis of a prospective randomised trial. *Clin Nutr*. 2020;39(9):2720-9.
71. Thomas MN, Kufeldt J, Kisser U, Hornung HM, Hoffmann J, Andraschko M, et al. Effects of malnutrition on complication rates, length of hospital stay, and revenue in elective surgical patients in the G-DRG-system. *Nutrition*. 2016;32(2):249-54.
72. Nightingale JM, Walsh N, Bullock ME, Wicks AC. Three simple methods of detecting malnutrition on medical wards. *J R Soc Med*. 1996;89(3):144-8.

73. Jensen GL, Compher C, Sullivan DH, Mullin GE. Recognizing malnutrition in adults: definitions and characteristics, screening, assessment, and team approach. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2013;37(6):802-7.
74. McWhirter JP, Pennington CR. Incidence and recognition of malnutrition in hospital. *BMJ.* 1994;308(6934):945-8.
75. Suominen MH, Sandelin E, Soini H, Pitkala KH. How well do nurses recognize malnutrition in elderly patients? *Eur J Clin Nutr.* 2009;63(2):292-6.
76. Kondrup J, Allison SP, Elia M, Vellas B, Plauth M. ESPEN guidelines for nutrition screening 2002. *Clin Nutr.* 2003;22(4):415-21.
77. Bellanti F, Lo Buglio A, Quiete S, Pellegrino G, Dobrakowski M, Kasperczyk A, et al. Comparison of Three Nutritional Screening Tools with the New Glim Criteria for Malnutrition and Association with Sarcopenia in Hospitalized Older Patients. *J Clin Med.* 2020;9(6).
78. Weimann A, Braga M, Carli F, Higashiguchi T, Hubner M, Klek S, et al. ESPEN practical guideline: Clinical nutrition in surgery. *Clin Nutr.* 2021;40(7):4745-61.
79. Khatib-Chahidi K, Troja A, Kramer M, Klomp maker M, Raab HR, Antolovic D. [Preoperative management for malnourished patients in abdominal surgery. Practical treatment regimen for reduction of perioperative morbidity]. *Chirurg.* 2014;85(6):520-8.
80. Gillis C, Wischmeyer PE. Pre-operative nutrition and the elective surgical patient: why, how and what? *Anaesthesia.* 2019;74 Suppl 1:27-35.
81. Jacobs DG, Jacobs DO, Kudsk KA, Moore FA, Oswanski MF, Poole GV, et al. Practice management guidelines for nutritional support of the trauma patient. *J Trauma.* 2004;57(3):660-78; discussion 79.
82. Pan H, Cai S, Ji J, Jiang Z, Liang H, Lin F, et al. The impact of nutritional status, nutritional risk, and nutritional treatment on clinical outcome of 2248 hospitalized cancer patients: a multi-center, prospective cohort study in Chinese teaching hospitals. *Nutr Cancer.* 2013;65(1):62-70.
83. Eder L, Wu Y, Chandran V, Cook R, Gladman DD. Incidence and predictors for cardiovascular events in patients with psoriatic arthritis. *Ann Rheum Dis.* 2016;75(9):1680-6.
84. Leandro-Merhi VA, de Aquino JL. Determinants of malnutrition and post-operative complications in hospitalized surgical patients. *J Health Popul Nutr.* 2014;32(3):400-10.
85. Lunardi AC, Miranda CS, Silva KM, Cecconello I, Carvalho CR. Weakness of expiratory muscles and pulmonary complications in malnourished patients undergoing upper abdominal surgery. *Respirology.* 2012;17(1):108-13.
86. Bauer JM, Vogl T, Wicklein S, Trogner J, Muhlberg W, Sieber CC. Comparison of the Mini Nutritional Assessment, Subjective Global Assessment, and Nutritional Risk Screening (NRS 2002) for nutritional screening and assessment in geriatric hospital patients. *Z Gerontol Geriatr.* 2005;38(5):322-7.
87. Morley JE. Editorial: Defining Undernutrition (Malnutrition) in Older Persons. *J Nutr Health Aging.* 2018;22(3):308-10.
88. Saunders J, Smith T. Malnutrition: causes and consequences. *Clin Med (Lond).* 2010;10(6):624-7.
89. van de Wall BJM, Ochen Y, Beeres FJP, Babst R, Link BC, Heng M, et al. Conservative vs. operative treatment for humeral shaft fractures: a meta-analysis

- and systematic review of randomized clinical trials and observational studies. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020;29(7):1493-504.
90. Schadel-Hopfner M, Marent-Huber M, Sauerbier M, Pillukat T, Eisenschenk A, Siebert HR. [Operative versus conservative treatment of non-displaced fractures of the scaphoid bone. Results of a controlled multicenter cohort study]. *Unfallchirurg.* 2010;113(10):804, 6-13.
 91. Chew R, Gerhardy B, Simpson G. Conservative versus invasive treatment of primary spontaneous pneumothorax: a retrospective cohort study. *Acute Med Surg.* 2014;1(4):195-9.
 92. Wick M, Muller EJ, Ambacher T, Hebler U, Muhr G, Kutscha-Lissberg F. Arthrodesis of the shoulder after septic arthritis. Long-term results. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85(5):666-70.
 93. Perka C, Paul C, Matziolis G. [Factors influencing perioperative morbidity and mortality in primary hip arthroplasty]. *Orthopade.* 2004;33(6):715-20.
 94. Daumit GL, Pronovost PJ, Anthony CB, Guallar E, Steinwachs DM, Ford DE. Adverse events during medical and surgical hospitalizations for persons with schizophrenia. *Arch Gen Psychiatry.* 2006;63(3):267-72.
 95. McBride KE, Solomon MJ, Bannon PG, Glozier N, Steffens D. Surgical outcomes for people with serious mental illness are poorer than for other patients: a systematic review and meta-analysis. *Med J Aust.* 2021;214(8):379-85.
 96. Copeland LA, Zeber JE, Pugh MJ, Mortensen EM, Restrepo MI, Lawrence VA. Postoperative complications in the seriously mentally ill: a systematic review of the literature. *Ann Surg.* 2008;248(1):31-8.
 97. Lee DS, Marsh L, Garcia-Altieri MA, Chiu LW, Awad SS. Active Mental Illnesses Adversely Affect Surgical Outcomes. *Am Surg.* 2016;82(12):1238-43.
 98. Dencker EE, Bonde A, Troelsen A, Varadarajan KM, Sillesen M. Postoperative complications: an observational study of trends in the United States from 2012 to 2018. *BMC Surg.* 2021;21(1):393.
 99. Anghel D, Anghel R, Corciova F, Enache M, Tinica G. Preoperative arrhythmias such as atrial fibrillation: cardiovascular surgery risk factor. *Biomed Res Int.* 2014;2014:584918.
 100. Creswell LL. Postoperative atrial arrhythmias: risk factors and associated adverse outcomes. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;11(4):303-7.
 101. Creswell LL, Schuessler RB, Rosenbloom M, Cox JL. Hazards of postoperative atrial arrhythmias. *Ann Thorac Surg.* 1993;56(3):539-49.
 102. Walsh SR, Tang T, Wijewardena C, Yarham SI, Boyle JR, Gaunt ME. Postoperative arrhythmias in general surgical patients. *Ann R Coll Surg Engl.* 2007;89(2):91-5.
 103. Wukich DK. Diabetes and its negative impact on outcomes in orthopaedic surgery. *World J Orthop.* 2015;6(3):331-9.
 104. Alfonso AR, Kantar RS, Ramly EP, Daar DA, Rifkin WJ, Levine JP, et al. Diabetes is associated with an increased risk of wound complications and readmission in patients with surgically managed pressure ulcers. *Wound Repair Regen.* 2019;27(3):249-56.
 105. Di Palo S, Ferrari G, Castoldi R, Fiacco E, Cristallo M, Staudacher C, et al. Surgical septic complications in diabetic patients. *Acta Diabetol Lat.* 1988;25(1):49-54.

106. Ritz E, Stefanski A. Diabetic nephropathy in type II diabetes. *Am J Kidney Dis.* 1996;27(2):167-94.
107. Deckert T, Poulsen JE, Larsen M. Prognosis of diabetics with diabetes onset before the age of thirty-one. II. Factors influencing the prognosis. *Diabetologia.* 1978;14(6):371-7.
108. Dindo D, Muller MK, Weber M, Clavien PA. Obesity in general elective surgery. *Lancet.* 2003;361(9374):2032-5.
109. Giles KA, Hamdan AD, Pomposelli FB, Wyers MC, Siracuse JJ, Schermerhorn ML. Body mass index: surgical site infections and mortality after lower extremity bypass from the National Surgical Quality Improvement Program 2005-2007. *Ann Vasc Surg.* 2010;24(1):48-56.
110. Birkmeyer NJ, Charlesworth DC, Hernandez F, Leavitt BJ, Marrin CA, Morton JR, et al. Obesity and risk of adverse outcomes associated with coronary artery bypass surgery. Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. *Circulation.* 1998;97(17):1689-94.
111. Magnotti LJ, Fischer PE, Zarzaur BL, Fabian TC, Croce MA. Impact of gender on outcomes after blunt injury: a definitive analysis of more than 36,000 trauma patients. *J Am Coll Surg.* 2008;206(5):984-91; discussion 91-2.
112. Offner PJ, Moore EE, Biffl WL. Male gender is a risk factor for major infections after surgery. *Arch Surg.* 1999;134(9):935-8; discussion 8-40.
113. Yang KC, Zhou MJ, Sperry JL, Rong L, Zhu XG, Geng L, et al. Significant sex-based outcome differences in severely injured Chinese trauma patients. *Shock.* 2014;42(1):11-5.
114. Al-Taki M, Sukkarieh HG, Hoballah JJ, Jamali SF, Habbal M, Masrouha KZ, et al. Effect of Gender on Postoperative Morbidity and Mortality Outcomes: A Retrospective Cohort Study. *Am Surg.* 2018;84(3):377-86.
115. Montalvo JA, Acosta JA, Rodriguez P, Alejandro K, Sarraga A. Surgical complications and causes of death in trauma patients that require temporary abdominal closure. *Am Surg.* 2005;71(3):219-24.
116. Gronkjaer M, Eliassen M, Skov-Ettrup LS, Tolstrup JS, Christiansen AH, Mikkelsen SS, et al. Preoperative smoking status and postoperative complications: a systematic review and meta-analysis. *Ann Surg.* 2014;259(1):52-71.
117. Patel RA, Wilson RF, Patel PA, Palmer RM. The effect of smoking on bone healing: A systematic review. *Bone Joint Res.* 2013;2(6):102-11.
118. Kim S, Neiberg R, Rejeski WJ, Marsh AP, Kritchevsky SB, Leng XI, et al. Self-reported mobility as a preoperative risk assessment tool in older surgical patients compared to the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program. *Perioper Med (Lond).* 2018;7:12.
119. Verbrugghe M, Beeckman D, Van Hecke A, Vanderwee K, Van Herck K, Clays E, et al. Malnutrition and associated factors in nursing home residents: a cross-sectional, multi-centre study. *Clin Nutr.* 2013;32(3):438-43.
120. Wan YI, McGuckin D, Fowler AJ, Prowle JR, Pearse RM, Moonesinghe SR. Socioeconomic deprivation and long-term outcomes after elective surgery: analysis of prospective data from two observational studies. *Br J Anaesth.* 2021;126(3):642-51.

121. Mackenzie M, Hastings, A., Babbel, B., Simpson, S., & Watt, G. Tackling and Mitigating Health Inequalities - Policymakers and Practitioners "Talk and Draw" their Theories. . *Social Policy & Administration*,. 2015;51(1), 151–70.
122. Leopold SS. Editorial: Beware of Studies Claiming that Social Factors are "Independently Associated" with Biological Complications of Surgery. *Clin Orthop Relat Res*. 2019;477(9):1967-9.
123. Poulton TE, Moonesinghe R, Raine R, Martin P, National Emergency Laparotomy Audit project t. Socioeconomic deprivation and mortality after emergency laparotomy: an observational epidemiological study. *Br J Anaesth*. 2020;124(1):73-83.
124. van den Berg I, Buettner S, van den Braak R, Ultee KHJ, Lingsma HF, van Vugt JLA, et al. Low Socioeconomic Status Is Associated with Worse Outcomes After Curative Surgery for Colorectal Cancer: Results from a Large, Multicenter Study. *J Gastrointest Surg*. 2020;24(11):2628-36.
125. Eugene N, Oliver CM, Bassett MG, Poulton TE, Kuryba A, Johnston C, et al. Development and internal validation of a novel risk adjustment model for adult patients undergoing emergency laparotomy surgery: the National Emergency Laparotomy Audit risk model. *Br J Anaesth*. 2018;121(4):739-48.
126. Ferguson MK, Durkin AE. A comparison of three scoring systems for predicting complications after major lung resection. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2003;23(1):35-42.
127. Tay SY, Sloan EP, Zun L, Zaret P. Comparison of the New Injury Severity Score and the Injury Severity Score. *J Trauma*. 2004;56(1):162-4.
128. Esser T, Saier T, Valle C, Schmitt-Sody M, Feucht MJ, Prodinge PM, et al. Surgeons' expectations of osteotomies around the knee. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021.
129. Kadoi Y. Anesthetic considerations in diabetic patients. Part I: preoperative considerations of patients with diabetes mellitus. *J Anesth*. 2010;24(5):739-47.
130. Grant B, Chowdhury TA. New guidance on the perioperative management of diabetes. *Clin Med (Lond)*. 2022;22(1):41-4.
131. Hoogwerf BJ. Postoperative management of the diabetic patient. *Med Clin North Am*. 2001;85(5):1213-28.
132. Kang ZQ, Huo JL, Zhai XJ. Effects of perioperative tight glycemic control on postoperative outcomes: a meta-analysis. *Endocr Connect*. 2018;7(12):R316-R27.
133. Heo SM, Naylor JM, Harris IA, Churches TR. Reliability of patient-reported complications following hip or knee arthroplasty procedures. *BMC Med Res Methodol*. 2019;19(1):15.
134. Franneby U, Gunnarsson U, Wollert S, Sandblom G. Discordance between the patient's and surgeon's perception of complications following hernia surgery. *Hernia*. 2005;9(2):145-9.
135. Schildmeijer K, Nilsson L, Arestedt K, Perk J. Assessment of adverse events in medical care: lack of consistency between experienced teams using the global trigger tool. *BMJ Qual Saf*. 2012;21(4):307-14.
136. Cheng H, Clymer JW, Po-Han Chen B, Sadeghirad B, Ferko NC, Cameron CG, et al. Prolonged operative duration is associated with complications: a systematic review and meta-analysis. *J Surg Res*. 2018;229:134-44.

137. Anderson BR, Wallace AS, Hill KD, Gulack BC, Matsouaka R, Jacobs JP, et al. Association of Surgeon Age and Experience With Congenital Heart Surgery Outcomes. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2017;10(7).
138. Halvachizadeh S, Teuber H, Cinelli P, Allemann F, Pape HC, Neuhaus V. Does the time of day in orthopedic trauma surgery affect mortality and complication rates? *Patient Saf Surg*. 2019;13:8.
139. Kato H, Jena AB, Tsugawa Y. Patient mortality after surgery on the surgeon's birthday: observational study. *BMJ*. 2020;371:m4381.

7 Erklärung zum Eigenanteil

Die Arbeit wurde am Siegfried-Weller-Institut für unfallmedizinische Forschung (SWI) unter der Betreuung von Prof. Dr. Andreas Nüssler durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Andreas Nüssler und Herrn PD. Dr. Christoph Ihle.

Teile der Daten, die zu diesen Ergebnissen geführt haben, entstammen der Datenbank der Nutrition-Studie des Siegfried-Weller-Instituts unter Leitung von Prof. Dr. Andreas Nüssler.

Die Datenerhebung erfolgte nach Einarbeitung ins KIS und mit Unterstützung durch PD Dr. Christoph Ihle in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen durch mich. Die gesamte Dateneingabe in Excel und Übertragung in die Statistiksoftware SPSS erfolgte durch mich.

Zur statistischen Auswertung wurde die methodische Beratung des Instituts für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Universität Tübingen in Anspruch genommen. Die statistischen Auswertungen und Analysen erfolgten nach Beratung und nach Anleitung durch Dipl. Math., M.Sc. Inka Rösel durch mich.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

8 Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei meinem Doktorvater Prof. Dr. Andreas Nüssler für die Überlassung des interessanten Themas dieser Arbeit.

Darüber hinaus möchte ich mich herzlich bei meinem Betreuer PD Dr. Christoph Ihle bedanken, der auch während seiner Habilitation stets Zeit gefunden hat Fragen zu beantworten und durch seine zielführende, motivierende und immer freundliche Art zum Gelingen dieser Arbeit wesentlich beigetragen hat.

Weiterhin danke ich PD Dr. sc. hum. Sabrina Ehnert für die Beantwortung sämtlicher Fragen zu Daten, Akten und Statistiken.

Ebenso gilt mein Dank Inka Rösel vom Institut für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie für die hilfreiche Unterstützung, Anleitung und Kontrolle des statistischen Teils der Arbeit.

Zuletzt bedanke ich mich bei meiner Familie, insbesondere meinen Eltern und bei meinem Mann für die stetige Geduld und Motivation.