

Universitätsklinikum Ulm

Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie

Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. Andreas Liebold

**Outcome peripherer Revaskularisationen bei  
dialysepflichtigen und nicht- dialysepflichtigen  
Patienten mit kritischer Extremitätenischämie**

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin  
der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm

Jana Petit  
Münster

2022

Amtierender Dekan: Prof. Dr. Thomas Wirth  
1. Berichterstatter: Prof. Dr. Bernd Mühling  
2. Berichterstatter: PD Dr. Andrea Formentini  
Tag der Promotion: 22. April 2022

Meinen Eltern in Liebe und Dankbarkeit

**Inhaltsverzeichnis**

<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Einführung .....	1
1.2 Prognose und Therapie .....	2
1.3 Komorbidität Niereninsuffizienz .....	3
1.4 Zielsetzung der Studie .....	5
<b>2 Material und Methoden .....</b>	<b>6</b>
2.1 Studienkollektiv.....	6
2.2 Patientendaten .....	7
2.3 Fallbezogene Daten .....	7
2.4 Statistisches Vorgehen .....	8
<b>3 Ergebnisse.....</b>	<b>9</b>
3.1 Demographische Daten.....	9
3.2 Kardiovaskuläre Risikofaktoren .....	9
3.3 Follow-up .....	10
3.4 Fallbezogene Daten .....	11
3.4.1 Outcomes im Gesamtkollektiv.....	11
3.4.2 Zusammenhänge zwischen Dialyse und Outcomes .....	11
<b>4 Diskussion.....</b>	<b>15</b>
4.1 Demographische Daten.....	15
4.2 Kardiovaskuläre Risikofaktoren .....	17
4.3 Überleben.....	19
4.3.1 Amputationsfreies Überleben.....	22
4.3.2 Majoramputation .....	24
4.3.3 Minoramputation .....	26
4.3.4 Reinterventionen.....	26
4.3.5 Komplikationen .....	28
4.4 Schlussfolgerung .....	29
<b>5 Zusammenfassung .....</b>	<b>31</b>

---

<b>6 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>33</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>41</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>42</b>
<b>Danksagung.....</b>	<b>46</b>
<b>Lebenslauf .....</b>	<b>47</b>

**Abkürzungsverzeichnis**

aHT	arterielle Hypertonie
Art.	Arteria
AFC	Arteria femoralis communis
AFS	Arteria femoralis superficialis
AIC	Arteria iliaca communis
BMI	Body Mass Index
bzw.	beziehungsweise
CI	Claudicatio intermittens
CKD	Chronic Kidney Disease
CLI	Critical limb ischemia
CNI	chronische Niereninsuffizienz
d.h.	das heißt
D.m.	Diabetes mellitus
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
ESRD	end stage renal disease
EVT	endovaskuläre Therapie
fem-cru	femoro-cural
fem-popl.	femoro-popliteal
FU	Follow-up
GFR	glomeruläre Filtrationsrate
HR	Hazard Ratio
HLP	Hyperlipidämie
JÜR	Jahres- Überlebensrate
KÖ	Körperoberfläche
LAE	Lungenarterienembolie
li	links
m	männlich
MA	Majoramputation
Min	Minute
ml	Milliliter
Nr.	Nummer
OR	Odds Ratio

---

OS	Oberschenkel
OSR	open surgical revascularization
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
periop.	perioperativ
PTA	perkutane transluminale Angioplastie
re	rechts
Reintervent.	Reintervention
TASC	Transatlantic Inter-Society Consensus
TEA	Thrombendarteriektomie
US	Unterschenkel
verst.	verstorben
vs.	versus
w	weiblich

## 1 Einleitung

### 1.1 Einführung

Die periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK) ist eine Entität, deren Inzidenz mit dem Alter zunimmt. Sowohl weltweit als auch deutschlandweit steigt die Prävalenz [34]. Sie liegt bei 3-10% in der Gesamtbevölkerung und steigt ab einem Lebensalter von 70 Jahren auf 15 - 20% an [17]. Circa 5% der Bevölkerung leidet unter einer Claudicatio intermittens und ist somit symptomatisch.

Die Genese der arteriellen Verschlusskrankheit ist mit 95% die Arteriosklerose. Hauptrisikofaktoren hierfür sind Nikotinabusus, Diabetes mellitus, arterielle Hypertonie und Dyslipidämie. Lediglich 5% der arteriellen Verschlusskrankheiten gehen auf seltene Ursachen wie Vaskulitiden, Embolien, Gefäßverletzungen oder thrombosierende Aneurysmen zurück.

Die Klassifikation wird nach Fontaine - Ratschow oder Rutherford vorgenommen. Nach Fontaine folgt dem asymptomatischen Stadium I der hypoxiebedingte Belastungsschmerz (Claudicatio intermittens) im Stadium II. In den Stadien III und IV, gekennzeichnet durch ischämischen Ruheschmerz bzw. trophische Störung, liegt per Definition eine kritische Extremitätenischämie (CLI, critical limb ischemia) vor.

*Tabelle 1: Stadieneinteilung der pAVK nach Fontaine und Rutherford [22]*

Fontaine		Rutherford		
Stadium	Klinik	Grad	Kategorie	Klinik
I	asymptomatisch	0	0	asymptomatisch
IIa	Gehstrecke > 200 m	I	1	leichte Claudicatio intermittens
IIb	Gehstrecke < 200 m	I	2	mäßige Claudicatio intermittens
			3	schwere Claudicatio intermittens
III	ischämischer Ruheschmerz	II	4	ischämischer Ruheschmerz
IV	Ulzeration oder Gangrän	III	5	kleinflächiger Gewebedefekt
			6	großflächiger Gewebedefekt



## 1.2 Prognose und Therapie

Die Lebensqualität und die Leistungsfähigkeit eines Patienten mit pAVK sinken mit Fortschreiten der Erkrankung deutlich. In fortgeschrittenen Stadien ist nicht selten eine Amputation der betroffenen Gliedmaße unumgänglich. Bereits im asymptomatischen Stadium unterliegen die Patienten einer erhöhten kardiovaskulären Mortalität [10]. Bei symptomatischen Patienten steigt das Mortalitätsrisiko korrelierend mit dem Schweregrad der pAVK infolge kardiovaskulärer Komorbiditäten an. Insbesondere das bei > 60% der Patienten mit symptomatischer pAVK simultane Vorliegen einer koronaren Herzkrankheit [9] sowie extrakranielle Stenosen sind für eine Reduktion der Lebenserwartung um 10 Jahre verantwortlich [11]. Das Stadium der kritischen Extremitätenischämie geht neben einer erhöhten Mortalität zudem mit erniedrigtem amputationsfreiem Überleben einher. Bei ausbleibender Intervention liegt die 1- Jahres-Mortalität bei 25%, während bei 30% der Patienten eine Amputation vorgenommen werden muss [41]. Die Amputation ist ebenfalls mit einer hohen Sterblichkeit assoziiert [14].

Die Therapie verfolgt mit einer Verlängerung der schmerzfreien Gehstrecke das Ziel einer Verbesserung der Lebensqualität. Darüber hinaus wird eine Hemmung der Progression der Arteriosklerose angestrebt. Im Falle der kritischen Extremitätenischämie (Stadium III und IV nach Fontaine) stehen ferner eine Steigerung des Überlebens sowie der Beinerhaltungsrate und die Ulcusheilung im Vordergrund [32].

Die therapeutischen Maßnahmen erfolgen stadiengerecht konservativ, interventionell oder operativ. Basistherapeutisch ist in allen Stadien eine suffiziente Einstellung der kardiovaskulären Risikofaktoren essentiell. Diese besteht in Nikotinverzicht, Blutzuckeroptimierung, Erreichen einer Normotonie und Senkung des LDL- Cholesterins. Gehtraining zur Unterstützung der Ausbildung von Kollateralen ist im Stadium I und II Goldstandard. Medikamentös kommen neben den Statinen Thrombozytenaggregationshemmer im asymptomatischen Stadium I, spätestens ab dem Stadium der Claudicatio intermittens, zum Einsatz.

Vornehmlich der kritischen Extremitätenischämie ist die Revaskularisation vorbehalten. Im Stadium der Claudicatio intermittens mit Ruheschmerz und eingeschränkter Lebensqualität oder frustraner konservativer Therapie kann individuell eine Intervention diskutiert werden.

Die Revaskularisation kann endovaskulär oder operativ erfolgen. Die jeweilige Vorgehensweise ist „abhängig von Lokalisation, Länge und Komplexität des verschlossenen Gefäßabschnittes“ [32]. Essentiell ist eine interdisziplinäre Entscheidungsfindung, welche Risiko und Nutzen des Eingriffs abwägt und die Komorbiditäten des Patienten berücksichtigt.

Der Standard im Falle kurzstreckiger Stenosen ist die perkutane transluminale Angioplastie, bei der eine Ballondilatation des verengten Gefäßabschnittes mit oder ohne Stenteinlage durchgeführt wird. Die endovaskuläre Therapie (EVT) wird auch vorgezogen, wenn Risiken vorliegen, welche die Morbidität und Mortalität einer offenen chirurgischen Behandlung signifikant erhöhen.

Das operative Vorgehen (open surgical revascularization OSR) umfasst in erster Linie die Thrombendarteriektomie, wenn es sich um Stenosen der Art. iliaca oder der Art. femoralis profunda handelt. Eine Bypassoperation findet Anwendung zur Überbrückung von längeren oder diffus stenosierte Gefäßabschnitten mittels autologer Vene oder körperfremdem Material.

Generell sollte gemäß der Therapieempfehlungen aus der S3 Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie unter Berücksichtigung der Kontraindikationen die interventionelle Therapie möglichst präferiert werden, sofern die Erfolgsaussichten mit einer operativen Therapie vergleichbar sind [32]. Die Amputation stellt die letztmögliche Therapie bei Vorliegen eines Gangräs und frustranen Rekanalisationsversuchen dar.

### **1.3 Komorbidität Niereninsuffizienz**

Wie auch die arterielle Verschlusskrankheit nimmt die Prävalenz der Niereninsuffizienz seit Jahren zu. Der Anteil an Medicare- versorgten Patienten > 65 Jahren mit Niereninsuffizienz in den USA stieg von unter 3% im Jahre 2006 auf 14,5% im Jahre 2017 [54]. In den letzten 30 Jahren wurde eine Zunahme dialysepflichtiger Patienten um 600% in den USA verzeichnet [53]. Die chronische Niereninsuffizienz (CKD) ist mit einem erhöhten Risiko kardiovaskulärer Morbidität und Mortalität verbunden [35].

Eine reduzierte glomeruläre Filtrationsrate begünstigt das Entstehen atherosklerotischer Veränderungen [31]. Sie ist als ein unabhängiger Risikofaktor bei der Ge-

nese der pAVK anerkannt [43]. Hierbei korreliert das Risiko einer pAVK negativ mit der glomerulären Filtrationsrate. Dialysepflichtige Patienten haben nach der ARIC-Studie ein relatives Risiko von 1,6 für die Entwicklung von pAVK gegenüber Nierengesunden [61]. Die Patienten entwickeln zudem häufiger eine chronische kritische Extremitätenischämie [38]. Nach therapeutischer Intervention sind die Ergebnisse niereninsuffizienter Patienten signifikant schlechter als bei Nierengesunden [15]. Insbesondere in Bezug auf das amputationsfreie Überleben schneiden Patienten mit einer GFR unter 60 ml/h schlechter ab [48]. Die Herausforderung in der Behandlung von Patienten mit CLI und ESRD besteht darin, die adäquate Therapie in Abhängigkeit individueller Faktoren abzuwägen.

Plädierten einige Autoren in den 1990er Jahren noch für primäre Amputationen für dialysepflichtige Patienten mit kritischer Extremitätenischämie [13], so ist dieser Therapieansatz mittlerweile überholt. Verglichen mit konservativem Therapieregime geht eine Revaskularisierung der betroffenen Extremität mit höherem Überleben einher [47]. Primäre Amputationen sollten heutzutage lediglich Patienten mit schwerem Gewebsverlust, welcher tiefliegende Strukturen offenlegt, vorbehalten bleiben.

Die Diskussion, ob eine endovaskuläre oder eine offen chirurgische Herangehensweise für diese Hochrisikopatienten präferiert werden sollte, ist kontrovers. Die perioperative Mortalitätsrate chirurgisch geführter Patienten liegt bei 5-10% und die 5-Jahres Überlebensrate unter 30% [25]. Endovaskuläre Verfahren erfahren stets technische Verbesserungen und ihre Anwendung erscheint wegen niedrigerer perioperativer Morbidität und Mortalität für multimorbide Patienten adäquat [45]. Perioperativ ist die Mortalitätsrate mit 6-9% niedriger als nach OSR [39]. Die Therapieergebnisse der EVT waren bezüglich des Extremitätenerhalts in vielen Studien der chirurgischen Behandlung lange Zeit unterlegen. Für eine höhere Offenheitsrate nach Bypass-Operation zahlten die Patienten den Preis einer höheren Mortalität verglichen mit EVT. In den letzten Jahren demonstrierten mehrere Publikationen ähnliche Outcomes für Überleben und Extremitätenerhalt für beide Herangehensweisen [23] [4] [25] und somit eine nicht-Überlegenheit für eines der Verfahren. Nach wie vor werden Arbeiten veröffentlicht, deren Outcomes respektive der Therapieverfahren hiervon abweichen. Einige Autoren sind der Auffassung, die offen chirurgische Behandlung sei für die ESRD-Patienten möglicherweise geeigneter, wenn das Operationsrisiko akzeptabel ist [21]. Eine Studie aus dem Jahr 2014 sieht die

EVT im Hinblick auf den Extremitätenerhalt im Vorteil [4]. In Anbetracht des limitierten Gesamtüberlebens von Dialysepatienten mit CLI wird die EVT dennoch zunehmend häufiger angewandt.

#### **1.4 Zielsetzung der Studie**

Ziel dieser Studie war, die Outcomes peripherer Revaskularisationen bei dialysepflichtigen und nicht dialysepflichtigen Patienten herauszuarbeiten und sie mit den Ergebnissen vorliegender Studien zu vergleichen. Bedeutsam war im Zuge des Vergleichs insbesondere die Eigenschaft als Real-Life-Studie: Die Stichprobe in unserer Erhebung ist repräsentativ, da die Daten keinem Selektionsbias unterliegen.

## 2 Material und Methoden

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Analyse von Daten über eine Abfrage der hauseigenen EDV des Sana Klinikum Biberach. Insgesamt ergaben sich 53 Fälle kritischer Extremitätenischämien, welche im Zeitraum von 2014 bis 2016 in der Abteilung für Gefäßchirurgie im Sana Klinikum Biberach behandelt wurden und den Einschlusskriterien entsprachen.

Verwendet wurden sämtliche in der digitalen Patientenakte verfügbaren Daten wie Arztbriefe, Verlegungsberichte, Laborparameter, Operationsberichte und radiologische Befunde.

Ziel dieser Arbeit war es, die Behandlungsergebnisse in den jeweiligen Gruppen nachzuvollziehen und Unterschiede in Bezug auf das Outcome herauszuarbeiten. Als Outcome wurden das Gesamtüberleben, das amputationsfreie Überleben, die Amputationsrate mit Major- oder Minoramputation, Reinterventionen und perioperative Komplikationen definiert.

Die retrospektive Datenanalyse wurde von der Ethikkommission des Universitätsklinikums Ulm genehmigt.

### 2.1 Studienkollektiv

Eingeschlossen wurden Patienten mit kritischer Extremitätenischämie, korrelierend mit einem Stadium III oder IV nach Fontaine. Viermalig wurde auch ein „schlechtes“ Stadium IIb mit intermittierendem Ruheschmerz integriert, da diese Patienten ebenfalls das wichtige Kriterium der Dialysepflicht erfüllten.

Es wurden nur Patienten eingeschlossen, die an der betroffenen Extremität noch keinen Eingriff hatten durchführen lassen, um einen möglichen Einfluss vorheriger Revaskularisationen auf die Ergebnisse der Studie zu vermeiden.

Bei der Datenakquise wurden die Patienten mit kritischer Extremitätenischämie in zwei Gruppen unterteilt - eine Gruppe mit dialysepflichtigen Patienten und eine Gruppe mit nierengesunden Patienten zum Zeitpunkt des Eingriffs. Als nierengesund wurde eine glomeruläre Filtrationsrate (GFR) von  $> 60$  ml/min festgelegt.

Die Daten für die beiden Gruppen wurden in einer Excel Tabelle dokumentiert (siehe Anhang 1).

## **2.2 Patientendaten**

Es wurden neben dem Alter und dem Geschlecht der Patienten das Stadium der pAVK, die Art der Intervention, Amputationen, Reinterventionen und Komplikationen sowie gegebenenfalls die Todesursache erfasst. Zudem wurden die kardiovaskulären Risikofaktoren arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus, Dyslipidämie, Adipositas und Nikotinabusus aufgenommen.

Aus der Gruppe der Patienten mit terminaler Niereninsuffizienz wurde zusätzlich der Zeitpunkt des Dialysebeginns festgehalten.

## **2.3 Fallbezogene Daten**

### **Komplikationen**

Wurden definiert als Komplikationen durch die vorliegende kritische Extremitätenischämie oder als Auswirkung des benötigten Eingriffs im Sinne einer periinterventionellen Komplikation.

### **Follow -up**

Das Follow-up berücksichtigt den Zeitraum der Nachbeobachtung ab dem stattgefundenen Eingriff bis zu den letzten verfügbaren Daten im Rahmen einer ambulanten Nachsorgeuntersuchung oder stationären Behandlungen im Sana Klinikum Biberach.

### **Amputationen**

Eine Minoramputation entspricht einer Amputation im Zehen- oder Vorfussbereich.

Eine Majoramputation entspricht einer Amputation ab Knöchelhöhe.

## 2.4 Statistisches Vorgehen

Binäre Daten wie die kardiovaskulären Risikofaktoren und das Geschlecht wurden als absolute und relative Häufigkeiten dargestellt. Die Signifikanztestung bezüglich des Vorkommens der kardiovaskulären Risikofaktoren zwischen den beiden Gruppen wurde mit einem Chi<sup>2</sup>-Unabhängigkeitstest vorgenommen. Dieser Test ist geeignet, da der Zusammenhang zwischen zwei binär skalierten Daten (Gruppe und Risikofaktor) untersucht wird.

Metrische Daten wie Alter und Follow -up wurden als Mittelwert und Median angegeben. Sie wurden für die Signifikanztestung einem Mann-Whitney - U- Test unterzogen. Dieser Test ist geeignet, da der Zusammenhang zwischen einer binären Variable (Gruppe) und einer metrischen Variable (Alter/Follow-up) betrachtet wird.

Mittels eines Balkendiagrammes sowie der Kaplan-Meier Methode wurden die Gesamtüberlebensrate und die Überlebenszeit in den beiden Gruppen- Dialysepatienten und Nierengesunde- aufgeführt. Bei der Kaplan-Meier Methode wird die Wahrscheinlichkeit abgeschätzt, dass bei einem Patienten ein bestimmtes Ereignis innerhalb eines Zeitintervalls nicht eintritt.

Eine statistische Beratung hat stattgefunden durch Jakob Smigierski, M.Sc. Statistik, Stuttgart.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Demographische Daten

Der Datensatz beinhaltet n = 53 Patienten. Hiervon sind 24 (45,3%) Dialysepatienten und 29 (54,7%) Nierengesunde. Die Stichprobe besteht mit einer nahezu ausgeglichenen Geschlechterverteilung aus 26 (49,1%) Männern und 27 (50,9%) Frauen. Das Alter der untersuchten Patienten liegt im Durchschnitt bei 74,3 Jahren (Median=78,0), wobei der jüngste Patient 44 Jahre und der älteste Patient 92 Jahre alt war.

#### 3.2 Kardiovaskuläre Risikofaktoren

Die absoluten und relativen Häufigkeiten der kardiovaskulären Risikofaktoren sind in folgender Tabelle dargestellt. Der häufigste Risikofaktor ist die arterielle Hypertonie. Über die Hälfte der Patienten hat einen Diabetes mellitus. Ungefähr ein Fünftel der Patienten beider Gruppen konsumiert Nikotin oder leidet an Hyperlipidämie bzw. Adipositas.

*Tabelle 2: Kardiovaskuläre Risikofaktoren der Patienten, die mit kritischer Extremitätenischämie im Sana Klinikum Biberach 2014-2016 behandelt wurden*

Risikofaktor	Nein	Ja
Diabetes mellitus	20 (37,3%)	33 (62,3%)
Arterielle Hypertonie	5 (9,4%)	48 (90,6%)
Nikotin	45 (84,9%)	8 (15,1%)
Hyperlipidämie	41 (77,4%)	12 (22,6%)
Adipositas	43 (81,1%)	10 (18,9%)

Im Gruppenvergleich zeigt sich nach der Signifikanztestung ein p-Wert größer 0,05. Das bedeutet, dass sich die Risikofaktoren zwischen der Dialysegruppe (HD Hämodialyse) und den Nierengesunden nicht signifikant unterscheiden (Tab. 3).



**Tabelle 3:** Anzahl der kardiovaskulären Risikofaktoren und des Alters für die Gruppen Dialysepatienten und Nierengesunde unter den Patienten, die mit kritischer Extremitätenischämie im Sana Klinikum Biberach 2014-2016 behandelt wurden

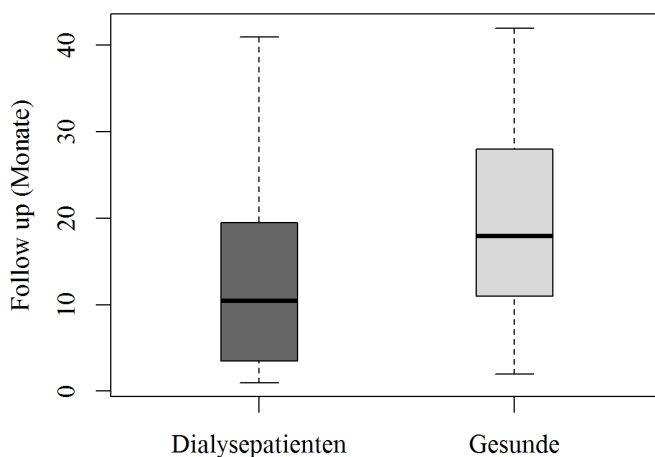
Risikofaktor	Dialyse	Gesund	P
Diabetes mellitus	16 (66,7%)	17 (58,6%)	0,751
Arterielle Hypertonie	22 (91,7%)	26 (89,7%)	1,000
Nikotin	3 (12,5%)	5 (17,2%)	0,925
Hyperlipidämie	6 (25,0%)	6 (20,7%)	1,000
Adipositas	5 (20,8%)	5 (17,2%)	1,000
Alter (median)	73,4 (75,0)	75.1 (79,0)	0,526

Die Prävalenz von Diabetes mellitus, arterieller Hypertonie, Hyperlipidämie und Adipositas ist in der Dialysegruppe etwas höher als in der Vergleichsgruppe. Nikotina-busus tritt dagegen in der Gruppe der Nierengesunden etwas häufiger auf.

### 3.3 Follow-up

Im Mittel (Median) beträgt das Follow- up 10,5 Monate (13,0) in der Dialysegruppe und 18 Monate (18,6) bei den Nierengesunden.

Für das Follow-up (FU) liegt der p-Wert unter 0,05, d.h. hier besteht zwischen den Gruppen ein signifikanter Unterschied. Anhand der Mittelwerte und Mediane ist erkennbar, dass die Dauer des FU in der Gruppe der Gesunden signifikant höher ist als in der Gruppe der Dialysepatienten.



**Abbildung 1:** Unterschied im Follow-up der Patienten des Sana Klinikum Biberach 2014-2016 nach Rekanalisation bei kritischer Extremitätenischämie

### 3.4 Fallbezogene Daten

#### 3.4.1 Outcomes im Gesamtkollektiv

Als Behandlungsergebnisse wurden Überleben, amputationsfreies Überleben, Majoramputation, Minoramputation, Reintervention und Komplikationen untersucht. Tabelle 3 zeigt die absoluten und relativen Häufigkeiten der Outcomes für das Gesamtkollektiv. Es zeigt sich, dass mit 42 von 53 Patienten die Mehrheit der Patienten überlebt hat. Etwas über die Hälfte hat amputationsfrei überlebt. Die Minoramputation wurde etwas häufiger vollzogen als die Majoramputation. Circa ein Viertel der Probanden erhielt eine Reintervention, während bei etwa einem Fünftel perioperative Komplikationen vorkamen.

*Tabelle 4: Outcomes der Patienten mit kritischer Extremitätenischämie des Sana Klinikum Biberach 2014-2016 nach Rekanalisation.*

Outcome	Nein	Ja
Überlebt	11 (20,8%)	42 (79,2%)
Amputationsfrei überlebt	23 (43,4%)	30 (56,6%)
Amputation minor	44 (83,0%)	9 (17,0%)
Amputation major	47 (88,7%)	6 (11,3%)
Reintervention	39 (73,6%)	14 (26,4%)
Komplikation	44 (83,0%)	9 (17,0%)

Zu den Komplikationen zählten ein Hämatom, Nachblutungen in zwei Fällen, ein Bypassinfekt und eine Dissektion der Arteria femoralis communis. Zudem trat nach PTA ein Frühverschluss auf. In zwei weiteren Fällen kam es zu Wundheilungsstörungen.

#### 3.4.2 Zusammenhänge zwischen Dialyse und Outcomes

Im Vergleich der Gruppen miteinander zeigt sich, dass die Gesamtüberlebensrate in der Gruppe der Nierengesunden mit 89,7 % deutlich höher ist als in der Dialysegruppe (66,7%). Amputationsfrei haben ebenfalls mehr Nierengesunde als Dialysepatienten überlebt. Hinsichtlich der Minoramputation gibt es keinen Unterschied zu verzeichnen; Majoramputationen kommen etwas häufiger in der Dialysegruppe vor.

Reinterventionen werden etwas häufiger bei den Dialysepatienten durchgeführt. Die Komplikationsrate ist in beiden Gruppen gleich hoch.

*Tabelle 5: Outcomes der Patienten mit kritischer Extremitätenischämie, die 2014-2016 im Sana Klinikum Biberach rekanalisiert wurden. Gegenüberstellung Dialysepatienten und Nierengesunde.*

Outcome	Dialyse	Gesund	p
Überlebt	16 (66,7%)	26 (89,7%)	0,087
Amputationsfrei überlebt	11 (45,8%)	19 (65,5%)	0,246
Amputation minor	4 (16,7%)	6 (17,2%)	1,000
Amputation major	4 (16,7%)	2 (6,9%)	0,495
Reintervention	7 (29,2%)	7 (24,1%)	0,920
Komplikation	4 (16,7%)	5 (17,2%)	1,000

Der p-Wert des Signifikanztests für jedes Outcome liegt jeweils über 0,05. Somit zeigt keines der untersuchten Outcomes einen signifikanten Unterschied zwischen Dialysepatienten und nierengesunden Personen. Mit einem p-Wert von  $p = 0,087$  kommt der Zusammenhang zwischen Gruppe und Gesamtüberleben der Signifikanz am nächsten.

Die folgende Graphik stellt die Kaplan-Meier-Überlebenskurve getrennt für die beiden Gruppe dar. Auf der x-Achse ist die Überlebenszeit aufgetragen, auf der y-Achse der Anteil der Überlebenden.

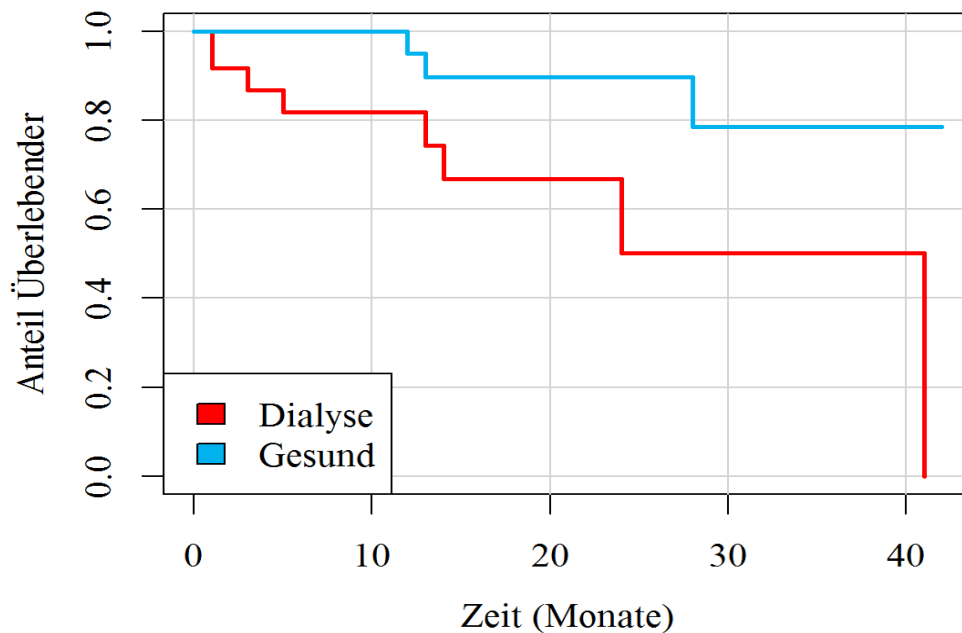


Abbildung 2: Kaplan- Meier Überlebensanalyse zur Überlebenszeit der Patienten mit kritischer Extremitätenischämie, welche im Zeitraum von 2014 – 2016 im Sana Klinikum Biberach eine Rekanalisation erfahren haben. Unterteilung in Nierengesunde ( $n = 29$ ) und in Dialysepatienten ( $n = 24$ ).

In der Graphik ist zu sehen, dass die Kurve der Nierengesunden durchgehend höher verläuft als die Kurve der Dialysepatienten. Die Nierengesunden überlebten länger als die Dialysepatienten.

Nach Prüfung der Signifikanz mittels Log-Rank- Test ergibt sich ein p-Wert von  $p = 0,02$  für die Überlebenskurven. Somit ist der Unterschied in der Überlebenszeit zwischen den beiden Gruppen hier signifikant. Es zeigt sich eine 1- Jahres-Überlebensrate (JÜR) von 95% für die Gruppe der Nierengesunden, während die 1- JÜR der Dialysepatienten bei 82% liegt. Die 2 JÜR beträgt jeweils 90 % und 50 %.

Die Verteilung des amputationsfreien Überlebens ist in dem folgendem Balkendiagramm (Abb. 3) und die amputationsfreie Überlebenszeit in einer Kaplan- Meier – Kurve (Abb. 4) getrennt für beide Gruppen dargestellt. Das amputationsfreie Überleben wurde für eine graphische Darstellung ausgewählt, da hier der p-Wert am ehesten auf signifikante Unterschiede hindeutet. In der Gruppe der Gesunden hat die Mehrheit der Patienten amputationsfrei überlebt. Mehr als die Hälfte der Dialysepatienten hat nicht amputationsfrei überlebt.

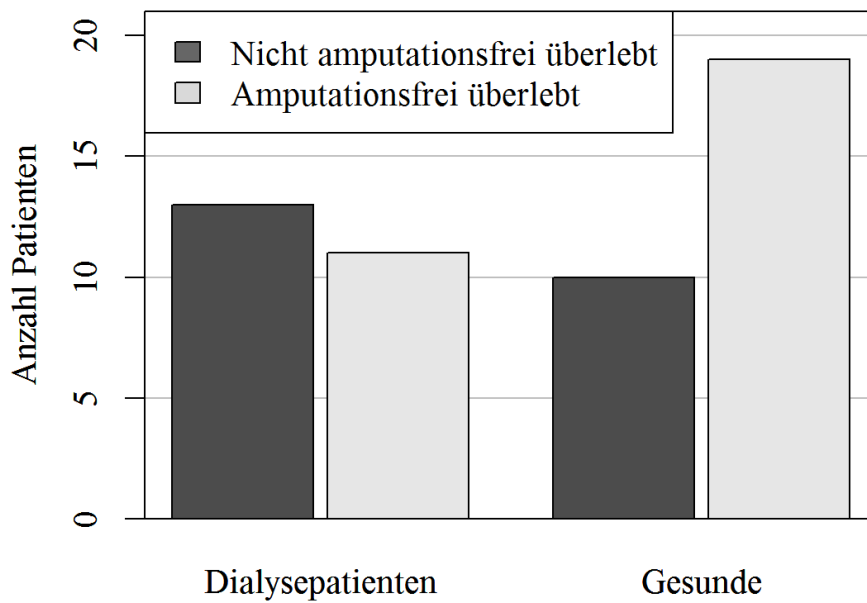


Abbildung 3: Übersicht des amputationsfreien Gesamtüberlebens der Patienten mit kritischer Extremitätenischämie des Sana Klinikum Biberach 2014-2016. 65% der Nierengesunden hat amputationsfrei überlebt, unter den Dialysepatienten haben 45% amputationsfrei überlebt.  $p = 0,25$ .

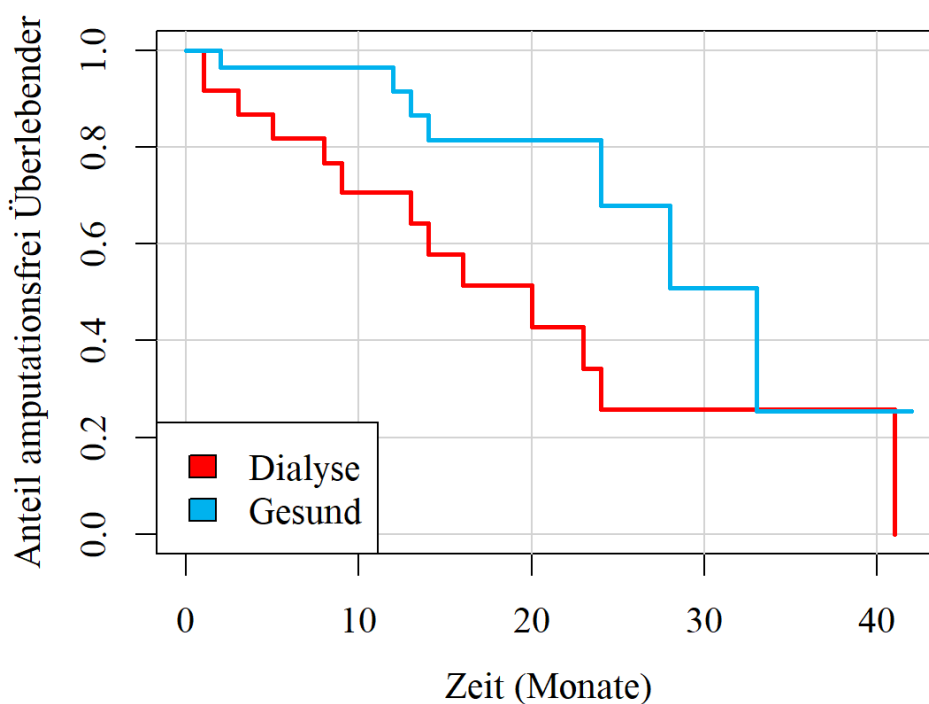


Abbildung 4: Kaplan- Meier- Kurve zum amputationsfreien Überleben getrennt für Nierengesunde und für Dialysepatienten mit kritischer Extremitätenischämie des Sana Klinikum Biberach 2014-2016.

## 4 Diskussion

Die Prävalenz einer pAVK in der Population dialysepflichtiger Patienten ist mit 25% - 46% mehr als doppelt so hoch wie in der Allgemeinbevölkerung [49]. Für eine Revaskularisation vorgesehene dialysepflichtige Patienten mit pAVK im Stadium der kritischen Extremitätenischämie stellen eine Hochrisikogruppe dar. Sowohl die Mortalität als auch die Amputationsrate sind bei diesen Patienten im Vergleich zu Nierengesunden erhöht. Hierbei ist die Nierenfunktion ein unabhängiger Prädiktor für schlechtes Langzeitüberleben [18]. Hinsichtlich der optimalen Revaskularisierungsstrategie herrscht angesichts perioperativer und periinterventioneller Risiken ein fehlender Konsens.

Wir führten eine Real-Life-Studie durch, um die Ergebnisse der angewandten Therapieverfahren für diese Hochrisikopatienten zu analysieren. Zu diesem Zweck wurden die Ergebnisse einer Vergleichsgruppe ohne Nierenerkrankung gegenübergestellt.

Von Interesse war angesichts der Kontroversen über die adäquate Versorgung der Patienten auch, welches Verfahren bevorzugt eingesetzt wurde. Die Diskussion der Behandlungsergebnisse im Vergleich beider Gruppen berücksichtigt Revaskularisationen, welche in den Jahren 2014 bis 2016 im gefäßchirurgischen Zentrum des Sana Klinikums Biberach vorgenommen wurden.

### 4.1 Demographische Daten

Mit einer Gesamtstichprobe von  $n = 53$  Patienten umfasst die vorliegende Studie eine kleine Kohorte. Es gibt nur wenige monozentrisch angelegte Studien, in deren Rahmen ESRD- Patienten mit nicht-ESRD- Patienten verglichen wurden. Kumada et al. schlossen 205 Patienten nach endovaskulärer Behandlung ein. Die Outcomes von ESRD und nicht-ESRD- Patienten nach Bypasschirurgie analysierten Yamamoto et al. mit einem Kollektiv von jeweils 46 bzw. 78 Patienten. In weiteren Arbeiten wurden Registerdaten ausgewertet, die deutlich höhere Datensätze umfassten.

Die mediane Altersverteilung von 78 Jahren spiegelt die Altersstruktur des Patientenguts heutzutage wider, liegt jedoch etwas höher als in anderen Arbeiten. So lag das mediane Alter in vorangegangenen Studien bei 67 (Rao et al. 2017), 71 (Lüders

et al. 2016) oder 73 Jahren (Meyer et al. 2016; Sigl et al. 2020) [52] [33] [37] [56]. Folglich waren die Patienten in der vorliegenden Studie vergleichsweise älter. Möglicherweise ist dies ein Faktor, welcher Einfluss auf die Outcomes genommen haben könnte. Es ist belegt, dass höheres Alter ein unabhängiger Risikofaktor für Mortalität nach Revaskularisation bei CLI- Patienten mit ESRD ist [30] [16] [51] [28].

Die Hazard Ratio (HR) für Mortalität ab einem Alter über 80 Jahren lag bei Fallon et al. bei 1,9 [16]. Biancari et al. errechneten eine Odds Ratio (OR) von 4,9 für Alter > 75 Jahren. Dies war in deren Beitrag der einzige unabhängige Risikofaktor nach Revaskularisation für eine erhöhte 1-Jahres-Mortalität unter CLI Patienten mit ESRD [5].

Die Verschiebung der Altersgrenzen im Hinblick auf Revaskularisationen bei Hämodialysepatienten mit kritischer Extremitätenischämie (CLI) im Laufe der letzten 30 Jahre wird hier deutlich. In einer Metaanalyse aus dem Jahre 2001, welche 16 Studien aus den Jahren 1987 bis 2000 analysierte, reichte die Altersspanne der ESRD-Patienten, welche aufgrund einer CLI eine Rekanalisation erfahren hatten, von 45 bis 67 Jahren (Median 58,5 Jahre) [1]. In unserer Arbeit lag die Altersspanne mit 44 bis 92 Jahren deutlich darüber. Zwischenzeitlich hat sowohl die Dauer der Dialyse bezogen auf das Alter zugenommen als auch eine qualitative Verbesserung der Nierenersatztherapie stattgefunden. Lag der Anteil der > 80-jährigen Dialysepatienten im Jahre 1996 noch bei 7%, so stieg er bis zum Jahre 2000 auf 10% an. Die Qualitätssicherung Dialyse in Deutschland bescheinigte in ihrer 10 Jahres-Bilanz von 1997 verbesserte Parameter wie Dialysedauer, -frequenz und  $wKt/V$  [8]. Trotz medizinischer Fortschritte bleibt das Outcome bei ESRD- Patienten mit CLI limitiert. Es ist wahrscheinlich, dass das zunehmend höhere Alter bei diesen Patienten Einfluss auf die Mortalität und das AFS hat [28].

Der Frauenanteil ist in der Studie mit 51% minimal höher als der Anteil der männlichen Patienten (49%). In der Literatur variieren die Angaben zur Geschlechterverteilung unter pAVK Patienten. Während unter jüngeren Patienten Männer oft als häufiger betroffen gelten als Frauen, so scheint sich dieses Verhältnis in höherem Alter anzugleichen [41]. Ab einem Alter von 60 Jahren ist der Unterschied in der Geschlechterverteilung unter pAVK- Patienten nicht mehr signifikant [12].

Im Vergleich mit anderen Arbeiten fällt auf, dass bei diesen der Anteil der Männer zwischen 51% (Jaar et al. 2004, 13142 Probanden) und 69% (Ito et al. 2018, 254

Probanden) liegt. In diesen Fällen lagen jeweils hohe Fallzahlen zugrunde. Der im Vergleich zu anderen Studien höhere Frauenanteil in unserer Arbeit lässt sich auf die niedrige Fallzahl zurückzuführen.

Männliches Geschlecht wird von einigen Autoren mit einem schlechteren Outcome assoziiert. In einem Übersichtsartikel von Okamoto et al. wird die OR für Amputation unter Dialysepatienten für Männer mit 1,5 beziffert [45]. Koch et al. zeigten, dass dialysierte Patienten mit CLI männlichen Geschlechts ein höheres Mortalitätsrisiko hatten als Frauen [28]. Die HR für die Mortalität unter männlichen Patienten im Vergleich zu Frauen lag bei Jaar et al. bei 1,1. Darüber hinaus war das Amputationsrisiko nach stattgehabter Revaskularisation unter den männlichen Patienten erhöht [24]. Interessanterweise hatte das Geschlecht in der Untersuchung von Meyer et al. keinen relevanten Einfluss auf in-hospital Outcomes wie Überleben, Amputation und Reintervention [37].

In unserer Studie lag kein Unterschied in der Anzahl der Todesfälle unter den Geschlechtern in der HD-Gruppe vor. Amputationen kamen bei Männern häufiger vor. In beiden Gruppen gab es jeweils zwei Majoramputationen und 3 Minoramputationen bei männlichen Patienten.

Frauen wurden in der HD-Gruppe nur zweimal major- und einmal minoramputiert.

## 4.2 Kardiovaskuläre Risikofaktoren

Die Gefäßrisikofaktoren spielen eine bedeutende Rolle sowohl bei der Genese der pAVK als auch bei der Niereninsuffizienz. Demzufolge ist das Risikoprofil der Patienten in unserer Studie ausgeprägt. Die Prävalenz der jeweiligen kardiovaskulären Risikofaktoren unterscheidet sich in beiden Gruppen nicht signifikant voneinander. Dies kommt der Vergleichbarkeit der Outcomes zugute. Diabetes mellitus, arterielle Hypertonie, Hyperlipidämie und Adipositas treten in der Dialysegruppe mit jeweils 8, 2, 4 und 4 Prozentpunkten Unterschied etwas häufiger auf als in der Vergleichsgruppe. Ein deutlicher Unterschied, wie in anderen Arbeiten beschrieben, ergab sich in dem aktuellen Kollektiv nicht. Rao et al. dokumentierten in einer Studie aus dem Jahre 2017 ähnliche relative Häufigkeiten bezüglich des Vorliegens der arteriellen Hypertonie wie in unserer Studie (82-90%). Die Prävalenz des Risikofaktors Diabetes mellitus (D.m.) hingegen hob sich mit 64% in der Dialysegruppe deutlich von der



Nicht-Dialysegruppe (37%) ab. Ähnliche Prävalenzen von Diabetes mellitus in den Dialysegruppen und den Nicht-Dialysegruppen fanden sich ebenfalls in den Arbeiten von Yamamoto et al. 2014 (81% vs 57%) oder Kumada et al. 2013 (72% vs 53%) [62] [30].

Diabetes ist hinsichtlich des Therapieerfolges nach Revaskularisation der unteren Extremität neben Nikotinabusus der herausragende unter den kardiovaskulären Risikofaktoren. Speckman et al. kennzeichneten Diabetes als den größten Risikofaktor für Amputation bei Patienten mit ESRD. Ihren Daten zufolge ist das Amputationsrisiko gegenüber Nicht-Diabetikern um den Faktor 6 erhöht [59]. Die OR für Diabetes als Prädiktor für Amputation unter Dialysepatienten liegt laut Okamoto et al. bei 7,5 [45]. Eine ausgeglichene Prävalenz dieser Komorbidität zwischen den Gruppen ist für deren Vergleichbarkeit folglich von Belang. Goodney et al. zeigten, dass Diabetes mellitus (neben CLI und Dialyseabhängigkeit) einer von sieben präoperativen Risikofaktoren für eine erhöhte 1-Jahres-Mortalität sowie für Amputation nach Bypassanlage an der unteren Extremität ist [19]. Die These, dass D.m. einen Risikofaktor für postoperative Komplikationen wie Amputation, kardiovaskuläre Ereignisse und Wundinfektion darstellt, wurde auch von Wallaert et al. und Jaar et al. belegt [60]. Bei Diabetikern ist die pAVK darüber hinaus häufiger mit schweren Verläufen sowie Übergang in CLI und Beinverlust assoziiert [26] [20].

Unter Berücksichtigung von Angaben anderer Autoren liegt die Prävalenz des Diabetes mellitus mit 67% (HD-Gruppe) und 59% (nicht HD- Gruppe) aus unserer Arbeit im Mittelfeld: Meyer et al. gaben jeweils 61% und 43% an [37], Ito et al. 68 % unter Dialysepatienten [23], Biancari et al. 86% [6].

Die arterielle Hypertonie ist in allen Studien übereinstimmend der am häufigsten vertretene vaskuläre Risikofaktor in den jeweiligen Gruppen.

Allen Studien gemein ist darüber hinaus, dass Nikotinkonsum häufiger in der Gruppe der Nierengesunden zu finden ist. Zu dem Risikofaktor Adipositas fanden sich in der Literaturrecherche keine relevanten Angaben. Allerdings ist bekannt, dass ein niedriger Body Mass Index (BMI) ein unabhängiger Risikofaktor für Mortalität und Amputation ist [46] [64].

### 4.3 Überleben

In unserer Auswertung liegt die Gesamtüberlebensrate in der Gruppe der Nierengesunden mit 89,7% deutlich höher als in der Gruppe der Dialysepatienten (66,7%). Dieser Unterschied ist nicht signifikant ( $p = 0,087$ ). Die ausbleibende Signifikanz trotz deutlichen Unterschieds in der Gesamtüberlebensrate ist der kleinen Stichprobe geschuldet. Unterschiede von Merkmalen müssen in kleinen Stichproben sehr deutlich sein, um signifikant zu werden. Das bessere Abschneiden der Nierengesunden gegenüber der HD-Kohorte deckt sich dennoch mit den Ergebnissen bereits veröffentlichter Arbeiten zur Thematik. Sowohl in älteren Untersuchungen als auch in aktuellen Veröffentlichungen ist das Outcome der dialysepflichtigen Patienten in Hinblick auf das Überleben schlechter als bei Nierengesunden. Edwards et al. plädierten in ihrer Stellungnahme aus dem Jahre 1988 dafür, dialysepflichtige Patienten mit Gangrän oder Ulzera wegen der schlechteren Prognose nicht für eine Revaskularisation in Betracht zu ziehen. Auch aktuelle Studien dokumentieren das niedrigere Gesamtüberleben unter den dialysepflichtigen CLI-Patienten nach Revaskularisation (Kumada et al. 2013, Meyer et al. 2018, Smilowitz et al. 2019) [30] [36] [58].

Todesursachen sind Folgen der CLI wie Infektionen und Sepsis oder kardiale Ereignisse [29] [62] [37]. Im Rahmen einer Studie aus dem Jahre 2019 mit einem ESRD-Kollektiv von  $n = 119.362$  Patienten waren in 45% der Fälle kardiovaskuläre Ereignisse die Todesursache. Darunter starben 20% an einem akuten Myokardinfarkt [38]. Andere Autoren führen die Todesursachen in erster Linie auf mit der betroffenen Extremität verbundene Infektionen zurück [27]. Die Todesursachen im vorliegenden Kollektiv sind in erster Linie auf Infekte zurückzuführen. Hierunter fielen Sepsis (in 3 Fällen), Pneumonien und eine nekrotisierende Fasciitis. An zweiter Stelle folgten kardiovaskuläre Todesursachen wie kardiale Dekompensation, Apoplex und eine Lungenarterienembolie. Ein Patient verstarb an einem Tumor.

Betrachtet man die Kaplan-Meier Überlebenskurven, zeigt sich – konträr zum Gesamtüberleben – ein signifikanter Unterschied in der Überlebenszeit zwischen den beiden Gruppen. Die Überlebenszeit der Nierengesunden war demnach signifikant länger als die Überlebenszeit der Dialysegruppe. Die Ein-Jahres-Überlebensrate in der Kaplan-Meier Überlebensanalyse liegt bei 95% in der Gruppe der Nierengesunden und bei 82% in der Gruppe der Dialysepatienten. Diese Ergebnisse kommen den Überlebensraten von Kumada et al. nahe. Sie verglichen in einer mono-

zentrischen Untersuchung die Outcomes von dialysepflichtigen Patienten mit denen von nicht dialysepflichtigen Patienten mit pAVK nach perkutaner transluminaler Angioplastie (PTA). Es zeigte sich eine geschätzte 1-Jahres Überlebensrate von 80% in der HD- Gruppe und 97% in der nicht-HD-Gruppe. Nach 5 Jahren beliefen sich die Angaben auf jeweils 62% und 84%. Die Autoren weisen darauf hin, dass lediglich 30% ihrer Patienten ein Ulcus oder Gangrän aufwiesen. Ein zugrundeliegendes Ulcus oder Gangrän wurde in ihrer Publikation als unabhängiger Prädiktor für eine erhöhte Mortalität klassifiziert. Yoshikawa et al. bestätigten dies mit ihrer Arbeit [63]. Zudem wurden keine Eingriffe an Gefäßen unterhalb des Knies unternommen, da das benötigte Material in der in Japan realisierten Studie nicht vorlag [29].

In Biberach hatten präoperativ 67% der HD- Patienten und 83% der Vergleichsgruppe ein Ulcus oder Gangrän, entsprechend der Fontaine- Klassifikation Stadium IV. Demnach lag ein Kollektiv mit einem höheren Mortalitätsrisiko vor als in der Studie von Kumada et al.. Die dennoch vergleichbaren Zahlen sprechen unter Berücksichtigung dieser Kenntnisse für eine akzeptable Überlebensrate in der vorliegenden Studie. Zudem sind endovaskuläre Revaskularisationen unterhalb des Knies sind mit einer schlechteren Prognose vergesellschaftet [29] [7].

In unserem Studienkollektiv sind vornehmlich infragenuale Eingriffe durchgeführt worden. 63% der Revaskularisationen in der HD-Gruppe und 55% in der Gruppe der Nierengesunden betrafen Unterschenkelarterien. Die relativen Häufigkeiten sind plausibel, da ESRD- Patienten zu Verengungen der distalen Gefäße tendieren [42].

Anhand von Daten aus dem CRITISCH Register wurden ebenfalls CLI- Patienten mit (n = 102) und ohne (n = 674) ESRD nach Revaskularisation gegenübergestellt. Das Studienkollektiv war größer als in unserer Erhebung. Mit 2/3 der ESRD Patienten hatten die Mehrzahl gleichfalls eine endovaskuläre Therapie erhalten. Kongruent mit unseren Ergebnissen hatte die ESRD- Gruppe schlechtere Ergebnisse in-hospital: Die Odds Ratio für den gemeinsamen Endpunkt Amputation oder Tod lag bei 2,6 [37]. Die 1-Jahres Überlebensrate aus der Kaplan- Meier Kurve lag bei 88% bei den Nierengesunden und bei circa 66% in der ESRD- Gruppe. Nach 2 Jahren gaben die Autoren eine Überlebensrate von jeweils 79% und 45% an. Unsere 2-Jahres Überlebensrate liegt geschätzt bei jeweils 90% und 50%. Die besseren Ergebnisse aus unserer Arbeit sind auf das vergleichsweise kleine Kollektiv zurückzuführen. Ferner fehlen Informationen über wesentliche Vorerkrankungen, da wir nur

die kardiovaskulären Risikofaktoren aufgenommen haben. Die TASC- Klassifikation zur genauen Beschreibung der Läsionen ist aus Biberach ebenfalls nicht bekannt. Ihre Zuordnung wird zur Entscheidung über das Therapieverfahren nicht mehr empfohlen [32]. Sie dient in den Studien einer Einschätzung der Komplexität der vorliegenden Läsionen. Die Patienten aus dem CRITISCH Register mögen grössere Läsionen und vermehrt insbesondere kardiale Begleiterkrankungen aufgewiesen haben. Dies wären Prädiktoren für ein schlechteres Outcome [45, 57].

Sowohl Kumada et al. als auch Meyer et al. berichten, dass keine perioperativen Todesfälle aufgetreten seien. Dies betrifft in der Analyse des CRITISCH Registers auch die offen chirurgisch therapierten Patienten. In unserer Studie kam es zu zwei in-hospital Todesfällen in der Dialysegruppe. Bei einem der Patienten wurde nach frustriertem Rekanalisationsversuch mittels PTA eine Unterschenkelamputation vollzogen, in deren Rahmen der Patient einer letalen Lungenarterienembolie erlag. Der Todesfall ist am ehesten nicht auf den endovaskulären Eingriff, sondern auf die Komplikation der sekundären Amputation zurückzuführen. Im zweiten Fall kam es zu einer pneumogenen Sepsis nach PTA im Ober- und Unterschenkelbereich. In der Gruppe der Nierengesunden trat kein Todesfall in-hospital auf.

Die endovaskuläre Intervention, welche auch im Kollektiv der vorliegenden Arbeit dominierte, wurde in Tokyo von Kataoka et al. untersucht. Unter 175 Patienten mit CLI waren 126 HD- Patienten, deren Therapieergebnisse mit 49 nicht- HD Patienten verglichen wurden. Es zeigte sich eine 2 JÜR von 72% in der Dialysegruppe und 90% in der Vergleichsgruppe. Die Überlebensrate in der HD Gruppe ist unter Berücksichtigung unserer Daten und derer anderer Autoren hoch. Auch hier schneiden die dialysepflichtigen Patienten schlechter ab [27].

Eine monozentrisch durchgeführte japanische Studie von Yamamoto et al. betrachtet die Outcomes von Patienten mit ( $n = 46$ ) und ohne ( $n = 73$ ) ESRD nach chirurgischer Intervention. Hinsichtlich des Überlebens schnitten die Patienten mit ESRD nicht signifikant schlechter ab als die Vergleichsgruppe ohne ESRD. Die Überlebensrate nach 2 Jahren lag bei 82% (ESRD- Gruppe) und 89% (nicht- ESRD- Gruppe) in der Subgruppe, die infrainguinale Interventionen einbezog [62].

Im Kollektiv des Klinikums Biberach sind in der HD- Gruppe 3 Bypässe und eine Thrombendarteriektomie (TEA) durchgeführt worden. Die Zahlen waren zu niedrig für eine das Überleben betreffende Subgruppenanalyse. Festzuhalten ist, dass in-

nerhalb dieser kleinen Gruppe ein Todesfall eingetreten war. Der Patient, der eine TEA erhalten hatte, war 8 Monate später im Zuge einer Tumorerkrankung verstorben. Die 3 Bypass- Patienten waren nach langem Follow-up (8, 30 und 30 Monate) nicht verstorben.

Andere Studien vergleichen die Outcomes nach endovaskulärer vs. offen chirurgischer Therapie bei dialyseabhängigen CLI- Patienten, ohne eine nierengesunde Vergleichsgruppe gegenüberzustellen. Yuo et al. werteten Registerdaten mit 20.347 dialysepflichtigen pAVK- Patienten nach Revaskularisation aus. Innerhalb dieser grossen Kohorte war die Mehrzahl mittels PTA versorgt worden (80% vs. 20% offen chirurgisch).

Er ergab sich eine 1-Jahres Überlebensrate von 54% nach EVT in der CLI Subgruppe. Die grosse Diskrepanz in den Fallzahlen erklärt die unterschiedlichen Überlebensraten im Vergleich mit unserer Studie (1 JÜR 82% vs 54% Yuo et al.). Die Mortalität war höher nach offen chirurgisch durchgeführten Eingriffen (OSR) als nach EVT [64]. Meyer et al. hatten in diesem Zusammenhang einen Überlebensvorteil nach OSR gegenüber endovaskulären Eingriffen in der Dialysegruppe festgestellt (HR 0,58) [36]. Fallon et al. sahen keinen signifikanten Unterschied im Überleben nach OSR vs. EVT. Sie schlossen daraus, dass es keinen Überlebensvorteil zwischen den beiden Therapiemöglichkeiten gibt [16]. Die Studie von Ramanan et al. zeigte keinen Unterschied in der 30- Tage Mortalität zwischen OSR und EVT [50]. Dieses Ergebnis resultierte auch in der kürzlich veröffentlichten Arbeit von Anantha-Narayanan et al.. Die signifikant geringere Überlebensrate in der ESRD Gruppe (OR 2,3) war unabhängig von der Interventionsmethode (offen chirurgisch vs endovaskulär) [3].

#### **4.3.1 Amputationsfreies Überleben**

Das amputationsfreie Gesamtüberleben beträgt in unserer Studie 66% für die Nierengesunden und 46% in der Gruppe der dialysepflichtigen Patienten bezogen auf das mediane Follow-up von jeweils 18 und 13 Monaten in den beiden Gruppen. Mit einem p-Wert von 0,25 ist der Unterschied nicht signifikant.

Mithilfe der Kaplan- Meier- Kurve lässt sich die amputationsfreie Überlebenszeit nach einem Jahr bei 95% für die Gruppe der Nierengesunden und bei 70% für die HD- Gruppe einordnen. Nach 2 Jahren beträgt sie geschätzt 65% in der Gruppe der

Nierengesunden und 28% in der Dialysegruppe. Gemäß des Log- Rank-Tests ist der Unterschied zwischen den Kurven mit  $p = 0,02$  signifikant. Die amputationsfreie Überlebenszeit auf Seiten der Nierengesunden ist im Vergleich zur HD- Gruppe signifikant länger.

Yamamoto et al. erzielten mit einem amputationsfreien Überleben (amputation free survival, AFS) von 95% (nicht- ESRD) und 70% (ESRD) infolge Bypassoperation dieselben Resultate nach einem Jahr. Eine Diskrepanz zeigt sich im 2- Jahres AFS. Die Autoren geben ein AFS nach 2 Jahren von 61% in der ESRD- Gruppe und von 88% in der Vergleichsgruppe an [62]. Beide Gruppen schneiden nach 2 Jahren besser ab, als die Patienten in der vorliegenden Studie. Der Grund liegt darin, dass das amputationsfreie Überleben in unserer Studie insbesondere durch die vergleichsweise niedrigere 2 JÜR limitiert wird. In der japanischen Studie wird von einer 2 Jahres- Überlebensrate von 82% für das ESRD- Kollektiv berichtet, während die 2 JÜR unseres Kollektivs 50 % beträgt.

Eine Erklärung für den Unterschied könnte auch darin liegen, dass Patienten in Japan nach stattgehabter PTA alle 6 Monate mittels Doppleruntersuchung oder Angiographie nachbeobachtet werden [29]. Möglicherweise macht sich dieser Screeningeffekt bereits im zweiten Jahr nach einem Eingriff bemerkbar. In Deutschland wird eine regelmäßige Nachsorge für Patienten mit pAVK nach Revaskularisation empfohlen. Aufgrund fehlender Evidenz bezüglich höherer sekundärer Offenheitsraten und besserer Lebensqualität infolge duplexsonographischer Kontrollen nach Revaskularisation fehlt hierzulande jedoch ein Standard. Die Studie von Yamamoto et al. bezog zudem nur offen chirurgische Verfahren ein, während sich in unserer Untersuchung 84 % bzw. 90% der Patienten (HD-Gruppe bzw. nicht HD-Gruppe) einem endovaskulären Eingriff hatten unterziehen lassen. Bei lediglich 16% bzw. 10% der Patienten waren offen chirurgische Verfahren angewandt worden.

Die Angaben anderer Autoren zum AFS 2 Jahre nach Revaskularisation liegen zwischen 17% (Fallon et al.) [16] und 35% (Meyer et al.) [36] für die Dialysepatienten.

Mit 35% AFS nach 2 Jahren in der ESRD- Gruppe und 67% in der Gruppe der Nierengesunden sind die Resultate der Analyse aus dem CRITISCH Register mit denen der vorliegenden Untersuchung vergleichbar. Übereinstimmend waren sowohl die Todesrate als auch die Amputationsrate für die Dialysepatienten signifikant höher, sodass der gemeinsame Endpunkt AFS ebenfalls schlechter ausfiel.

Fallon et al. dokumentierten in ihrer Erhebung zu HD- Patienten mit CLI ein AFS nach 2 Jahren von 17%. Zurückzuführen war dies zu 80% auf Todesfälle. Amputationen trugen zu dem gemeinsamen Endpunkt mit 20% nicht maßgeblich bei. In unserem Kollektiv lag in der Dialysegruppe ein ausgeglichenes Verhältnis vor: Es wurden 8 Amputationen und 8 Todesfälle im Gesamt-Follow-up verzeichnet.

#### **4.3.2 Majoramputation**

Majoramputationen (MA) kamen in der HD- Gruppe bei 17% der Patienten vor (n = 4) und in der Vergleichsgruppe bei 7% der Patienten (n = 2). Die HD- Gruppe schnitt hier schlechter ab als die Gruppe der Nierengesunden. Die Ergebnisse unterschieden sich nicht signifikant voneinander. Die Amputationen wurden jeweils an Extremitäten vorgenommen, welche mittels PTA revaskularisiert worden waren. Dies betrifft Läsionen oberhalb und unterhalb des Knies in gleichem Masse. Unter den offen chirurgisch versorgten Stenosen waren keine Amputationen zu verzeichnen. Allerdings sind lediglich 4 Interventionen in der HD Gruppe und 3 Interventionen in der Vergleichsgruppe offen chirurgisch unternommen worden. Die Aussagekraft bezüglich der Outcomes nach OSR ist infolge des kleinen Datensatzes eingeschränkt.

Die Resultate sind kongruent mit Publikationen, in welchen das endovaskuläre Verfahren hauptsächlich Anwendung fand. In-hospital erfuhren die von Moussa Pacha et al. analysierten Patienten mit ESRD häufiger MA als solche ohne ESRD [38]. Der Unterschied in diesem großen Kollektiv (119.362 ESRD-Patienten) lag hier bei 10,3% vs 3,0% und war etwas niedriger als in der vorliegenden Studie.

Mit 5,9% vs 2,6% MA-Rate nach einem Jahr Follow-up lag ein nicht signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen mit CKD und ohne CKD in der Publikation von Narcisse et al. vor. Nach Korrektur stellte die Niereninsuffizienz im Vergleich mit Nierengesunden keinen Prädiktor für Amputation dar. Verglichen mit der vorliegenden Studie haben sich deutlich weniger Patienten in beiden Gruppen einer Majoramputation unterziehen müssen. Allerdings war auch hier das Kollektiv größer (n = 377 Patienten mit CKD). Nur 23% der Studienteilnehmer waren dialysepflichtig. Die restlichen Teilnehmer hatten eine GFR < 60 ml/h/KÖ mit einer medianen GFR von 38 ml/min//KÖ. Darüber hinaus wurden nicht nur Patienten mit kritischer Extremitätenischämie eingeschlossen, sondern bereits ab Stadium II nach der Rutherford – Klassifikation. Diese Umstände bedingen, dass die Amputationsrate geringer aus-

fiel: Es ist belegt, dass sich die Outcomes von niereninsuffizienten Patienten mit sinkender GFR [2] [5] verschlechtern.

Ebenfalls mehr MA unter den dialysierten Patienten ohne signifikanten Unterschied zu nicht dialysepflichtigen Patienten nach PTA zeigten sich bei Kataoka et al (n = 126). Die Majoramputationsraten lagen nach einem Jahr bei 2,2% in der nicht-HD-Gruppe und bei 6,5% in der HD-Gruppe, was guten Ergebnissen entspricht. Nach 2 Jahren errechneten die Autoren MA-Raten von jeweils 14% und 5 % [27]

Die Analyse des CRITISCH Registers von Meyer et al. zum in-hospital Outcome nach EVT (n = 102) zeigte wie die vorher genannten Arbeiten ein höheres Amputationsrisiko für ESRD [37]. Sowohl der gemeinsame Endpunkt Amputation oder Tod als auch der Endpunkt Amputation wurde von den dialysierten Patienten häufiger erreicht (OR 2,6 für gemeinsamen Endpunkt und OR 3,1 für Amputation). In-hospital lag die Amputationsrate in der PTA- Gruppe bei 11%. Nach 2 Jahren Follow-up ergab sich eine Amputationsrate von 24,5% für die Dialysegruppe und von 16% für die Gruppe der Patienten mit normaler Nierenfunktion. Der Unterschied war in diesem Fall signifikant.

Im Zuge einer kleineren Studie von Silverberg et al. mit 41 dialysepflichtigen Patienten mit CLI berichteten die Autoren von einer MA-Rate von 35% nach einem Jahr [57]. Auch hier wurden die Patienten endovaskulär therapiert. Sämtliche amputierten Patienten waren Diabetiker. 68% und 36% der Betroffenen boten nicht abheilende Wunden bzw. ein Gangrän. Die HD- Gruppe vergleichend, hatte aus dem Kollektiv des Klinikums in Biberach lediglich ein amputierter Patient keinen Diabetes mellitus. In dem Fall handelte es sich um eine Minoramputation, nicht um eine Majoramputation. Die MA wurden mit einer Ausnahme ebenfalls an Patienten im Fontaine Stadium IV vorgenommen. Das heißt, dass auch sie ein Ulcus oder Gangrän aufgewiesen haben. In einem Fall hatte ein verstorbener Patient ein Stadium IIb nach Fontaine. Er wurde im Verlauf majoramputiert und verstarb im Folgemonat an einer nekrotisierenden Fasciitis.

Es zeigt sich, dass die relativen Häufigkeiten für Majoramputationen in Studien mit kleinen Datensätzen größer sind als in Studien mit hohen Fallzahlen. Die Ergebnisse aus unserem Kollektiv liegen im Vergleich zu anderen Studien im Mittelfeld.



### 4.3.3 Minoramputation

In keiner vergleichbaren Arbeit wurde explizit auf Minoramputationen eingegangen.

In der vorliegenden Untersuchung kamen beide Gruppen auf jeweils 17% Minoramputationen. Es lag also kein Unterschied zwischen Nierengesunden und Dialysepatienten vor.

### 4.3.4 Reinterventionen

Für das Gesamtkollektiv ergaben sich 26% Reinterventionen. Sie unterteilten sich in 29% Reinterventionen in der Dialysegruppe und in 24% in der Vergleichsgruppe während des FU von jeweils 13 bzw. 18 Monaten median. Das Abschneiden in der HD- Gruppe war nicht signifikant schlechter ( $p = 0,9$ ). Auffällig war der hohe Anteil unter den chirurgisch versorgten Patienten.

Die absoluten Zahlen hinsichtlich der offen chirurgisch behandelten Personen in beiden Gruppen sind zu niedrig für eine Subgruppenanalyse. Dennoch sollten die Ergebnisse in Bezug auf die Reinterventionen beschrieben werden. Im Gegensatz zu den zuvor diskutierten Outcomes Überleben und Majoramputation zeigten sich für die Reinterventionen nach OSR schlechtere Ergebnisse als nach EVT.

3 von 7 Reinterventionen in der HD-Gruppe sowie 3 von 7 Reinterventionen in der Gruppe der Nierengesunden wurden an Patienten vorgenommen, welche primär mit einem Bypass ( $n = 2/$ Gruppe) oder mit Thrombendarterektomie ( $n = 1/$ Gruppe) behandelt worden waren. Dies ist vor dem Hintergrund, dass pro Gruppe lediglich 4 (HD) bzw. 3 (Nierengesunde) Patienten chirurgisch behandelt worden waren, bemerkenswert.

Die Angaben in den relevanten Publikationen zu diesem Outcome variieren. Die target lesion revascularization (TLR) war in einer Metaanalyse von Anantha-Narayanan et al. mit einer OR von 1,7 höher in der Gruppe von Patienten mit CKD/ESRD als in der Vergleichsgruppe mit normaler Nierenfunktion [3]. Das betraf - im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit - nur die Patienten, welche endovaskulär therapiert worden waren. Eingeschlossen waren sowohl Patienten mit Claudicatio intermittens (CI) als auch mit CLI.

Kumada et al. dokumentierten in ihrem Vergleich zum Outcome von EVT zwischen HD- Patienten und nicht- HD Patienten, dass Dialysepflichtigkeit kein Risikofaktor

für Restenosen war. Im Gegensatz zu den Outcomes Mortalität und Amputationsrisiko, konnte die Restenoserate im 5- Jahres Follow-up nicht signifikant mit Dialysepflicht assoziiert werden (HR 1,2) [29]. Die Beobachtungen zum long-term Outcome aus dem CRITISCH Register reihen sich hier ein. Meyer et al. verzeichneten einen nicht signifikanten Unterschied in der Reinterventionsrate nach 2 Jahren. Die ESRD- Gruppe kam auf 43% und die nicht- ESRD- Gruppe auf 34%. Die offenen Verfahren korrelierten wie in unserer Studie mit einem erhöhten Reinterventionsrisiko (OR 1,7) [37]. Kataoka et al. fanden heraus, dass Reinterventionen nach EVT signifikant häufiger in der HD- Gruppe auftraten. Die 2- Jahres Rate betrug 34% in der HD- Gruppe und 15% in der Vergleichsgruppe. Die besseren Ergebnisse in der Studie könnten auf das japanische Patientengut zurückzuführen sein. Es ist belegt, dass das Atheroskleroserisiko unter Japanern niedriger ist, als unter US-Amerikanern oder Europäern [49].

Ausschliesslich mit Bypass versorgte Patienten betrachtet, fand sich bei Yamamoto et al. kein signifikanter Unterschied in der Reinterventionsrate zwischen den beiden Gruppen ESRD / nicht- ESRD mit CLI [62]. Die 1-Jahres-Reinterventionsrate betrug 14% in der ESRD- Gruppe und 10% in der Vergleichsgruppe. Es lag ein kleines Kollektiv mit n = 56 Extremitäten in der ESRD – Gruppe vor. Auch hier handelt es sich um eine japanische Studie.

Ambur et al. hingegen sahen mehr Reoperationen nach Bypassanlage bei dialysierten Patienten als in der Vergleichsgruppe [2].

Einige Autoren verglichen die Outcomes von ESRD-Patienten nach beiden Revascularisationsverfahren, ohne eine nierengesunde Vergleichsgruppe zu etablieren.

Yuo et al. verglichen EVT und OSR bei ESRD-Patienten mit CI oder CLI (n = 20.347). Sie kamen auf eine Reinterventionsrate von 22% nach EVT und von 20% nach OSR. Statistisch betrachtet war die höhere Reinterventionsrate unter den endovaskulär therapierten Patienten signifikant. Die Werte nähern sich den Ergebnissen aus dem Biberacher Kollektiv an.

#### 4.3.5 Komplikationen

Perioperative Komplikationen verteilten sich in gleicher relativer Häufigkeit auf die beiden Gruppen. In der Dialysegruppe gab es zwei Blutungskomplikationen (ein Hämatom und eine Nachblutung), eine Dissektion der Arteria femoralis communis und einen Bypassinfekt. Wundheilungsstörungen kamen nicht vor. Die Nachblutung trat in Verbindung mit einer Bypassoperation auf. Die restlichen Komplikationen waren Folgen von PTA.

In der Gruppe der Nierengesunden hingegen kam es nach PTA in zwei Fällen zu Wundheilungsstörungen, zu einer Nachblutung und einmal zu einem Frühverschluss.

Die Tatsache, dass Wundheilungsstörungen sich nur in der Nicht-HD-Gruppe manifestierten, verwundert. Dialysepatienten haben ein hohes Risiko für Wundinfektionen. O'Hare et al. fanden heraus, dass ESRD Patienten im Vergleich zu nicht-ESRD Patienten nach Bypass-Anlage deutlich mehr Weichteilinfektionen erlitten. Der Unterschied betrug post-operativ jeweils 29% Wundinfektionen vs. 13%, OR 2 [44]. Die Autoren postulierten, dass Weichteilinfektionen in dieser Patientengruppe rascher fortschreiten könnten als gewöhnlich. Allerdings prädisponiert auch Diabetes mellitus für postoperative Infektionen [55]. Einer der zwei Patienten aus der Gruppe der Nierengesunden in Biberach war Diabetiker.

Narcisse et al. berichteten, dass es zwischen der Gruppe mit niereninsuffizienten Patienten und Nierengesunden keinen Unterschied in der Komplikationsrate gab [40]. Einschränkend muss darauf hingewiesen werden, dass in der Studie nicht nur ESRD, sondern Patienten mit CKD ab einer GFR < 60 ml/h/KÖ der Vergleichsgruppe gegenübergestellt wurden. Das Kollektiv ist somit weniger fragil als die Patienten aus der vorliegenden Untersuchung.

In-hospital traten sowohl in der HD-Gruppe als auch in der Vergleichsgruppe bei Kumada et al. nur jeweils zwei kleinere Blutungen auf [29].

Postoperative Wundinfekte nach offen chirurgischer Intervention wurden bei Rao et al. häufiger in der ESRD- Gruppe verzeichnet als in der Vergleichsgruppe (5,3% vs 6,5%). Der Unterschied war angesichts einer grossen Kohorte von 34.941 Patienten signifikant [52]. Eine weitere, groß angelegte Meta-Analyse von Moussa Pacha et al. verglich die Outcomes nach EVT. In einem Kollektiv von n = 1.186.192 Patienten

ergaben sich postinterventionell signifikant mehr Blutungskomplikationen in der ESRD-Gruppe.

Den angeführten Studien ist gemein, dass in kleinen Kollektiven kein signifikanter Unterschied in der Komplikationsrate festgestellt wurde. Dieser Umstand entspricht auch unseren Ergebnissen. Die Publikationen von Rao et al. und Moussa Pacha et al. ermittelten eine signifikant höhere Komplikationsrate für die Dialysepatienten. Ursächlich für die Diskrepanz sind die grossen Stichproben von nahezu 35.000 und > 1 Million Patienten. Grosse Stichproben führen schneller zu statistischer Signifikanz.

Autoren, die ausschliesslich Outcomes dialysepflichtiger Patienten mit CLI untersucht haben, formulierten dieselben Komplikationen wie in unserer Studie. In einem Kollektiv von 21 HD- Patienten mit 20 OSR und 5 EVT berichteten Biancari et al. von 8 perioperativen lokalen Komplikationen, entsprechend einer Komplikationsrate von 32%. Wie in unserem Kollektiv zählten dazu Frühverschlüsse, Wundrandnekrosen und tiefe Weichteilinfektionen. Schwarzbach et al. hatten 36 Patienten eingeschlossen, von denen 22% lokale Komplikationen erlitten haben. Erfasst wurden Haut- und Weichteilnekrosen sowie zwei Bypassfrühverschlüsse.

#### **4.4 Schlussfolgerung**

Es finden sich im Laufe der Jahre zunehmend Studien zu Outcomes endovaskulär behandelte dialysepflichtiger Patienten mit kritischer Extremitätenischämie. Steigende Jahresraten applizierter endovaskulärer Therapien bei Patienten mit ESRD von 2002 bis 2014 belegen diesen Trend. Einerseits ist dies durch technischen Fortschritt bedingt. Andererseits hindern multiple Komorbiditäten in der relevanten Patientengruppe die behandelnden Chirurgen daran, offen chirurgische Eingriffe zu vollziehen. Daten aus dem CRITISCH Register weisen darauf hin, dass das Anvisieren der chirurgischen Therapie wegen guter Langzeitergebnisse nach sorgfältiger präoperativer Risikoabwägung auch gerechtfertigt sein kann. Allen CLI- Patienten gemein bleibt eine schlechtere Prognose, wenn Dialysepflicht besteht.

Die Outcomes, welche teilweise in groß angelegten Metaanalysen erarbeitet wurden, lassen sich mit Einschränkungen auch auf die kleinen Fallzahlen der vorliegenden Real-Life-Studie übertragen. Im Einklang mit vorangegangenen Publikatio-

nen war in unserer Studie die Dialysepflicht mit geringerem Überleben und Amputation assoziiert. Dies betraf insbesondere die EVT, welche vorherrschend Anwendung fand.

Die vorliegende Arbeit wird durch den retrospektiven Charakter limitiert. Informationen zu Vorerkrankungen neben den vaskulären Risikofaktoren wurden nicht erhoben. Die TASC Klassifikation hätte zur genaueren Einordnung der Schwere von Ulzerationen präoperativ beigetragen. Sie fehlte jedoch in diesem Datensatz. Die kleine Fallzahl lässt nur bedingt Vergleiche mit Studien zu, die einen großen Datensatz umfassen. Dieser Umstand wirkt sich insbesondere auf die Signifikanz der Ergebnisse aus- wenn auch die Tendenz eindeutig und mit anderen Studien vergleichbar ist. Desweiteren ist der kurze Nachbeobachtungszeitraum im Hinblick auf die Langzeitergebnisse nachteilig.

## 5 Zusammenfassung

Dialysepatienten, die infolge einer kritischen Extremitätenischämie einer Rekanalisation zugeführt werden müssen, gelten als Hochrisikopatienten. Ihr Überleben ist im Gegensatz zu Nierengesunden reduziert und das Risiko, eine Amputation zu erfahren, erhöht. Aus diesem Grunde ist es entscheidend, diesen Patienten die best mögliche Therapieform anzubieten. In Frage kommt entweder die endovaskuläre Therapie (EVT) oder eine offen chirurgische Revaskularisation (OSR). Die chirurgische Rekanalisierung ist auch angesichts der meist erheblichen kardiovaskulären Komorbiditäten mit einem hohen perioperativen Risiko verbunden. Das periinterventionelle Risiko ist bei endovaskulärer Therapie geringer. Die Überlegenheit eines der Verfahren hinsichtlich der Ergebnisse wird kontrovers diskutiert.

Wir führten eine retrospektive Analyse der Therapieergebnisse dialysepflichtiger Patienten durch, die in den Jahren 2014-2016 im Sana Klinikum Biberach wegen kritischer Extremitätenischämien behandelt wurden. Es fanden sich 24 Dialysepatienten, die den Einschlusskriterien entsprachen. Ihre Outcomes wurden 29 Patienten einer Vergleichsgruppe ohne terminale Niereninsuffizienz gegenübergestellt. Von Interesse war der Vergleich dieser, von Selektionsbias befreiten Real-Life-Studie, mit den Ergebnissen bereits vorliegender Untersuchungen zu diesem Thema.

Anhand der elektronischen Datenbank des Klinikums Biberach wurden zu jedem Patienten die kardiovaskulären Risikofaktoren sowie die im Vorfeld festgelegten Outcomes Überleben, amputationsfreies Überleben, Majoramputation, Reintervention und Komplikation herausgesucht. Im Zuge der statistischen Erhebung wurden die beiden Gruppen miteinander verglichen und die Ergebnisse auf Signifikanz getestet.

Die EVT war in unserer Untersuchung die vorherrschend praktizierte Therapieform, während offen chirurgische Verfahren in 7 Fällen appliziert wurden. Die kardiovaskulären Risikofaktoren unterschieden sich in den beiden Gruppen nicht wesentlich voneinander. Das Gesamtüberleben war in der Dialysegruppe mit 66,7% geringer als in der Vergleichsgruppe (89,7%). Auch das amputationsfreie Überleben fiel mit 45,8% versus 65,5% in der Dialysegruppe schlechter aus. Majoramputationen trafen mehr Dialysepatienten (16,7%) als Nierengesunde (6,9%). Der die Reinterventionen betreffende Unterschied zwischen Dialyse- und Vergleichsgruppe fiel geringer aus: 29,2% Reinterventionen wurden bei Dialysepatienten vorgenommen und 24,1% bei

den Nierengesunden. Nach OSR folgten in unserer Analyse mehr Reinterventionen als nach EVT. Die Komplikationsrate war mit 17% in beiden Gruppen gleich hoch.

Signifikant waren die Unterschiede wegen der kleinen Studienpopulation lediglich im Hinblick auf die Gesamtüberlebenszeit und auf die amputationsfreie Überlebenszeit. Hier erzielten die nierengesunden Patienten signifikant bessere Ergebnisse.

Im Literaturvergleich zeigt sich eine Übereinstimmung der Outcomes Überleben, amputationsfreies Überleben und Majoramputation mit unseren Daten. Patienten mit terminaler Niereninsuffizienz schneiden diesbezüglich konstant schlechter ab. Analog unserer Analyse wird die Reinterventionsrate auch von anderen Autoren als nicht signifikant höher unter dialysepflichtigen Patienten beschrieben. Blutungskomplikationen überwiegen bei Nierensersatztherapie.

Es zeigt sich eine Übertragbarkeit unserer Untersuchung auf vorliegende Studienergebnisse. Der Eindruck, dass die sich die endovaskuläre Herangehensweise als first line Therapie durchsetzt, wird unterstrichen. Für jeden Patienten dieser Risikogruppe muss ein individuell abgestimmtes Therapieregime etabliert werden.

## 6 Literaturverzeichnis

1. Albers M, Romiti M, Bragança Pereira C A, Fonseca R L A, da Silva Júnior M: A Meta-analysis of Infrainguinal Arterial Reconstruction in Patients with End-stage Renal Disease. *European Journal of vascular surgery*, 22: 294-300(2001)
2. Ambur V, Park P, Gaughan J P, Golarz S, Schmieder F, Van Bemmelen P, Choi E, Dhanisetty R: The impact of chronic kidney disease on lower extremity bypass outcomes in patients with critical limb ischemia. *Journal of Vascular Surgery*, 69: 491-496(2019)
3. Anantha-Narayanan M, Sheikh A B, Nagpal S, Jelani Q, Smolderen K G, Regan C, Ionescu C, Ochoa Char C I, Schneider M, Llanos-Chea F, Mena-Hurtado C: Systematic review and meta-analysis of outcomes of lower extremity peripheral arterial interventions in patients with and without chronic kidney disease or end-stage renal disease. *Journal of Vascular Surgery*, 73: 331-340(2020)
4. Barshes N R, Kougias P, Ozaki C K, Goodney P P, Belkin M: Cost-effectiveness of revascularization for limb preservation in patients with end-stage renal disease. *Journal of vascular surgery*, 60: 369-374.e1(2014)
5. Biancari F, Arvela E, Korhonen M, Söderström M, Halmesmäki K, Albäck A, Lepäntalo M, Venermo M: End-Stage Renal Disease and Critical Limb Ischemia: A Deadly Combination? *Scandinavian Journal of Surgery*, 101: 138-143(2012)
6. Biancari F, Kantonen I, Mätzke S, Albaäck A, Roth W, Edgren J, Lepäntalo M: Infrainguinal Endovascular and Bypass Surgery for Critical Leg Ischemia in Patients on Long-term Dialysis. *Annals of Vascular Surgery*, 16: 210-214(2002)
7. Brosi P, Baumgartner I, Silvestro A, Do D, Mahler F, Triller J, Diehm N: Below-the-Knee Angioplasty in Patients with End-Stage Renal Disease. *Journal of endovascular therapy*, 12: 704-713(2005)
8. Büchtemann D, Meinhold S, Follert P: 10 Jahre Qualitätssicherung Dialyse in Deutschland – Bilanz und Ausblick. *Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen*, 126: 23-30(2017)
9. Cho S W, Kim B G, Kim D H, Kim B O, Byun Y S, Rhee K J, Lee B K, Goh C W: Prediction of Coronary Artery Disease in Patients with Lower Extremity Peripheral Artery Disease. *International heart journal*, 56: 209-212(2015)
10. Diehm C, Allenberg J R, Haberl R: High all-cause mortality in patients with peripheral arterial disease in primary care: five-year results of the getABI Study. *Circulation*, 116: II 841-b (Suppl.)(2007)



11. Diehm C, Schuster A, Allenberg J R, Darius H, Haberl R, Lange S, Pittrow D, von Stritzky B, Tepohl G, Trampisch H: High prevalence of peripheral arterial disease and co-morbidity in 6880 primary care patients: cross-sectional study. *Atherosclerosis*, 172: 95-105(2004)
12. Dua A, Lee C J: Epidemiology of Peripheral Arterial Disease and Critical Limb Ischemia. *Techniques in vascular and interventional radiology*, 19: 91-95(2016)
13. Edwards J M, Taylor L M, Porter J M: Limb Salvage in End-Stage Renal Disease (ESRD): Comparison of Modern Results in Patients with and without ESRD. *Archives of surgery (Chicago. 1960)*, 123: 1164-1168(1988)
14. Eggers P W, Gohdes D, Pugh J: Nontraumatic lower extremity amputations in the Medicare end-stage renal disease population. *Kidney international*, 56: 1524-1533(1999)
15. Engelhardt M, Boos J, Bruijnen H, Wohlgemuth W, Willy C, Tannheimer M, Wölfle K: Critical Limb Ischaemia: Initial Treatment and Predictors of Amputation-free Survival. *European Journal of Vascular & Endovascular Surgery*, 43: 55-61(2011)
16. Fallon J M, Goodney P P, Stone D H, Patel V I, Nolan B W, Kalish J A, Zhao Y, Hamdan A D: Outcomes of lower extremity revascularization among the hemodialysis-dependent. *Journal of vascular surgery*, 62: 1183-1191.e1(2015)
17. Garimella P S, Hart P D, O'Hare A, DeLoach S, Herzog C A, Hirsch A T: Peripheral Artery Disease and CKD: A Focus on Peripheral Artery Disease as a Critical Component of CKD Care. *American journal of kidney diseases*, 60: 641-654(2012)
18. Gebauer K, Engelbertz C, Malyar N M, Meyborg M, Lüders F, Freisinger E, Reinecke H: Long-Term Mortality After Invasive Angiography and Endovascular Revascularization in Patients with PAD having Chronic Kidney Disease. *Angiology*, 67: 556-564(2015)
19. Goodney P P, Nolan B W, Schanzer A, Eldrup-Jorgensen J, Stanley A C, Stone D H, Likosky D S, Cronenwett J L: Factors associated with death 1 year after lower extremity bypass in Northern New England. *Journal of vascular surgery*, 51: 71-78(2010)
20. Heideman P P, Rajebi M R, McKusick M A, Bjarnason H, Oderich G S, Friese J L, Fleming M D, Stockland A H, Harmsen W S, Mandrekar J, Misra S: Impact of Chronic Kidney Disease on Clinical Outcomes of Endovascular Treatment for Femoropopliteal Arterial Disease. *Journal of vascular and interventional radiology*, 27: 1204-1214(2016)
21. Hicks C W, Canner J K, Kirkland K, Malas M B, Black J H, Abularrage C J: Hemodialysis patients have worse outcomes after infrageniculate revascularization procedures. *Journal of Surgical Research*, 226: 72-81(2018)

22. Huck K: Chronische PAVK. In: Arastéh K, Baenkler H, Bieber C et al. Hrsg. Duale Reihe Innere Medizin. 3. Auflage, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 279-284(2013)
23. Ito R, Kumada Y, Ishii H, Kamoi D, Sakakibara T, Umemoto N, Takahashi H, Murohara T: Clinical Outcomes after Isolated Infrapopliteal Revascularization in Hemodialysis Patients with Critical Limb Ischemia: Endovascular Therapy versus Bypass Surgery. *Journal of atherosclerosis and thrombosis*, 25: 799-807(2018)
24. Jaar B G, Astor B C, Berns J S, Powe N R: Predictors of amputation and survival following lower extremity revascularization in hemodialysis patients. *Kidney international*, 65: 613-620(2004)
25. Jones D W, Dansey K, Hamdan A D: Lower Extremity Revascularization in End-Stage Renal Disease: Which Patients Benefit? *Vascular and Endovascular Surgery*, 50: 582-585(2016)
26. Jude E B, Oyibo S O, Chalmers N, Boulton A J M: Peripheral Arterial Disease in Diabetic and Nondiabetic Patients: A comparison of severity and outcome. *Diabetes care*, 24: 1433-1437(2001)
27. Kataoka S, Yamaguchi J, Nakao M, Jujo K, Hagiwara N: Clinical outcome and its predictors in hemodialysis patients with critical limb ischemia undergoing endovascular therapy. *Journal of interventional cardiology*, 30: 374-381(2017)
28. Koch M, Trapp R, Kulas W, Grabensee B: Critical limb ischaemia as a main cause of death in patients with end-stage renal disease: a single-centre study. *Nephrology, dialysis, transplantation*, 19: 2547-2552(2004)
29. Kumada Y, Aoyama T, Ishii H, Tanaka M, Kawamura Y, Takahashi H, Toriyama T, Aoyama T, Yuzawa Y, Maruyama S, Matsuo S, Murohara T: Long-term outcome of percutaneous transluminal angioplasty in chronic haemodialysis patients with peripheral arterial disease. *Nephrology, Dialysis, Transplantation*, 23: 3996-4001(2008)
30. Kumada Y, Nogaki H, Ishii H, Aoyama T, Kamoi D, Takahashi H, Murohara T: Clinical outcome after infrapopliteal bypass surgery in chronic hemodialysis patients with critical limb ischemia. *Journal of vascular surgery*, 61: 400-404(2015)
31. Landray M J, Thambyrajah J, McGlynn F J, Jones H J, Baigent C, Kendall M J, Townend J N, Wheeler D C: Epidemiological evaluation of known and suspected cardiovascular risk factors in chronic renal impairment. *American journal of kidney diseases*, 38: 537-546(2001)
32. Lawall H, Huppert P, Rümenapf G: Therapie der PAVK. In: Deutsche Gesellschaft für Angiologie (Hrsg) S3-Leitlinie PAVK - Diagnostik, Therapie und Nachsorge der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit. *Vasa*, 45: 1-96(2016)

33. Lüders F, Bunzemeier H, Engelbertz C, Malyar N M, Meyborg M, Roeder N, Berger K, Reinecke H: CKD and Acute and Long-Term Outcome of Patients with Peripheral Artery Disease and Critical Limb Ischemia. *Clinical journal of the American Society of Nephrology*, 11: 216-222(2016)
34. Malyar N, Fürstenberg T, Wellmann J, Meyborg M, Lüders F, Gebauer K, Bunzemeier H, Roeder N, Reinecke H: Recent trends in morbidity and in-hospital outcomes of in-patients with peripheral arterial disease: a nationwide population-based analysis. *European heart journal*, 34: 2706-2714(2013)
35. Matsushita K, Velde M, Astor B C, Woodward M, Levey A S, Jong P E, Coresh J, Gansevoort R T: Association of estimated glomerular filtration rate and albuminuria with all-cause and cardiovascular mortality: a collaborative meta-analysis of general population cohorts. *Lancet*, 375: 2073-2081(2010)
36. Meyer A, Fiessler C, Stavroulakis K, Torsello G, Bisdas T, Lang W, Adili F, Balzer K, Billing A, Böckler D, Brixner D, Debus S E, Donas K P, Eckstein H, Florek H, Gkremoutis A, Grundmann R, Hupp T, Keck T, Gerß J, Wojciech K, May B, Mühling B, Oberhuber A, Reinecke H, Reinhold C, Ritter R, Schelzig H, Schlensack C, Schmitz-Rixen T, Schulte K, Spohn M, Steinbauer M, Storck M, Trede M, Uhl C, Weis-Müller B, Wenk H, Zeller T, Zimmermann A: Outcomes of dialysis patients with critical limb ischemia after revascularization compared with patients with normal renal function. *Journal of vascular surgery*, 68: 822-829.e1(2018)
37. Meyer A, Lang W, Borowski M, Torsello G, Bisdas T, Schmitz-Rixen T, Gkremoutis A, Steinbauer M, Betz T, Eckstein H, Zimmermann A, Schelzig H, Oberhuber A, Florek H, May B, Storck M, Weis-Müller B, Reinhold C, Böckler D, Billing A, Brixner D, Hupp T, Gerß J, Debus S E, Spohn M, Reinecke H, Schlensack C, Donas K P, Stavroulakis K, Klonek W, Wenk H, Trede M, Ritter R, Schulte K, Keck T, Balzer K, Mühling B, Adili F, Grundmann R, Zeller T: In-hospital outcomes in patients with critical limb ischemia and end-stage renal disease after revascularization. *Journal of vascular surgery*, 63: 966-973(2016)
38. Moussa Pacha H, Al-khadra Y, Darmoch F, Soud M, Mamas M A, Moussa Pacha A, Zaitoun A, Kaki A, AlJaroudi W A, Alraies M C: In-hospital outcome of peripheral vascular intervention in dialysis-dependent end-stage renal disease patients. *Catheterization and cardiovascular interventions*, 95: E84-E95(2019)
39. Nakano M, Hirano K, Iida O, Soga Y, Kawasaki D, Suzuki K, Miyashita Y: Prognosis of Critical Limb Ischemia in Hemodialysis Patients After Isolated Infrapopliteal Balloon Angioplasty: Results from the Japan Below-the-Knee Artery Treatment (J-BEAT) Registry. *Journal of endovascular therapy*, 20: 113-124(2013)

40. Narcisse D I, Weissler E H, Rymer J A, Armstrong E J, Secemsky E A, Gray W A, Mustapha J A, Adams G L, Ansel G M, Patel M R, Jones W S: The impact of chronic kidney disease on outcomes following peripheral vascular intervention. *Clinical cardiology*, 43: 1308-1316(2020)
41. Norgren L, Hiatt W R, Dormandy J A, Nehler M R, Harris K A, Fowkes F G R: Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *Journal of vascular surgery*, 45: S5-S67(2007)
42. O'Hare A M: Impact of Renal Insufficiency on Short-Term Morbidity and Mortality after Lower Extremity Revascularization: Data from the Department of Veterans Affairs' National Surgical Quality Improvement Program. *Journal of the American Society of Nephrology*, 14: 1287-1295(2003)
43. O'Hare A M, Glidden D V, Fox C S, Hsu C: High Prevalence of Peripheral Arterial Disease in Persons with Renal Insufficiency: Results From the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2000. *Circulation*, 109: 320-323(2004)
44. O'Hare A M, Sidawy A N, Feinglass J, Magee Merine K, Daley J, Khuri S, Henderson W G, Johansen K L: Influence of renal insufficiency on limb loss and mortality after initial lower extremity surgical revascularization. *Journal of vascular surgery*, 39: 709-716(2004)
45. Okamoto S, Iida O, Mano T: Current Perspective on Hemodialysis Patients with Peripheral Artery Disease. *Annals of vascular diseases*, 10: 88-91(2017)
46. Orimoto Y, Ohta T, Ishibashi H, Sugimoto I, Iwata H, Yamada T, Tadakoshi M, Hida N: The prognosis of patients on hemodialysis with foot lesions. *Journal of vascular surgery*, 58: 1291-1299(2013)
47. Ortmann J, Gahl B, Diehm N, Dick F, Traupe T, Baumgartner I: Survival benefits of revascularization in patients with critical limb ischemia and renal insufficiency. *Journal of vascular surgery*, 56: 737-745.e1(2012)
48. Owens C D, Ho K J, Kim S, Schanzer A, Lin J, Matros E, Belkin M, Conte M S: Refinement of survival prediction in patients undergoing lower extremity bypass surgery: Stratification by chronic kidney disease classification. *Journal of vascular surgery*, 45: 944-952(2007)
49. Rajagopalan S, Dellegrottaglie S, Furniss A L, Gillespie B W, Satayathum S, Lameire N, Saito A, Akiba T, Jadoul M, Ginsberg N, Keen M, Port F K, Mukherjee D, Saran R: Peripheral Arterial Disease in Patients with End-Stage Renal Disease: Observations from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Circulation*, 114: 1914-1922(2006)
50. Ramanan B, Jeon-Slaughter H, Chen X, Modrall J G, Tsai S: Comparison of open and endovascular procedures in patients with critical limb ischemia on dialysis. *Journal of Vascular Surgery*, 70: 1217-1224(2019)

51. Ramdev P, Rayan S S, Sheahan M, Hamdan A D, LoGerfo F W, Akbari C M, Campbell D R, Pomposelli F B: A decade experience with infrainguinal revascularization in a dialysis-dependent patient population. *Journal of vascular surgery*, 36: 969-974(2002)
52. Rao A, Baldwin M, Cornwall J, Marin M, Faries P, Vouyouka A: Contemporary outcomes of surgical revascularization of the lower extremity in patients on dialysis. *Journal of vascular surgery*, 66: 167-177(2017)
53. Saran R, Li Y, Robinson B et al.: US Renal System 2014 Annual Data Report: Epidemiology of Kidney Disease in the United States. *American journal of kidney diseases*, 66: S79-S92(2015)
54. Saran R, Robinson B, Abbott K C, Agodoa L Y C, Bragg-Gresham J, Balkrishnan R, Bhave N, Dietrich X, Ding Z, Eggers P W, Gaipov A, Gillen D, Gipson D, Gu H, Guro P, Haggerty D, Han Y, He K, Herman W, Heung M, Hirth R A, Hsiung J, Hutton D, Inoue A, Jacobsen S J, Jin Y, Kalantar-Zadeh K, Kapke A, Kleine C, Kovesdy C P, Krueter W, Kurtz V, Li Y, Liu S, Marroquin M V, McCullough K, Molnar M Z, Modi Z, Montez-Rath M, Moradi H, Morgenstern H, Mukhopadhyay P, Nallamothu B, Nguyen D V, Norris K C, O'Hare A M, Obi Y, Park C, Pearson J, Pisoni R, Potukuchi P K, Repeck K, Rhee C M, Schaubel D E, Schragger J, Selewski D T, Shamraj R, Shaw S F, Shi J M, Shieu M, Sim J J, Soohoo M, Steffick D, Streja E, Sumida K, Kurella Tamura M, Tilea A, Turf M, Wang D, Weng W, Woodside K J, Wyncott A, Xiang J, Xin X, Yin M, You A S, Zhang X, Zhou H, Shahinian V: US Renal Data System 2018 Annual Data Report: Epidemiology of Kidney Disease in the United States. *American journal of kidney diseases*, 73: A7-A8(2019)
55. Shilling A M, Raphael J: Diabetes, Hyperglycemia, and Infections. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 22: 519-535(2008)
56. Sigl M, Noe T, Rümenapf G, Kraemer B K, Morbach S, Borggreffe M, Amendt K: Outcomes of severe limb ischemia with tissue loss and impact of revascularization in haemodialysis patients with wound, ischemia, and foot infection (WIFI) stage 3 or 4. *Vasa*, 49: 63-71(2020)
57. Silverberg D, Yalon T, Rimon U, Reinitz E R, Yakubovitch D, Schneiderman J, Halak M: Endovascular treatment of lower extremity ischemia in chronic renal failure patients on dialysis: early and intermediate term results. *The Israel Medical Association journal*, 15: 734-738(2013)
58. Smilowitz N R, Bhandari N, Berger J S: Chronic kidney disease and outcomes of lower extremity revascularization for peripheral artery disease. *Atherosclerosis*, 297: 149-156(2019)
59. Speckman R A, Frankenfield D L, Roman S H, Eggers P W, Bedinger M R, Rocco M V, McClellan W M: Diabetes Is the Strongest Risk Factor for Lower-Extremity Amputation in New Hemodialysis Patients. *Diabetes Care*, 27: 2198-2203(2004)

60. Wallaert J B, Nolan B W, Adams J, Stanley A C, Eldrup-Jorgensen J, Cronenwett J L, Goodney, P P: The impact of diabetes on postoperative outcomes following lower-extremity bypass surgery. *Journal of vascular surgery*, 56: 1317-1323(2012)
61. Wattanakit K, Folsom A R, Selvin E, Coresh J, Hirsch A T, Weatherley B D: Kidney Function and Risk of Peripheral Arterial Disease: Results from the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *Journal of the American Society of Nephrology*, 18: 629-636(2007)
62. Yamamoto S, Hosaka A, Okamoto H, Shigematsu K, Miyata T, Watanabe T: Efficacy of Revascularization for Critical Limb Ischemia in Patients with End-stage Renal Disease. *European journal of vascular and endovascular surgery*, 48: 316-324(2014)
63. Yoshikawa H, Kujime S, Iwasaki M, Yoshikawa M: Poor survival of dialysis patients with unhealed wounds because of critical limb ischemia: Limb salvage and survival requires wound healing. *International wound journal*, 16: 1112-1118(2019)
64. Yuo T H, Wallace J R, Fish L, Avgerinos E, Leers S A, Al-Khoury G E, Makaroun M S, Chaer R A: Comparison of outcomes after open surgical and endovascular lower extremity revascularization among end-stage renal disease patients on dialysis. *European journal of vascular and endovascular surgery*, 75: 248-257(2018)

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Unterschied im Follow-up der Patienten des Sana Klinikum Biberach 2014-2016 nach Rekanalisation bei kritischer Extremitätenischämie .....	10
Abbildung 2: Kaplan- Meier Überlebensanalyse zur Überlebenszeit der Patienten mit kritischer Extremitätenischämie, welche im Zeitraum von 2014 – 2016 im Sana Klinikum Biberach eine Rekanalisation erfahren haben.....	13
Abbildung 3: Übersicht des amputationsfreien Gesamtüberlebens der Patienten mit kritischer Extremitätenischämie des Sana Klinikum Biberach 2014-2016 .....	14
Abbildung 4: Kaplan- Meier- Kurve zum amputationsfreien Überleben getrennt für Nierengesunde und für Dialysepatienten mit kritischer Extremitäten-ischämie des Sana Klinikum Biberach 2014-2016. ....	14

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1:	Stadieneinteilung der pAVK nach Fontaine und Rutherford .....	1
Tabelle 2:	Kardiovaskuläre Risikofaktoren der Patienten, die mit kritischer Extremitäten-ischämie im Sana Klinikum Biberach 2014-2016 behandelt wurden.....	9
Tabelle 3:	Anzahl der kardiovaskulären Risikofaktoren und des Alters für die Gruppen Dialysepatienten und Nierengesunde unter den Patienten, die mit kritischer Extremitätenischämie im Sana Klinikum Biberach 2014-2016 behandelt wurden .....	10
Tabelle 4:	Outcomes der Patienten mit kritischer Extremitätenischämie des Sana Klinikum Biberach 2014-2016 nach Rekanalisation.....	11
Tabelle 5:	Outcomes der Patienten mit kritischer Extremitätenischämie, die 2014-2016 im Sana Klinikum Biberach rekanalisiert wurden. Gegenüberstellung Dialysepatienten und Nierengesunde. ....	12



## Anhang

**Anhang 1: Tabelle zur Dokumentation der Daten der Patienten, welche sich zur Revaskularisierung bei kritischer Extremitätenischämie von 2014 – 2016 im Sana Klinikum Biberach befanden**

Nr	Alter	Geschlecht	Dialysebeginn	AVK Stadium	Intervention/ Operation	FU (Monate)	Lebend	Amputation	verst an	periop Ko	Reintervent	CNI	D.m.	aHT	Nikotin	HLP	Adipositas
1	85	m	10/14	IV	PTA US	5	0	minor	Pneumonie				1	1			
2	76	w	02/13	IV	PTA AFS + US	9	1	major		Hämatom	4. Mon		1	1			
3	68	m	11/15	IV	PTA OS + US	20	1	minor (multipel)					1	1			1
4	44	m	vor 06	IV	PTA + Stent A il com	16	1	major					1				
5	80	w	10/08	IIb	TEA, PTA AFS	24	0	0	Tumor		frustran + By- pass 18. Mon			1		1	
6	88	w	05/07	IV	PTA AFS	12	1	0						1			
7	87	w	03/08	IV	PTA US	14	0		Infekt					1	1		
8	67	m	vor 16	IV	PTA AFS	1	1	0					1	1			
9	79	m	vor 11	IIb	PTA AFS	8	1	major	Nekrotisierende Fasciitis	Bypassinfekt	4. Mon Bypass		1	1		1	
10	74	w	10/03	III	PTA A il com + US	8	1	0						1			
11	70	m	08/01	IV	Bypass AFS	8	1	0		Nachblutung				1	1	1	
12	63	m	11/13	IIb	Bypass fem-cru	30	1	0			6 Mon PTA			1			1
13	65	m	03/16	IV	PTA AFS + US	2	1	0		Dissektion AFC + S			1	1	1	1	1
14	55	w	02/15	IV	PTA US	19	1	0					1	1			1

Nr	Alter	Geschlecht	Dialysebeginn	AVK Stadium	Intervention/ Operation	FU (Monate)	Lebend	Amputation	verst an	periop Ko	Reintervent	CNI	D.m.	aHT	Nikotin	HLP	Adipositas
15	73	m	15	IV	PTA AFS + US	13	0	0	Sepsis (Bypassinfekt)		12. Mon Bypass		1				
16	81	w	05/15	IV	Angioplastie AFS	4	1	0						1		1	
17	66	w	12/14	IV	PTA AFS + US	1	1	0					1	1			1
18	58	w	02/04	IV	PTA US	1	0	major	LAE nach US-Amputation		1. Mon		1	1			
19	87	m	Vor 02	IV	PTA + Stent OS, PTA US	41	0	minor					1	1			
20	62	w	09/14	III	Bypass fem-popl.	30	1	0			Neuanlage 12. Mon		1	1			
21	77	m	09/15	IV	PTA OS + US	1	0	0	Sepsis				1	1			
22	81	w	01/14	IIb	PTA + Stent OS + US	18	1	0					1	1		1	
23	89	w	0	III	PTA OS+ US	23	1	minor				V		1			
24	86	w	0	III	PTA US	3	0	0	Kardiale Dekompensation			V	1	1			
1	85	m	0	IIb	PTA AFS	11	1	0						1			
2	58	w	0	IIb	PTA Becken	32	1	0					1	1	1		
3	66	m	0	IIb	PTA AIC + AFS	28	1	0					1	1			
4	64	m	0	IIb	PTA AFS	19	1	0						1	1		
5	74	m	0	IV	PTA US	2	1	0					1	1		1	1
6	89	w	0	IV	PTA US	13	0	0	Pneumonie					1			
7	46	m	0	IV	PTA US	18	1	0					1		1		1
8	78	w	0	IV	PTA OS	31	1	0		Nachblutung			1	1			
9	88	w	0	IV	PTA US	2	1	minor		Wundheilungsstörung				1			

Nr	Alter	Geschlecht	Dialysebeginn	AVK Stadium	Intervention/ Operation	FU (Monate)	Lebend	Amputation	verst an	perioop Ko	Reintervent	CNI	D.m.	aHT	Nikotin	HLP	Adipositas
10	55	m	0	IV	PTA + Stent OS + US	30	1	0					1	1			
11	84	w	0	IV	PTA US	33	1	minor		Wundheilungsstörung	6. Mon		1	1			
12	78	m	0	IV	PTA OS + US	28	1	major		Frühverschluss	11. u 15. Mon, dann Bypass			1			
13	80	m	0	IV	PTA US	25	1	0					1	1			
14	79	m	0	IV	PTA + Stent OS, PTA US	28	0	0					1	1			
15	89	w	0	IV	PTA OS	18	1	0						1		1	1
16	92	w	0	III	PTA + Stent OS, PTA US	11	1	0						1		1	
17	67	m	0	IV	frustrane PTA US	14	1	minor			Indikation Bypass, Probe-freilegung			1			
18	80	m	0	IV	PTA US	25	1	0					1	1			
19	49	m	0	IV	PTA OS + US li, Bypass re	24	1	minor + Nachamputation			5. Mon re		1	1		1	1
20	74	m	0	IV	PTA OS+ US, Stent US	24	1	major	Sepsis				1	1			
21	90	w	0	IV	PTA + Stent OS, PTA US	12	1	0						1			
22	84	w	0	IV	PTA US	3	1	0			3. Mon		1	1			1
23	81	w	0	IV	Thrombektomie	6	1	0			5. Mon						
24	85	w	0	IV	PTA US	12	0	0	Apoplex				1				

Nr	Alter	Geschlecht	Dialysebeginn	AVK Stadium	Intervention/ Operation	FU (Monate)	Lebend	Amputation	verst an	periop Ko	Reintervent	CNI	D.m.	aHT	Nikotin	HLP	Adipositas
25	85	w	0	IV	PTA + Stent OS	16	1	0						1		1	
26	64	w	0	IV	Bypass fem-popl.	42	1	0			28. 33. 36. u 37. Mon By- passverschluss		1	1	1	1	
27	57	m	0	IV	PTA + Stent OS	5	1	0					1	1	1		
28	84	w	0	IV	PTA US	9	1	0						1			
29	74	m	0	IV	PTA US		1	minor					1	1			

**Danksagung**

An erster Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. med. Bernd Mühling für die Bereitstellung des Themas und seine sehr freundliche und gute Betreuung danken.

Herzlichster Dank für ihre Unterstützung und Liebe gilt meiner Familie und meinem Mann.

Lebenslauf aus Gründen des Datenschutzes entfernt.