

Aus der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie  
(Prof. Dr. med. W. Lehmann)  
der Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen

# **Amputationen der unteren Extremität: Postoperativer Verlauf und Analyse der Versorgungsabläufe**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizinischen Fakultät der  
Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

**Ole Moritz Block**

aus

Gehrden

Göttingen 2021

Dekan: Prof. Dr. med. W. Brück

### **Betreuungsausschuss**

Betreuer/in Prof. Dr. med. G. Felmerer

Ko-Betreuer/in: Prof. Dr. rer. soc. D. Rosenbaum

### **Prüfungskommission**

Betreuer: Prof. Dr. med. G. Felmerer .....

Korreferent: PD Dr. med. Jens Sperling.....

Promotor: Prof. Dr. med. Ralf Dressel .....

Datum der mündlichen Prüfung: 22.11.2022.....

Hiermit erkläre ich, die Dissertation mit dem Titel "Amputationen der unteren Extremität: Postoperativer Verlauf und Analyse der Versorgungsabläufe" eigenständig angefertigt und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet zu haben.

Göttingen, den .....

.....  
(Unterschrift)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Amputationen .....	1
1.2 Ätiologie.....	1
1.3 Schritte zu einer Amputation.....	2
1.3.1 Indikationsstellung .....	2
1.3.2 Indikationsstellung und Entscheidungsfindung bei traumatischen Amputationen .....	3
1.4 Amputationshöhen.....	4
1.5 Komplikationen.....	5
1.5.1 Frühe Komplikationen .....	5
1.5.2 Späte Komplikationen .....	5
1.6 Revisionen .....	5
1.6.1 Faktoren, die mit einer Revision assoziiert sind .....	6
1.6.2 Faktoren, die mit einer niedrigeren Revisionsrate assoziiert sind.....	6
1.7 Fragestellung .....	7
<b>2 Material und Methoden .....</b>	<b>8</b>
2.1 Studiendesign .....	8
2.2 Ethikvotum .....	8
2.3 Retrospektiver Teil.....	8
2.3.1 Einschlusskriterien .....	8
2.3.2 Datenerhebung .....	9
2.3.3 Weiterverarbeitung der Rohdaten.....	10
2.3.4 Erstellung eines Amputationsregisters.....	11
2.4 Prospektiver Teil .....	11
2.4.1 Fragebogen.....	12
2.4.2 Versendung der Fragebögen.....	13
2.4.3 Erinnerungsanrufe.....	13
2.4.4 Datenverarbeitung des Fragebogens .....	14
2.5 Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score .....	14
2.5.1 Einschlusskriterien der Risikofaktoren .....	14
2.6 Statistische Analyse .....	15
2.6.1 Evaluation des Gesamtkollektivs.....	15
2.6.2 Auswertung der traumatisch amputierten Patienten.....	15
2.6.3 Auswertung der nicht traumatisch amputierten Patienten .....	16
2.6.4 Differenzierung der Ergebnisse der revidierten Patienten.....	16
2.6.5 Analyse der Ergebnisse der Risikofaktoren revidierter Patienten.....	16

<b>3</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>18</b>
3.1	Amputationen allgemein .....	18
3.1.1	Demographie des Patientenkollektivs .....	19
3.1.2	Rücksendequote der Fragebögen .....	20
3.2	Traumatische Amputationen .....	22
3.2.1	Demographie – traumatische Amputationen .....	22
3.2.2	Ätiologie .....	22
3.2.3	ISS .....	24
3.2.4	MESS .....	24
3.2.5	ISS – MESS .....	25
3.2.6	Aufenthaltsdauer .....	26
3.2.7	Dauer von Aufnahme bis Amputation .....	26
3.3	Nicht traumatische Amputationen .....	28
3.3.1	Demographie .....	28
3.3.2	Komorbiditäten .....	28
3.3.3	Aufenthaltsdauer .....	30
3.3.4	Dauer von Aufnahme bis Amputation .....	30
3.4	Revisionsanalyse .....	31
3.4.1	Demographie Revisionspatienten Übersicht .....	31
3.4.2	Art und Ätiologie der Revisionen .....	31
3.4.3	Frühkomplikationen und Spätkomplikationen .....	32
3.4.4	Komorbiditäten der revidierten Patienten .....	33
3.4.5	Revisionseingriffe traumatisch – longitudinaler Verlauf .....	35
3.4.6	Revisionseingriffe nicht traumatisches Patientenkollektiv – longitudinaler Verlauf .....	38
3.5	Ergebnisse der Analyse von Risikofaktoren einer Revision .....	42
3.5.1	Korrelationsanalysen .....	42
3.5.2	Nachbehandelnde Station und Revisionswahrscheinlichkeit .....	43
3.5.3	Revisionen - Tage bis Amputation .....	44
3.5.4	Einfluss des Amputationsniveaus auf eine Revision .....	44
3.5.5	Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score .....	45
3.5.6	Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score – Revisionen .....	46
3.5.7	Identifikation der Cut-Off-Werte der angewandten Scores .....	47
<b>4</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>49</b>
4.1	Komorbiditäten .....	50
4.1.1	Traumatisch .....	50
4.1.2	Nicht traumatisch .....	52
4.1.3	Einfluss des stationären Aufenthalts .....	55
4.1.4	Mortalität .....	55
4.1.5	Risiko von Revisionen .....	56
4.2	Ausblick .....	59
4.2.1	Einflüsse auf die Revisionswahrscheinlichkeit .....	59
4.2.2	Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score .....	59
4.2.3	Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score – Revisionsrisiko .....	60
4.3	Limitierungen der Studie .....	62

---

4.3.1	Diskussion der Methodik .....	62
4.3.2	Diskussion der Ergebnisse.....	62
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>63</b>
<b>6</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>64</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>79</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Amputationsebenen .....	4
Abbildung 2: Anzahl an Amputationen an der UMG .....	18
Abbildung 3: Amputationshöhen der Patienten des Gesamtkollektivs .....	20
Abbildung 4: Aufgliederung der Rücksendungen des Fragebogens .....	20
Abbildung 5: Mortalität der Patienten .....	21
Abbildung 6: Ursachen der 32 traumatischen Amputationen .....	23
Abbildung 7: Korrelationsanalyse von ISS und MESS .....	25
Abbildung 8: Boxplot ISS in Abhängigkeit von MESS-Werten .....	26
Abbildung 9: Revisionseingriffe im gleichen stationären Aufenthalt verglichen mit Revisionseingriffen mit einem neuen Aufenthalt .....	32
Abbildung 10: Darstellung der traumatischen Revisionen .....	35
Abbildung 11: Amputationshöhen bei traumatischen Revisionen im Verlauf .....	36
Abbildung 12: Amputationshöhen vor und nach traumatischen Revisionen .....	36
Abbildung 13: Darstellung der traumatischen Revisionen .....	38
Abbildung 14: Amputationshöhen bei nicht traumatischen Revisionen im Verlauf .....	39
Abbildung 15: Amputationshöhen vor und nach nicht traumatischen Revisionen .....	40
Abbildung 16: Boxplot Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score in Abhängigkeit von Revisionen .....	47
Abbildung 17: Boxplot Amputationen Revisionsrisiko Score in Abhängigkeit von Revisionen .....	48
Abbildung 18: Boxplot Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score – Revisionsrisiko in Abhängigkeit von Revisionen .....	48
Abbildung 19: Fragebogen .....	64
Abbildung 20: Stationärer Amputationsbericht .....	78

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: OPS-Codes.....	9
Tabelle 2: Erhobene Daten.....	10
Tabelle 3: Fragebogen.....	12
Tabelle 4: Demographie des Patientenkollektivs.....	19
Tabelle 5: Drei-Jahres-Mortalität der Patienten des Gesamtkollektivs .....	21
Tabelle 6: Übersicht über die demographischen Daten der traumatischen Patienten.....	22
Tabelle 7: Differenzierung der traumatischen Patienten nach Unfallschwere und Versicherungsträger.....	22
Tabelle 8: ISS der Unfälle der traumatischen Patienten .....	24
Tabelle 9: MESS der Unfälle der traumatischen Patienten.....	24
Tabelle 10: Aufenthaltsdauer der traumatischen Patienten .....	26
Tabelle 11: Dauer von Aufnahme bis Amputation (traumatisch) .....	27
Tabelle 12: Demographie der nicht traumatischen Patienten .....	28
Tabelle 13: Identifizierte Risikofaktoren und deren Verteilung.....	29
Tabelle 14: Aufenthaltsdauer (nicht traumatisch).....	30
Tabelle 15: Dauer von Aufnahme bis Amputation (nicht traumatisch) .....	30
Tabelle 16: Demographie der Patienten mit Revisionen.....	31
Tabelle 17: Art und Ätiologie der Revisionen.....	32
Tabelle 18: Risikofaktoren für traumatische und nicht traumatische Patienten mit einer Revision .....	34
Tabelle 19: Zeitraum bis zur ersten Revision (traumatisch) .....	37
Tabelle 20: Zeitraum bis zur finalen, stabil abgeheilten Amputationshöhe (traumatisch).....	37
Tabelle 21: Zeitraum bis zur ersten Revision (nicht traumatisch) .....	41
Tabelle 22: Zeitraum bis zur finalen, stabil abgeheilten Amputationshöhe (nicht traumatisch).....	41
Tabelle 23: ISS-Werte in Korrelation zu Revisionen .....	42
Tabelle 24: MESS-Werte in Korrelation zu Revisionen.....	42
Tabelle 25: Risikofaktoren nicht traumatischer Patienten in Korrelation zu Revisionen. ....	43
Tabelle 26: Nachbehandlung auf chirurgischer Station und externen Station in Korrelation zu Revisionen.....	43
Tabelle 27: Korrelationsanalyse der stationären Aufenthaltstage zwischen Aufnahme und Amputation – Revisionen.....	44
Tabelle 28: Amputationslevel distal des Knies in Korrelation zu Revisionen .....	44
Tabelle 29: Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score.....	45
Tabelle 30: Score – Revisionsrisiko .....	46
Tabelle 31: Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score – Revisionsrisiko.....	61



## Abkürzungsverzeichnis

AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V.
COPD	engl.: <i>Chronic Obstructive Pulmonary Disease</i> (Chronisch obstructive Lungenerkrankung)
DGG	Deutsche Gesellschaft für Gefäßchirurgie
DGOOC	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie
DIMDI	Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information
ICD	engl.: <i>International Statistical Classification Of Diseases And Related Health Conditions</i> (Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme)
ISS	engl.: <i>Injury Severity Score</i>
KH	Krankenhaus
KHK	koronare Herzkrankheit
MDS	Medizinischer Dienst der Spitzenverbände
MESS	engl.: <i>Mangled Extremity Severity Score</i>
MRSA	Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus
OP	Operation
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
OS	Oberschenkel
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
QUEST	engl.: <i>Quebec User Evaluation Of Satisfaction With Assistive Technology</i>
SAP	Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung
SIRS	engl.: <i>Systemic Inflammatory Response Syndrome</i> (Systemisches inflammatorisches Response-Syndrom)
TIA	transitorisch ischämische Attacke
UMG	Universitätsmedizin Göttingen
US	Unterschenkel

# 1 Einleitung

„Amputation ist Anfang und nicht Ende einer Behandlung.“

... ist ein Zitat von Sir Reginald Watson-Jones, welches René Baumgartner et al. (2008) in der Einleitung des Kompendiums „Amputationen und Prothesenversorgung“ anführt. Auch ich möchte die vorliegende Dissertation damit einleiten, um die Komplexität der Thematik darzustellen.

## 1.1 Amputationen

Die absolute Zahl der Amputationen in Deutschland lag im Jahr 2014 bei 57.637. Damit ist ein Anstieg von 3,5% im Vergleich zu dem Jahr 2005 zu verzeichnen. Die Anzahl der Majoramputationen hat im Vergleich abgenommen, die Minoramputationen sind jedoch stark angestiegen (Kröger et al. 2017). Von einer Majoramputation spricht man, wenn die Amputation proximal des Knöchels vorgenommen wird. Eine Minoramputation bedeutet infolgedessen eine Amputation distal des Knöchels bis einschließlich der Chopart-Gelenklinie (DGG 2008). Zusätzlich spricht man in Deutschland von Grenzzonenamputationen, was Eingriffe wie Débridement, Nekrosektomie und Minoramputationen bis zum gesunden Gewebe beschreibt (Rümenampf 2003).

## 1.2 Ätiologie

In einer Veröffentlichung von Kılıç et al. (2014) über die Auswahl der Amputationshöhe wurde eine periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK) als häufigster Risikofaktor identifiziert. Aber auch Diabetes Mellitus, Traumata, Infektionen, Tumore, Nervenschäden und kongenitale Fehlbildungen konnten identifiziert werden. In einem aktuellen Artikel des deutschen Ärzteblattes wurden die Folgen eines Diabetes mit 250.000 betroffenen Patienten in Deutschland, welche jährlich daraus resultierend ein diabetisches Fußsyndrom entwickeln, als häufigster Grund für eine Amputation genannt. Infolgedessen werden pro Jahr 50.000 Amputationen an der unteren Extremität durchgeführt, von denen etwa die Hälfte Majoramputationen sind (EB 2016). In einer Studie zum Vorkommen von diabetischen Amputationen an der unteren Extremität prognostizierte Trautner et al. (2007) ein 26-fach erhöhtes Risiko eine Amputation infolge von Diabetes zu erleiden, wengleich in der aktuellen

AWMF-Leitlinie zu Diabetes, welche derzeit überarbeitet wird, der Extremitäten-Erhalt an erster Stelle steht (AWMF 2010).

Bereits 2008 publizierte Stinus et al. (2008) eine Studie zur Untersuchung von epidemiologischen Daten bei 674 Amputationen der unteren Extremität am Universitätsklinikum Göttingen. Das Patientenkollektiv stammte aus den Jahren 1983 bis 1992. Arterielle Durchblutungsstörungen wurden mit 78,6% als häufigsten Grund angegeben. Aufgrund eines Traumas wurden 9,3% der Patienten amputiert und aufgrund von Tumoren 7,5%. Unter 5% fielen die Ursachen Infektionen, angeborene Fehlbildungen und andere (Stinus et al. 2008).

## **1.3 Schritte zu einer Amputation**

### **1.3.1 Indikationsstellung**

Der Versorgungsablauf beginnt mit der Konsensentscheidung zur Indikation und Festlegung der Amputationshöhe. Nach Reevaluation von Extremitäten erhaltenden Maßnahmen sind Amputationsindikatoren eine fortschreitende, unbeherrschbare Infektion mit drohender Sepsis, irreversible Durchblutungsstörungen, die zu trockenen und feuchten Nekrosen führen, verbunden mit Ruheschmerzen, die vom Patienten nicht mehr toleriert werden und unstillbare Blutungen oder Deformitäten, die keine Aussicht auf Erhalt oder Rekonstruktion haben (DGG 2008). Die Indikation zur Amputation ist eine Konsens- und Kontextentscheidung, da der Extremitätenverlust die Mobilität, die Lebensqualität und die Autonomie des Betroffenen und seines Umfelds stark und nachhaltig beeinflusst. Anhand dieser Informationen ergeben sich Richtlinien zur Indikationsstellung, definitive Kriterien gibt es jedoch nicht (Bahrman et al. 2018). Bei einer drohenden Amputation muss ebenso das psychosoziale Wohlbefinden beachtet werden. Eine derartige Veränderung des Lebens kann zu Depressionen, Angst und Unzufriedenheit mit dem Leben und dem Erscheinungsbild führen. Je stärker diese Parameter auftreten, desto geringer ist die Lebensqualität (Breakey 1997).

Um Amputationen zu vermeiden sind Gefäßrekonstruktionen durch die Gefäßchirurgie oder Angiologie obligat. Auch wenn eine Gefäßrekonstruktion die Amputation nicht vermeiden kann, so kann das Amputationsniveau dennoch distalisiert und die Wundheilung unterstützt werden (Wozniak 2010). Ein weiterer Kernpunkt in der Indikationsstellung ist die Festlegung der Amputationsebene (Kılıç et al. 2014). Die Amputationshöhe bestimmt den Verlauf der Rehabilitation und letztendlich den Rehabilitationserfolg. Das Amputationsniveau sollte aufgrund biomechanischer Grundlagen so distal wie möglich erfolgen, um einen langen Hebelarm für die Kraftübertragung zu garantieren. Gleichmaßen sollte die Qualität des

Stumpfes endbelastbar und schmerzfrei gewährleistet sein, um nach einer erfolgreicher Operation so schnell wie möglich eine stationäre oder ambulante Rehabilitation einzuleiten und die Mobilisation schnellstmöglich wiederherzustellen (DGOOC 2019).

### **1.3.2 Indikationsstellung und Entscheidungsfindung bei traumatischen Amputationen**

Oben genannte Kriterien sind bei Traumata, die zu einer Amputation führen nicht gültig, da sich die Ätiologie traumatischer Amputationen grundlegend unterscheidet. Um eine schnelle Entscheidung zu ermöglichen wurden Scores entwickelt.

#### **1.3.2.1 Mangled Extremity Severity Score**

Im Falle eines Traumas, in dem eine Extremität amputationsbedroht ist, muss die Entscheidungsfindung zur Kontrolle des lebensbedrohlichen Blutverlustes oder Gesamtschwere des Traumas schnell erfolgen. Zu der schnellen Entscheidungsfindung hat sich der Mangled Extremity Severity Score (MESS) durchgesetzt. Der MESS kalkuliert die potentielle Vitalität der Extremität nach einem Trauma und empfiehlt den Erhalt der Extremität oder eine Amputation. Eine Punktzahl von größer gleich sieben stellt die rechtfertigende Indikation zur Amputation. Erzielt der Score weniger als sieben Punkte, wird eine Erhaltung der Extremität angestrebt (Bertrand und Andrés-Cano 2015). In einer Studie von McNamara et al. (1994) wurde für eine Amputation über sieben Punkten eine annähernd 100-prozentige Spezifität im MESS angegeben.

#### **1.3.2.2 Injury Severity Score**

Der Injury Severity Score (ISS) gibt Auskunft über die Gesamtschwere der Körperverletzungen nach einem Trauma. Dabei werden von sechs Gruppen die drei höchsten Werte des Abbreviated Injury Scale (AIS) quadriert. Die Kategorien sind Kopf oder Hals, Gesicht, Thorax, Abdomen, Extremitäten und äußere Verletzungen. Dabei wird je Gruppe eine Punktzahl von null bis maximal fünf Punkten vergeben. Insgesamt sind maximal 75 Punkte zu erreichen. Dadurch, dass die drei höchsten Werte quadriert werden, ist eine präzisere Einschätzung der Schwere der Verletzung möglich (Baker et al. 1974). In einer Studie über komplexe Fußtraumata von Kinner et al. (2011) wird ein ISS-Wert von über 16 als prognostisch ungünstiger Faktor im Rahmen einer Amputation beim Vorliegen eines Komplextraumas des Fußes gewertet. In einer S1-Leitlinie des Ontario Regional Medical Center wurde unter anderem ein ISS größer als 15 mit einer hohen Rate an frühen Amputationen assoziiert (Bowie et al. 2016).

## 1.4 Amputationshöhen

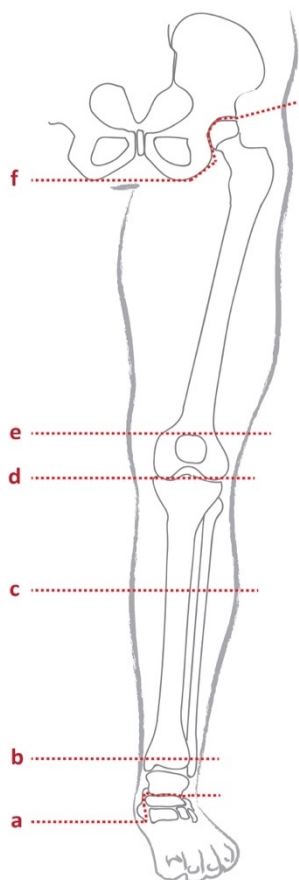


Abbildung 1: Amputationsebenen (modifiziert nach: Debus und Gross-Fengels 2012).

- a) Chopard-Gelenklinie
- b) transmalleolär nach Syme
- c) transtibial nach Burgess
- d) Kniegelenksexartikulation
- e) distale Oberschenkelamputation
- f) Hüftexartikulation

Zur Einteilung der verschiedenen Amputationshöhen kann man sich an verschiedenen Gelenkspalten orientieren. Zu den Minoramputationen zählen Amputationen distal des Knöchels bis zu der Chopard-Gelenklinie (a). Proximal davon gehören die Amputationshöhen zu den Majoramputationen. Auf der Abbildung beginnen diese mit (b) der transmalleolären Amputation nach Syme. Weiter proximal (c) ist die übliche Amputationshöhe für transtibiale Amputationen nach Burgess eingezeichnet. Darauf folgen (d) die Kniegelenksexartikulation und (e) die distale Oberschenkelamputation. Eine Hüftexartikulation ist bei Punkt (f) eingezeichnet (Debus und Gross-Fengels 2012)

Das Ziel der Operation ist ein schmerzfreier, belastbarer Amputationsstumpf, der mit einer Prothese versorgt werden kann. Für eine prothetische Versorgung muss der Amputationsstumpf voll belasten werden können. Je nach Amputationshöhe gibt es verschiedene operative Möglichkeiten, wobei stets versucht wird so viel wie möglich von dem Bein zu erhalten. Bei einer transtibialen Amputation, bei der das Kniegelenk also erhalten bleibt, muss der Patient bei Versorgung mit einer Prothese die Kraft aufwenden, diese bewegen zu können. Durch die Hebelwirkung des Bewegungsablaufs ist ein möglichst langer Tibiaschaft von Vorteil. Jedoch muss der Weichteilmantel für einen Stumpf vorhanden sein. Bei einer Durchblutungsstörung sollte eine Länge von maximal 13 Zentimeter angestrebt werden, da ansonsten Wundheilungsstörungen oder Schmerzen auftreten können. Sollte man den Großteil der Tibia nicht erhalten können, reicht eine Tibialänge von bis zu fünf Zentimeter für einen ultrakurzen Unterschenkelstumpf. Hierbei tritt die Hebelwirkung in den Hintergrund, da es um den Erhalt des Kniegelenks geht. Ein funktionsfähiges Knie kann nie gleichwertig von einer Prothese ersetzt werden (Baumgartner et al. 2008).

Bei einer transtibialen Amputation, bei der das Kniegelenk also erhalten bleibt, muss der Patient bei Versorgung mit einer Prothese die Kraft aufwenden, diese bewegen zu können. Durch die Hebelwirkung des Bewegungsablaufs ist ein möglichst langer Tibiaschaft von Vorteil. Jedoch muss der Weichteilmantel für einen Stumpf vorhanden sein. Bei einer Durchblutungsstörung sollte eine Länge von maximal 13 Zentimeter angestrebt werden, da ansonsten Wundheilungsstörungen oder Schmerzen auftreten können. Sollte man den Großteil der Tibia nicht erhalten können, reicht eine Tibialänge von bis zu fünf Zentimeter für einen ultrakurzen Unterschenkelstumpf. Hierbei tritt die Hebelwirkung in den Hintergrund, da es um den Erhalt des Kniegelenks geht. Ein funktionsfähiges Knie kann nie gleichwertig von einer Prothese ersetzt werden (Baumgartner et al. 2008).

## 1.5 Komplikationen

Amputationen sind mit etwa 50% Komplikationen assoziiert. Dies könnte durch den Versuch des Chirurgen bedingt sein, so viel Länge wie möglich von der Extremität erhalten zu wollen, obwohl das Outcome sich dadurch verschlechtern kann. Durch den Versuch könnte beispielsweise ein Knie erhalten und somit die Mobilität und Selbstständigkeit des Patienten verbessert werden. Majoramputationen sind mit einer Letalität bis zu 20% assoziiert, hier steigt das Letalitätsrisiko mit der Höhe des Amputationslevels (Debus und Gross-Fengels 2012). Man unterscheidet bei amputations-assoziierten Komplikationen zwischen Früh- und Spätkomplikationen.

### 1.5.1 Frühe Komplikationen

Wundheilungsstörungen werden häufiger bei einer pAVK beobachtet. Spannung auf der Wundnaht oder schlechte Blutstillung, die zu einer Nekrose oder Infektion führen verzögern ebenfalls eine Heilung (Leaper und Whitaker 2010).

Intraoperative Infektionen sind bei bakteriell kontaminiertem oder nekrotischem Gewebe häufig. Falls es zu einer Osteomyelitis kommt ist meistens eine weitere Amputation in einer höheren Ebene notwendig. Im Fall einer Bakteriämie ist eine mögliche Folge ein systemisches inflammatorisches Response-Syndrom (SIRS) oder ein Multiorganversagen (Leaper und Whitaker 2010).

### 1.5.2 Späte Komplikationen

Neuromschmerzen treten am Ende des Nervus ischiadicus nach Amputationen auf, wenn dieser mit dem Knochenende verwächst oder gegen die Prothese drückt (Kostuik und Gillespie 1985).

Wenn die Knochenenden ein überschießendes Wachstum zeigen, können diese Schmerzen und Ulzera hervorrufen. Auch hier kann eine Revision oder eine Anpassung der Prothese erforderlich werden (Dudek et al. 2003).

## 1.6 Revisionen

Weitere Operationen nach einer Amputation sind häufig. In einer aktuellen Studie mit 421 Patienten folgte auf 25,2% aller Amputationen der unteren Extremität eine Revision (Wanivenhaus et al. 2016). Debus und Gross-Fengels (2012) schreiben in ihrem Buch von einer Revisionsrate im Stumpfbereich von 40% wobei hier ein Drittel der Nachamputationen zu einem höheren Level führten.

### **1.6.1 Faktoren, die mit einer Revision assoziiert sind**

Um eine gute postoperative Versorgung und zunehmende Mobilität zu erlangen, ist es erforderlich sich von dem Eingriff der Amputation zu erholen, was durch eine Revision erschwert wird. Einige Faktoren erhöhen das Risiko für Revisionen und werden damit assoziiert. Die hauptsächlichen Gründe für eine Revision wurden von Wood et al. (1987) untersucht. In der Untersuchung zeigte sich, dass 33,5% der Patienten Schmerzen hatten, 26,8% eine chronische Infektion, 4,6% hatten Beschwerden aufgrund eines Knochensporn, bei 20,1% wurde ein Hauttransplantat revidiert und bei 15,2% wurde der Stumpf für eine bessere Passform der Prothese angepasst. In einer Studie von Bourke et al. (2011) wurden von 71 Patienten 18,3% aufgrund von Knochenpathologien revidiert, 31,0% wegen Weichteilpathologien, 31,0% wegen Infektionen, 14,1% aufgrund von Neuromschmerzen und 5,6% aufgrund anderer Schmerzen. Bondurant et al. (1988) stellte einen signifikanten Zusammenhang zwischen einer vermehrten Anzahl an Revisionen und verzögertem Abstand zwischen Aufnahme und Operation fest. In einer Studie von O'Brien et al. (2013) wurden bei 8878 Patienten mit Majoramputationen der unteren Extremität Korrelationen zwischen Risikofaktoren und frühen Komplikationen erstellt. Signifikante Zusammenhänge mit Komplikationen konnten festgestellt werden bei Notoperationen, transmetatarsalen Amputationen im Vergleich zu Amputationen unterhalb des Knies, bei einer Sepsis, einem septischen Schock oder einer SIRS, bei Beteiligung eines Anfängers bei der Operation, bei einer finale Nierenerkrankung, bei einem BMI  $\geq 30$  und bei aktuellem Nikotinkonsum.

### **1.6.2 Faktoren, die mit einer niedrigeren Revisionsrate assoziiert sind**

Faktoren, die signifikant seltener zu Revisionen führen, wurden ebenfalls von O'Brien et al. (2013) analysiert. Nennenswert sind hier ein Alter über 80 Jahren im Vergleich zu Patienten unter 65 Jahren, eine lokale Anästhesie, Amputationen oberhalb des Knies im Vergleich zu Amputationen unterhalb des Knies und Operationszeiten über 40 Minuten. In einer Studie von Stone et al. (2006) ergab sich aus einer Korrelation, dass eine Vollnarkose einen geringeren Zusammenhang mit Wundheilungsstörungen bei Amputationen der unteren Extremität hat als eine Epidural- oder Spinalanästhesie.

## 1.7 Fragestellung

In verschiedenen Studien wurden bereits die epidemiologische Daten zu Majoramputationen in Deutschland (Kröger et al. 2017) und auch im direkten Vergleich zu der Uniklinik Göttingen (Stinus et al. 2008) beschrieben. Allerdings fehlen Daten zu einem longitudinalen Verlauf und Faktoren, die eine (Früh-) Revision bedingen.

Diese Arbeit untersucht einen retrospektiven Datensatz von in der Universitätsmedizin Göttingen, als Maximalversorger, durchgeführten Amputationen und den damit assoziierten Revisionen.

Folgende Fragen sollen beantwortet werden:

Welche beeinflussenden Faktoren gibt es, die zu Revisionen führen?

Kann ein Revisions-Score diese revisionsbedrohten Patienten identifizieren?



## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Studiendesign**

Die Studie setzt sich zusammen aus einem retrospektiven Teil, in dem Klinikdaten ausgewertet wurden und einem prospektiven Teil, für den eine Patientenbefragung in Form eines Fragebogens durchgeführt wurde.

### **2.2 Ethikvotum**

Ein Ethikvotum des Ethikkomitees der Universitätsmedizin Göttingen (UMG) mit der Nummer 20/04/17 liegt vor.

### **2.3 Retrospektiver Teil**

#### **2.3.1 Einschlusskriterien**

Es wurden Patienten der UMG untersucht, bei denen im Zeitraum von 2013 bis 2016 Major- und Minoramputationen bis zu der Lisfranc-Gelenklinie der unteren Extremität durchgeführt wurden.

### 2.3.2 Datenerhebung

Die Leistung „Amputation“ wird anhand eines Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS) im Krankenhaus-Dokumentationssystem (SAP) verschlüsselt. Anhand einer OPS-basierten Suche der entsprechenden Codes (s. Tabelle 1) wurden die betroffenen Patienten identifiziert und in die Untersuchung eingeschlossen. In der nachfolgenden Tabelle sind die relevanten OPS-Codes aufgelistet (DIMDI 2020).

Tabelle 1: OPS-Codes

5-864	Amputation und Exartikulation der unteren Extremität
5-864.0	Hemipelvektomie
5-864.1	Inkomplette Hemipelvektomie
5-864.2	Exartikulation im Hüftgelenk
5-864.3	Oberschenkelamputation, n.n.bez.
5-864.4	Amputation proximaler Oberschenkel
5-864.5	Amputation mittlerer oder distaler Oberschenkel
5-864.6	Amputation im Kniebereich
5-864.7	Exartikulation im Knie
5-864.8	Unterschenkelamputation, n.n.bez.
5-864.9	Amputation proximaler Unterschenkel
5-864.a	Amputation mittlerer Unterschenkel
5-864.x	Sonstige
5-864.y	N.n.bez.
5-865	Amputation und Exartikulation am Fuß
5-865.0	Amputation tiefer Unterschenkel nach Syme
5-865.1	Fußamputation, n.n.bez.
5-865.2	Fußamputation nach Spitzzy
5-865.3	Fußamputation nach Pirogoff
5-865.4	Vorfußamputation nach Chopart
5-865.5	Mittelfußamputation nach Lisfranc

Von diesen Patienten wurde aus der Papierakte, der patientenspezifischen Dokumentationen im ixserv, dem Krankenhausdokumentationssystem für Auftrags- und Befundkommunikation, und weiteren Zusatz-Codes im SAP, Informationen zu Demographie, Anschrift, Versorgungsverlauf, Ätiologie und Komorbiditäten tabellarisch zusammengetragen. Folgende Daten wurden erhoben:

Tabelle 2: Erhobene Daten

Soziodemographische Daten:	
	Alter bei Amputation
	Geschlecht
	Größe
	Gewicht
Amputationsrelevante Parameter:	
	Aufnahmedatum
	Amputationsdatum
	Entlassungsdatum
	Amputationshöhe- und Seite
	postoperativ behandelnde Station
Revisionen:	
	Datum der Revision
	Anzahl der Revisionen
	Zeitabstand zwischen Revisionen
	Revisionsgrund
	Art nachfolgender chirurgischer Prozeduren nach der Amputation an der betroffenen Extremität
Weiteres:	
	verschlüsselte Komorbiditäten
	Gesamt-Liegezeit
	Liegezeit bis Amputation

### 2.3.3 Weiterverarbeitung der Rohdaten

Die ICD-Codes, welche die Nebendiagnosen verschlüsseln, wurden im nächsten Schritt näher betrachtet. 183 Nebendiagnosen wurden insgesamt erfasst. Die Spannweite der Anzahl der Nebendiagnosen ging von fünf bis 104 in Hinblick auf die 164 Patienten, die in die Studie eingeschlossen wurden. Die zusätzlich codierten Diagnosen, die weniger als fünf Patienten betrafen, wurden ausgeschlossen. Dadurch wurden nach der beschriebenen Selektion 33 Nebendiagnosen für die weiteren Analysen eingeschlossen.

Die Nebendiagnosen wurden anschließend mit der Literatur verglichen und gruppiert. Aus den Nebendiagnosen ergeben sich folgende Gruppen:

Atherosklerose, pAVK, Diabetes Mellitus, Polyneuropathie, Thrombose, Embolie, Gangrän, Osteomyelitis und nekrotisierende Fasziiitis welche ebenfalls bei Baumgartner et al. (2008) als Komorbiditäten aufgeführt werden.

Außerdem wurden Informationen zu Herzinfarkt, chronischen Nierenerkrankungen, terminaler Niereninsuffizienz, Koronarer Herzkrankheit (KHK), Schlaganfall/Transitorisch ischämischer Attacke (TIA) und der Länge des Krankenhausaufenthaltslänge gesammelt, wie bei Vogel et al. (2014).

Daten zu Wundheilungsstörungen, Infektionen, Ulzerationen und Blutungen wurden ebenfalls wie bei Leaper und Whitaker (2010) erhoben. Außerdem wurden Daten zu Nikotinkonsum, Alkoholkonsum, Adipositas und dem Alter erhoben wie bei Guo und DiPietro (2010).

Die traumatisch amputierten eingeschlossenen Patienten wurden markiert und zusätzlich wurde in diesem Kollektiv die Art des Unfalls, der Versicherungsträger (Krankenkassen oder Berufsgenossenschafts-Fall) und der MESS- und ISS-Wert ermittelt.

### **2.3.4 Erstellung eines Amputationsregisters**

Die Informationen wurden in einem Amputationsregister zusammengetragen und die Patienteninformationen pseudonymisiert.

Das Pseudonym setzte sich aus dem Amputationsjahr, dem ersten Buchstaben des Nachnamens, den zwei ersten des Vornamens und der Nummerierung der ursprünglichen alphabetischen Auflistung zusammen. Als Beispiel: (2018.NVO.15)

Nach der klinischen Datenerhebung wurden die persönlichen Daten und Adressen der Patienten in einer separaten Datei mit ihrem zugehörigen Pseudonym dokumentiert. Dieses Schlüsseldokument konnte für eine spätere Zuordnung zwischen Pseudonym und Patient zur Hilfe genommen werden und diente als Adressenregister für die zu versendenden Fragebögen (BA Göttingen 2020).

Die gesamten pseudonymisierten Patientendaten wurden in einer Microsoft Excel 2020 Datei „Amputationsregister“ zusammengetragen.

## **2.4 Prospektiver Teil**

Der prospektive Arm der Studie bestand aus einem Fragebogen, der an die Patienten versendet wurde, um weitere Informationen zu erhalten. Der Fragebogen wurde während der retrospektiven Datenerhebung gemeinsam mit einem Studenten des Studiengang Orthobionik (Bachelorarbeit: Retrospektive Analyse der Patientenzufriedenheit im orthopädiotechnischen Versorgungsprozess nach Majoramputationen im Bereich der unteren Extremität) und mit einem weiteren Medizinstudenten (Promotionstitel: Analyse perioperativer analgetischer Konzepte nach Majoramputationen der unteren Extremität an der UMG 2013-2016) erstellt.

### 2.4.1 Fragebogen

Der Fragebogen ist in neun verschiedene Themenbereiche unterteilt:

Tabelle 3: Fragebogen

Fragebogen
1. Soziodemographische Daten
2. Risikofaktoren
3. Mobilität vor Amputationen
4. Mobilität heute
5. Fragen zur Amputation
6. Schmerzanamnese
7. Fragen zur prothetischen Versorgung
8. Begleittherapien
9. Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (QUEST) (Fragebogen zur Erhebung der Zufriedenheit mit der prothetischen und Hilfsmittelversorgung und den Dienstleistungen/Service) (Demers et al. 2000)

Zum Teil sind dies standardisierte Fragebögen oder freie Fragen. In den Punkte eins, zwei und fünf wurden die Patienten zu allgemeinen Patientendaten, den soziodemografischen Daten, Amputationsdaten und Risikofaktoren befragt. Diese sollten zur Verifikation und Abgleichung der zuvor erhobenen Daten aus den Patientenakten dienen (BA Göttingen 2020). Die relevanten Risikofaktoren definierten sich durch die Recherchen, die im retrospektiven Teil der Studie erschlossen wurden, wie in Teil 2.3.3 beschrieben.

In den Punkten drei und vier wurden verschiedene Daten zur Mobilität vor und nach der Amputation erhoben. Hierdurch konnte ermittelt werden, ob eine körperliche Einschränkung bereits vor der Amputation vorhanden war (BA Göttingen 2020). Die Beurteilung wurde nach der Klasseneinteilung des Medizinischen Dienstes des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen (MDS) von nicht gehfähig (0) bis uneingeschränkter Außenbereichsgeher mit besonders hohen Ansprüchen (4) vorgenommen. So konnte die Mobilität vor und nach der Amputation verglichen werden. Zudem wurden die Anzahl und Art der notwendigen Hilfsmittel verglichen.

Um den Fragebogen beantwortbar zu gestalten, wurde auf einen standardisierten Fragebogen zur Erfassung der Lebensqualität verzichtet und sechs Fragen dazu in den Fragebogen eingeschlossen. Diese Fragen entstanden in einem freien Interview mit einem Amputationschirurgen der Klinik (Dr. Helmut Burchhardt), der über eine 30-jährige Erfahrung verfügt. Um die Veränderung der Lebensqualität patientennah abzubilden wurde gefragt, ob der Patient nach der Amputation gerne Spaziergänge gemacht hat (Mobilität), ein PKW selbstständig

geführt werden kann (Patientenautonomie), wie lange die Nutzungsdauer der Prothese ist (Akzeptanz des Hilfsmittels), ob sich der Patient auf seine neue Lebenssituation einstellen konnte (Coping mit der neuen Lebenssituation) und wie oft er Hilfe erhält (Umfeld).

Punkt sechs beschäftigte sich mit dem Themenbereich Schmerzen (numerische Analogskala).

In Punkt sieben wurden Fragen zu der Versorgung der Amputierten gestellt. Hier waren vor allem Komplikationen und die Dauer der Wundheilung, sowie die Dauer bis zu der Mobilisation mit der Prothese relevant. Außerdem wurde nach Unterstützung zur Mobilisation gefragt.

In Punkt acht wurden die mögliche Begleittherapien Physiotherapie, Massagen, Psychotherapeutische oder Psychologische Hilfe, Selbsthilfegruppen, Rehabilitationssport oder Kur und Schmerzambulanz oder Schmerzklinik erfragt.

Der letzte Teil der Befragung, Punkt neun, bestand aus der deutschen Version des standardisierten Fragebogens „Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology (Quest Version 2.0)“ (Demers et al. 2000). Der QUEST ist ein validierter Fragebogen (De Carvalho et al. 2014)

Alle Fragen wurden so formuliert, dass man sie durch Ankreuzen eines vorgegebenen Graduierungssystems oder mit „Ja“ und „Nein“ beantworten kann.

#### **2.4.2 Versendung der Fragebögen**

Die Zusendung des Fragebogens an die Patienten erfolgte mit einem DinA4 Umschlag, in dem ein Anschreiben, der Fragebogen, zwei Einverständniserklärungen (eine zum Verbleib bei dem Patienten), eine Informationsschrift und ein vorfrankierter Umschlag für die Rücksendung enthalten war. Die Informationsschrift klärte über den Grund der Studie auf und umfasste einen detaillierten Plan über den Aufbau und Ablauf. Zusätzlich wurden die Patienten über den Datenschutz, rechtliche Grundlagen und Sicherung der pseudonymisierten Daten informiert. Nur mit einer unterschriebenen Einverständniserklärung wurden die durch den Fragebogen erhobenen Daten in der Studie verwendet.

#### **2.4.3 Erinnerungsanrufe**

Zwei Monate nach Versendung wurden Erinnerungsanrufe bei den Patienten durchgeführt, die die Fragebögen noch nicht zurückgeschickt hatten und bei denen ein mögliches Versterben ausgeschlossen werden konnte. Parallel zu den Erinnerungsanrufen wurde im Internet

nach möglichen Todesanzeigen dieser Patienten gesucht. Patienten, die nicht erreichbar waren, wurden in den folgenden vier Wochen noch weitere zwei Mal angerufen. Weitere drei Monate nach diesen Erinnerungsanrufen wurde die Datensammlung wegen fehlender Aussicht auf weitere Rückmeldungen beendet und mit der Auswertung der ausgefüllten, zurückgesendeten Fragebögen begonnen.

#### **2.4.4 Datenverarbeitung des Fragebogens**

Gegenstand dieser Arbeit waren die Daten der Punkte eins, zwei und fünf des Fragebogens. Die erhobenen Daten zu allgemeinen Patientendaten, Soziodemographie, Amputationsdaten und Risikofaktoren sollten zur Verifikation und Abgleichung der zuvor erhobenen Daten aus der Klinikdokumentation dienen. Um die beantworteten Fragebögen vergleichen zu können, wurden nur die vorgegebenen Antworten im Ankreuzverfahren berücksichtigt. Die händischen Ergänzungen wurden nicht berücksichtigt.

Wesentlich für die vorliegende Arbeit waren zwei Informationen, die aus dem Fragebogen gewonnen wurden: der Vitalstatus und die gegenwärtige Amputationshöhe.

### **2.5 Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score**

Anhand der Analyse der Komorbiditäten und Daten im Zusammenhang mit der Amputation wurden Risikofaktoren identifiziert und mit in der Literatur beschriebenen Risikofaktoren verglichen. Aus diesen Informationen wurde, um eine Analogie zum MESS zu schaffen, ein Score für nicht traumatische Amputationen entwickelt. Ziel des Scores ist es, amputationsgefährdete Extremitäten zu identifizieren und ein Tool zur Entscheidungsfindung zu erstellen.

#### **2.5.1 Einschlusskriterien der Risikofaktoren**

Komorbiditäten und weitere anhand der Häufigkeit als relevant identifizierten Faktoren, die bei mehr als 30% der nicht traumatisch Amputierten unseres Patientenkollektivs vorlagen, wurden als Parameter in den Score eingeschlossen. Ergänzt wurde dies durch signifikante Risikofaktoren anhand der Literatur (z. B. Rauchen).

Diese identifizierten Risikofaktoren wurden anschließend anhand ihres prozentualen Vorkommens im Patientenkollektiv mit dem Faktor null bis drei gewichtet.

Der Score identifiziert ein aus diesem Patientenkollektiv gewonnenes Risiko für die Amputation einer Extremität bei nicht traumatischen Patienten. In einer prospektiven Studie soll

dieser Score zukünftig überprüft werden. Die Validität bleibt aufgrund der fehlenden Kontrollgruppe unklar. Zusätzlich wurde dieses Design eines Amputations-Scores erweitert, indem Risikofaktoren von Revisionspatienten, welche auf die gleiche Weise identifiziert wurden, ergänzt wurden.

Durch das Zusammenführen dieser Risikofaktoren sollen revisionsgefährdete Amputierte präventiv identifiziert werden.

## **2.6 Statistische Analyse**

Nach Zusammentragen aller Daten in einer Microsoft Excel 2020 Tabelle erfolgte die Analyse der Daten in fünf Schritten. Zuerst wurde das Gesamtkollektiv evaluiert. Anschließend erfolgte die getrennte Auswertung der traumatisch amputierten und der nicht traumatisch amputierten Patienten. Weiter wurden die Ergebnisse in revidierte Patienten differenziert, anhand dessen eine Analyse der Ergebnisse der Risikofaktoren revidierter Patienten abgeschlossen werden konnte.

### **2.6.1 Evaluation des Gesamtkollektivs**

Zu Beginn wurde ein jahresbezogener Überblick aller Major- und Minoramputationen im Untersuchungszeitraum geschaffen. Im Anschluss wurde eine Eingangstabelle mit Daten zu Geschlecht, Alter, Amputationshöhe, Amputationsseite und Vitalstatus angefertigt. Anschließend wurden die Amputationsniveaus kumulativ ausgewertet und nach nicht traumatischen und traumatischen Patienten unterschieden. Darauf wurde die Rücksendequote der Fragebögen und die Mortalitätsrate bestimmt. Die Mortalitätsrate wurde in einer separaten Tabelle in Ein-, Zwei-, und Drei-Jahres-Mortalität aufgegliedert.

### **2.6.2 Auswertung der traumatisch amputierten Patienten**

Die oben genannte Eingangstabelle zur Demographie leitete die Analyse der traumatisch amputierten Patienten ein. Anschließend erfolgte eine Differenzierung des Subkollektivs anhand des Versicherungsträgers und der schwere des Unfalls zur Häufigkeitsanalyse in Prozent. Zur Ätiologie der Amputationen wurde ebenfalls eine Häufigkeitsanalyse durchgeführt, welche in Prozenten graphisch dargestellt wurde. Anschließend erfolgte die Auswertung der Konfidenzintervalle der berechneten MESS- und ISS-Werte. Die beiden Werte wurden miteinander korreliert und graphisch aufgearbeitet. Zudem wurde die Aufenthaltsdauer und die Dauer von Aufnahme bis Amputation erhoben und die Extrempunkte, sowie die Konfidenzintervalle errechnet.



### **2.6.3 Auswertung der nicht traumatisch amputierten Patienten**

Der Abschnitt begann ebenfalls mit der oben genannten Eingangstabelle. Anschließend wurden in einer Tabelle die kumulierten Komorbiditäten unter den Punkten Lebensstil, Neuro-pathischer Fuß, Vaskulär und Infektion aufgeführt. Zur Übersicht wurden die Vergleichswerte der traumatischen Patienten und des Gesamtkollektivs aufgelistet. Anschließend wurde ebenfalls die Aufenthaltsdauer und die Dauer von Aufnahme bis Amputation erhoben und die Extrempunkte, sowie die Konfidenzintervalle errechnet.

### **2.6.4 Differenzierung der Ergebnisse der revidierten Patienten**

Zu Beginn wurde die Eingangstabelle beider Kollektive der Revidierten aufgeführt. Im Anschluss wurden die Art und Ätiologie der Revisionen tabellarisch aufgelistet. Anschließend erfolgte eine Differenzierung zwischen Früh- und Spät komplikationen, welche graphisch dargestellt wurde. Darauf folgte eine tabellarische Auswertung der Komorbiditäten, welche bereits in Teil drei durchgeführt wurde (ergänzt mit den MESS- und ISS-Werten). Als nächstes erfolgte eine graphische Auswertung der Zeitpunkte traumatischer Revisionen pro Patienten im longitudinalen Verlauf. Gefolgt wurde dies von graphischen Auswertungen der Amputationsniveaus pro Revision im Verlauf und von dem Amputationsniveau der ersten Revision und dem des stabilen Niveaus traumatischer Patienten. Anschließend wurde der Zeitraum bis zur ersten Revision und der Zeitraum bis zum finalen Amputationsniveau erhoben und Konfidenzintervalle errechnet. Darauf folgten die gleichen Auswertungen bezogen auf das revidierte nicht traumatische Patientenkollektiv.

### **2.6.5 Analyse der Ergebnisse der Risikofaktoren revidierter Patienten**

Korrelationsanalysen zu Revisionen wurden durch den Vergleich der berechneten Konfidenzintervalle für folgende Parameter durchgeführt: ISS, MESS, Komorbiditäten nicht traumatischer Patienten, nachbehandelnde Station, Tage bis zur Amputation und Amputationsniveau distal des Knies.

Anschließend wurde aus den identifizierten Risikofaktoren und Angaben aus der Literatur ein Score zur Berechnung des Risikos einer nicht traumatischen Amputation erstellt. Dieser wurde aus den signifikanten Ergebnissen für eine Revision ergänzt. Im Anschluss wurde der Score zur Identifikation eines Cut-Off-Wertes auf das revidierte nicht traumatische Patientenkollektiv angewendet und mittels Box-Plots graphisch dargestellt. Zuerst erfolgte die Anwendung auf die Scores jeweils einzeln, anschließend auf beide Scores kombiniert. Anhand

der berechneten Konfidenzintervalle konnte so eine Aussage zur Signifikanz getroffen werden.

### **Statistische Methodik**

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm Microsoft Excel 2020. Angegebene Konfidenzintervalle wurden grundsätzlich mit der Student-t-Verteilung bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 5\%$  berechnet. Konfidenzintervalle von Wahrscheinlichkeiten wurden bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 5\%$  mit Hilfe des Clopper-Pearson-Intervalls bestimmt.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Amputationen allgemein

In den Jahren 2013 bis 2016 wurden an der UMG 199 Majoramputationen und 121 Minoramputationen an der unteren Extremität durchgeführt. Die jahresbezogene Verteilung ist in Abbildung 2 aufgeführt.

Für die weiteren Analysen wurden diese Amputationen in zwei Gruppen a) traumatisch und b) nicht traumatisch analysiert.

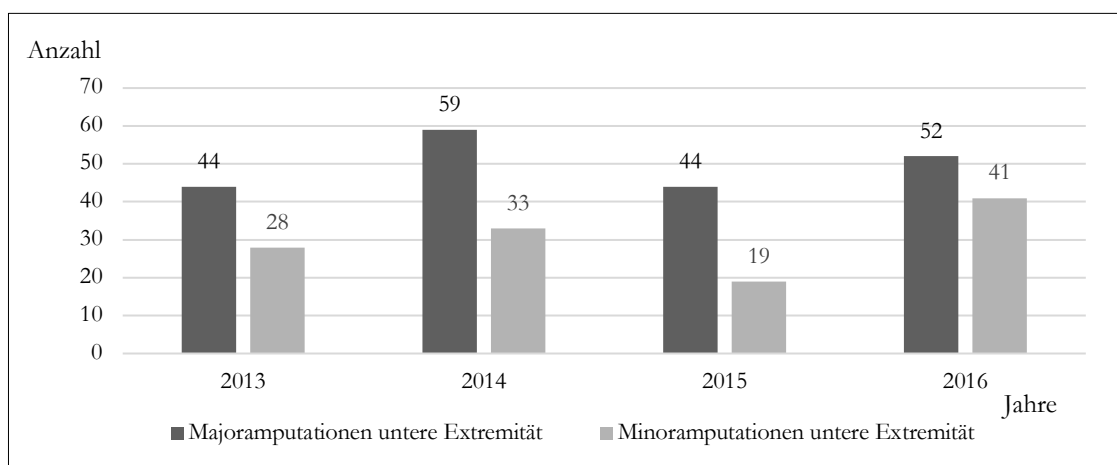


Abbildung 2: Anzahl an Amputationen an der UMG von 2013 bis einschließlich 2016 ( $n = 320$ ). Majoramputationen der unteren Extremität = dunkelgrau, Minoramputationen der unteren Extremität = hellgrau.

Die Gesamtanzahl nicht traumatisch amputierter Patienten beträgt 144 (88%), die der traumatisch amputierten Patienten beträgt 20 (12%).

Für die weiteren Analysen ab Kapitel 3.2 wurde für die Gruppe nicht traumatisch Amputierter der Zeitraum 2013-2016 betrachtet. So konnte zum Beginn des Analysezeitraums ein Vier-Jahres-Intervall analysiert werden. Die Gruppe der traumatisch Amputierten umfasst aufgrund der 6,5-mal geringeren Anzahl den Zeitraum von 2010-2016, wodurch zwölf weitere Patienten eingeschlossen wurden.

Aus diesen Zahlen ergibt sich ein analysiertes Patientenkollektiv von insgesamt 176 Patienten (Abbildung 2).

### 3.1.1 Demographie des Patientenkollektivs

118 der 164 Amputierten sind männlich (72%) und 46 weiblich (28%). Der jüngste Patient war 17 Jahre alt und der Älteste 94 Jahre. Der Mittelwert beträgt 65,9 Jahre (Konfidenzintervall: [63,8; 68,0,]).

Von den nicht traumatischen Patienten war der Jüngste 39 und der Älteste 94 Jahre alt. Der Mittelwert beträgt 68,2 (Konfidenzintervall: [66,4; 70,1]). Von den traumatischen Patienten war der Jüngste 17 und der Älteste 83 Jahre alt. Der Mittelwert beträgt 48,9 (Konfidenzintervall: [40,7; 57,1]).

Tabelle 4: Demographie des Patientenkollektivs von 2013 bis einschließlich 2016 (n = 164).

	insgesamt (n = 164)
Männlich	118
Weiblich	46
Alter bei Amputation, Mittelwert [Jahre]	65,9
Amputationshöhen:	
Amputationen im Fußbereich (proximal Chopart-Amputation)	28
Unterschenkel	63
Knie	23
Oberschenkel	45
Hüfte	5
Amputationsseiten (links/rechts/beidseits)	(70/80/14)
verstorben	45

#### 3.1.1.1 Amputationshöhen

Die OPS Kodierung ermöglicht eine Aufschlüsselung in fünf Amputationshöhen bei Amputationen im Bereich der unteren Extremität. Bei der distalen Amputationshöhe „Fuß“ sind insgesamt 28 (17%) Amputationen dokumentiert, davon 23 nicht traumatische und 5 traumatische. Im Bereich des Unterschenkels wurden 63 (38%) Amputationen durchgeführt, von denen 54 nicht traumatisch und 9 traumatisch waren. Im Bereich des Knies wurden 23 (14%) Amputationen durchgeführt, von denen 21 nicht traumatisch und 2 traumatisch bedingt waren. Auf der nächsten Amputationshöhe „Oberschenkel“ wurden 45 (27%) Patienten amputiert, von denen 41 nicht traumatisch und 4 traumatisch bedingt waren. Im Bereich der Hüfte erfolgten insgesamt 5 (3%) Amputationen, von denen keine traumatischer Genese war. Insgesamt erfolgte bei 80 Patienten eine rechtsseitige Amputation, bei 70 Patienten eine linksseitige Amputation und bei 14 Patienten wurde bilateral amputiert. Das Verteilungsmuster ist in der Abbildung 3 illustriert.

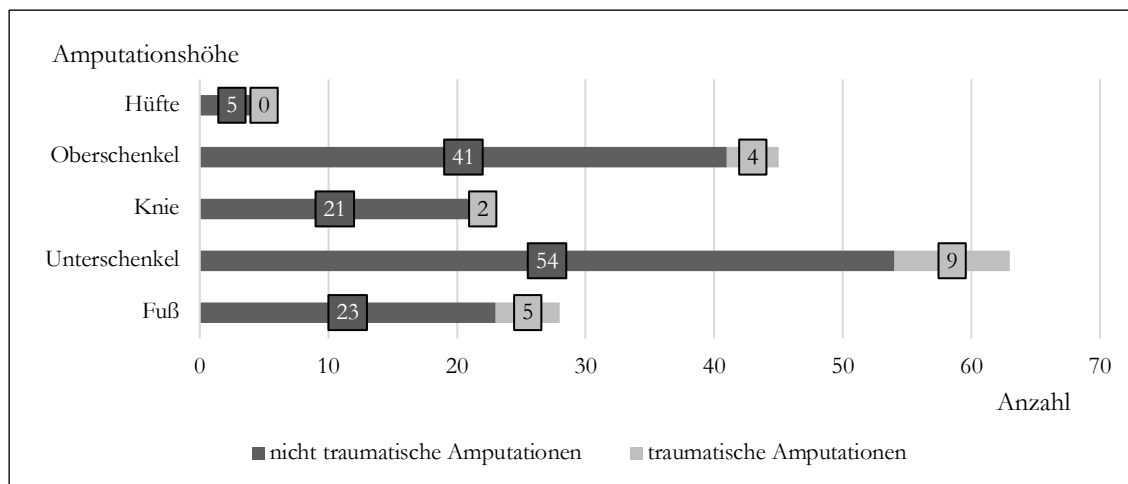


Abbildung 3: Amputationshöhen der Patienten des Gesamtkollektivs von 2013 bis einschließlich 2016 (n = 164). Nicht traumatische Amputationen = dunkelgrau, traumatische Amputationen = hellgrau.

### 3.1.2 Rücksendequote der Fragebögen

Von 164 Patienten waren 23 bereits im Krankenhaus verstorben und 26 Empfänger waren nicht ermittelbar. An 115 verbliebende Patienten wurden Fragebögen versendet. In 62 Fällen erfolgte weder eine Rückmeldung noch Rücksendung. 4 Patienten schickten den Fragebogen unbeantwortet zurück und lehnten die Teilnahme ab. Bei 22 Fragebögen konnte ein Versterben als Ursache der fehlenden Rückmeldung und -sendung ermittelt werden.

Es kamen 27 Fragebögen (16%) vollständig ausgefüllt zurück.

Von den ausgefüllten Fragebögen verloren 26% (n = 7) der Patienten aufgrund eines Traumas ihre Extremität (Abbildung 4).

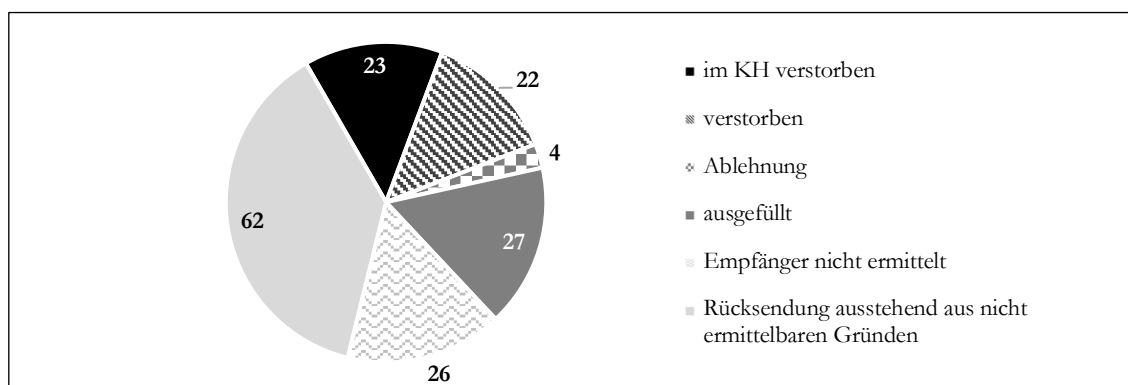


Abbildung 4: Aufgliederung der Rücksendungen des Fragebogens (n = 164). Im Krankenhaus (KH) verstorben = schwarz, außerhalb des Krankenhauses verstorben = gestreift, Teilnahme abgelehnt = kariert, Teilnehmer = mittelgrau, Empfänger nicht ermittelt = gewellt, Rücksendung ausstehend aus nicht ermittelbaren Gründen = hellgrau.

### 3.1.2.1 Mortalitätsrate

Zum Ende der Datenerhebung im Dezember 2016 waren von 164 Patienten 27% (n = 45) verstorben, 53% (n = 86) lebten und bei 20% (n = 33) konnte kein zuverlässiger Status erhoben werden. Dieser Zeitpunkt markiert die Drei-Jahres-Mortalitätsrate (Abbildung 5).

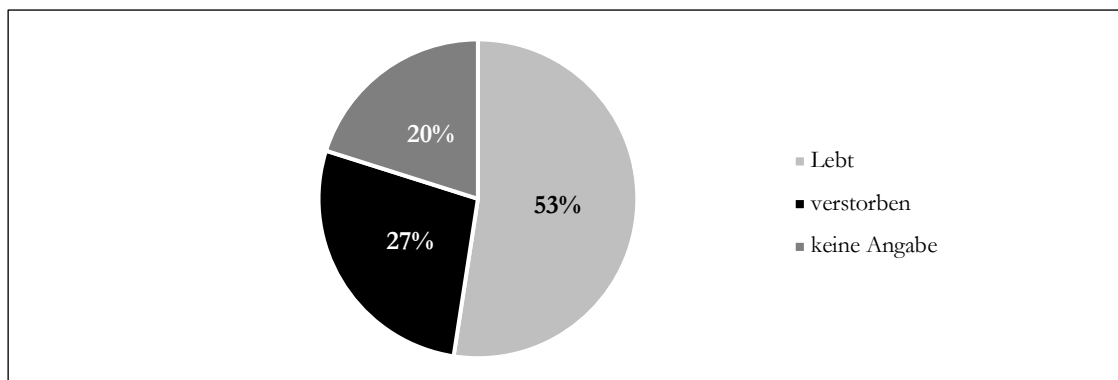


Abbildung 5: Mortalität der Patienten (n = 164); lebend = hellgrau, verstorben = schwarz, keine Angabe = mittelgrau.

Bei den traumatischen Patienten konnten bei 4 Patienten keine Angaben zum Vitalstatus ermittelt werden. Wenn man diese von den Berechnungen ausschließt, erhält man bei traumatischen Patienten eine Ein-Jahres-Mortalität von 6,3%, eine Zwei-Jahres-Mortalität von 6,3% und eine Drei-Jahres-Mortalität von 12,5%. Von den traumatischen Amputierten verstarb keiner im Krankenhaus.

Bei den nicht traumatischen Patienten konnten bei 33 Patienten keine Angaben zu der Mortalität zum Vitalstatus ermittelt werden. Wenn man diese 33 Patienten von den Berechnungen ausschließt, erhält man bei traumatischen Patienten eine Ein-Jahres-Mortalität von 29,7%, eine Zwei-Jahres-Mortalität von 33,3% und eine Drei-Jahres-Mortalität von 36,9%. Von den nicht traumatischen Patienten verstarben 16% im Krankenhaus (

Tabelle 5).

Tabelle 5: Drei-Jahres-Mortalität der Patienten des Gesamtkollektivs von 2013 bis einschließlich 2016 (n = 127). Anzahl der Todesfälle in absoluten Zahlen, kumulativer Anteil in Prozent in Klammern.

	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	im Krankenhaus
traumatisch (n = 16)	1 (6,3%)	0 (6,3%)	1 (12,5%)	0 (0%)
nicht traumatisch (n = 111)	33 (29,7%)	4 (33,3%)	4 (36,9%)	23 (16%)

## 3.2 Traumatische Amputationen

### 3.2.1 Demographie – traumatische Amputationen

Von den 32 Patienten waren 72% (n = 23) männlich und 28% (n = 9) weiblich. Der Jüngste war 17 Jahre alt und der Älteste 83 Jahre. Der Mittelwert des Alters bei Amputationszeitpunkt betrug 54,1 Jahre (Konfidenzintervall: [47,4; 60,7]).

Die Amputationsebene war bei 5 Patienten der Fuß, bei 15 der Unterschenkel, bei 6 das Knie, bei 6 der Oberschenkel und bei keinem der Patienten die Hüfte.

Bei 14 Patienten war die rechte Seite betroffen, bei 16 die linke Seite und 2 Patienten wurden bilateral amputiert (Tabelle 6).

Tabelle 6: Übersicht über die demographischen Daten der traumatischen Patienten von 2010 bis einschließlich 2016 (n = 32).

	insgesamt (n = 32)
Männlich	23
Weiblich	9
Alter bei Amputation, Mittelwert [Jahre]	54,1
Amputationshöhen:	
Amputationen im Fußbereich (proximal Chopart-Amputation)	5
Unterschenkel	15
Knie	6
Oberschenkel	6
Hüfte	0
Amputationsseiten (links/rechts/beidseits)	(16/14/2)
verstorben	2

### 3.2.2 Ätiologie

Zehn Amputationen ereigneten sich im Rahmen eines Polytraumas. Acht der 32 traumatischen Amputationen waren Arbeitsunfälle (Tabelle 7).

Tabelle 7: Differenzierung der traumatischen Patienten nach Unfallschwere und Versicherungsträger (BG-Fall, kein BG-Fall oder Träger unbekannt) (n = 32). Als BG-Fall werden alle Fälle bezeichnet, die über ein berufsgenossenschaftliches Verfahren laufen.

	Summe	BG-Fall	Kein BG-Fall	Keine Information
Polytrauma	10	4	6	-
Kein Polytrauma	17	4	13	-
Keine Information	5	-	2	3
Summe	32	8	21	3

Bei 3 Patienten konnte der Unfallhergang nicht ermittelt werden. Von den 29 Patienten, bei denen die Ursache bekannt war, erlitten 51,7% (n = 15) eine Amputation aufgrund eines Verkehrsunfalls. 24,1% (n = 7) der Patienten erhielten eine Amputation aufgrund eines Sturzes und 17,2% (n = 5) aufgrund eines Quetschtraumas. 3,4% der Patient wurden aufgrund einer Verbrennung (n = 1) und einer Schussverletzung amputiert (n = 1) (Abbildung 6).

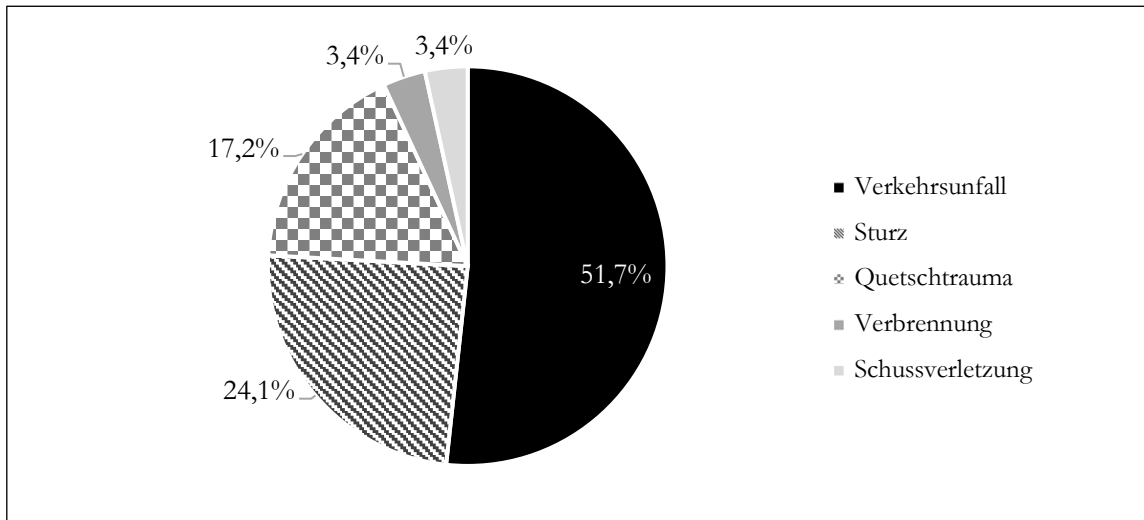


Abbildung 6: Ursachen der 32 traumatischen Amputationen von 2010 bis einschließlich 2016 (n = 29; Verkehrsunfall = schwarz, Sturz = gestreift, Quetschtrauma = kariert, Verbrennung = mittelgrau, Schussverletzung = hellgrau).



### 3.2.3 ISS

Um die Schwere des Traumas zu ermitteln, im Rahmen dessen die Amputierten ihre Extremität verloren, wurde der ISS-Score ermittelt. Bei 4 Patienten konnte retrospektiv kein ISS aus den Daten erhoben werden. Der minimale ISS-Score-Wert betrug 1 und der maximale Wert 75. Der Mittelwert betrug 27,9 (Konfidenzintervall: [20,7; 35,2]) (Tabelle 8). Polytraumata mit einem ISS Score von 20,7-35,2 haben eine besonders hohe Wahrscheinlichkeit eine Amputation zu erleiden.

Tabelle 8: ISS der Unfälle der traumatischen Patienten (n = 28)

Min	1
Max	75
Mittel	27,9

### 3.2.4 MESS

Bei 4 der insgesamt 32 traumatischen Patienten konnte retrospektiv kein MESS aus den Daten erhoben werden. Der Mittelwert des MESS bei den traumatisch Amputierten lag bei 7,3 (Konfidenzintervall: [6,4; 8,1]). Im Minimum sind es 3 und im Maximum 12 (Tabelle 9).

Tabelle 9: MESS der Unfälle der traumatischen Patienten (n = 28)

Min	3
Max	12
Mittel	7,3

### 3.2.5 ISS – MESS

In der Gegenüberstellung der Ergebnisse des ISS und MESS liegen bei dem ISS 86% ( $n = 24$ ) von 28 in die Analyse eingeschlossenen Score-Ergebnissen auf oder über 16 Punkten. 16 Punkte definieren den Cut-Off-Wert für eine Amputation (Kinner et al. 2011). Bei dem MESS liegen 54% ( $n = 15$ ) auf oder über dem Wert von sieben, der bei Verwendung des Notfall-Scores die Indikation für eine Amputation bei einem Trauma rechtfertigt (McNamara et al. 1994). In der Korrelationsanalyse korrelieren die Ergebnisse des ISS- und MESS des analysierten Patientenkollektivs mit 0,0828 schwach linear positiv miteinander (Abbildung 7). Anhand des Patientenkollektivs heißt das, dass nicht alle schweren Polytraumata an einer amputationsbedrohten Extremität leiden.

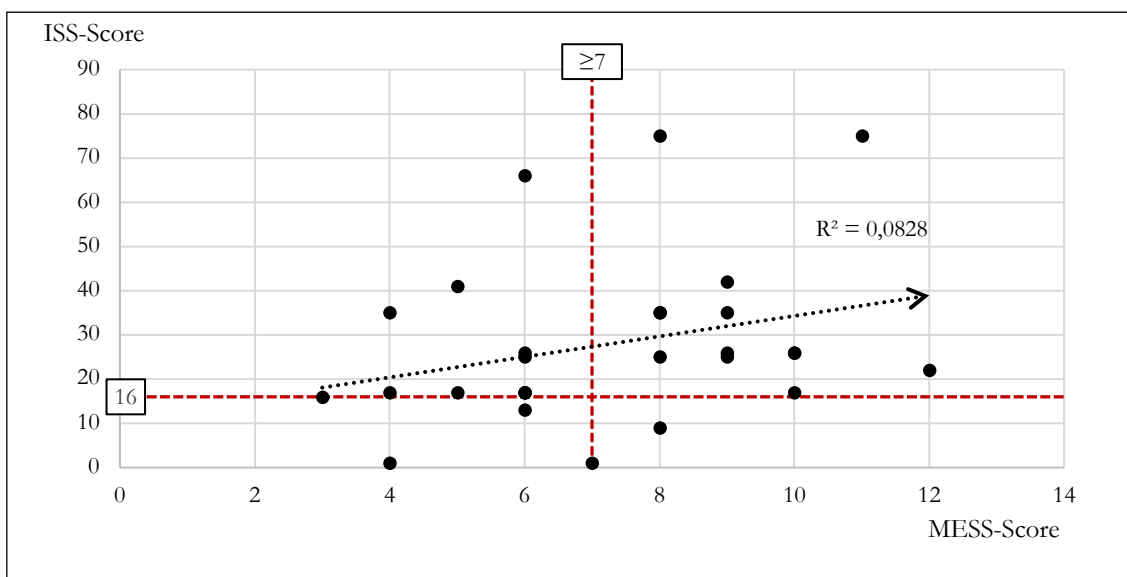


Abbildung 7: Korrelationsanalyse von ISS und MESS ( $n = 28$ ). Die Hilfslinien kennzeichnen Werte, ab denen eine Amputation indiziert ist. Bei dem ISS ist der Cut-Off-Wert 16 und bei dem MESS größer gleich sieben.

Das Maximum der Werte der ISS-Ergebnisse bei einem MESS-Wert unter sieben liegt bei 66 und das Minimum bei 1. Der Mittelwert ist 23,7 (Konfidenzintervall: [13,9; 33,5]).

Das Maximum der Werte des ISS-Scores bei einem MESS-Wert größer gleich sieben liegt bei 75 und das Minimum bei 1. Der Mittelwert ist 31,6 (Konfidenzintervall: [20,3; 42,9]) (Abbildung 8).

Das Konfidenzintervall der ISS-Ergebnisse unter sieben MESS-Punkten und das der über sieben MESS-Punkten überschneidet sich und ist somit nicht signifikant. Dennoch sind insgesamt höhere ISS-Werte bei einem MESS über sieben Punkten zu sehen.

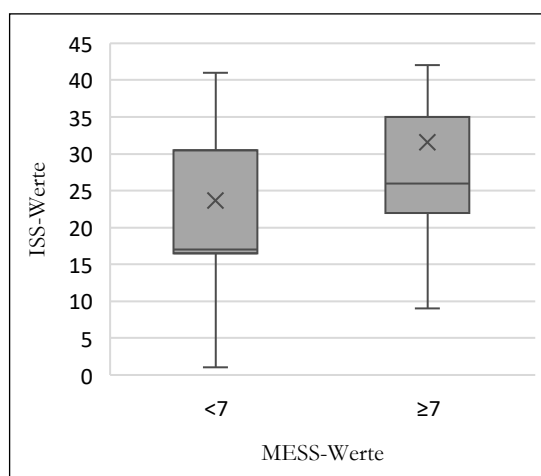


Abbildung 8: Boxplot ISS in Abhängigkeit von MESS-Werten. Es werden zwei Subgruppen entsprechend des Cut-Off-Wertes sieben gebildet; a) MESS  $\geq 7$ , b) MESS  $< 7$ .

### 3.2.6 Aufenthaltsdauer

Die kürzeste Aufenthaltsdauer im Rahmen einer traumatischen Amputation waren 6 Tage und die längste betrug 190 Tage. Der Mittelwert der Aufenthaltsdauer betrug 49 Tage (Konfidenzintervall: [36,2; 61,5]) (Tabelle 10).

Tabelle 10: Aufenthaltsdauer (traumatisch) [Tage] (n = 32)

Min	6
Max	190
Mittel	49

### 3.2.7 Dauer von Aufnahme bis Amputation

Der minimale Zeitraum zwischen Aufnahme des Patienten bis zu der Amputation betrug 0 Tage, also am selben Tag. Der maximale betrug 155 Tage. Im Durchschnitt vergingen bis zu einer Amputation 25 Tage (Konfidenzintervall: [11,7; 37,7]) (Tabelle 11).

Tabelle 11: Dauer von Aufnahme bis Amputation (traumatisch) [Tage]

Min	0
Max	155
Mittel	25

### 3.3 Nicht traumatische Amputationen

#### 3.3.1 Demographie

Von den 144 der nicht traumatisch Amputierten waren 103 (72%) männlich und 41 (28%) weiblich. Der Jüngste war 39 Jahre alt und der Älteste 94 Jahre. Der Mittelwert des Alters bei Amputation betrug 68,2 Jahre (Konfidenzintervall: [66,4; 70,1]). 23 Patienten wurden im Bereich des Fußes, 54 im Bereich des Unterschenkels, 21 im Bereich des Knies, 41 im Bereich des Oberschenkels und 5 im Bereich der Hüfte amputiert. Insgesamt gab es 70 Patienten mit einer Amputation rechtsseitig, 62 auf der linken Seite und 12 beidseitig amputierte Patienten (Tabelle 12).

Tabelle 12: Demographie der nicht traumatischen Patienten von 2013 bis einschließlich 2016

	insgesamt (n = 144)
Männlich	103
Weiblich	41
Alter bei Amputation, Mittelwert [Jahre]	68,2
Amputationshöhen:	
Amputationen im Fußbereich (proximal Chopart-Amputation)	23
Unterschenkel	54
Knie	21
Oberschenkel	41
Hüfte	5
Amputationsseiten (links/rechts/beidseits)	(62/70/12)
verstorben	43

#### 3.3.2 Komorbiditäten

Die Analysen der Komorbiditäten erfolgte anhand der durch die ICDs identifizierten vier Untergruppen von Risikofaktoren: (1) Lebensstil, (2) Neuropathischer Fuß, (3) vaskuläre Komorbiditäten und (4) Infektionen. Die Identifikation der Komorbiditäten wird in Kapitel 2.3.3 erläutert.

##### 3.3.2.1 Lebensstil

Identifizierte Risikofaktoren sind in der Untergruppe „Lebensstil“ zusammengefasst worden. Diese setzt sich aus einem BMI über 26 (Konfidenzintervall: [26,1; 28,5]), 24 Patienten (17%) die rauchen, 60 (42%) Patienten mit Diabetes und 16 (11%) Patienten, welche unter einer Hyperlipidämie leiden, zusammen (Tabelle 13).

##### 3.3.2.2 Neuropathischer Fuß

Unter einer Polyneuropathie litten 16 (11%) Patienten (Tabelle 13).

### 3.3.2.3 Vaskuläre Erkrankungen

Unter einer pAVK litten 103 Patienten (72%), an einer Atherosklerose erkrankten 99 (69%) und 55 (38%) hatten einen Hypertonus. Eine Thrombose, Embolie oder ein Herzinfarkt ist bei 27 (19%) in der Vorgeschichte dokumentiert (Tabelle 13).

### 3.3.2.4 Infektion

Eine Sepsis oder SIRS während des stationären Aufenthalts erlitten 28 Patienten (19%), Wundheilungsstörungen 37 (26%) und eine Fasziiitis 4 (3%). Zu einer Infektion während des stationären Aufenthalts kam es bei 18 (13%), bei 13 (9%) trat eine Osteomyelitis auf. 46 (32%) der Patienten hatten Ulzerationen und 68 (47%) der nicht traumatischen Patienten litten unter einer Gangrän (Tabelle 13).

Tabelle 13: Identifizierte Risikofaktoren und deren Verteilung

		insgesamt (n = 164)	kein Trauma (n = 144)	Trauma (n = 20)
1) Lebensstil	BMI (Mittelwert)	27,4	27,3	28,7
	Nikotin	28	24	4
	Diabetes	60	60	0
	Hyperlipidämie	16	16	0
2) Neuropathischer Fuß	Polyneuropathie	16	16	0
3) Vaskulär	pAVK	104	103	1
	Atherosklerose	100	99	1
	art. Hypertonus	59	55	4
	dokumentierte Thrombose/Embolie	52	51	1
	Herzinfarkt	27	27	0
4) Infektion	Sepsis/SIRS	32	28	4
	Wundheilungsstörungen	42	37	5
	Fasziitis	5	4	1
	Infektion	21	18	3
	Osteomyelitis	14	13	1
	Ulzeration	48	46	2
	Gangrän	69	68	1

### 3.3.3 Aufenthaltsdauer

Die kürzeste Aufenthaltsdauer war 1 Tag und die längste betrug 156 Tage. Der Mittelwert der Aufenthaltsdauer betrug 43 Tage (Konfidenzintervall: [37,9; 47,6]) (Tabelle 14).

Tabelle 14: Aufenthaltsdauer (nicht traumatisch) [Tage]

Min	1
Max	156
Mittel	43

### 3.3.4 Dauer von Aufnahme bis Amputation

Der minimale Abstand zwischen Aufnahme des Patienten bis zu der Amputation waren 0 Tage, also am selben Tag. Der maximale Abstand betrug 141 Tage. Im Durchschnitt vergingen bis zu einer Amputation 19 Tage (Konfidenzintervall: [15,9; 22,8]) (Tabelle 15)

Tabelle 15: Dauer von Aufnahme bis Amputation (nicht traumatisch) [Tage]

Min	0
Max	141
Mittel	19

### 3.4 Revisionsanalyse

#### 3.4.1 Demographie Revisionspatienten Übersicht

Von insgesamt 176 Patienten wurden 55 (31,3%) revidiert. Von den 55 Patienten waren 65,5% (n = 36) männlich und 34,5% (n = 19) weiblich. Der Jüngste war 28 Jahre alt und der Älteste 93 Jahre. Das durchschnittliche Alter der Patienten, die eine Revision erhielten, beträgt 63 Jahre (Konfidenzintervall: [59,2; 66,8]).

Bei 55 revidierten Patienten wurden insgesamt 84 Revisionen durchgeführt. An der distalen Amputationshöhe Fuß wurden 6 (7%) Revisionen, im Bereich des Unterschenkels 27 (32%), im Bereich des Knies 20 (24%) und auf der Höhe des Oberschenkels wurden 29 (35%) Patienten revidiert. Im Bereich der Hüfte sind 2 (2%) Revisionen durchgeführt wurden. Insgesamt verteilten sich die Revisionen der 55 Patienten auf 26 rechtsseitige, 20 linksseitige und 9 beidseitig revidierte Patienten (Tabelle 16).

Tabelle 16: Demographie der Patienten mit Revisionen von 2010 bis einschließlich 2016

	insgesamt (n = 55)
Männlich	36
Weiblich	19
Alter bei Amputation, Mittelwert [Jahre]	63
Revisionsshöhen:	
Amputationen im Fußbereich (proximal Chopart-Amputation)	6
Unterschenkel	27
Knie	20
Oberschenkel	29
Hüfte	2
Revisionsseiten (links/rechts/beidseits)	(20/26/9)
verstorben	14

#### 3.4.2 Art und Ätiologie der Revisionen

Die Art der Revisionen konnte in drei verschiedene Maßnahmen gruppiert werden: (1) Wunddebridement, (2) Nachamputation und (3) Neuromresektion. Die Ätiologie konnte in fünf Gruppen (1) Schmerz, (2) nicht näher bezeichnete Wundheilungsstörungen, (3) Infektion, (4) Hämatom und (5) Nekrose gruppiert werden.

Es wurden 84 Revisionen an 55 Patienten durchgeführt. Davon betrafen 63 Revisionen die 39 nicht traumatischen Amputationspatienten. Bei 16 traumatischen Patienten wurden 21 Revisionen durchgeführt. 46% (n = 39) der Revisionseingriffe waren ein Wunddebridement, 52% (n = 44) der Revisionen waren Nachamputationen. Revisionsursachen waren zu 67% (n = 56) Wundheilungsstörungen. In 18% (n = 15) führten Infektionen zu einer Revision,



in 11% (n = 9) der Fälle waren Nekrosen die Ursache, zu 3% (n = 3) ein postoperatives Hämatom und zu 1% (n = 1) Schmerzen (Tabelle 17).

Tabelle 17: Art und Ätiologie der Revisionen von 2010 bis einschließlich 2016

	insgesamt (n = 84)	nicht Trauma (n = 63)	Trauma (n = 21)
Art der Revision			
1) Wunddebridement	39	23	16
2) Nachamputation	44	37	7
3) Neuromresektion	1	1	0
Ätiologie			
1) Schmerz	1	1	0
2) n.n bez. Wundheilungsstörung	56	42	14
3) Infektion	15	11	4
4) Hämatom	3	2	1
5) Nekrose	9	5	4

### 3.4.3 Frühkomplikationen und Spätkomplikationen

An 55 Patienten, wurden insgesamt 84 Revisionen durchgeführt. Davon wurden 68 (81%) im gleichen stationären Aufenthalt wie die Amputation durchgeführt, 21 an traumatischen Patienten und 47 an nicht traumatischen Patienten.

In einem zusätzlichen stationären Aufenthalt wurden 16 (19%) Revisionen vorgenommen, davon zwei bei traumatischen Patienten und 14 bei nicht traumatischen Patienten (Abbildung 9).

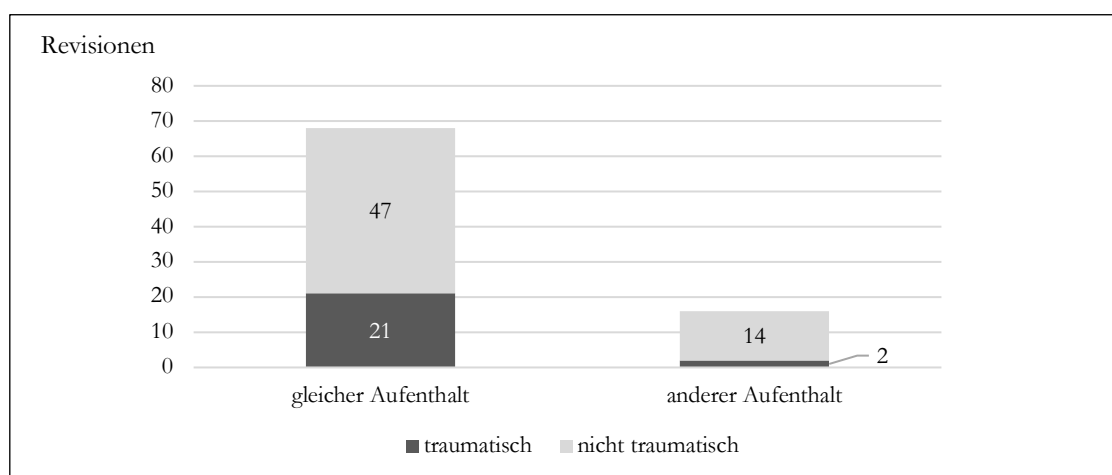


Abbildung 9: Revisionseingriffe im gleichen stationären Aufenthalt verglichen mit Revisionseingriffen mit einem neuen Aufenthalt. Dunkelgrau = traumatische Patienten, hellgrau = nicht traumatische Patienten.

### 3.4.4 Komorbiditäten der revidierten Patienten

Als Risikofaktoren für traumatische Amputationen gilt die Höhe des ISS und MESS als Ausdruck der Schwere des Traumas. Bei den nicht traumatischen Amputationen wurden verschiedene Risikofaktoren, die die Wahrscheinlichkeit einer Amputation erhöhen identifiziert und wie oben beschrieben analysiert.

Um zu untersuchen, welche Risikofaktoren eine Revision determinieren, wurden die verschlüsselten Komorbiditäten in dem Subkollektiv der revidierten Patienten analysiert (Tabelle 18)

#### 3.4.4.1 ISS und MESS

Ein schweres Trauma, definiert mit einem ISS-Wert größer gleich 16, konnte bei 69% (n = 11) der 16 Trauma-Patienten identifiziert werden (Tabelle 18).

Eine manifeste Extremitäten-Ischämie, mit sieben oder mehr Punkten im MESS, hatten 69% (n = 11) der 16 traumatisch Revidierten (Tabelle 18).

#### 3.4.4.2 Lebensstil

Der BMI nicht traumatischer Patienten lag im Mittel bei 28,6 kg/m<sup>2</sup> (Konfidenzintervall: [26,3; 30,9]), somit gibt es eine 95-prozentige Wahrscheinlichkeit, dass ein zu revidierender Patient unter Präadipositas leidet (Tabelle 18).

#### 3.4.4.3 Vaskuläre Erkrankungen

Von den nicht traumatischen Patienten litten 29 Patienten (74%) unter einer pAVK und 28 (72%) an einer Atherosklerose. Ein arterieller Hypertonus ist bei 14 (36%) Patienten bekannt.

#### 3.4.4.4 Infektion

Im Verlauf der Amputation erlitten 27 Patienten (69%) eine Wundheilungsstörung (Tabelle 18).

Tabelle 18: Risikofaktoren für traumatische und nicht traumatische Patienten mit einer Revision

		insgesamt (n = 55)	kein Trauma (n = 39)	Trauma (n = 16)
1) ISS	≥16	11	-	11
2) MESS	≥7	11	-	11
3) Lebensstil	BMI (Mittelwert)	28,3	28,6	25,6
	Nikotin	8	6	2
	Diabetes	18	18	0
	Hyperlipidämie	5	5	0
4) Neuropathischer Fuß	Polyneuropathie	4	4	0
	pAVK	30	29	1
5) Vaskulär	Atherosklerose	29	28	1
	art. Hypertonus	18	14	4
	dokumentierte Thrombose/Embolie	18	17	1
	Herzinfarkt	7	7	0
6) Infektion	Sepsis/SIRS	10	6	4
	Wundheilungsstörungen	30	27	3
	Fasziitis	2	1	1
	Infektion	9	6	3
	Osteomyelitis	1	0	1
	Ulzeration	12	11	1
	Gangrän	11	11	0

### 3.4.5 Revisionseingriffe traumatisch – longitudinaler Verlauf

Insgesamt wurden 16 von 32 Patienten revidiert. Aus der Übersichtsgrafik wird ersichtlich, dass von den 16 traumatisch Amputierten bei zwölf eine Revision, bei drei Patienten zwei Revisionen und bei einem Patienten drei Revisionen durchgeführt wurden (Abbildung 10).

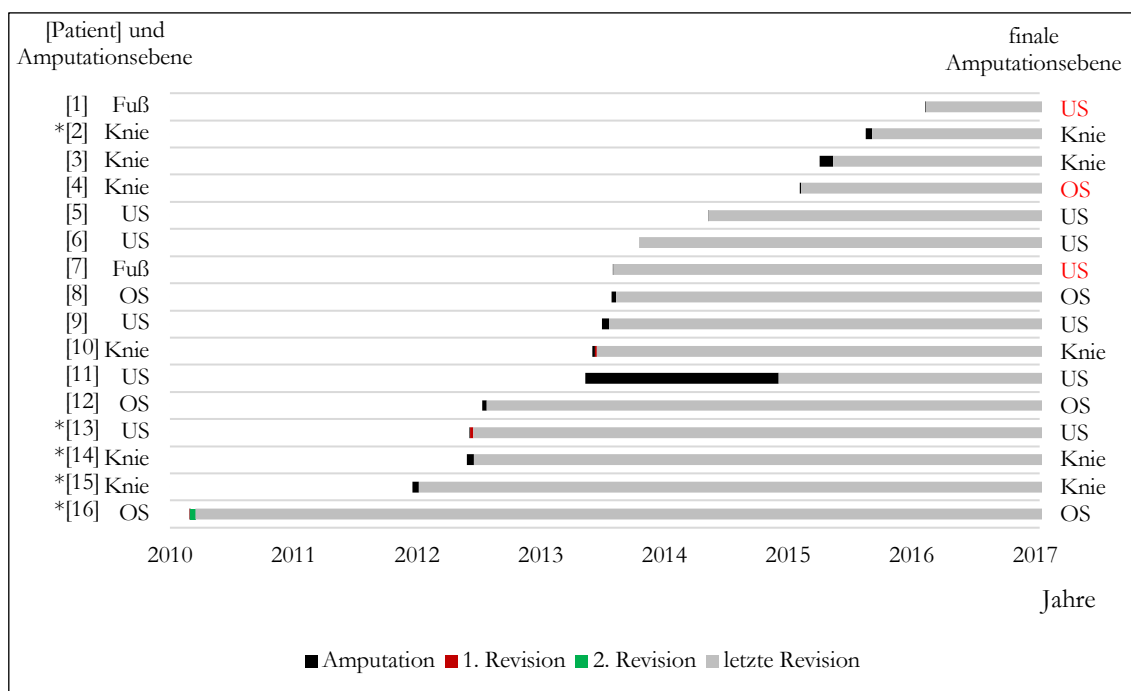


Abbildung 10: Darstellung der traumatischen Revisionen von 2010 bis einschließlich 2016 (n = 16). Jeder Balken [1-16] stellt den longitudinalen Verlauf an operativen Eingriffen (Amputation, 1./2. Revision, letzte Revision) in verschiedenen Farben eines einzelnen, revisionsbedürftigen Patienten dar. Dabei kennzeichnet die linke y-Achse das initiale Amputationsniveau und die rechte y-Achse das finale Amputationsniveau. Der Zeitstrahl eines jeden Patienten beginnt mit dem Amputationsdatum. Der rote Schriftzug rechts kennzeichnet eine Veränderung des Amputationsniveaus. Die Länge des Farbbalkens zeigt die Zeit zwischen den Revisionen. Ein Stern kennzeichnet, dass der Vitalitätsstatus Ende 2016 nicht zu ermitteln gewesen ist.

#### 3.4.5.1 Amputationshöhen longitudinal

Von den 16 traumatisch amputierten Patienten wurden am häufigsten Knieexartikulationen und transtibiale Amputationen revidiert. Im Bereich des Oberschenkels amputierte Patienten waren prozentual weniger von einer Revision betroffen, wurden dafür jedoch bis zu dreimal revidiert (Abbildung 11).

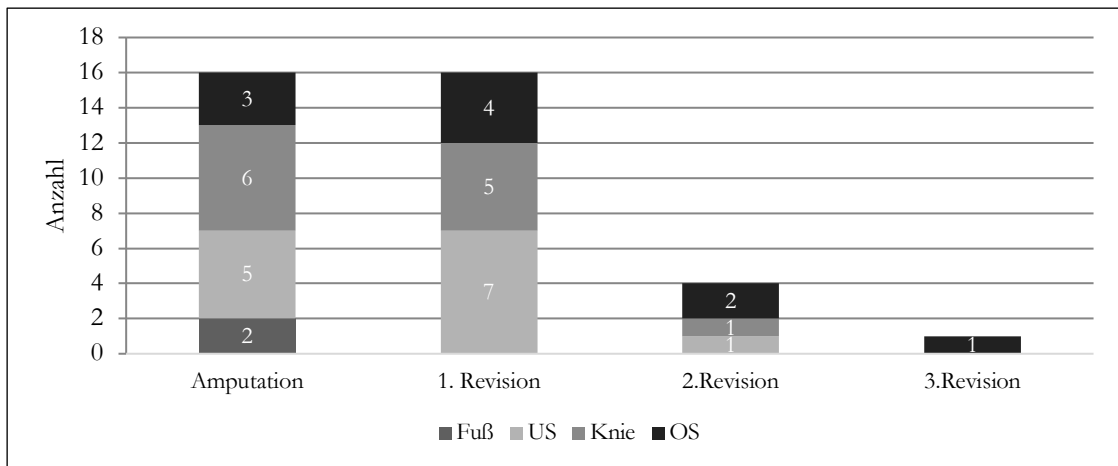


Abbildung 11: Amputationshöhen bei traumatischen Revisionen im Verlauf. Dunkelgrau = Fuß, hellgrau = Unterschenkel, mittelgrau = Knie, schwarz = Oberschenkel.

#### 3.4.5.2 Initiales Amputationsniveau – stabiles Amputationsniveau

Alle revidierten Fußoperationen konnten nicht gehalten werden und wurden schließlich nachamputiert. Revidierte Unterschenkeloperationen führten nicht zu einem höheren Amputationsniveau. Von den Revisionen auf Kniehöhe musste ein Patient nachamputiert werden. Distal des Knies wurden initial 43,8% (Konfidenzintervall [19,75%;70,12%]) der Patienten amputiert. Nach Revisionen blieben die Amputationsniveaus distal des Knies unverändert bei 43,8% (Abbildung 12).

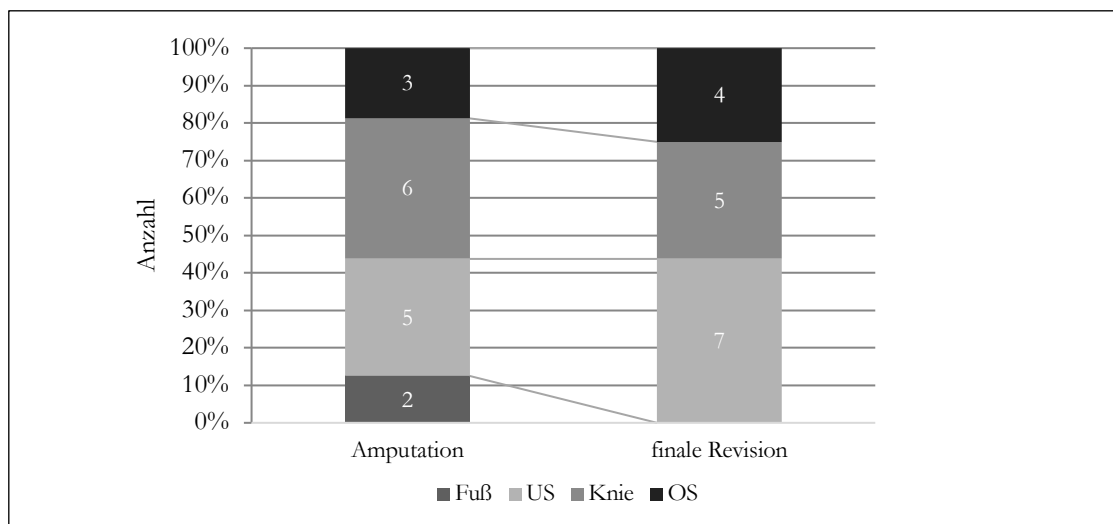


Abbildung 12: Amputationshöhen vor und nach traumatischen Revisionen. Dunkelgrau = Fuß, hellgrau = Unterschenkel, mittelgrau = Knie, schwarz = Oberschenkel.

Der minimale Zeitraum zwischen Amputation und erster Revision betrug 0 Tage, der maximale 39 Tage. Im Durchschnitt vergingen 11 Tage (Konfidenzintervall: [4,9; 17,3]) (Tabelle 19).

Tabelle 19: Zeitraum bis zur ersten Revision (traumatisch)[Tage]

Min	0
Max	39
Mittel	11

Der minimale Zeitraum von Amputation bis zur letzten Revision betrug 0 Tage, die maximale 39 Tage. Im Durchschnitt vergingen 13 Tage bis zu der letzten Revision, die zu einem stabilen Amputationsniveau führte (Konfidenzintervall: [7,3; 19]) (Tabelle 20).

Tabelle 20: Zeitraum bis zur finalen, stabil abgeheilten Amputationshöhe (traumatisch) [Tage]

Min	0
Max	39
Mittel	13

### 3.4.6 Revisionseingriffe nicht traumatisches Patientenkollektiv – longitudinaler Verlauf

Von den 39 Patienten, die revidiert wurden, erhielten 22 Patienten eine Revision, 13 Patienten zwei Revisionen, zwei Patienten drei Revisionen, ein Patient vier Revisionen und ein Patient fünf Revisionen (Abbildung 13).

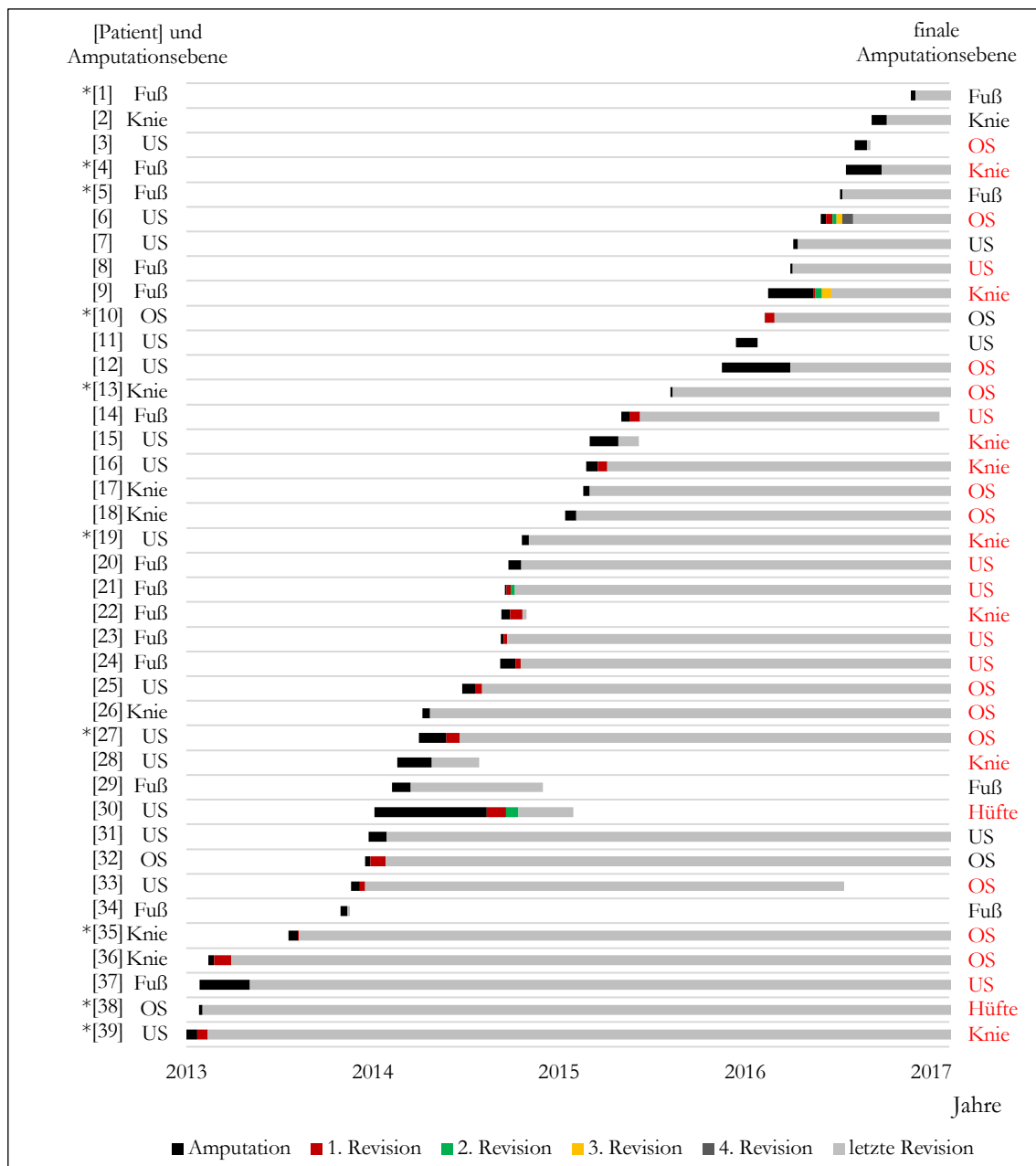


Abbildung 13: Darstellung der nicht traumatischen Revisionen von 2013 bis einschließlich 2016 (n = 39). Jeder Balken [1-39] stellt den longitudinalen Verlauf an operativen Eingriffen (Amputation, 1./2./3./4. Revision, letzte Revision) in verschiedenen Farben eines einzelnen, revisionsbedürftigen Patienten dar. Dabei kennzeichnet die linke y-Achse das initiale Amputationsniveau und die rechte y-Achse das finale Amputationsniveau. Der Zeitstrahl eines jeden Patienten beginnt mit dem Amputationsdatum. Der rote Schriftzug rechts kennzeichnet

eine Veränderung des Amputationsniveaus. Die Länge des Farbbalkens zeigt die Zeit zwischen den Revisionen. Ein Stern kennzeichnet, dass der Vitalstatus Ende 2016 nicht zu ermitteln war.

#### 3.4.6.1 Amputationshöhen im Verlauf

Die Abbildung zeigt, wie sich die Amputationsniveaus longitudinal mit jeder weiteren Revision verändern. Von den 39 nicht traumatisch amputierten Patienten, die eine Revision erhielten, wurden initial 14 (36%) im Bereich des Fußes amputiert, 15 (38%) am Unterschenkel, 7 (18%) am Knie und 3 (8%) am Oberschenkel. Nach der ersten Revision war von den 39 Patienten bei 6 (15%) die Amputationsebene Fuß, bei 12 (31%) die Ebene Unterschenkel, bei 9 (23%) die Ebene Knie, bei 11 (28%) die Ebene Oberschenkel und bei 1 (3%) die Ebene Hüfte.

Bei 17 (44%) der Patienten war eine zweite Revision notwendig. 6 (35%) Revisionen hatten das Amputationsniveau Unterschenkel, 2 (12%) Knie und 9 (53%) die Amputationsebene Oberschenkel. Eine dritte Revision wurde bei 4 von 39 Patienten (ca. 10%) durchgeführt. 1 (25%) Revision hatte das Amputationsniveau Unterschenkel, 2 (50%) Knie und 1 (25%) die Amputationsebene Hüfte. Bei zwei Patienten (ca. 5%) wurde eine vierte Revision durchgeführt. Die Amputationsebenen waren Knie (50%) und Oberschenkel (50%). Eine fünfte Revision wurde bei einem Patienten (ca. 2%) auf der Ebene Oberschenkel durchgeführt (Abbildung 14).

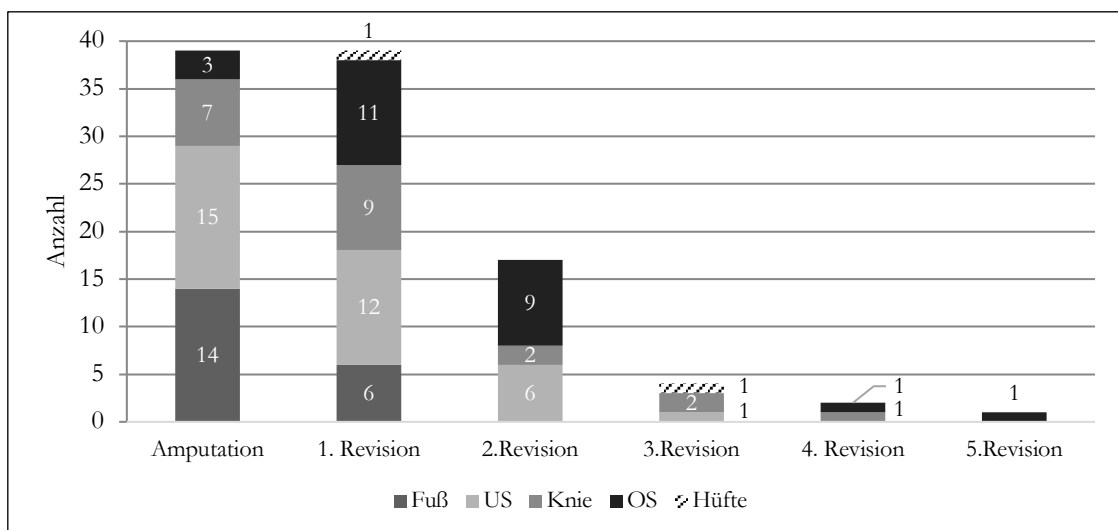


Abbildung 14: Amputationshöhen bei nicht traumatischen Revisionen im Verlauf. Dunkelgrau = Fuß, hellgrau = Unterschenkel, mittelgrau = Knie, schwarz = Oberschenkel, gestreift = Hüfte.



### 3.4.6.2 Initiales Amputationsniveau – stabiles Amputationsniveau

Die Amputationsebenen nach primärer Amputation veränderten sich in Folge von Revisionen wie folgt: Von den 39 revidierten Patienten hatten 14 (36%) initial eine Fuß-Amputation, 15 (38%) eine Unterschenkelamputation, 7 (18%) erhielten eine Amputation auf dem Niveau des Knies und 3 (8%) auf der Höhe des Oberschenkels. Die Amputationsebene verschob sich bis zur finalen Revision nach proximal. Von den Revisionen am Fuß konnten 28,6% gehalten werden und auf Höhe des Unterschenkels 66,7%. Die weiteren Revisionshöhen nahmen zu. Nach den Revisionseingriffen gab es auf Kniehöhe 2 Nachamputationen mehr und auf Oberschenkelhöhe ist die Zahl der Revisionen im Vergleich zur Initialamputation fast verfünffacht. Es wurden zwei Hüftexartikulationen vorgenommen im Vergleich zu keiner bei Erstamputation. Distal des Knies wurden initial 74,4% (Konfidenzintervall [57,87%;86,96%]) der Patienten amputiert. Nach Revisionen konnten nur 35,9% (Konfidenzintervall [21,2%;52,82%]) mit einem signifikanten Unterschied das Niveau halten (Abbildung 15).

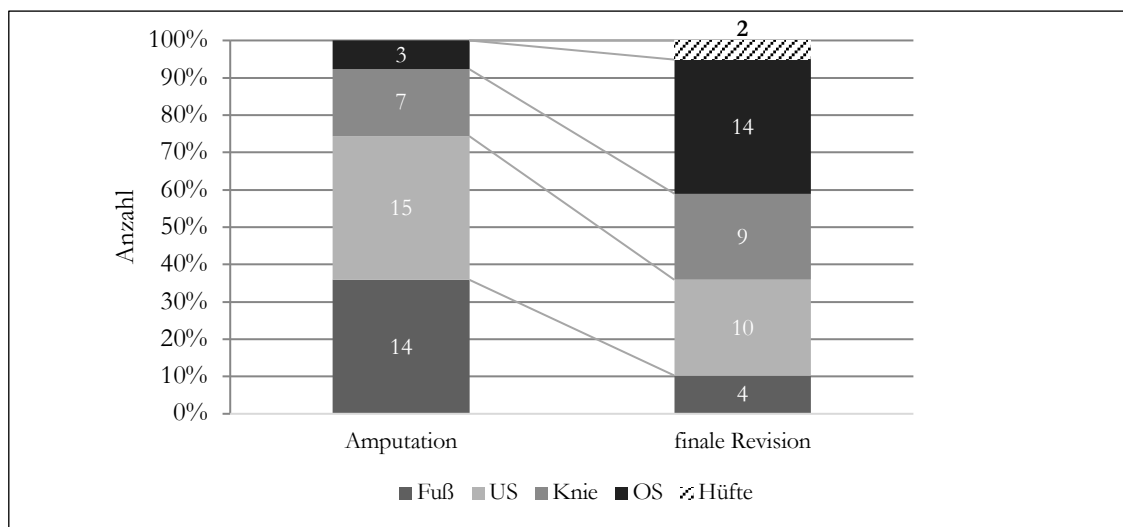


Abbildung 15: Amputationshöhen vor und nach nicht traumatischen Revisionen. Dunkelgrau = Fuß, hellgrau = Unterschenkel, mittelgrau = Knie, schwarz = Oberschenkel, gestreift = Hüfte.

Der minimale Zeitraum zwischen Amputation und erster Revision betrug einen Tag, der maximale 220 Tage. Im Durchschnitt vergingen 34 Tage (Konfidenzintervall: [20; 47,3]) (Tabelle 21).

Tabelle 21: Zeitraum bis zur ersten Revision (nicht traumatisch) [Tage]

Min	1
Max	220
Mittel	34

Die minimale Dauer von Amputation bis zur letzten Revision waren 4 Tage, Die maximale Dauer waren 281 Tage. Im Durchschnitt vergingen 44 Tage bis zu der letzten Revision. (Konfidenzintervall: [27,8; 60]) (Tabelle 22).

Tabelle 22: Zeitraum bis zur finalen, stabil abgeheilten Amputationshöhe (nicht traumatisch) [Tage]

Min	4
Max	281
Mittel	44

## 3.5 Ergebnisse der Analyse von Risikofaktoren einer Revision

### 3.5.1 Korrelationsanalysen

Die Analyse anhand der ICD-Scores hat für das vorliegende Patientenkollektiv oben genannte Komorbiditäten ergeben (Absatz 3.3.2). In einer zweiten Analyse wurde untersucht, ob die Komorbiditäten, die identifizierte Risikofaktoren für eine Amputation sind, ebenso Risikofaktoren für eine Revision sind.

Die Korrelationsanalyse der folgenden Risikofaktoren ISS, MESS, Lebensstil, Neuropathischer Fuß, Vaskuläre Erkrankung und Infektion zeigt folgende Zusammenhänge:

Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem ISS und der Revisionswahrscheinlichkeit nachgewiesen werden (Tabelle 23).

#### 3.5.1.1 ISS und MESS vs. Revision

Tabelle 23: ISS-Werte in Korrelation zu Revisionen

	nicht traumatisch	traumatisch	insgesamt
Revision	-	30,1 [17,4; 42,7]	-
keine Revision	-	25,8 [16,9; 34,6]	-

Der Zusammenhang bei traumatischen Patienten zwischen MESS größer als 7,5 und einer Revision ist anhand der Konfidenzintervalle signifikant (Tabelle 24).

Tabelle 24: MESS-Werte in Korrelation zu Revisionen

	nicht traumatisch	traumatisch	insgesamt
Revision	-	8,4 [7,6; 9,3]	-
keine Revision	-	6,1 [4,6; 7,5]	-

#### 3.5.1.2 Lebensstil

Die Risikofaktoren, die unter der Gruppe Lebensstil zusammengefasst wurden, standen in keinem signifikanten Zusammenhang mit Revisionen (Tabelle 25).

#### 3.5.1.3 Infektion

Unter den identifizierten Risikofaktoren, welche unter der Subgruppe Infektion zusammengeführt wurden, ist bei Wundheilungsstörungen anhand der Konfidenzintervalle ein signifikanter Zusammenhang mit einer Revision festzustellen (Tabelle 25).

Tabelle 25: Risikofaktoren nicht traumatischer Patienten in Korrelation zu Revisionen.

Risikofaktor	Revision ja (n = 39)	Revision nein (n = 105)	Gesamt (n = 144)
<b>Lebensstil</b>			
BMI	28,55 [26,3; 30,8]	26,79 [25,4; 28,2]	27,28 [26,1; 28,5]
Nikotinkonsum	15,38% [5,86%;30,53%]	17,14% [10,49%;25,73%]	16,67% [10,98%;23,78%]
Diabetes	46,15% [30,09%;62,82%]	40% [30,56%;50,02%]	41,67% [33,52%;50,17%]
Hyperlipidämie	12,82% [4,3%;27,43%]	10,48% [5,35%;17,97%]	11,11% [6,49%;17,42%]
<b>Neuropathischer Fuß</b>			
Polyneuropathie	10,26% [2,87%;24,22%]	11,43% [6,05%;19,11%]	11,11% [6,49%;17,42%]
<b>Vaskulär</b>			
pAVK	76,92% [60,67%;88,87%]	69,52% [59,78%;78,13%]	71,53% [63,42%;78,73%]
Atherosklerose	71,79% [55,13%;85%]	67,62% [57,79%;76,43%]	68,75% [60,5%;76,21%]
art. Hypertonus	35,9% [21,2%;52,82%]	39,05% [29,67%;49,06%]	38,19% [30,23%;46,65%]
dokumentierte Thrombose/ Embolie	28,21% [15%;44,87%]	23,81% [16,04%;33,11%]	25% [18,16%;32,89%]
Herzinfarkt	17,95% [7,54%;33,53%]	19,05% [12,04%;27,87%]	18,75% [12,73%;26,1%]
<b>Infektion</b>			
Sepsis/SIRS	17,95% [7,54%;33,53%]	20% [12,83%;28,93%]	19,44% [13,33%;26,86%]
Wundheilungsstörung	<b>64,1% [47,18%;78,8%]</b>	<b>11,43% [6,05%;19,11%]</b>	25,69% [18,78%;33,64%]
Infektion	20,51% [9,3%;36,46%]	9,52% [4,66%;16,82%]	12,5% [7,58%;19,03%]
Ulzeration	33,33% [19,09%;50,22%]	31,43% [22,72%;41,22%]	31,94% [24,43%;40,22%]
Gangrän	28,21% [15%;44,87%]	54,29% [44,28%;64,04%]	47,22% [38,85%;55,71%]
Osteomyelitis	0% [0%;9,03%]	12,38% [6,76%;20,24%]	9,03% [4,89%;14,94%]
Fasziitis	2,56% [0,06%;13,48%]	2,86% [0,59%;8,12%]	2,78% [0,76%;6,96%]

### 3.5.2 Nachbehandelnde Station und Revisionswahrscheinlichkeit

Sowohl traumatische (Konfidenzintervall: 0,9 [0,7; 1,1]) als auch nicht traumatische Patienten (Konfidenzintervall: 0,6 [0,55; 0,82]) werden auf einer chirurgischen Station signifikant häufiger revidiert als auf einer externen Station (Konfidenzintervall der traumatischen Patienten 0,1 [-0,1; 0,2]); Konfidenzintervall der nicht traumatischen Patienten 0,4 [0,22; 0,54] (Tabelle 26).

Tabelle 26: Nachbehandlung auf chirurgischer Station und externen Station in Korrelation zu Revisionen

	nicht traumatisch	traumatisch	insgesamt
Revision (chirurgisch)	<b>0,6 [0,5; 0,8]</b>	<b>0,9 [0,7; 1,1]</b>	0,7 [0,6; 0,8]
Revision (extern)	0,4 [0,2; 0,5]	0,1 [-0,1; 0,2]	0,3 [0,2; 0,5]
Revision (chirurgisch)	0,5 [0,4; 0,6]	0,9 [0,8; 1,1]	0,5 [0,4; 0,6]
Revision (extern)	0,5 [0,4; 0,6]	0,1 [-0,1; 0,2]	0,5 [0,4; 0,6]

### 3.5.3 Revisionen - Tage bis Amputation

Bei der Betrachtung des stationären Aufenthalts von Aufnahme bis zur Amputation besteht eine positive Korrelation zwischen der Anzahl der Tage bis zur Amputation und einer Revision (Tabelle 27). Im Konkreten bedeutet dies, wenn die Anzahl der stationären Tage 30 übersteigt, steigt die Wahrscheinlichkeit einer Revision (Tabelle 27).

Tabelle 27: Korrelationsanalyse der stationären Aufenthaltstage zwischen Aufnahme und Amputation – Revisionen

	nicht traumatisch	traumatisch	insgesamt
Revision	<b>32,3 [23,2; 41,3]</b>	33,4 [8,0; 58,7]	<b>30,8 [21,9; 39,7]</b>
keine Revision	14,5 [11,7; 17,4]	15,9 [7,3; 24,6]	14,4 [11,7; 17,2]

### 3.5.4 Einfluss des Amputationsniveaus auf eine Revision

Eine Verschiebung der Amputationsebene nach Revision ist für nicht traumatisch Amputierte bei einer initialen Amputation distal des Knies höher als bei traumatisch Amputierten. (Tabelle 28).

Tabelle 28: Amputationslevel distal des Knies in Korrelation zu Revisionen

	nicht traumatisch	traumatisch	insgesamt
Revision	<b>35,9% [21%;53%]</b>	43,8% [20%;70%]	<b>38,2% [25%;52%]</b>
keine Revision	<b>74,4% [58%;87%]</b>	43,8% [20%;70%]	<b>65,5% [51%;78%]</b>

Betrachtet man die Ergebnisse der Korrelationsanalyse sind Infektionen (Wundheilungsstörungen), eine Liegedauer von mehr als 30 Tagen bis zur initialen Amputation und eine Amputation distal des Knies Risikofaktoren für eine Revision.

Für traumatische Amputationen, respektive des kleineren Kollektivs, konnte nur ein MESS größer 7,5 als Risikofaktor für eine Revision identifiziert werden.

Risikofaktoren, die positiv mit einer Amputation korrelieren, jedoch nicht zwangsläufig mit Revisionen sind unter Kapitel 1.2 einzusehen.

### 3.5.5 Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score

Anhand der Risikofaktorenanalyse für eine Amputation für nicht traumatische Amputationen wurde ein Score entwickelt. Die Überlegung war eine Analogie zum MESS zu schaffen, um Patienten mit einem definierten Score-Wert vor einer Amputation zu identifizieren und ein Tool zur Entscheidungsfindung zu erstellen.

Dieser Entwurf eines Scores beinhaltet Parameter, d.h. Risikofaktoren und Komorbiditäten, die bei >30% der nicht traumatisch Amputierten unseres Patientenkollektivs vorlagen. Weiterhin wurden Risikofaktoren, die in der Literatur signifikant für nicht traumatische Amputationen gewertet sind, ebenfalls berücksichtigt.

Somit beinhaltet der Score folgende Parameter: pAVK (72%), arteriellen Hypertonus (38%), Diabetes (42%), Übergewicht mit einem BMI >25 (Konfidenzintervall: [26,1; 28,5]), das Vorliegen einer Gangrän (47%), eine Sepsis (19%) und ein Alter von älter gleich 68,2. Rauchen wurde in der Literatur als signifikant gewertet sind und wurde ebenfalls in den Score eingeschlossen (Absatz 3.3).

Diese Risikofaktoren wurden anhand der absoluten Höhe ihres prozentualen Vorkommens oder implizierten Graduierung (z. B. pAVK) mit dem Faktor 0-3 gewichtet, sodass sich folgender Score ergibt:

Tabelle 29: Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score

Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score			
			Wert:
1.	pAVK	I-III:	+1
		IV:	+2
		Verschluss:	+3
2.	art. Hypertonus	Ja	+1
		Nein	+0
3.	Diabetes	Ja	+2
		Nein	+0
4.	BMI	25.0-29.9	+1
		30.0-34.9	+2
		35.0-39.9	+3
		>40	+4
5.	Raucher	Ja	+1
		Nein	+0
6.	Gangrän/Nekrose am Fuß		+1
		Sepsis	+2
7.	Alter	<55	+0
		56-75	+1
		>75	+2
Maximaler Score Wert:			15

### 3.5.6 Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score – Revisionen

Im Folgenden wurde der Nicht-Traumatische-Amputationen-Score um die Parameter Wundheilungsstörungen, distale Amputation und Zeit zwischen Aufnahme und Amputation ergänzt, da diese Faktoren positiv mit einer Revision korrelieren und somit als Risikofaktoren gewertet werden.

Wundheilungsstörungen wurden bei 64,1% (Konfidenzintervall [47,18%;78,8%]) der revidierten und 11,43% (Konfidenzintervall [6,05%;19,11%]) der nicht revidierten Patienten dokumentiert (Tabelle 25).

Der durchschnittliche Krankenhausaufenthalt beträgt 32,3 Tage vor initialer Amputation in der Gruppe der revidierten (Konfidenzintervall [23,2;41,3]) im Gegensatz zu 14,5 (Konfidenzintervall [11,7;17,4]) bei nicht-revidierten (Kapitel 3.5.3).

Von den revidierten Patienten hatten initial 74,4% (Konfidenzintervall [57,87%;86,96%]) eine Amputation distal des Knies und bei Patienten ohne Revision wurden 59% (Konfidenzintervall [49,02%;68,55%]) unterhalb des Knies amputiert (Kapitel 3.4.6.2).

Tabelle 30: Score – Revisionsrisiko

Score – Revisionsrisiko				
8.	Postoperative Wundheilungsstörungen (3 Wochen post-OP nicht abgeheilt)	Ja	+3	
		Nein	+0	
10.	Zeit zwischen Aufnahme und Amputation	> 30 Tage	+3	
		< 30 Tage	+0	
11.	Amputation distal des Knies	Ja	+1	
		Nein	+0	
Maximaler Score Wert:				

Im Folgenden wurde der Score zu dem Revisionsrisiko um den Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score erweitert, um präventiv die revisionsgefährdeten Patienten zu identifizieren.

### 3.5.7 Identifikation der Cut-Off-Werte der angewandten Scores

In den unten zu sehenden Abbildungen wurde der Score auf das nicht traumatische Patientenkollektiv angewendet und zwischen Patienten mit und ohne Revision unterschieden.

In Abbildung 16 wird deutlich, dass der Interquartilsabstand der Patienten ohne Revision höher liegt als der von Patienten mit Revision. Der Mittelwert der Patienten mit Revision liegt bei 4,9 Punkten mit einem Konfidenzintervall von [4,2;5,6]. Der Mittelwert der Patienten ohne Revision liegt bei 5,4 Punkten mit einem Konfidenzintervall von [4,9;5,9] (Abbildung 16).

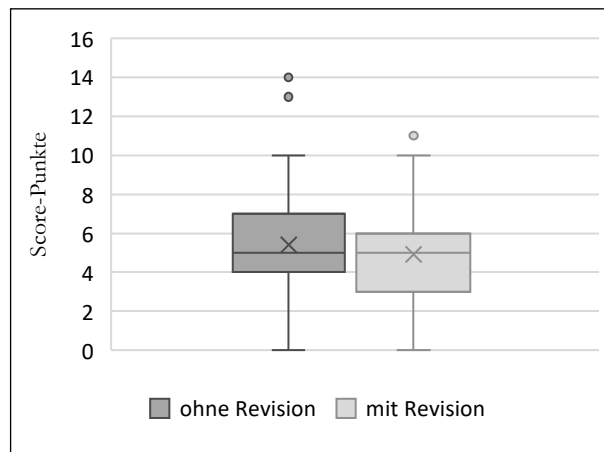


Abbildung 16: Boxplot Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score in Abhängigkeit von Revisionen. Es werden zwei Subgruppen nach Berechnung der Werte des Scores entsprechend revidierter und nicht revidierter Patienten gebildet. a) ohne Revision b) mit Revision.

Somit ist der Nicht-Traumatische-Amputationen-Score für eine Identifikation von Revisionspatienten nicht trennscharf genug.

In Abbildung 17 ist der Interquartilsabstand der Patienten mit Revision höher als der von Patienten ohne Revision. Der Mittelwert der Patienten mit Revision liegt bei 3,5 Punkten mit einem Konfidenzintervall von [2,82;4,12]. Der Mittelwert der Patienten ohne Revision liegt bei 1,3 Punkten mit einem Konfidenzintervall von [1,05;1,62]. Die Ergebnisse sind signifikant (Abbildung 17).



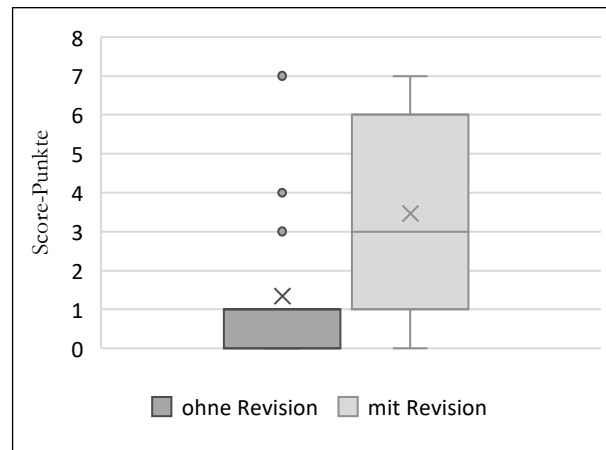


Abbildung 17: Boxplot Amputationen Revisionsrisiko-Score in Abhängigkeit von Revisionen. Es werden zwei Subgruppen nach Berechnung der Werte des Scores entsprechend revidierter und nicht revidierter Patienten gebildet. a) ohne Revision b) mit Revision.

In Abbildung 18 liegt der Interquartilsabstand der revidierten Patienten höher als der von Patienten ohne Revision. Der Mittelwert der Patienten mit Revision liegt bei 8,4 Punkten mit einem Konfidenzintervall von [7,34;9,45]. Der Mittelwert der Patienten ohne Revision liegt bei 6,7 Punkten mit einem Konfidenzintervall von [6,16;7,31]. Die Ergebnisse des Scores sind signifikant (Abbildung 18).

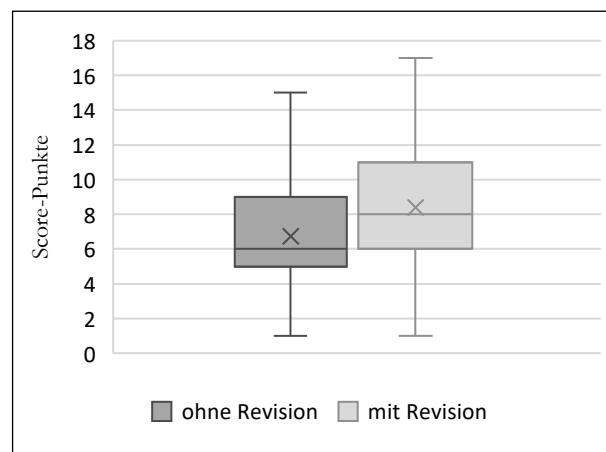


Abbildung 18: Boxplot Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score – Revisionsrisiko in Abhängigkeit von Revisionen. Es werden zwei Subgruppen nach Berechnung der Werte des Scores entsprechend revidierter und nicht revidierter Patienten gebildet. a) ohne Revision b) mit Revision.

Der Revisionsrisiko Score kann als Schnellform für bereits amputierte Patienten verwendet werden und der erweiterte Score als ausgiebiger prädiktiver Score vor Amputationen.

## 4 Diskussion

In den Jahren 2011 bis einschließlich 2015 wurden in Deutschland pro Jahr durchschnittlich 54.656 Amputationen an den unteren Extremitäten durchgeführt (Kröger et al. 2017). Eine zu dieser Arbeit vergleichbare Publikation am Standort Göttingen gibt Aufschluss über Amputationen an der UMG zwischen den Jahren 1983 bis 1992. In dieser Publikation wurden durchschnittlich 67 ( $n = 674$ ) Amputationen an 54 ( $n = 538$ ) Patienten pro Jahr dokumentiert. Von den Patienten wurden 9,3% aufgrund eines Traumas amputiert (Stinus et al. 2008). In der vorliegenden Studie wurden in den Jahren 2013 bis einschließlich 2016 durchschnittlich 321 Amputationen bei 164 Patienten an dem Universitätsklinikum Göttingen durchgeführt, also durchschnittlich 80 Amputationen an 41 Patienten pro Jahr. Von den Patienten wurden 19,5% aufgrund eines Traumas amputiert (Abbildung 2). In den Jahren 2013 bis 2016 wurden durchschnittlich 75% weniger Patienten amputiert, jedoch 20% mehr Eingriffe im Vergleich zu den Jahren 1983 bis 1992 durchgeführt. Die Anzahl der Patienten mit traumatischer Ursache hat sich verdoppelt.

Von den durchschnittlichen 54.656 Amputationen pro Jahr, die in den Jahren 2011 bis einschließlich 2015 in Deutschland durchgeführt wurden, waren 68% der Patienten männlich und 32% weiblich (Spoden 2019). In diesem Patientenkollektiv ist die Geschlechterverteilung vergleichbar bei 72% männlichen und 28% weiblichen Patienten.

Die 54.656 Amputationen wurden in Major- und Minoramputationen untergliedert. Im Bereich der Hüfte und des Oberschenkels wurden 19,1% der Amputationen durchgeführt, im Bereich des Knies und des Unterschenkels 12,0% und distal des Unterschenkels bis zum Vorfuß 17,2%. Minoramputationen und sonstige bildeten mit 51,7% die größte Gruppe (Spoden 2019). In dem hier untersuchten Patientenkollektiv der UMG wurden oberhalb des Knies 21,6% der Amputationen durchgeführt, im Bereich des Knies und Unterschenkels 42,8%, und im Fußbereich 14,4%. Minoramputationen hatten einen Anteil von 21,3%. Somit wurde wesentlich häufiger im Bereich des Knies und des Unterschenkels amputiert und entgegen des nationalen Trends weniger Minoramputationen durchgeführt.

In einer multizentrischen Drei-Jahres-Follow-Up Studie mit 105 englischen Patienten mit 41% transfemorale und 59% transtibiale Amputationen lag die Mortalität bei Majoramputationen der unteren Extremität bei ca. 33% (Singh und Prasad 2016). Auch in der vorliegenden Studie ist die Mortalitätsrate vergleichbar. Es verstarben von 164 Patienten 27% nach vier Jahren, wobei bei 20% keine sichere Aussage über den Vitalstatus getroffen werden konnte. Im Umkehrschluss überlebten also mindestens 53% die ersten vier Jahre.

Aufgrund der hohen Mortalität nach Majoramputationen wird in einem Review von 2016 diskutiert, ob eine Amputation zu einem früheren Versterben führt oder eine Amputation ein Hauptsymptom einer schwerwiegenden systemischen Erkrankung ist (Thorud et al. 2016). Die Mortalitätsrate nach 5 Jahren ist vergleichbar mit der Mortalitätsrate des kolorektalen Karzinoms (48,8%) und des Prostatakarzinoms (48,2%) (Tørring et al. 2013).

## 4.1 Komorbiditäten

### 4.1.1 Traumatisch

#### 4.1.1.1 Ätiologie

Traumatische Amputationen kommen häufig in Kriegsgebieten vor, treten aber auch nach Verkehrsunfällen und Arbeitsunfällen auf. Die Ätiologie wurde in einer Studie von Dillingham in die Gruppen PKW (11,5%), Motorrad (42,3%), stumpfes Instrument (15,4%), Fußgängerunfall (23,1%), Feuerwaffe (5,1%) und Sturz (2,6%) differenziert (Dillingham et al. 2001). Clasper und Ramasamy berichteten von 42,9% Kraftfahrzeug-Unfällen, 26,2% Industrieunfällen, 21,4% Motorradunfällen und 9,5% sonstigen. Von den Amputationen wurden 17,0% oberhalb des Knies und 53,2 unterhalb des Knies, also insgesamt 70,2% an den unteren Extremitäten durchgeführt (Clasper und Ramasamy 2013). In der vorliegenden Studie resultieren traumatische Amputationen ebenso am häufigsten nach Verkehrsunfällen, insbesondere Motorradunfällen. Von diesen Amputationsfällen wurden 37,5% oberhalb des Knies und 62,5% unterhalb des Knies durchgeführt. Das Amputationsniveau im untersuchten Patientenkollektiv ist distaler als in der Vergleichsstudie.

#### 4.1.1.2 MESS, ISS

Bei traumatischen Amputationen spielt die gesamte Verletzungsschwere eine entscheidende Rolle. Insbesondere das Vorliegen einer unstillbaren Blutung stellt neben der Gesamtschwere die Indikation zur Amputation einer Extremität. Etablierte Notfall-Scores sind der MESS und der ISS. Sgarbi und Gotfryd (2006) definierten einen ISS  $\geq 20$  als rechtfertigende Indikation für eine Amputation einer Extremität. Zwipp et al. (2014) und auch Kinner et al. (2011) definierten einen ISS  $\geq 16$  als prognostisch ungünstigen Faktor für den Extremitäten-Erhalt bei einem komplexen Trauma des Fußes. In einer Studie von Bowie et al. (2016) korreliert ein ISS  $>15$  mit einer hohen Rate an frühen Amputationen. Ein solcher Score ermöglicht in der Notfallsituation eine schnelle Entscheidung.

Aufgrund der einfachen und schnellen Durchführbarkeit ist der MESS der am häufigsten angewandte Score zur Einschätzung der Vitalität einer Extremität. Jedoch muss diskutiert werden, ob der Score noch heutiger Goldstandard ist, da durch plastische, rekonstruktive Techniken und interdisziplinäre Zusammenarbeit ein Extremitäten-Erhalt erreicht werden kann (Fodor et al. 2012).

In einer Studie von Bosse et al. (2001) wurden verschiedene Scores zur Entscheidungsfindung zu einer notfallmäßigen traumatischen Amputation verglichen. Darin wurden der MESS, LSI (Limb Salvage Index), PSI (Predictive Salvage Index), NISSA (Nerve Injury, Ischemia, Soft- Tissue Injury, Skeletal Injury, Shock, and Age of Patient Score) und HFS-97 (Hannover Fracture Scale) verglichen. Der MESS hat eine hohe Spezifität, mit der Indikation nicht zu amputieren, die Sensitivität des MESS ist jedoch niedrig (Bosse et al. 2001). In einer Studie von McNamara et al. (1994) wurde für eine Amputation über sieben Punkten eine annähernde 100-prozentige Spezifität für den MESS angegeben.

Durch den etablierten Cut-Off-Wert von größer gleich sieben wird dem verantwortlichen Arzt in der Notfallsituation eine Entscheidung erleichtert.

Wie oben beschrieben kann man die Schwere von traumatischen Amputationen bzw. Traumata anhand des MESS und ISS quantifizieren, vergleichen und einordnen. Bosse et al. (2001) führten eine Studie zum Vergleich von verschiedenen Amputations-Scores bei Traumata mit einem Studienkollektiv von insgesamt 63 Patienten durch, die in der Notfallversorgung amputiert wurden. Von der Gesamtzahl erzielten 71,4% der direkt amputierten Unfallopfer einen MESS-Wert  $\geq 7$  und 28,6% einen MESS-Wert  $< 7$ . In dieser Studie hatten 53,6% der Patienten einen Wert  $\geq 7$  und 46,4% der Patienten  $< 7$  (Abbildung 7).

Loja et al. (2017) wendeten den MESS in einer kontrollierten prospektiven Studie an, um die aktuelle Validität zu überprüfen. Dabei wurde der ISS als Ko-Faktor verglichen. Der Cut-Off-Wert für eine Amputationsindikation wurde bei einem MESS-Wert von größer gleich acht festgelegt. Der mittlere ISS-Wert bei einem MESS von größer gleich acht beträgt 21. Bei einem MESS-Wert unter acht beträgt der durchschnittliche erzielte ISS-Wert 10,5. Durch therapeutische Fortschritte in den Bereichen Gefäßchirurgie, Orthopädie und plastische Chirurgie, vor allem im Bereich der Lappenplastik, können Extremitäten erfolgreich rekonstruiert werden, auch wenn ein MESS von größer gleich acht erreicht wird (Atindas und Cinar 2005). Diese Erkenntnisse relativieren den MESS als harten Indikator für eine Amputation. Eine Entscheidung soll unter der Gesamtübersicht aller Faktoren und Möglichkeiten getroffen werden (Loja et al. 2017). Wenn man den Grenzwert des MESS-Wertes für das Patientenkollektiv der UMG von 2010 - 2016 angleicht, so ist der durchschnittliche ISS-Wert 33,8

bei einem MESS größer gleich acht. Bei einem MESS-Wert kleiner acht beträgt der durchschnittliche Wert 22,1 (Abbildung 7). Der hohe Score-Wert des ISS bei einem MESS kleiner acht in dieser Studie passt zu der Aussage von Loja et al., dass auch schwerere Verletzungen, die vor Jahren noch amputiert wurden, heute besser versorgt werden können. Der MESS dient in der Notfallsituation als Entscheidungshilfe. Eine individuelle Entscheidung muss dennoch kontextbezogen und individuell für jeden Patienten getroffen werden.

#### 4.1.2 Nicht traumatisch

Bei den Amputationen ohne vorangegangenes Trauma gibt es eine Reihe von Faktoren, die beschrieben wurden, mit denen das Risiko einer Amputation nachweislich steigt. Bei dieser Patientengruppe ist eine Amputation ein Symptom einer systemischen Erkrankung, welche das Risiko für eine weitere Amputation erhöht.

Singh und Prasad (2016) beschreiben in einem Kollektiv von amputierten Patienten den Charlson-Komorbiditäts-Index, der die Wahrscheinlichkeit eines Zehn-Jahres-Überlebens vor allem bei onkologischen Patienten berechnet. Dieser Index summiert Begleiterkrankungen und damit verbundene Lebenserwartungen, um das Gesamtgewicht der Komorbiditäten auf die Lebenserwartung zu erfassen. Als gemeinsame Einflussparameter wurden Herzinfarkt, pAVK, Diabetes und die Endorganschäden (Polyneuropathie), sowie das Alter der Patienten erfasst, da die weiteren Komorbiditäten in diesem Kollektiv nicht als Risikofaktoren identifiziert werden konnten.

Czerniecki et al. (2017) entwickelte einen Score zur Vorhersage von zu erwartender Mobilität nach Amputation. Folgende Komorbiditäten waren relevant für das Outcome der Patienten: Diabetes Mellitus, bereits erfolgte Gefäßrekonstruktion der unteren Extremität, traumatische Hirnverletzung, Hypertonus, erfolgter Gelenkersatz, COPD, aktuelle Dialysebehandlung, Herzinfarkt, Herzinsuffizienz und Hirninfarkt. Gemeinsame relevante Komorbiditäten sind somit Alter, Geschlecht, BMI, Diabetes, Raucher.

Alter korreliert positiv mit der Amputationsrate. So weisen ältere Menschen eine höhere Wahrscheinlichkeit auf, dass eine Amputation notwendig wird. In einer Studie von Nelson et al. (2012). konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen Amputationen und einem durchschnittlichen Alter von 70,5 Jahren bei Amputationen oberhalb des Knies und einem durchschnittlichen Alter von 65,0 Jahren bei Amputationen unterhalb des Knies identifiziert werden. In dieser Studie waren die Patienten im vergleichbaren Alter mit durchschnittlich 65,9 Jahren (Tabelle 4).

Der Lebensstil ist ein wichtiger Risikofaktor für nicht traumatische Amputationen. Ab einem BMI von 26,1 kg/m<sup>2</sup> bei Amputationen oberhalb des Knies und ab einem BMI von 28,1 kg/m<sup>2</sup> bei Amputationen unterhalb des Knies steigt die Mortalität nach einer Amputation (Nelson et al. 2012). Ein BMI größer 29,4 kg/m<sup>2</sup> beeinflusst das zu erwartende Mobilitätslevel nach einer Amputation negativ (Czerniecki et al. 2017).

Im Vergleich zu den anderen Studien gaben in diesem Patientenkollektiv weniger Patienten an zu rauchen, was durch die schlechte Rücklaufzahl der Fragebögen erklärt werden könnte.

In dieser Studie litten von den nicht traumatischen Patienten 41,7% und von den traumatischen Patienten 0% unter Diabetes (Tabelle 13). In einer Studie von Mayfield et al. (1996) wurden verschiedene Faktoren quantifiziert, um ein System zu entwickeln, in welchem das Risiko für Amputationen diabetischer Genese determiniert werden kann. Es wurde eine aus dem Übergewicht im Zusammenhang mit Diabetes resultierende Hyperlipidämie als determinierenden Faktor identifiziert. Vergleichbare Studien berücksichtigen in der Regel nicht den Faktor Hyperlipidämie. In dieser Studie hatten 11,1% der nicht traumatischen Patienten und 0% der traumatischen Patienten eine dokumentierte Hyperlipidämie (Tabelle 13). Anhand der Diskrepanz der Ergebnisse kann dies in einer unzureichenden Dokumentation oder Codierung begründet sein.

In einer Studie von Mayfield et al. (1996) litten 43% der amputierten Patienten an einer Polyneuropathie und in dieser Studie leiden 11,1% der nicht traumatischen Patienten und 0% der traumatischen Patienten an einer Polyneuropathie.

In der Studie von Berli et al. (2019) hatten 75,6% der Patienten eine pAVK, in einem Patientenkollektiv von Mayfield et al. (1996) waren es 43% und in dieser retrospektiven Analyse der Amputationszahlen 71,5% der nicht traumatischen Patienten und 5% der traumatischen Patienten. Eine Atherosklerose hatten in dieser Studie 68,8% der nicht traumatischen Patienten und 5% der traumatischen Patienten (Tabelle 13). Eine pAVK oder Atherosklerose führt an der unteren Extremität zu den gleichen pathologischen Veränderungen. In vergleichbaren Studien wird Atherosklerose nicht als separater Risikofaktor aufgeführt, sondern zählt zu dem Punkt pAVK. In dieser Studie wurden beide Parameter erhoben, da bei der pAVK auch Lebensstilfaktoren wie Dyslipidämie erfasst werden. Unter einer pAVK in Kombination mit einer Atherosklerose litten 65,3% (94) Patienten. Als unabhängige Faktoren wurde die pAVK bei 6,3% (9) der Patienten und eine Atherosklerose bei 3,5% (5) der Patienten dokumentiert.

Ein arteriellen Hypertonus führt insbesondere zu Schäden in der Intima von Gefäßen, wovon in dieser Studie 38,2% der nicht traumatischen Patienten und 20,0% der traumatischen Patienten betroffen waren (Tabelle 13).

In einer Studie von Czerniecki et al. (2017) wiesen 28,0% der Patienten einen Herzinfarkt in der Krankengeschichte auf und bei Mayfield et al. (1996) 7% der Patienten. In dieser Studie erlitten 19% der nicht traumatischen Patienten einen Herzinfarkt oder ein anderes thrombotisches Ereignis in der Vorgeschichte und 0% bei den traumatischen Patienten (Tabelle 13).

Vaskuläre Ursachen haben anhand der hohen Fallzahlen den größten Einfluss auf Amputationen. Diese sind in erster Linie bei nicht traumatischen Patienten zu beobachten. Ein arterieller Hypertonus gilt als Ursache von Folgeerkrankungen und wurde ebenfalls bei jedem fünften traumatischen Patienten identifiziert. Somit rückt ein arterieller Hypertonus bei der Identifikation von Risikofaktoren in den Fokus.

Infektionen können eine Eintrittspforte und Ursprung für eine schwer verlaufende Sepsis mit Amputation der Gliedmaßen sein. Dazu zählen eine Sepsis/SIRS, generell Infektionen, Osteomyelitis, Ulzerationen und Gangrän.

Eine Sepsis oder SIRS erlitten in einer Studie von Nelson et al. (2012) 36,8% der Patienten, die eine Amputation oberhalb des Knies erhielten und 32,0% der Patienten, die eine Amputation oberhalb des Knies bekamen. In dieser Studie hatten 19,4% der nicht traumatischen Patienten eine Sepsis oder SIRS, von den traumatischen Patienten waren es 20,0% (Tabelle 13).

In der Studie von Berli et al. (2019) hatten 27,8% eine Infektion an der betroffenen Extremität, in dieser Studie hatten von den nicht traumatischen Patienten 13% und von den traumatischen Patienten 15% eine Infektion (Tabelle 13).

Eine Osteomyelitis an der betroffenen Extremität hatten 5,6% (Berli et al. 2019), in dieser Studie hatten von den nicht traumatischen Patienten 9% und von den traumatischen Patienten 5% eine Osteomyelitis (Tabelle 13).

In einem Patientenkollektiv von Mayfield et al. (1996) hatten 33% eine Ulzeration, in dieser Studie hatten von den nicht traumatischen Patienten 32% und von den traumatischen Patienten 10% eine Ulzeration (Tabelle 13).

In der Studie von Berli et al. (2019) hatten 15,0% eine Gangrän, in dieser Studie hatten von den nicht traumatischen Patienten 47% und von den traumatischen Patienten 5% eine Gangrän (Tabelle 13).

Debus und Gross-Fengels (2012) beschrieben, dass in bis zu 40% Wundheilungsstörungen im Stumpfbereich auftreten. In dieser Studie hatten 26% der nicht traumatischen und 25% der traumatischen Patienten Wundheilungsstörungen (Tabelle 13).

#### 4.1.3 Einfluss des stationären Aufenthalts

In einer Studie von Bondurant et al. (1988) wurde ein signifikanter Unterschied der notwendigen postoperativen durchschnittlichen Aufenthaltsdauer gegenüber einer primären Versorgung innerhalb von 24 Stunden identifiziert. Die postoperative Aufenthaltsdauer betrug 7,9 Tage nach einer primären Amputation und 16,6 Tagen nach einer Versorgung nach 24 Stunden. Die Ergebnisse zeigen, dass eine primäre Amputation im Notfallgeschehen möglicherweise einen positiven Einfluss auf den Entlassungszeitpunkt in die Rehabilitation hat.

Moxey et al. (2012) untersuchten in einer englischen Studie die Auswirkungen von einer Verzögerung der Amputation nach Aufnahme im Krankenhaus an 14.168 Patientin mit Majoramputationen der unteren Extremität. Im Durchschnitt hatten Patienten einen Krankenhausaufenthalt von 33 Tagen. Bei den männlichen Patienten ergab die Verzögerung zwischen Aufnahme und Amputation ein signifikantes Risiko einer Krankenhausmortalität von 2% pro Tag. Bei den weiblichen Patienten konnte keine signifikante Zunahme der Mortalität bei längerem Krankenhausaufenthalt gezeigt werden.

Die Zeit zwischen Aufnahme und Amputation in dieser Studie zum Patientenkollektiv der UMG lag bei traumatischen Patienten bei durchschnittlich 25 Tagen (Tabelle 11) und die Gesamtaufenthaltsdauer bei 49 Tagen (Tabelle 10). Bei nicht traumatischen Patienten liegt die Zeit zwischen Aufnahme und Amputation bei 19 Tagen (Tabelle 13) und die Gesamtaufenthaltsdauer bei 43 Tagen (Tabelle 14).

Ein Faktor mit Einfluss auf das Outcome und die Mortalität des Patienten scheint vor allem bei den nicht traumatischen Amputationen die Zeit von Aufnahme bis zur Amputation zu sein.

#### 4.1.4 Mortalität

In einer prospektiven finnischen Studie wurde die Mortalität in einem Zeitraum von zehn Jahren nach Amputation beobachtet. Dabei verstarben von den traumatisch Amputierten in den ersten vier Jahren 7% und nach fünf Jahren 14% (Pohjolainen und Alaranta 1998).

Bei den traumatischen Patienten der UMG lag die Drei-Jahres-Mortalität bei 13%. Verglichen mit der oben genannten Studie zeigt sich eine höhere Mortalität traumatischer Amputationen in unserem Patientenkollektiv. Die Abweichung kann durch niedrige Fallzahlen der



traumatischen Patienten sowohl in der oben genannten Studie ( $n = 14$ ), als auch in dieser Studie ( $n = 32$ ) erklärt werden. Die niedrigen Fallzahlen resultieren daraus, dass Traumata verglichen mit den nicht traumatischen Ursachen seltener vorkommen.

Von nicht traumatischen Patienten verstarben bis zu 26% im ersten Jahr, 38% im zweiten Jahr und 50% nach drei Jahren (Bodily und Burgess 1983). In einer prospektiven, multizentrischen Studie in der Region Malmö wurde bei 177 Patienten eine Mortalität von 38% nach sechs Monaten und von 72% nach vier Jahren dokumentiert (Eneroth und Persson 1992). Die Daten zur Mortalität variieren stark. Pernot et al. (2000) beschrieb, dass 14% des Patientenkollektivs während des Klinikaufenthalts und 10,5% im Laufe des ersten Jahres nach Amputation verstarben. In einer vorherigen Studie wurde eine Mortalität nach sechs Monaten zwischen 2% und 23% angegeben (Pernot et al. 1997).

Versucht man die Mortalität mit der Haupterkrankung in Verbindung zu bringen ist zu sehen, dass 43% der Betroffene mit Arteriosklerose im ersten Jahr, 57% nach zwei Jahren und 77% nach fünf Jahren versterben. Ähnliche Zahlen liegen für Diabetes vor mit einem Versterben von 38% nach einem Jahr, von 53% nach zwei Jahren und von 73% nach fünf Jahren. Die Zehn-Jahres-Mortalität bezogen auf die Amputationshöhe beträgt beim transfemorale Amputationsniveau nach einem Jahr 46%, nach zwei Jahren 64%, nach fünf Jahren 82% und nach zehn Jahren 92%. Bei transtibialen Amputationen beträgt die Mortalität nach einem Jahr 30%, nach zwei Jahren 47%, nach fünf Jahren 79% und nach zehn Jahren 96% (Pohjolainen und Alaranta 1998).

In dieser Analyse des Patientenkollektivs der UMG lag die Ein-Jahres-Mortalität der nicht traumatischen Patienten bei 30%, die Zwei-Jahres-Mortalität bei 33% und die Drei-Jahres-Mortalität bei 37%. Die Mortalität bei dem nicht traumatischen Patientenkollektiv der UMG lag deutlich unter den Vergleichswerten aus der oben genannten Literatur. Nach zwei Jahren waren halb so viele Patienten verstorben (Tabelle 5).

Die Mortalität im Krankenhaus wich im Vergleich von 0% bei traumatischen Patienten zu 16% bei nicht traumatischen Patienten stark ab (Tabelle 5).

#### **4.1.5 Risiko von Revisionen**

Ein weiteres Ziel der Analyse der vorliegenden Arbeit war es Faktoren zu identifizieren, die zu einer Stumpfrevision im Untersuchungszeitraum führten. Dabei wurden maßgeblich Wundheilungsstörungen (67%), Infektionen (18%), Nekrosen (11%) und postoperative Hämatome identifiziert (Tabelle 17).

Bei etwas weniger als der Hälfte der Patienten wurde auf dem gleichen Amputationsniveau revidiert, bei 58% führte eine Nachamputation zu einem neuen, Amputationsniveau (Abbildung 12 und Abbildung 15).

In einer vergleichbaren Studie wurden überwiegend Schmerzen, bei 20,1% revidierte Hauttransplantate und bei einem Drittel Infektionen als Revisionsursache angegeben (Wood et al. 1987). Eingeschlossen wurden nicht traumatische Amputationen. Ähnliche Faktoren und Verteilungen wurden in einer aktuelleren Studie angegeben. Gründe für eine Revision waren zu 19,7% Schmerzen, zu 31,0% Weichteilpathologien und zu 31,0% Infektionen (Bourke et al. 2011).

In dieser Studie wurden wesentlich weniger Patienten aufgrund von Schmerzen revidiert. In 99% der Fälle handelt es sich um Frühkomplikationen. Von den Patienten, die eine Revision erhielten, wurde diese in 81% in dem gleichen Krankenhausaufenthalt und in 19% im Vier-Jahres-Follow-Up durchgeführt (Abbildung 9). In den oben genannten Studien wurden Früh- und Spätkomplikationen in einem Beobachtungszeitraum von durchschnittlich acht Jahren bei Wood et al. (1987) und 14 Jahren bei Bourke et al. (2011) analysiert. Fasst man Infektionen, Wundheilungsstörungen und Nekrosen zusammen sind in diesem Patientenkollektiv ein Fünftel von einer Revision aufgrund einer Wundheilungsstörung und deren Folgen im weiteren Sinne betroffen.

Betrachtet man die beiden Patientenkollektive voneinander getrennt so hatten wir erwartet, dass der ISS-Wert signifikante Auswirkungen auf Revisionen hat. Dies trifft nicht zu. Der mittlere MESS-Wert der traumatischen Revisionen erreichte einen Wert von 8,4 Punkten (Konfidenzintervall: [7,6; 9,3]) und korreliert somit positiv (Tabelle 24). Bei O'Brien et al. (2013) wurde beschrieben, dass Notoperationen signifikant die Wahrscheinlichkeit von postoperativen Komplikationen steigern.

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem BMI und Revisionen konnte in dieser Studie bei Patienten mit einem BMI von 28,4 und größer nicht festgestellt werden. Ein BMI von 28,4 und größer wurde in anderen Studien als Risikofaktor für eine Revision identifiziert (O'Brien et al. 2013).

Nikotinkonsum konnte in dieser Studie im Gegensatz zu anderen Studien nicht als Risikofaktor für eine Revision identifiziert werden: 18% der Patienten, die nicht revidiert wurden und 16% der revidierten Patienten des vorliegenden Patientenkollektivs rauchten (Tabelle 25). In dieser Studie besteht ebenso keine Korrelation zwischen Revisionen und einer begleitenden Sepsis / SIRS (Tabelle 25).

In den Korrelationsanalysen wurde ein signifikanter Zusammenhang von Revisionen mit folgenden Parametern identifiziert: Gangrän, Wundheilungsstörungen, Liegedauer größer oder gleich 32,3 Tagen vor Amputation. In einer Studie von Bondurant et al. (1988) ist ebenfalls ein signifikanter Zusammenhang von einer vermehrten Anzahl an Revisionen und verzögertem Abstand zwischen Aufnahme und Operation festgestellt worden. Die Patienten der UMG, welche nicht von Revisionen betroffen waren, wurden durchschnittlich nur 14,5 Tage vor Amputation in der Klinik aufgenommen (Tabelle 27).

## 4.2 Ausblick

### 4.2.1 Einflüsse auf die Revisionswahrscheinlichkeit

Die Analyse unseres Patientenkollektivs ergab, dass Wundheilungsstörungen (inklusive Gangrän und Nekrosen), Infektionen, die Krankenhausverweildauer vor Amputation und ein distales Amputationsniveau Risikofaktoren für Revisionen nicht traumatischer Amputationen darstellen.

### 4.2.2 Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score

Der MESS ist eine Punkteskala zur Abschätzung der Amputationswahrscheinlichkeit bei Verletzungen von Extremitäten bei Traumata.

Zurzeit gibt es noch keinen etablierten Score für nicht traumatische Patienten. Risikofaktoren, die auch in diesem Patientenkollektiv zutreffend sind wie pAVK, Diabetes mellitus und Nikotinkonsum wurden als Risikofaktoren für eine Amputation identifiziert (Gurney et al. 2018). Ein hoher BMI, ein hohes Alter und eine Sepsis wurden ebenfalls als Risikofaktoren identifiziert (Nelson et al. 2012). Arterieller Hypertonus ist in der Literatur nicht im Fokus als Risikofaktor für Amputationen. Jedoch sollte der gefäßschädigende Einfluss eines Bluthochdrucks als beeinflussender Faktor berücksichtigt werden. Die hohe Anzahl von 38% betroffener nicht traumatischer Amputierter aus diesem Patientenkollektiv unterstützt die Überlegung.

Als Ausblick dieser Arbeit wurde anhand der vorliegende Literaturergebnisse und der Ergebnisse dieser Arbeit ein möglicher Score entwickelt (Tabelle 29). Dabei ist die Gewichtung der Punkte an die Relevanz der Faktoren angepasst wurden (+1, +2, +3). In einer prospektiven, multizentrischen Studie einer großen Anzahl nicht traumatischer, gefährdeter Extremitäten müsste ein solcher Score in einem nächsten Schritt validiert werden. Insbesondere der Cut-Off-Wert müsste so ermittelt werden. Langfristig kann durch einen solchen Score die Entscheidungsfindung zu einer Amputation bei nicht traumatischen Patienten unterstützt werden und die Patienten könnten so erwartungsgemäß von dem kürzeren Krankenhausaufenthalt, einer früheren Mobilisation und insgesamt einer niedrigeren Mortalität profitieren.

### 4.2.3 Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score – Revisionsrisiko

Um eine Revision grundlegend zu vermeiden sollte ein „Frühwarnsystem“ eines revisionsgefährdeten nicht traumatischen Amputationsstumpfes etabliert werden. Dies könnte durch einen Score (Tabelle 29) gelingen. Dieser Entwurf eines Scores wurde bei unseren Patienten mit und ohne Revision angewandt. Hierbei konnte zwischen den Gruppen kein Unterschied festgestellt werden, da der Score auf die amputationsrelevanten Risikofaktoren aller Patienten abzielt (Abbildung 16).

Daher wurde der Score im zweiten Schritt um die korrelierenden Faktoren für Revisionen (Wundheilungsstörung, Gangrän, Zeit zwischen Aufnahme und Amputation, distale Amputation) erweitert, um so die kritischen Patienten zu identifizieren (Tabelle 30).

Die hinzugefügten Parameter zeigten isoliert einen signifikanten Unterschied zwischen den Patienten mit und ohne Revisionen (Abbildung 17).

In Kombination zeigen beide Scores (Tabelle 29) und (Tabelle 30) nun einen signifikanten Unterschied der Punktzahl der revidierten Patienten (Abbildung 18). Durch den ersten Teil des Scores wird das amputationsgefährdete Patientenkollektiv definiert und durch den zweiten Teil zusätzlich das für eine Revision gefährdete Patientenkollektiv. Einen Cut-Off-Wert einer revisionsgefährdeten Extremität könnte man anhand der Konfidenzintervalle bei 7 Punkten setzen. Dieser Cut-Off Wert setzt sich aus einer Gegenüberstellung der berechneten Mittelwerte der revidierten Patienten gegenüber der nicht revidierten Patienten zusammen.

Der erweiterte Score für die Identifikation von Patienten mit Amputation, die revisionsbedroht sind, ist im Folgenden dargestellt:

Tabelle 31: Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score – Revisionsrisiko

Nicht-Traumatischer-Amputationen-Score – Revisionsrisiko			
			Wert:
1.	pAVK	I-III:	+1
		IV:	+2
		Verschluss:	+3
2.	art. Hypertonus	Ja	+1
		Nein	+0
3.	Diabetes	Ja	+2
		Nein	+0
4.	BMI	25.0-29.9	+1
		30.0-34.9	+2
		35.0-39.9	+3
		>40	+4
5.	Raucher	Ja	+1
		Nein	+0
6.	Gangrän/Nekrose am Fuß		+1
		Sepsis	+2
7.	Alter	<55	+0
		56-75	+1
		>75	+2
8.	Wundheilungsstörungen (3 Wochen post-OP nicht abgeheilt)	Ja	+3
		Nein	+0
9.	Zeit zwischen Aufnahme und Amputation	> 30 Tage	+3
		< 30 Tage	+0
10.	Amputation distal des Knies	Ja	+1
		Nein	+0
Maximaler Score Wert:			22

Für den Versuch Revisionen frühzeitig durch eine engmaschige Nachsorge zu vermeiden kann der erweiterte Score durchaus hilfreich sein. Er hilft vor allem bei der Identifikation der betroffenen Patienten, damit die Ressourcen punktuell bei den relevanten Patienten eingesetzt werden können.

Für Patienten mit traumatischen Amputationen und einer Revisionsgefährdung kann aus dem vorliegenden, kleinen Kollektiv (n = 27) kein Score abgeleitet werden. Für zukünftige Studien kann mit einer entsprechend großen Stichprobe ebenfalls der oben genannte Score für traumatische Patienten angewendet werden.

## **4.3 Limitierungen der Studie**

### **4.3.1 Diskussion der Methodik**

Die Patientendaten vor 2015 lagen in nicht digitalisierten Akten vor, weshalb einige Daten unvollständig sind oder fehlten, sodass die Fallzahlen teilweise von der Gesamtpatientenzahl abweichen.

Die prospektive Datenerhebung erfolgte mithilfe von Fragebögen und zusätzlichen Telefonaten, durch die einige Informationen, die bei der retrospektiven Recherche nicht erhoben wurden, ergänzt wurden.

### **4.3.2 Diskussion der Ergebnisse**

Die Studie schließt 164 Patienten in einem Zeitraum über vier Jahre ein, welche in einem Krankenhaus der Maximalversorgung für ganz Südniedersachsen behandelt wurden. Daraus ergibt sich eine repräsentative Stichprobe. Patientenkollektive aus ähnlichen Studien liegen oft in der gleichen Größenordnung. Zudem lagen Vergleichswerte aus den Jahren 1983 bis 1992 vor und ermöglichten einen guten Vergleich im Verlauf.

Prospektiv sollte aus den hier ermittelten Faktoren ein standardisiertes Datenerhebungsblatt generiert werden, um die Schlussfolgerungen dieser Studienergebnisse zu validieren. Ein Beispiel des Formulars ist im Anhang zu finden (Abbildung 39).

Anschließend ist es sinnvoll ein Amputationsregister anzulegen, in dem diese Informationen dokumentiert werden, um den Verlauf über die Jahre zu beobachten. Das Register kann man an Bestrebungen eines nationalen Registers wie „Exo-Prothesenregister“ anlehnen, damit standardisierte Behandlungsverläufe gesichert werden können (Putz et al. 2018).

## 5 Zusammenfassung

Revisionen treten zu 25% bis 40% nach einer Amputation der unteren Extremität auf. Einige Faktoren erhöhen das Risiko für Revisionen und werden damit assoziiert. Ziel der durchgeführten Untersuchung war daher, anhand eines Kollektivs im Vier-Jahres-Verlauf zu erarbeiten, welche Faktoren möglicherweise mit einer chirurgischen Revision nach einer Amputation assoziiert sind. So wurde ein Score erstellt, der in einem weiteren geplanten Studiendesign überprüft werden soll.

Die vorliegende Arbeit erstellte im Rahmen einer retrospektiven Ausarbeitung eine Amputationsstatistik von Majoramputationen der unteren Extremität an der Uniklinik Göttingen im Zeitraum von 2013 bis einschließlich 2016. Insgesamt wurden 164 Patienten in die Studie eingeschlossen, durchschnittlich erfolgten 41 Majoramputationen pro Jahr. Innerhalb des Kollektivs erfolgte ein Vergleich zwischen traumatischen und nicht traumatischen Amputationen, wobei der Fokus auf den postoperativen Verlauf, insbesondere auf das Auftreten von Revisionen lag.

Für einen erfolgreichen Verlauf einer Amputation lassen sich folgende Erkenntnisse zusammenfassen: Sobald die Indikation zur Amputation steht sollte sie so zügig wie möglich, nach guter Vorbereitung des Patienten, durchgeführt werden. Eine direkte Versorgung verkürzt den Aufenthalt im Krankenhaus und reduziert die Mortalität.

Als Risikofaktoren für Revisionen nicht traumatischer Amputationen wurden Wundheilungsstörungen (Konfidenzintervall: 64,1% [47,18%;78,8%]), die Krankenhausverweildauer vor Amputation, länger als 32 Tage (Konfidenzintervall: 32,3 [23,2; 41,3]) und ein distales Amputationsniveau (Konfidenzintervall: 74,4% [58%;87%]) identifiziert.

Aus diesen Erkenntnissen wurde ein Score zur Einschätzung des Revisionsrisikos bereits amputierter Patienten entwickelt. So erhält man eine Risikobewertung und kann diese Patienten engmaschig nachbetreuen und daraus folgend Revisionen und damit verbundene Sekundärkomplikationen verhindern.

Die Scores ergeben anhand des untersuchten Patientenkollektivs signifikante Ergebnisse, bedürfen jedoch noch einer prospektiven klinischen Testung für eine evidenzbasierte Aussagekraft.

Des Weiteren wurde ein Fragebogen für die zukünftige Erstellung eines Prothesenregisters erstellt.



## 6 Anhang

Pseudonym:

**Fragebogen**

Studentitel:

**Retrospektive Analyse der (Major-)  
Amputationen im Bereich der unteren  
Extremität und postoperativen  
Versorgungsabläufe innerhalb der Klinik  
für Unfallchirurgie, Orthopädie und  
Plastischen Chirurgie 2015/2016**

Fragebogen Ausgefüllt am (Datum): \_\_\_\_\_

1

Abbildung 19: Fragebogen

(Eigene Darstellung 2017: Fragebogen: Retrospektive Analyse der (Major-) Amputationen im Bereich der unteren Extremität und postoperativen Versorgungsabläufe innerhalb der Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastischen Chirurgie.)

Pseudonym: \_\_\_\_\_

### 1. Soziodemografische Daten:

Geschlecht: Weiblich  männlich

Alter in Jahren: \_\_\_\_\_

Größe in cm: \_\_\_\_\_

Amputationshöhe:

- Fuß
- Unterschenkel
- Knie
- Oberschenkel

- rechte Seite
- linke Seite

beidseitig

Gewicht (ohne Prothese) in kg: \_\_\_\_\_

Gewicht (mit Prothese) in kg: \_\_\_\_\_

Beruf vor der Amputation: \_\_\_\_\_

Beruf nach der Amputation: \_\_\_\_\_

Vorerkrankungen: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Voroperationen: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Aktuelle Medikation:

(Sie könne auch die Rückseite nutzen)

Bsp.: ASS 100 1-0-0 (morgens-mittags-abends)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Pseudonym:

## 2. Risikofaktoren

Rauchen Sie?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
➤ Wenn ja, seit wann?	_____
➤ Wie viele Packungen pro Tag?	_____
Haben Sie Diabetes?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
➤ Wenn ja, welchen Typ?	_____
Erinnern Sie Ihren HbA1c-Wert vor Ihrer Amputation?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
➤ Wenn ja, wie hoch war der Wert?	_____
Haben Sie eine Polyneuropathie?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Trinken Sie Alkohol?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
➤ Wenn ja, wie viel (pro Tag/Woche)	_____
➤ seit wann?	_____
Nehmen Sie Immunsuppressiva? (z.B. Cortison, Methotrexat)	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Haben Sie Gefäßerkrankungen	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
➤ Wenn ja, an den:	<input type="checkbox"/> Venen <input type="checkbox"/> Arterien
Hatten Sie Gefäßchirurgische Eingriffe?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
➤ Wenn ja, welche? (auch an der Herz- und Halsschlagader)	<input type="checkbox"/> Bypass (ACVB/ am Herzen) <input type="checkbox"/> Venenbypass (am Bein) <input type="checkbox"/> Kunstprothese (am Bein) <input type="checkbox"/> Stents (Am Bein und/oder Herz)
Haben Sie schon mal eine Thrombose gehabt?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
➤ Wenn ja, welche?	<input type="checkbox"/> arterielle Thrombose <input type="checkbox"/> venöse Thrombose
Haben Sie eine Gerinnungsstörung?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>

3

(Eigene Darstellung 2017)

Pseudonym:

### 3. Mobilität vor der Amputation

Haben Sie vor der Amputation  
Hilfsmittel verwendet?

Ja  Nein

➤ Wenn ja, welche-/s?

- Unterarmgehstützen („Krücken“)
  - Rollator
  - Gehstock
  - Lift
  - Toilettenstuhl
  - Rollstuhl
  - andere:
- 

Welche Gehstrecke konnten Sie  
**vor** der Amputation zurücklegen?

- nicht gehfähig
- in der Wohnung
- eingeschränkt auch draußen
- uneingeschränkt drinnen und draußen
- uneingeschränkt drinnen und draußen  
mit besonderen Ansprüchen wie z.B.  
 Extremsport

Sind Sie gern spazieren  
gegangen?

Ja  Nein

Pseudonym:

#### 4. Mobilität heute

Haben Sie eine Prothese?

Ja  Nein

➤ Wenn ja, welche?  
(Modell, Hersteller)

\_\_\_\_\_

➤ Wenn ja, welche Übergangs-  
prothese (Interimsversorgung)  
hatte/haben Sie?

\_\_\_\_\_

Wie viele Prothesen hatten  
Sie schon?

\_\_\_\_\_

Haben Sie nach der Amputation  
Hilfsmittel verwendet?

Ja  Nein

➤ Wenn ja, welche-/s?

- Unterarmgehstützen („Krücken“)
- Rollator
- Gehstock
- Lift
- Toilettenstuhl
- Rollstuhl
- andere:

Benutzen Sie aktuell die Prothese?  
Wenn ja, wie oft?

Ja  Nein

- täglich:  2 Stunden
- 4 Stunden
- 8 Stunden

selten

Welche Gehstrecke können Sie  
heute zurücklegen?

- nicht gehfähig
- in der Wohnung
- eingeschränkt auch draußen
- uneingeschränkt drinnen und draußen
- uneingeschränkt drinnen und draußen  
mit besonderen Ansprüchen wie z.B.  
Extremsport

Gehen Sie heute gerne spazieren?

Ja  Nein

Pseudonym:

Können Sie selbst Ihren PKW steuern?

Ja  Nein

besitze keinen PKW

Ist durch die Amputation Ihre persönliche Lebensqualität eingeschränkt?

Ja  Nein

➤ Wenn ja:

Gering

Durchschnittlich

Massiv

Haben Sie sich auf die verminderte Lebenssituation einstellen können?

Ja  Nein

Vollständig

Weitestgehend

Überhaupt nicht

Haben Sie in Ihrem persönlichen Umfeld Personen, die Ihnen helfen können?

Bin eigenständig/ benötige keine Hilfe

Ehepartner

Kinder

Sozialdienst

Wenn Sie Hilfe in Anspruch nehmen müssen, wie oft ist dieses der Fall?

0-2 mal pro Tag

3-5 mal pro Tag

ständig

Pseudonym: \_\_\_\_\_

## 5. Fragen zur Amputation

Datum der Amputation: \_\_\_\_\_

Hatten Sie die Amputation aufgrund eines Unfalls?

Ja  Nein

➤ Wenn ja, was für ein Unfall?

\_\_\_\_\_

Wie stark waren Ihre Schmerzen **nach** der Operation?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

(0=keine Schmerzen < 10=stärkste Schmerzen)

Leiden Sie unter Phantomschmerzen?

Ja  Nein

➤ Wenn ja, wie nehmen Sie den Schmerz wahr?

\_\_\_\_\_

Haben Sie Schmerzen am Amputationsstumpf?

Ja  Nein

Fanden Nachoperationen statt?

Ja  Nein

➤ Wenn ja, welche?

- schmerzhafter Nervenstumpf (Neurom)
- Nachblutungen (Hämatom)
- Entzündungen (Infektionen)
- Narbenkorrekturen
- andere:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Pseudonym:

## 6. Schmerzanamnese

Wie stark sind Ihre Schmerzen heute? 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

(0=keine Schmerzen &lt; 10=stärkste Schmerzen)

Wie stark waren Ihre Schmerzen während der letzten 4 Wochen? 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

(0=keine Schmerzen &lt; 10=stärkste Schmerzen)

Wie stark waren Ihre größten Schmerzen während der letzten 4 Wochen? 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

(0=keine Schmerzen &lt; 10=stärkste Schmerzen)

Welche Schmerzstärke wäre für Sie bei erfolgreicher Behandlung erträglich? 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Hatten Sie vor der Amputation Schmerzen? Ja  Nein

➤ Wenn ja, wie stark? 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

➤ Und beschreiben Sie bitte:

---



---



---

Sind diese Schmerzen mit den Ja  Nein

jetzigen Phantomschmerzen vergleichbar?

(Intensität und Gefühl)

➤ Wenn ja, beschreiben Sie bitte:

---



---



---

Wie oft treten Schmerzattacken bei Ihnen auf?

- mehrfach täglich  
 einmal täglich  
 einmal wöchentlich  
 mehrfach monatlich  
 einmal monatlich  
 seltener:

---



Pseudonym:

## 7. Fragen zur Versorgung

Wurden Sie Ihrer Meinung nach vor der Amputation hinreichend informiert? Ja  Nein

Sind bei der Amputation Komplikationen aufgetreten? Ja  Nein   
➤ Wenn ja, welche? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Wie lange hat die Wundheilung gedauert? (in Wochen) \_\_\_\_\_

Wann haben Sie das erste Mal auf einer Prothese gestanden? Monat: \_\_\_\_\_  
Jahr: \_\_\_\_\_

Wurden Ihnen verschiedene Prothesenarten angeboten und erläutert? Ja  Nein

Gab es Probleme mit der Kostenübernahme? Ja  Nein   
➤ Wenn ja, welche? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Sind Sie mit der Anbindung an Ihr Sanitätshaus zufrieden? Ja  Nein

Sind Sie mit der Hilfestellung Ihres Hausarztes zur Amputationsversorgung zufrieden? Ja  Nein

Pseudonym: \_\_\_\_\_

## 8. Begleittherapien

Welche Begleittherapien hatten oder haben Sie und wie bewerten Sie diese im Hinblick auf die prothetische Versorgung und Verarbeitung der Amputation?

Physiotherapie: Seit wann? \_\_\_\_\_  
 Wie häufig? \_\_\_\_\_ Mal pro Woche  
 Dauer: \_\_\_\_\_  
 Hilfreich? Ja  Nein

Massage: Seit wann? \_\_\_\_\_  
 Wie häufig? \_\_\_\_\_ Mal pro Woche  
 Dauer: \_\_\_\_\_  
 Hilfreich? Ja  Nein

Psychotherapeutische /Psychologische Hilfe: Seit wann? \_\_\_\_\_  
 Wie häufig? \_\_\_\_\_ Mal pro Woche  
 Dauer: \_\_\_\_\_  
 Hilfreich? Ja  Nein

Selbsthilfegruppe: Seit wann? \_\_\_\_\_  
 Wie häufig? \_\_\_\_\_ Mal pro Woche  
 Dauer: \_\_\_\_\_  
 Hilfreich? Ja  Nein

Rehabilitationssport/ Kur: Seit wann? \_\_\_\_\_  
 Wie häufig? \_\_\_\_\_ Mal pro Woche  
 Dauer: \_\_\_\_\_  
 Hilfreich? Ja  Nein

Schmerzambulanz/ Schmerzambulanz: Seit wann? \_\_\_\_\_  
 Wie häufig? \_\_\_\_\_ Mal pro Woche  
 Dauer: \_\_\_\_\_  
 Hilfreich? Ja  Nein

Welche Begleittherapie/n hat Ihnen am besten geholfen?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Pseudonym:

### 9. Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology (Quest Version 2.0)

Das Ziel des QUEST Fragebogens ist es herauszufinden, wie zufrieden Sie mit Ihrem Hilfsmittel und dem damit verbundenen Service sind. Der Fragebogen besteht aus 12 Fragen zu Ihrer Zufriedenheit.

- Geben Sie bitte für jede Frage Ihre entsprechende Zufriedenheit auf einer Skala von 1 bis 5 an:

1	2	3	4	5
Überhaupt nicht zufrieden	Nicht sehr zufrieden	Mehr oder weniger zufrieden	Ziemlich zufrieden	Sehr zufrieden

- Bitte umkreisen oder markieren Sie die Zahl, die für jede der 12 Fragen jeweils am besten Ihre Zufriedenheit beschreibt.
- Bitte beantworten Sie alle Fragen

Fragebogen nach  
L. Demers, R. Weiss-Lambrou & B. Ska 2000

Anmerkung:

Mit dem Hilfsmittel ist die **Prothese** oder der **Rollstuhl** (wenn Sie nicht mit einer Prothese versorgt sind) gemeint.

Pseudonym:

Hilfsmittel					
Wie zufrieden sind Sie mit					
1. der Größe Ihres Hilfsmittels?	1	2	3	4	5
2. dem Gewicht Ihres Hilfsmittels?	1	2	3	4	5
3. der Einfachheit des Anziehens und der Einstellung Ihres Hilfsmittels oder von Teilen davon (anlegen, fixieren)	1	2	3	4	5
4. der Sicherheit und Verlässlichkeit Ihres Hilfsmittels?	1	2	3	4	5
5. der Strapazierfähigkeit/Haltbarkeit Ihres Hilfsmittels?	1	2	3	4	5
6. der Einfachheit der Anwendung Ihres Hilfsmittels?	1	2	3	4	5
7. dem Komfort Ihres Hilfsmittels?	1	2	3	4	5
8. der Effektivität Ihres Hilfsmittels (d.h. damit, in welchem Umfang das Hilfsmittel Ihre Bedürfnisse erfüllt)	1	2	3	4	5

Anmerkung:

Hier haben Sie die Möglichkeit aufzuschreiben, was Sie an positiver oder negativer Kritik in Bezug auf Ihr Hilfsmittel äußern möchten.

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

Pseudonym:

Dienstleistungen/Service					
Wie zufrieden sind Sie mit					
9. dem Versorgungsprozess (dem Ablauf der Versorgung, dem Zeitbedarf) in dem Sie Ihr Hilfsmittel erhalten haben?	1	2	3	4	5
10. den Reparaturen und Wartungsmaßnahmen für Ihr Hilfsmittel?	1	2	3	4	5
11. der Qualität der Fachberatung (Informationen, Zeit für Aufmerksamkeit und Beratung durch das Fachpersonal), das Sie im Zusammenhang mit der Nutzung Ihres Hilfsmittels erhalten haben?	1	2	3	4	5
12. der fachlichen Nachbetreuung für Ihr Hilfsmittel?	1	2	3	4	5

Anmerkung:

Hier haben Sie die Möglichkeit zu beschreiben, wie Sie mit Ihrem Reparaturservice und Ihrer Betreuung zufrieden sind.

---



---



---



---



---



---



---



---



---

Pseudonym:

Unten sehen Sie eine Liste mit den Überbegriffen der oben gestellten Fragen. Bitte kreuzen Sie die **drei** Überbegriffe an, die für Sie persönlich am wichtigsten sind. Bitte setzen Sie jeweils ein Kreuz in die drei Boxen mit den für Sie wichtigsten Überbegriffen.

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 1. Größe                                 | <input type="checkbox"/> 7. Komfort                  |
| <input type="checkbox"/> 2. Gewicht                               | <input type="checkbox"/> 8. Nutzung des Hilfsmittels |
| <input type="checkbox"/> 3. Anziehen/Einstellung des Hilfsmittels | <input type="checkbox"/> 9. Versorgungsprozess       |
| <input type="checkbox"/> 4. Sicherheit                            | <input type="checkbox"/> 10. Reparaturen/Service     |
| <input type="checkbox"/> 5. Haltbarkeit                           | <input type="checkbox"/> 11. Fachbetreuung           |
| <input type="checkbox"/> 6. Einfachheit der Anwendung             | <input type="checkbox"/> 12. Nachbetreuung           |

<b>Stationärer Amputationsbericht UMG 2018</b>		<i>Patientenetikett</i>	
Name: _____			
Geschlecht:	<input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich	Größe:	<input type="text"/> BMI: <input type="text"/>
Geburtsdatum:	_____	Gewicht:	<input type="text"/>
Aufnahmedatum:	_____	Liegedauer insgesamt: _____	
Entlassungsdatum:	_____	Tage zwischen Aufnahme und Amputation: _____	
Amputationsdatum:	_____	Stationsnummer: _____	
Stationsnummer:	_____	Anzahl der Revisionen: _____	
Höhe:	<input type="checkbox"/> Fuß <input type="checkbox"/> OS <input type="checkbox"/> US <input type="checkbox"/> Hüfte	Seite:	<input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> rechts
<input type="checkbox"/> Unfall		Unfallart: _____	
BG-Fall:	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Polytrauma:	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
MESS-Score:	<input type="text"/>	ISS-Score:	<input type="text"/>
Beruf (ggf. vor Rente): _____			
höchster Bildungsgrad: _____			
Schmerzen <b>vor</b> Amputation:	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10		
Schmerzen <b>nach</b> Amputation:	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10		
Regionales Anästhesieverfahren: _____			
Schmerzmedikation bei Entlassung:			
<input type="checkbox"/> NSAR		<input type="checkbox"/> Opiodie	
<input type="checkbox"/> Antipsychotika		<input type="checkbox"/> Benzodiazepine	
<input type="checkbox"/> Antikonvulsiva		<input type="checkbox"/> Antidepressiva	
<input type="checkbox"/> nicht Opioid u. nicht NSAR (bsp. Novalgin)			
<input type="checkbox"/> pAVK(Stadium)	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Embolie	
<input type="checkbox"/> Pneumonie		<input type="checkbox"/> Thrombose	
<input type="checkbox"/> COPD		<input type="checkbox"/> C2-Abusus	
<input type="checkbox"/> Pleuraerguss		<input type="checkbox"/> Nikotinkonsum	
<input type="checkbox"/> Herzinfarkt		Diabetes: <input type="checkbox"/> Typ I <input type="checkbox"/> Typ II	
<input type="checkbox"/> Arrhythmie		<input type="checkbox"/> Polyneuropathie	
<input type="checkbox"/> art. Hypertonie		<input type="checkbox"/> Sepsis/SIRS	
<input type="checkbox"/> sonst. Herzerkrankung		<input type="checkbox"/> Faszitis	
<input type="checkbox"/> Schlaganfall/TIA		<input type="checkbox"/> Infektion	
<input type="checkbox"/> Arteriosklerose		<input type="checkbox"/> Osteomyelitis	
<input type="checkbox"/> Leberschaden		<input type="checkbox"/> Kompartmentsyndrom	
<input type="checkbox"/> Dialyse		<input type="checkbox"/> Wundheilungsstörung	
<input type="checkbox"/> Gangrän		<input type="checkbox"/> Hyperlipidämie	
<input type="checkbox"/> Ulzeration		<input type="checkbox"/> Bakterien	
<input type="checkbox"/> Muskelnekrose		<input type="checkbox"/> Fraktur	
<input type="checkbox"/> sonst. Nekrose		<input type="checkbox"/> Adipositas	
ggf. verstorben am: _____			

Abbildung 20: Stationärer Amputationsbericht

(Eigene Darstellung 2018: Stationärer Amputationsbericht (UMG))

## 7 Literaturverzeichnis

Atindas M, Cinar C (2005): Promoting primary healing after ray amputations in the diabetic foot: The plantar dermo-fat pad flap: *Plast Reconstr Surg* 116, 1029–1034

AWMF (2010): Typ-2-Diabetes Präventions- und Behandlungsstrategien für Fußkomplikationen. Nationale Versorgungsleitlinie Version 2.8. <https://www.leitlinien.de/mdb/downloads/nvl/diabetes-mellitus/archiv/fusskomplifikationen/dm2-fuss-lang-2.8.pdf>; abgerufen am 07.09.2020.

Bahrman A, Bahrman P, Baumann J, Bauer J, Brückel E, Dreyer M, Freitag M, Friedl A, Gözl S, Grundke S et al. (2018): S2k-Leitlinie Diagnostik, Therapie und Verlaufskontrolle des Diabetes mellitus im Alter: 2. Auflage 2018 – AWMF-Register-Nr. 057-017. *Diabetol Stoffwechs* 13, 423–489

Baker S, O'Neill B, Haddon WJ, Long W (1974): The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 14, 187–196

Baumgartner R, Botta P, Bellmann D: *Amputation und Prothesenversorgung*. 3. Auflage; Thieme, Stuttgart 2008

Berli MC, Wanivenhaus F, Kabelitz M, Götschi T, Böni T, Rancic Z, Waibel FWA (2019): Predictors for reoperation after lower limb amputation in patients with peripheral arterial disease. *VASA Z Für Gefässkrankh* 48, 419–424

Bertrand ML, Andrés-Cano P (2015): Management of the floating knee in polytrauma patients. *Open Orthop J* 2, 347–355

Bodily KC, Burgess EM (1983): Contralateral limb and patient survival after leg amputation. *Am J Surg* 146, 280–282

Bondurant F, Cotler H, Buckle R, Miller-Crotchett P, Browner B (1988): The medical and economic impact of severely injured lower extremities. *J Trauma* 28, 1270–1273

Bosse MJ, MacKenzie EJ, Kellam JF, Burgess AR, Webb LX, Swiontkowski MF, Sanders RW, Jones AL, McAndrew MP, Patterson BM et al. (2001): A prospective evaluation of the clinical utility of the lower-extremity Injury-Severity Scores: *J Bone Joint Surg Am* 83, 3–14

Bourke HE, Yelden KC, Robinson KP, Sooriakumaran S, Ward DA (2011): Is revision surgery following lower-limb amputation a worthwhile procedure? A retrospective review of 71 cases. *Injury* 42, 660–666



- Bowie J, Kiss L, Wisniewski P (2016): Mangled extremity. S1-Leitlinie des Surgical Critical Care Evidence-Based Medicine Guidelines Committees (Orlando Regional Medical Center). <http://www.surgicalcriticalcare.net/Guidelines/Mangled%20Extremity%202016.pdf>; abgerufen am 19.10.2018.
- Breakey JW (1997): Body image: The lower-limb amputee. *J Prosthet Orthot* **9**, 58–66
- Clasper J, Ramasamy A (2013): Traumatic amputations. *Br J Pain* **7**, 67–73
- Czerniecki JM, Turner AP, Williams RM, Thompson ML, Landry G, Hakimi K, Speckman R, Norvell DC (2017): The development and validation of the AMPREDICT model for predicting mobility outcome after dysvascular lower extremity amputation. *J Vasc Surg* **65**, 162–171
- Debus ES, Gross-Fengels W (Hrsg.): Operative und interventionelle Gefäßmedizin. Springer, Berlin 2012
- De Carvalho KEC, Gois Júnior MB, Sá KN (2014): Translation and validation of the Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (QUEST 2.0) into Portuguese. *Rev Bras Reumatol* **54**, 260–267
- Demers L, Weiss-Lambrou R, Ska B (2000): Item analysis of the Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (QUEST). *Assist Technol* **12**, 96–105
- DGG (2008) Amputationsbedrohte Extremität. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie (DGG). [http://www.dgg-gefaesschirurgie.de/fileadmin/websites/dgg/download/LL\\_amputationsbedrohte\\_Extremitaet\\_2011.pdf](http://www.dgg-gefaesschirurgie.de/fileadmin/websites/dgg/download/LL_amputationsbedrohte_Extremitaet_2011.pdf); abgerufen am 21.03.2020
- DGOOC (2019): Rehabilitation nach Majoramputation an der unteren (Extremität proximal des Fußes). S2k-Leitlinie der Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie. [https://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/033-0441\\_S2k\\_Rehabilitation\\_Majoramputation-untere\\_Extremitaet\\_2019-09.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/033-0441_S2k_Rehabilitation_Majoramputation-untere_Extremitaet_2019-09.pdf); abgerufen am 26.03.2020.
- Dillingham TR, Pezzin LE, MacKenzie EJ, Burgess AR (2001): Use and satisfaction with prosthetic devices among persons with trauma-related amputations: A long-term outcome study. *Am J Phys Med Rehabil* **80**, 563–571
- DIMDI (2020): OPS-Code: Replantation, Exartikulation und Amputation von Extremitäten und andere Operationen an den Bewegungsorganen. Katalog des Deutschen Instituts für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI). <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/ops/kode-suche/opshtml2020/block-5-78...5-86.htm#code5-86>; abgerufen am 28.03.2020.

- Dudek NL, DeHaan MN, Marks MB (2003): Bone overgrowth in the adult traumatic amputee: *Am J Phys Med Rehabil* 82, 897–900
- EB (2016): Diabetisches Fußsyndrom: Zu viele Amputationen. *Dtsch Ärztebl* 113, 332
- Eneroth M, Persson BM (1992): Amputation for occlusive arterial disease: A prospective multicentre study of 177 amputees. *Int Orthop* 16, 383–387
- Fodor L, Sobec R, Sita-Alb L, Fodor M, Ciuce C (2012): Mangled lower extremity: can we trust the amputation scores? *Int J Burns Trauma* 2, 51–58
- Guo S, DiPietro LA (2010): Factors Affecting Wound Healing. *J Dent Res* 89, 219–229
- Gurney JK, Stanley J, York S, Rosenbaum D, Sarfati D (2018): Risk of lower limb amputation in a national prevalent cohort of patients with diabetes. *Diabetologia* 61, 626–635
- Kinner B, Tietz S, Müller F, Prantl L, Nerlich M, Roll C (2011): Outcome after complex trauma of the foot. *J Trauma Inj Infect Crit Care* 70, 159–168
- Kılıç B, Yücel AS, Yaman Ç, Hergüner G, Korkmaz M (2014): Methods of determining the amputation level of lower extremity. *Eur J Exp Biol* 4, 55–60
- Kostuik JP, Gillespie R (Hrsg.): *Amputationschirurgie und Rehabilitation*. Springer, Berlin, Heidelberg 1985
- Kröger K, Berg C, Santosa F, Malyar N, Reinecke H (2017): Lower limb amputation in germany. An analysis of data from the german federal statistical office between 2005 and 2014. *Dtsch Aerzteblatt* 114, 130–136
- Leaper DJ, Whitaker IS (Hrsg.): *Post-operative complications (Oxford specialist handbooks)*. Oxford University Press, Oxford; New York 2010
- Loja MN, Sammann A, DuBose J, Li C-S, Liu Y, Savage S, Scalea T, Holcomb JB, Rasmussen TE, Knudson MM (2017): The mangled extremity score and amputation: Time for a revision. *J Trauma Acute Care Surg* 82, 518–523
- Mayfield JA, Reiber GE, Nelson RG, Greene T (1996): A foot risk classification system to predict diabetic amputation in Pima Indians. *Diabetes Care* 19, 704–709
- McNamara M, Heckmann J, Corley F (1994): Severe open fractures of the lower extremity: a retrospective evaluation of the Mangled Extremity Severity Score (MESS). *J Orthop Trauma* 8, 81–87

- Mönninghoff S: Retrospektive Analyse der Patientenzufriedenheit im orthopädiotechnischen Versorgungsprozess nach Majoramputation im Bereich der unteren Extremität. Orthobionik BA Göttingen 2020.
- Moxey PW, Hofman D, Hinchliffe RJ, Poloniecki J, Loftus IM, Thompson MM, Holt PJ (2012): Delay Influences Outcome after Lower Limb Major Amputation. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 44, 485–490
- Nelson MT, Greenblatt DY, Soma G, Rajimanickam V, Greenberg CC, Kent KC (2012): Preoperative factors predict mortality after major lower-extremity amputation. *Surgery* 152, 685–696
- O'Brien PJ, Cox MW, Shortell CK, Scarborough JE (2013): Risk factors for early failure of surgical amputations: An analysis of 8,878 isolated lower extremity amputation procedures. *J Am Coll Surg* 216, 836–842
- Pernot H, de Witte L, Lindeman E, Cluitmans J (1997): Daily functioning of the lower extremity amputee: an overview of the literature. *Clin Rehabil* 11, 93–106
- Pernot HFM, Winnubst GMM, Cluitmans JJM, Witte LP de (2000): Amputees in Limburg: Incidence, morbidity and mortality, prosthetic supply, care utilisation and functional level after one year. *Prosthet Orthot Int* 24, 90–96
- Pohjolainen T, Alaranta H (1998): Ten-year survival of finnish lower limb amputees. *Prosthet Orthot Int* 22, 10–16
- Putz C, Alimusaj M, Heitzmann DWW, Götze M, Wolf SI, Block J (2018): Exo-Prothesenregister: Qualitätsmanagement nach Beinamputation. *Trauma Berufskrankh* 20, 145–150
- Rümenampf G (2003): Grenzzonenamputation bei Diabetikern - Offene Fragen und kritische Bewertung. *Zentralblatt Für Chir* 128, 726–733
- Sgarbi MWM, Gotfryd AO (2006): Amputation or reconstruction of a smashed end: use of the Mangled Extremity Syndrome Index - MESI. *Acta Ortopédica Bras* 14, 264–267
- Singh RK, Prasad G (2016): Long-term mortality after lower-limb amputation. *Prosthet Orthot Int* 40, 545–551
- Spoden M (2019): Amputationen der unteren Extremität in Deutschland – Regionale Analyse mit Krankenhausabrechnungsdaten von 2011 bis 2015. *Gesundheitswesen* 81, 422–430
- Stinus H, Schüling S, Geerken J (2008): Epidemiologische Daten zu Amputationen an der unteren Extremität. *Z Für Orthop Unfallchirurgie* 132, 239–243

- Stone PA, Flaherty SK, AbuRahma AF, Hass SM, Jackson JM, Hayes JD, Hofeldt MJ, Hager CS, Elmore MS (2006): Factors affecting perioperative mortality and wound-related complications following major lower extremity amputations. *Ann Vasc Surg* 20, 209–216
- Thorud JC, Plemmons B, Buckley CJ, Shibuya N, Jupiter DC (2016): Mortality After Non-traumatic Major Amputation Among Patients With Diabetes and Peripheral Vascular Disease: A Systematic Review. *J Foot Ankle Surg* 55, 591–599
- Tørring ML, Frydenberg M, Hansen RP, Olesen F, Vedsted P (2013): Evidence of increasing mortality with longer diagnostic intervals for five common cancers: A cohort study in primary care. *Eur J Cancer* 49, 2187–2198
- Trautner C, Haastert B, Mauckner P, Gatcke L-M, Giani G (2007): Reduced incidence of lower-limb amputations in the diabetic population of a german city, 1990-2005. *Diabetes Care* 30, 2633–2637
- Vogel TR, Petroski GF, Kruse RL (2014): Impact of amputation level and comorbidities on functional status of nursing home residents after lower extremity amputation. *J Vasc Surg* 59, 1323–1330
- Wanivenhaus F, Mauler F, Stelzer T, Tschopp A, Böni T, Berli MC (2016): Revision rate and risk factors after lower extremity amputation in diabetic or dysvascular patients. *Orthopedics* 39, 149–154
- Wood MR, Hunter GA, Millstein G (1987): The value of revision surgery after initial amputation of an upper or lower limb. *Prosthet Orthot Int* 11, 17–20
- Wozniak G (2010): Indikationen zur Amputation: Techniken und Ergebnisse. *Gefäßchirurgie* 15, 11–19
- Zwipp H, Rammelt S, Tscherne H: *Tscherne Unfallchirurgie Fuß* (Tscherne Unfallchirurgie 10). Springer, Berlin Heidelberg Dordrecht London New York 2014

## **Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. med. Gunther Felmerer für die Bereitstellung des Themas und die stets konstruktiv-kritische Betreuung. Außerdem möchte ich meiner Betreuerin Dr. med. Jennifer Ernst ausdrücklich danken, da sie jederzeit erreichbar war und an der Optimierung der Arbeit maßgeblich beteiligt war.

---

## Lebenslauf

Mein Name ist Ole Moritz Block, ich wurde am 15.05.1995 in Gehrden geboren. Nach Abschluss des Abiturs im Jahre 2013 (Johanneum Lüneburg) schloss ich im Winter 2013/14 den Rettungssanitäter Grundlehrgang an der Akademie für Notfallmedizin in Hamburg ab. Im Wintersemester 2014/15 begann ich das Studium der Humanmedizin an der Iuliu Hatieganu Universität in Cluj, Rumänien. Das Physikum (1. Staatsexamen) absolvierte ich im Sommer 2016. Anschließend wechselte ich zum Wintersemester 2016/17 den Studienort an die Georg-August-Universität Göttingen, wo ich im Oktober 2019 das schriftliche Staatsexamen und am 17. November 2020 den Dritten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung erfolgreich absolviert habe.

Das Promotionsvorhaben nahm ich im Wintersemester 2017/18 parallel zu meinem Studium auf.

Klinisch-praktische Erfahrung sammelte ich in Famulaturen in der Viszeralchirurgie (Klinikum Lüneburg), der Plastischen Chirurgie (Universitätsmedizin Göttingen) und Hals-Nasen-Ohrenheilkunde (Universitätsklinikum Göttingen). Außerdem nahm ich im März 2019 an dem „Face-Projekt“ in Gambia teil, bei dem Mund-Kiefer-Gesichtschirurgische Eingriffe von einem deutschen Ärzteteam durchgeführt wurden. Das erste Tertial des praktischen Jahres absolvierte ich in der chirurgischen Abteilung in Lachen SZ (Schweiz), das zweite Tertial in der Abteilung für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie am Universitätsklinikum Göttingen und das dritte Tertial in der internistischen Abteilung am Universitätsklinikum Göttingen.

Am 30.11.2020 habe ich die Approbation als Arzt erhalten.