

Aus der
Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation
der medizinischen Fakultät
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
komm. Direktor: Prof. Dr. med Klaus Grabitz

**Die periphere Revaskularisation bei der arteriellen
Verschlusskrankung: Ist das Langzeitergebnis von der
Lokalisation der distalen Bypass-Anastomose abhängig?**

Dissertation
zur
Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Viktor Römmler

2009

**Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

gez: Univ.-Prof. Dr. med. Joachim Windolf

Dekan

Referent: Priv.-Doz. Weis-Müller

Korreferent: Prof. Dr. Godehardt

meinen Eltern in großer Dankbarkeit

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Fragestellung.....	3
3. Methodik und Patientengut.....	4
3.1 Methodik.....	4
3.1.1 Patientenselektion.....	4
3.1.2 Datenerhebung.....	4
3.1.3 Nachuntersuchung.....	5
3.1.4 Erhebung der Nachbeobachtungsdaten ohne Nachuntersuchung.....	5
3.1.5 Statistische Aufbereitung.....	6
3.1.6 Aufteilung auf drei verschiedene Dissertationen.....	6
3.2 Patientengut.....	8
3.2.1 allgemeine Angaben.....	8
3.2.1.1 Patientenanzahl und Jahrgänge.....	8
3.2.1.2 Geschlechterverteilung.....	8
3.2.1.3 Altersverteilung.....	9
3.2.1.4 pAVK-Stadium nach Fontaine.....	10
3.2.1.5 Risikofaktoren.....	11
3.2.1.6 Vorerkrankungen.....	11
3.2.1.7 Voroperationen am ipsi- oder kontralateralen Bein.....	12
3.2.2 spezielle Angaben zur Operation.....	13
3.2.2.1 Anastomosen.....	13
3.2.2.2 Länge des Bypasses.....	14
3.2.2.3 Bypassmaterialien.....	14
3.2.2.4 Bypassführung.....	15
3.2.2.5 intraoperative Zusatzmaßnahmen.....	16
3.2.2.6 Revisionen.....	16
4. Ergebnisse.....	18
4.1 allgemein.....	18
4.1.1 Frühergebnisse.....	18
4.1.2 Spätergebnisse.....	21
4.1.2.1 Follow-Up und Nachbeobachtungszeitraum.....	21
4.1.2.2 Ergebnisse der peripheren Revaskularisation: Übersicht über das Gesamtkollektiv.....	22
4.1.2.3 Tod.....	24

4.2 speziell.....	25
4.2.1 distaler Bypassanschluss: Analyse „Crural“ vs. Pedal“.....	25
4.2.1.1 Ergebnisse der peripheren Revaskularisation bei cruralem oder pedalem Anschluss der distalen Anastomose: Gesamtauswertung.....	25
4.2.1.2 Ergebnisse der peripheren Revaskularisation bei cruralem oder pedalem Anschluss der distalen Anastomose: Die proximale Anastomose liegt auf <i>inguinaler</i> Ebene.....	28
4.2.1.3 Ergebnisse der peripheren Revaskularisation bei cruralem oder pedalem Anschluss der distalen Anastomose: Die proximale Anastomose liegt auf <i>Oberschenkel</i> -Ebene.....	31
4.2.1.4 Ergebnisse der peripheren Revaskularisation bei cruralem oder pedalem Anschluss der distalen Anastomose: Die proximale Anastomose liegt auf <i>infragenidaler</i> Ebene.....	34
4.2.2 distaler Bypassanschluss: Analyse der distalen Anastomose, Bewertung einzelner Unterschenkel- und Fußarterien.....	37
4.2.2.1 Ergebnisse der cruralen Revaskularisation: A. tibialis anterior vs. A. fibularis vs. A. tibialis posterior.....	37
4.2.2.2 Ergebnisse der pedalen Revaskularisation: A. dorsalis pedis vs. A. tibialis posterior/ A. plantaris medialis.....	43
4.2.3 Störgrößen, die die Ergebnisse der peripheren Revaskularisation beeinflussen können.....	46
4.2.3.1 Demonstration möglicher Störgrößen.....	46
4.2.3.1.1 Einfluss weiterer intraoperativer Maßnahmen.....	46
4.2.3.1.2 Einfluss einer bereits durchgeführten Voroperation.....	49
4.2.3.1.3 Einfluss des Spendergefäßes: Anschluss an ein Originalgefäß oder an einen bereits bestehenden Bypass.....	52
4.2.3.1.4 Einfluss des pAVK-Stadiums.....	55
4.2.3.1.5 Einfluss des Patientenalters.....	58
4.2.3.1.6 Einfluss verschiedener Komorbiditäten.....	58
4.2.3.1.7 Einfluss des Geschlechts.....	58
4.2.3.1.8 Einfluss der Bypassführung.....	61
4.2.3.1.9 Einfluss des Bypassmaterials.....	64
4.2.3.2 Bewertung des Einflusses der möglichen Störgrößen.....	67
4.2.3.2.1 Verteilung der möglichen Störgrößen auf die Hauptanalysegruppen.....	67
4.2.3.2.2 Einfluss der Störgrößen bei cruraler und pedaler Revaskularisation.....	68
4.2.3.2.2.1 Einfluss der Bypassführung	68
4.2.3.2.2.2 Einfluss des pAVK-Stadiums....	70
4.2.3.2.2.3 Einfluss der Höhe der distalen Anastomose.....	72

4.2.3.2.3 Einfluss der Störgrößen: Vergleich der einzelnen Unterschenkelgefäße.....	73
4.2.3.2.3.1 Einfluss der Bypassführung.....	73
5. Diskussion.....	75
6. Zusammenfassung.....	86
7. Anhang und Begriffsdefinitionen.....	89
8. Literaturverzeichnis.....	100
9. Danksagung.....	105

1. Einleitung

Die periphere arterielle Verschlusskrankung stellt eine klassische Form des Endorganschadens der generalisierten Arteriosklerose dar, deren Pathogenese weitgehend erforscht ist und in drei Stadien eingeteilt werden kann^{1,2,3}: Die Initiationsphase mit einer Schädigung der Endothelfunktion, die Bildung ausgedehnter plaqueähnlicher Ablagerungen als Ausdruck einer vom Immunsystem vermittelten Inflammation und das Stadium der Komplikationen resultierend aus einer Minderperfusion durch eine hochgradige Gefäßstenose oder einen Verschlussprozess. Schon die Ergebnisse der Framingham-Studie zeigten, dass das Rauchen das Risiko einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit signifikant erhöht^{4,5}. Aber auch für andere Risikofaktoren wurde gezeigt, dass sie das Auftreten der arteriellen Verschlusskrankheit begünstigen³. Besonders seien hier das Alter, die arterielle Hypertonie, der Diabetes mellitus und die Hyperlipidämie genannt^{3,4,6,7,8}. Die demographischen Veränderungen innerhalb der Bundesrepublik Deutschland sind beachtlich: Bereits im Zeitraum von 1980 bis zum Jahr 2000 ist eine deutliche Zunahme innerhalb der Klasse der 20- bis 64-Jährigen und der über 65-Jährigen zu beobachten (Abb. 26, 27). Da das Alter ein wesentlicher Risikofaktor für das Auftreten der arteriellen Verschlusskrankheit ist³, wird die periphere Bypasschirurgie in einer zunehmend älteren Bevölkerung einen wachsenden Stellenwert einnehmen.

Aber nicht nur das Alter, sondern auch der Diabetes mellitus begünstigt die Entstehung der Arteriosklerose und ihre Folgen. Bereits 1989 war offensichtlich, dass der Diabetes mellitus bei der Entstehung einer Vielzahl unserer modernen Zivilisationskrankheiten mitwirkt und die Zahl der Neuerkrankungen in Europa stetig steigt⁹. Im selben Jahr kamen daher Vertreter der WHO und der International Diabetes Federation (IDF) im italienischen Sankt Vincent zusammen, um Ziele zur Prävention, Früherkennung und Behandlung des Diabetes mellitus und seiner Folgen¹⁰ – unter anderem die Amputation der unteren Extremität – festzusetzen.

Im Second European Consensus Document wird die Bedeutung der Gefäßchirurgie bei der Rettung des ischämischen Beins deutlich; so heißt es in Artikel 25:

*„A reconstructive procedure should be attempted so long as there is a reasonable (25%) chance of saving a useful limb for at least one year, in a patient who has evidence of sufficient run-off and who is fit for surgery.“*¹¹

Und in Artikel 29: *“Amputation is the ultimate choice if any possibility of revascularisation or limb-saving therapy has been excluded.”*¹¹

Insofern kommt der chirurgischen Revaskularisation der arteriellen Strombahn der unteren Extremität eine zentrale Stellung zu. Dabei soll der Chirurg seine technischen Möglichkeiten in vollem Umfang ausnutzen, wie das TransAtlantic InterSociety Consensus Document on Revascularisation in Artikel 90 empfiehlt:

*„The least diseased distal artery with the best continuous run-off to the foot should be used for outflow, regardless of its location, provided there is adequate length of suitable vein.”*¹²

Die Grundlagen der peripheren Bypasschirurgie wurden bereits zu Anfang des 20. Jahrhunderts gelegt: 1902 beschrieb der Chirurg Alexis Carrel eine Technik zur Anastomosierung menschlicher Blutgefäße und legte damit einen Grundstein für weitere Pionierleistungen¹³. 1907 gelang Erich Lexer die erste Transplantation einer körpereigenen Vene zur Interposition in eine mehr als acht Zentimeter lange arterielle Gefäßlücke nach Beseitigung eines falschen Aneurysmas der Arteria subclavia¹⁴. Die gedanklichen und technischen Voraussetzungen ermöglichten es damit Jean Kunlin im Jahre 1948 bei einem Patienten mit einer kritischen Ischämie des Beines einen Venenbypass von der Arteria femoralis zur Arteria poplitea in Reversed-Technik anzulegen¹⁵. Im Koreakrieg wurde dann erstmals im größeren Umfang versucht, traumatisierte Extremitäten mit Gefäßzerstörung durch Anlage eines Venenbypass zu retten^{16,17}. Seitdem wurde der Saphenabypass zur Beinrettung weltweit eingeführt und die Verfahren zur Revaskularisation immer weiter verfeinert: So beschreibt z.B. Ascer¹⁸ das Plaque-Cracking, mit dem der distale Anschluss auch auf stark verkalkte Gefäße noch gelingen kann. Connors¹⁹ et al. konnten im Jahr 2000 die Ergebnisse von Bypassanschlüssen auf kleinere Endäste der A. tibialis posterior und der A. dorsalis pedis an einer kleineren Patientengruppe demonstrieren und zeigten damit noch weitergehende technische Möglichkeiten auf.

Auch in der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation wird schon seit Jahrzehnten das Konzept der peripheren Revaskularisation kritisch durchblutungsgestörter Extremitäten vertreten und bei kontinuierlich steigenden Patientenzahlen durchgeführt.

2. Fragestellung

Wir haben uns die Frage gestellt, von welchen Faktoren der Erfolg oder Misserfolg einer Bypassanlage abhängt und haben deshalb retrospektiv alle Patienten analysiert, die in der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation in der Zeit von Januar 1996 bis Dezember 2005 einen Bypass auf ein einzelnes Unterschenkel- oder Fußgefäß erhalten haben. Dabei wurden nur Bypassanlagen berücksichtigt, deren distale Anastomose unterhalb des Tractus tibiofibularis angelegt wurden.

Von mir selbst wurde der Einfluss der Lokalisation der proximalen und distalen Anastomose auf die primäre Bypassoffenheit, auf die Gesamtoffenheit – primär und sekundär – und auf den Beinerhalt untersucht.

Nach Darstellung der Ergebnisse wurde analysiert, ob die beobachteten Unterschiede im Revaskularisationsergebnis tatsächlich auf die unterschiedliche Anastomosenlokalisierung zurückzuführen sind oder durch andere systemische Störfaktoren bedingt sind. In Anlehnung an eine Arbeit von Rutherford²⁰ und Erkenntnissen über die Entstehung der Arteriosklerose³ wurde dabei der Einfluss

- weiterer intraoperativer Maßnahmen,
- einer bereits durchgeführten Vor-Operation,
- des Bypassgefäßes: Anschluss an ein Originalgefäß versus an eine bereits bestehende Rekonstruktion,
- des pAVK-Stadiums,
- des Patientenalters,
- verschiedener Komorbiditäten,
- des Geschlechts,
- der Bypassführung,
- und des Bypassmaterials

auf das Revaskularisationsergebnis unter Berücksichtigung der Anastomosenlokalisierung analysiert.

3 Methodik und Patientengut

3.1 Methodik

3.1.1 Patientenselektion

Es wurden alle Patienten erfasst, die in dem Beobachtungszeitraum vom 1.1.1996 bis einschließlich 31.12.2005 in der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation des Universitätsklinikums Düsseldorf wegen einer arteriellen Verschlusskrankheit – AVK – einen Bypass auf ein einzelnes Unterschenkelgefäß – crural – oder Fußgefäß – pedal – erhalten haben. Dazu wurden zunächst die Operationsbücher der Op-Säle 6 und 6a des alten Op-Traktes und der Op-Säle 1-3 des neuen Op-Traktes durchgesehen, in denen chronologisch alle Operation mit Patientenpersonalien verzeichnet sind und dann die nach Jahrgängen alphabetisch sortierten Operationsberichte herausgesucht. Die Operationsdaten, wie Lokalisation der proximalen und distalen Anastomose, Bypassmaterial, Bypassführung intraoperative Zusatzmaßnahmen wurden den Operationsberichten entnommen.

Einschlusskriterium war ein Bypass mit einer distalen Bypassanastomose jenseits des Tractus tibiofibularis, wobei ein Anschluss genau auf den Tractus nicht als cruraler Bypass angesehen wurde.

Ausschlusskriterium war eine Bypassversorgung aufgrund eines Popliteaaneurysmas oder einer akuten Revaskularisation nach einer arteriellen Embolie als Folge eines vorausgegangenen Eingriffs an der zentralen Strombahn. Bei einigen Patienten mussten nacheinander beide Beine mit einem Bypass versorgt werden. In die Auswertung floss jeweils nur der erste Bypass ein.

3.1.2 Datenerhebung

Nach erfolgter Patientenselektion wurden die Krankenakten herausgesucht und daraus die patientenbezogenen relevanten Daten wie Vorerkrankungen, Medikation, Laborwerte, stationärer Verlauf, Bypassfunktion, Frührevisionen, Dauer des stationären Aufenthaltes etc. erhoben.

3.1.3 Nachuntersuchung

Es wurden alle Patienten zu einer Nachuntersuchung in der Gefäßambulanz eingeladen. Dort erfolgte eine standardisierte Anamnese, in der alle medizinischen Ereignisse seit dem operativen Eingriff erfragt wurden, wie ein zwischenzeitlicher Bypassverschluss, Revisionsoperationen, Angioplastien etc.. Ferner wurde das aktuelle Beschwerdebild wie Gehstörungen, Ruheschmerz etc. erhoben. Dann wurden die Patienten einer Untersuchung unterzogen. Beide Beine wurden auf Defektstellen, Ulzera und Kapillarisation inspiziert und ein peripherer Pulsstatus ermittelt. Ferner wurde der periphere Knöchel-Arm-Index bestimmt, um weitere Hinweise auf die periphere Durchblutung zu erhalten. Ein zu palpierender Puls über dem Bypass galt als sicherster Hinweis auf einen offenen Bypass. Bei subfaszial verlaufenden Bypässen wurde versucht, den Bypass möglichst in seinem gesamten Verlauf dopplersonographisch darzustellen. Im Gesamtbild mit einer unbegrenzten Gehstrecke, guter Kapillarisation und intaktem Gewebe wurde ein solcher Bypass als offen gewertet.

3.1.4 Erhebung der Nachbeobachtungsdaten ohne Nachuntersuchung

Hatte sich der Patient nicht zu einer Nachuntersuchung zurückgemeldet, so wurde versucht, ihn telefonisch zu erreichen. Stellte sich im Gespräch mit den Angehörigen heraus, dass er mittlerweile verstorben war, so wurde das Todesdatum dokumentiert und die Angehörigen befragt, ob der Patient zwischenzeitlich eine Major-Amputation des operierten Beines benötigt hatte. Mit Zustimmung der Angehörigen konnten wir den Hausarzt befragen, ob der Bypass beim letzten Patientenkontakt noch offen war. Leider war die Frage nach der Bypassdurchgängigkeit post mortem auch mit Hilfe des Hausarztes nur selten möglich.

Im Falle des Versterbens haben wir recherchiert, wo der Patient verstorben ist. Falls der Betroffene in einem Krankenhaus verstarb, konnten wir mit Zustimmung der Angehörigen die vom behandelnden Arzt vermutete Todesursache eruieren und die Frage nach der Bypassoffenheit klären. War nur die Stadt bekannt, in der der Patient verstarb, so haben wir beim zuständigen Gesundheitsamt die Einsicht in den Totenschein beantragt und daraus in den meisten Fällen zumindest entnehmen können, ob der Patient zwischenzeitlich majoramputiert wurde.

3.1.5 Statistische Aufbereitung

Die so gewonnenen Daten wurden in eine von Frau OÄ PD Dr. Weis-Müller und mir entworfene Datenbank – welche mit Microsoft Access 2003 aus dem Paket Microsoft Office XP 2003 for students erstellt wurde – aufgenommen.

Die so erhobenen Daten wurden nach Microsoft Excel 2003 exportiert und mittels der kommerziell erhältlichen Software SPSS 15.0 für die weitere statistische Auswertung eingelesen.

Die Ergebnisse für die Bypassoffenheit, den Beinerhalt und das postoperative Überleben wurden mittels der Kaplan-Meier-Produkt-Limit-Methode ermittelt. Mehrere Kaplan-Meier-Funktionen konnten mit Hilfe des Log-Rank-Test nach Mantel-Cox auf signifikante Unterschiede im Kurvenverlauf überprüft werden. P-Werte $\leq 0,05$ galten dabei als signifikant.

Sollten zwei Variablen mit mehr als zwei Ausprägungen auf Unabhängigkeit getestet werden, so wurde der Chi-Quadrat-Test nach Pearson benutzt. Besaßen beide Variablen jeweils nur zwei Ausprägungen, wurde der exakte Fisher-Test angewendet. Auch hier galten p-Werte $\leq 0,05$ als statistisch signifikant.

3.1.6 Aufteilung auf drei verschiedene Dissertationen

Da abzusehen war, dass diese retrospektive Analyse eine große Patientenzahl umfasste und es auch eine Vielzahl unterschiedlichster Fragestellungen zu dem Patientengut gab, wurden drei verschiedene Dissertationen geplant und das Projekt entsprechend unter unten stehenden Personen aufgeteilt:

- Viktor Roemmler
Duisbergstraße 48
42327 Wuppertal
Student der Heinrich-Heine-Universität
- Ines-Maria Lippelt, geb. 18.12.1983
Adalbertstraße 32
40545 Düsseldorf
Studentin der Heinrich-Heine Universität
- Mark Porath, geb. 13.10.1983
Ernst-Derra-Straße 47
40225 Düsseldorf
Student der Heinrich-Heine-Universität

Mark Porath erhob die relevanten Patientendaten der OP-Jahrgänge 1996-1999, Ines Lippelt die Jahrgänge 2000-2002 und ich die Jahrgänge 2003 bis 2005.

Aus diesem Patientenpool wurden neben meinem Dissertationsthema zwei weitere Fragestellungen abgeleitet:

Ines Lippelt untersuchte folgendes Thema: Gibt es Unterschiede in der Langzeitoffenheitsrate und Überlebensrate in Abhängigkeit der Comorbidität? Lohnt sich der periphere Bypass beim Multimorbiden?

Mark Porath bearbeitete folgendes Thema: Spielt das bei der Anlage cruraler und pedaler Bypässe verwendete Bypassmaterial eine Rolle für die Offenheitsrate?

Nachdem die Patientendaten der zugeordneten Jahrgänge zunächst von jedem Doktoranden getrennt erhoben worden waren, wurden diese dann nach Abschluss der Datenerhebung zu einer Datei zusammengeführt. Die spezifische Auswertung der Daten zur Beantwortung der spezifischen Fragestellung erfolgte dann wieder von jedem Doktoranden selbstständig. Der Methodenteil, die Basisauswertung und das Layout des spezifischen Ergebnisteils wurden zunächst von jedem Doktoranden selbstständig erstellt. Danach wurde jedoch, der besseren Lesbarkeit wegen aus allen drei Teilen in einer „Synopsis“ eine einheitliche Version für die Methodik, Basisauswertung und das Layout des Ergebnisteils erstellt.

3.2 Patientengut

3.2.1 allgemeine Angaben

3.2.1.1 Patientenanzahl und Jahrgänge

721 Patienten wurden von Januar 1996 bis Dezember 2005 in der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation mit einem peripheren Bypass auf ein singuläres Unterschenkel- oder Fußgefäß versorgt.

Tab. 1 zeigt die Verteilung der Patienten über die verschiedenen Jahre, sortiert nach dem OP-Datum.

Operationsjahr	Anzahl Pat.	
1996 ^a	57	7,9 %
1997 ^a	70	9,7 %
1998 ^a	62	8,6 %
1999 ^{a/b}	60	8,3 %
2000 ^b	88	12,2 %
2001 ^b	106	14,7 %
2002 ^b	76	10,5 %
2003 ^c	71	9,9 %
2004 ^c	68	9,4 %
2005 ^c	63	8,7 %

Tab. 1: Verteilung der operierten Patienten (n = 721)

^a Patientenakten von Mark Porath bearbeitet

^b Patientenakten von Ines Lippelt bearbeitet

^c Patientenakten von mir bearbeitet

3.2.1.2 Geschlechterverteilung

Das Patientenkollektiv setzte sich aus 494 Männern (68,5 %) und 227 Frauen (31,5 %) zusammen. Somit waren ca. 2/3 der Patienten männlich und 1/3 weiblich.

Abb. 1 zeigt graphisch die Geschlechterverteilung.

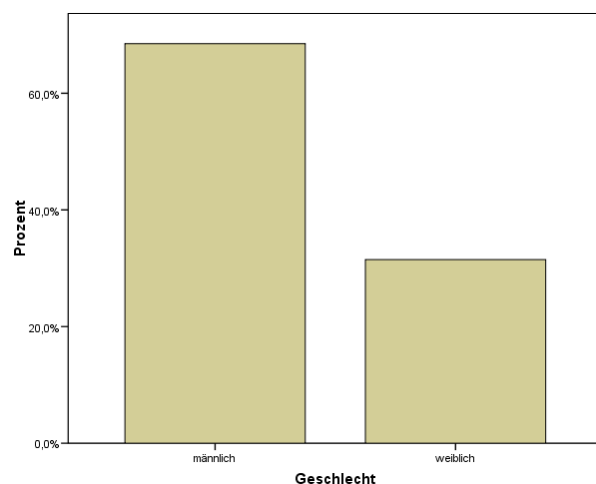


Abb. 1: Geschlechterverteilung (n = 721)

3.2.1.3 Altersverteilung

Die Patienten waren bei Operation zwischen 26,5 und 91,8 Jahre alt, wobei das Durchschnittsalter für das Gesamtkollektiv $67,7 \pm 10,6$ Jahre betrug. Betrachtet man Männer und Frauen getrennt, so lag der Mittelwert der Frauen bei $70,5 \pm 10,8$ Jahren, wohingegen die Männer durchschnittlich ca. 4 Jahre jünger waren ($66,5 \pm 10,3$ Jahre). Für spätere Berechnungen wurde das Patientenkollektiv in verschiedene Altersgruppen eingeteilt (vgl. Tab. 2, 3).

Tab. 2: Berechnungen zur Altersverteilung

Stdabw = Standardabweichung, Angaben in Jahren

Patientenkollektiv	Durchschnittsalter +/- Stdabw	Median	Jüngster Patient	Ältester Patient
Gesamt (n = 721)	67,7 +/- 10,6	68,3	26,5	91,8
Männer (n = 494)	66,5 +/- 10,3	66,9	29,1	91,4
Frauen (n = 227)	70,5 +/- 10,8	71,4	26,5	91,8

Tab. 3: Anzahl Patienten in Altersgruppen

J. = Jahre; Prozentzahlen beziehen sich auf das jeweilige Patientenkollektiv in der zugehörigen Zeile

Patientenkollektiv	0-60 J.		60,01-70 J.		70,01 – 80 J.		80,01 – 95 J.	
Gesamt (n = 721)	153	21,2 %	244	33,8 %	254	35,2 %	70	9,7 %
Männer (n = 494)	118	23,9 %	184	37,3 %	157	31,8 %	35	7,1 %
Frauen (n = 227)	35	15,4 %	60	26,4 %	97	42,7 %	35	15,4 %

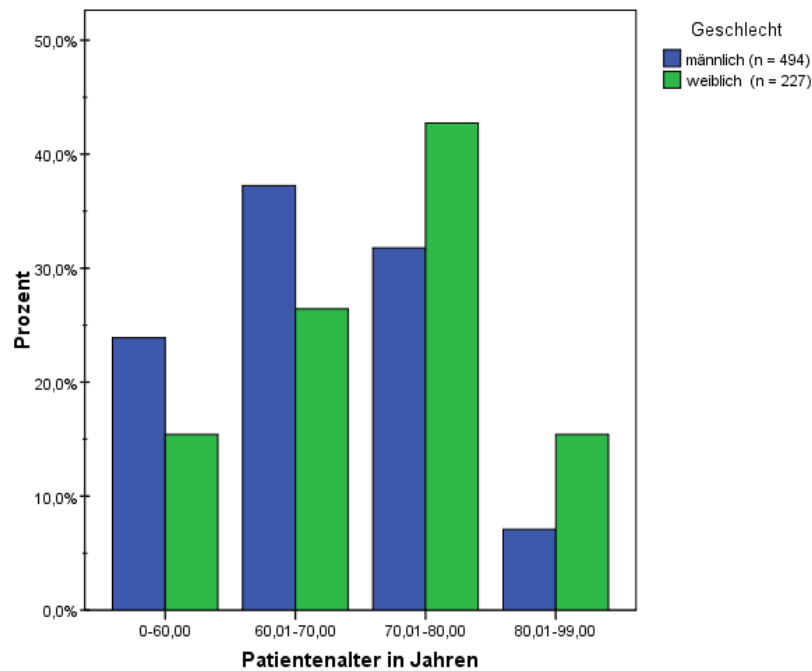


Abb. 2: Verteilung von Männern und Frauen auf die verschiedenen Alters-klassen

Die Prozentwerte beziehen sich auf die Gesamtzahl der Kategorie der Legendenvariablen

3.2.1.4 pAVK-Stadium nach Fontaine

Tab. 4: pAVK-Stadium nach Fontaine (n = 721)

pAVK = periphere arterielle Verschlusskrankheit

pAVK-Stadium	Anzahl Pat.	
II b	64	9,0 %
III	109	15,4 %
IV	535	75,6 %

Aus Tab. 3.2.1.4 ist ersichtlich, dass die überwiegende Zahl der Patienten im kritischen Ischämienstadium III – Ruheschmerz – oder IV – Ulcera, Nekrosen oder Gangrän am Fuß – operiert wurden.

3.2.1.5 Risikofaktoren

Risikofaktoren für Arteriosklerose waren mannigfaltig vorhanden. $\frac{3}{4}$ der Patienten (526; 75,6 %) litten an arterieller Hypertonie und immerhin gut $\frac{2}{3}$ (482; 68,5 %) hatten einen Diabetes mellitus. Die meisten Patienten hatten genau 2 oder 3 Risikofaktoren.

Tab.5: Risikofaktoren für Arteriosklerose

BMI = Body-Mass-Index;

Die Prozentzahlen beziehen sich jeweils auf das in der Zeile zugehörige Patientenkollektiv

Risikofaktoren	Anzahl Pat.
Hypertonie (n = 696)	526 75,6 %
Diabetes (n = 704)	482 68,5 %
BMI ≥ 25 (n = 645)	362 56,1 %
Nikotinabusus (n = 684)	180 26,3 %
Fettstoffwechselstörung (n = 696)	177 25,4 %

3.2.1.6 Vorerkrankungen

469 Patienten (68,8%) hatten eine bekannte cerebrale oder kardiovaskuläre Vorerkrankung. Dabei stellte die koronare Herzkrankheit mit 355 Fällen (52,1%) die häufigste Befund in der Vorgeschichte dar. Insgesamt waren 219 Patienten (31,2%) niereninsuffizient, davon waren 96 Patienten dialysepflichtig.

Tab. 6: Verteilung von Vorerkrankungen

KHK = Koronare Herzkrankheit

Die Prozentzahlen beziehen sich jeweils auf das in der Zeile zugehörige Patientenkollektiv

Vorerkrankungen	Anzahl Pat.
Carotisvorbefund (n = 682)	110 16,1 %
Z. n. Apoplex (n = 682)	98 14,4 %
KHK (n = 682)	355 52,1 %
Z. n. Myokardinfarkt (n = 682)	147 21,6 %
dialysepflichtige Niereninsuffizienz (n = 702)	96 13,7 %

3.2.1.7 Voroperationen am ipsi- oder kontralateralen Bein

Tab. 7: Vorbefundstatus ($n = 721$)

allgemeiner Vorbefund = desoblitative Maßnahme und/oder Bypassanlage und /oder Majoramputation

Art und Lokalisation des Vorbefundes	Anzahl Pat.	
ipsi- oder kontralateral voroperiert	343	47,6 %
nur ipsilateral voroperiert	255	35,4 %
Bypassanlage ipsilateral	156	21,6 %
Major-Amputation kontralateral	57	7,9 %

Über ein Drittel der Patienten waren am ipsilateralen Bein an der arteriellen Strombahn voroperiert. So hatte jeder fünfte Patient an der ipsilateralen Extremität schon einmal einen Bypass erhalten. Fast 8% der Patienten waren kontralateral majoramputiert.

3.2.2 spezielle Angaben zur Operation

3.2.2.1 Anastomosen

Es wurden insgesamt 721 periphere Bypassrekonstruktionen durchgeführt.

387 Bypässe (53,7%) wurden rechts implantiert, 334 Bypässe (46,3%) links.

428 Bypässe (59,4%) wurden auf cruraler und 293 (40,5%) auf pedaler Höhe anastomosiert.

Tab. 8: Bypassanastomosen auf cruraler Höhe (n = 428)

ATP = A. tibialis posterior; AFib = A. fibularis; ATA = A. tibialis anterior; ADP = A. dorsalis pedis;

1. Zeile = proximale Anastomosen; 1. Spalte = distale Anastomosen;

A. femoralis* = A. femoralis superficialis / communis (A. femoralis profunda siehe Sonstige**)

Sonstige** = diverse proximale Anastomosen: bestehende(r) Bypassvene/Prothese (11 x bzw. 25 x),

A. tibialis anterior (1 x), A. femoralis profunda (2 x), A. iliaca externa (1 x)

Sonstige*** = bestehende Bypassvene (1 x)

Die Prozentzahlen beziehen sich auf das Gesamtkollektiv, n = 721.

crural	A. femoralis*		A. poplitea		Sonstige**		Summe	
ATP	78	10,8%	21	2,9%	13	1,8%	112	15,5%
AFib	118	16,4%	45	6,2%	18	2,5%	181	25,1%
ATA	92	12,8%	33	4,6%	9	1,2%	134	18,6%
Sonstige***	1	0,1%	--	--	--	--	1	0,1%
Summe	289	40,1%	99	13,7%	40	5,5%	428	59,4%

Tab. 9: Bypassanastomosen auf pedaler Höhe (n = 293)

ATP = A. tibialis posterior; AFib = A. fibularis; ATA = A. tibialis anterior; ADP = A. dorsalis pedis;

APlant = A. plantaris

1. Zeile = proximale Anastomosen; 1. Spalte = distale Anastomosen;

A. femoralis* = A. femoralis superficialis / communis

Sonstige** = diverse proximale Anastomosen: bestehende(r) Bypassvene/Prothese (10 x bzw. 3 x),

Unterschenkel-Gefäß (7 x)

Die Prozentzahlen beziehen sich auf das Gesamtkollektiv, n = 721.

pedal	A. femoralis*		A. poplitea		Sonstige**		Summe	
ATP	47	6,5%	36	5,0%	6	0,8%	89	12,3%
APlant	3	0,4%	9	1,2%	3	0,4%	15	2,1%
ADP	85	11,8%	93	12,9%	11	1,5%	189	26,2%
Summe	135	18,7%	138	19,1%	20	2,8%	293	40,6%

3.2.2.2 Länge des Bypass

Tab. 10: Verteilung nach Bypasslänge (n = 697)

Bypasslänge	Anzahl Patienten	
kurz	121	17,4 %
mittel	396	56,8 %
lang	180	25,8 %

Die genaue Klassifikation der Bypasslängen entnehmen Sie bitte dem beigefügten Anhang in Kapitel sieben.

3.2.2.3 Bypassmaterialien

Tab. 11: Übersicht Bypassmaterialen (n = 721)

Bypassmaterial	Anzahl Patienten	
Ein-Stück-Venenbypässe	576	79,9 %
Zusammengesetzte Venenbypässe	124	17,2 %
PTFE-Bypässe	13	1,8 %
Composite-Bypässe	8	1,1 %

Die meisten Venenbypässe aus einem Stück bestehen aus V. saphena magna (550; 95,5%). Von den 576 Patienten geht in 552 Fällen (95,8%) die Entnahmestelle der Vene aus dem Operationsbericht hervor. 457 Vv. saphenae magnae (82,8%) sind ispiilateral entnommen. Die kontralaterale Entnahme der V. saphena magna ist nur in 70 Fällen (12,7%) verwendet worden. Alle Bypassvenen zusammen können zu 86,6 % ispiilateral gewonnen werden.

Tab. 12: Übersicht Ein-Stück-Venenarten (n = 576)

VSM = V. saphena magna; VSP = V. saphena parva

VSM		VSP		Armvene	
550	95,5 %	22	3,8 %	4	0,7 %

Tab. 13: Bypassimplantationstechnik (n = 576)

Implantationstechnik	Anzahl Pat.	
reversed	542	94,1 %
in-situ	24	4,2 %
orthograd	10	1,7 %

Überwiegend wurde die Vene komplett entnommen, zur Bypassanlage vorbereitet und dann wegen der Venenklappen in umgekehrter Richtung – reversed – wieder eingesetzt. Ein In-Situ-Bypass wurde nur 4% der Fälle durchgeführt.

3.2.2.4 Einteilung nach Bypassführung

Tab. 14: Allgemeine und kniegelenksüberschreitende Bypassführung

gemischt = teilsubkutaner und teilsubfaszialer Bypassverlauf

*darunter 25 In-Situ-Bypässe

Bypassführung allgemein (n = 702)	Anzahl Patienten	
Nur subfaszial	376	53,6 %
Nur subkutan	254*	36,2 %
Gemischt	72	10,3 %
Bypassführung kniegelenksüberschreitend (n = 715)	Anzahl Patienten	
Ja	511	71,5 %
Nein	204	28,5 %

Bei mehr als der Hälfte der Patienten wurde der Bypass auf der gesamten Strecke subfaszial geführt, mehr als ein Drittel der Rekonstruktionen wurden subkutan geführt. In mehr als 10% der Fälle wurde der Bypass teils subfaszial, teils subkutan geführt und fiel damit in die Kategorie „gemischt“.

3.2.2.5 Intraoperative Zusatzmaßnahmen

Tab. 15: Intraoperative Zusatzmaßnahmen

intraop. = intraoperativ; TEA = Thrombendarteriektomie

Intraop. Zusatzmaßnahmen durchgeführt (n = 721)	Anzahl Patienten	
Ja	268	37,2 %
Nein	453	62,8 %
Verteilung intraop. Zusatzmaßnahmen (n = 361)	Anzahl Patienten	
TEA, offen	222	61,5 %
TEA, halboffen, Ringstripper	70	19,4 %
Thrombektomie mit Fogarty-Katheter	40	11,1 %
Profundaplastik	29	8,0 %

Bei mehr als einem Drittel der Patienten mussten zusätzlich zur Bypassanlage noch andere arterielle Operationen durchgeführt werden, um die Durchblutung des Beines zu verbessern. So musste entweder die vorgeschaltete Strombahn offen oder mit Hilfe eines Ringstrippermanövers thrombendarteriektomiert werden, oder zusätzlich eine Revaskularisation der A. profunda femoris – Profundaplastik – durchgeführt werden. In ca. 11% der Fälle kam es schon intraoperativ zum Bypassverschluss mit der Notwendigkeit einer Bypass-thrombektomie.

3.2.2.6 Revisionen

Tab. 16: Häufigkeitsverteilung der Revisionen (n = 686)

Anzahl Revisionen	Häufigkeit	
0	496	72,3%
1	113	16,5%
2	49	7,1%
3-8	28	4,1%

16,5% der Patienten wurden innerhalb der Nachbeobachtungszeit einmal revidiert, mehr als 10% der Patienten mussten sich zwei oder mehr Folgeeingriffen unterziehen. Insgesamt wurden damit 190 Patienten revidiert (27,7%). Im Durchschnitt wurden die Erst-Revisionen nach 2,9 Monaten durchgeführt, zum frühesten Zeitpunkt am ersten postoperativen Tag spätestens jedoch nach 45,5 Monaten.

4 Ergebnisse

4.1 allgemein

4.1.1 Frühergebnisse

Von den 721 Patienten konnten innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage 616 Patienten (85,4%) mit offenem Bypass und 22 Patienten (3,1%) nur mit verschlossenem Bypass entlassen werden. In 47 Fällen (6,5%) konnte eine Amputation nicht umgangen werden und weitere 36 Patienten (5,0%) starben bereits im 30-Tage-Intervall (vgl. Tab. 17).

Tab. 17: 30-Tage-Frühergebnisse (n = 721)

Jedem Pat. wird genau 1 Ereignis zugeordnet

Ereignis	Anzahl Pat.	
mit offenem Bypass entlassen <i>mit</i> Revision	62	8,6 %
mit offenem Bypass entlassen <i>ohne</i> Revision	554	76,8 %
mit verschlossenem Bypass entlassen <i>mit</i> Revision	10	1,4 %
mit verschlossenem Bypass entlassen <i>ohne</i> Revision	12	1,7 %
major-amputiert	47	6,5 %
verstorben	36	5,0 %

Bei mehr als $\frac{3}{4}$ der Patienten verlief die Bypassanlage ungestört und die Patienten konnten mit erhaltener Extremität entlassen werden. 8,6% der Patienten konnten nach einer Revision ebenfalls mit funktionstüchtigem Bypass und erhaltener Extremität entlassen werden. Die 30-Tages-Letalitätsrate betrug etwa 5,0%. Somit verstarb jeder 20. Patient an den Folgen seiner oft schweren Grunderkrankung.

Tab. 18: 30-Tage-Frühergebnisse in Abhängigkeit der distalen Anastomose auf cruraler Höhe (n = 428)

Prozentzahlen beziehen sich auf das jeweilige Patientenkollektiv der zugehörigen Spalte
ATP = A. tibialis posterior; AFib = A. fibularis; ATA = A. tibialis anterior; BP = Bypass

Anastomose 30- Tages-Status	crural n = 428		ATP (crural) n = 112		AFib n = 181		ATA n = 135	
offener Bypass n = 616	381	89,0%	102	91,1%	158	87,3%	121	89,6%
verschlossener BP n = 22	9	2,1%	4	3,6%	3	1,7%	2	1,5%
amputiert n = 47	21	4,9%	4	3,6%	10	5,5%	7	3,9%
verstorben n = 36	17	4,0%	2	1,8%	10	5,5%	5	3,7%

Tab. 19: 30-Tage-Frühergebnisse in Abhängigkeit der distalen Anastomose auf pedaler Höhe (n = 293)

Prozentzahlen beziehen sich auf das jeweilige Patientenkollektiv der zugehörigen Spalte
ATP = A. tibialis posterior; ADP = A. dorsalis pedis; BP = Bypass

Anastomose 30- Tages-Status	pedal n = 293		ATP (pedal) + A. plantaris n = 104		ADP n = 189	
offener Bypass n = 616	235	80,2%	82	78,8%	153	81,0%
verschlossener BP n = 22	13	4,4%	5	4,8%	8	4,2%
amputiert n = 47	26	8,9%	8	7,7%	18	9,5%
verstorben n = 36	19	6,5%	9	8,7%	10	5,3%

Tab. 20: Bypassoffenheit

Der exakte Fisher-Test wurde für die Merkmale Bypassoffenheit und Höhe der distalen Anastomose durchgeführt. 1. Zeile = Bypassoffenheit, 1. Spalte = Höhe der distalen Anastomose.

	ja	nein	p-Wert
crural	381	9	0,072
pedal	235	13	

Tab. 21: Beinerhalt

Der exakte Fisher-Test wurde für die Merkmale Beinerhalt und Höhe der distalen Anastomose durchgeführt. 1. Zeile = Beinerhalt, 1. Spalte = Höhe der distalen Anastomose.

	ja	nein	p-Wert
crural	381+9	21	0,031
pedal	235+13	26	

Der crurale Bypassanschluss wurde mit 428 Fällen (59,4%) häufiger als der pedale Anschluss (40,6%) durchgeführt. In den 30-Tages-Ergebnissen lässt sich eine Tendenz zu günstigeren Ergebnissen der cruralen Gruppe im Vergleich zur pedalen erkennen. So konnten bei Anschluss auf cruraler Höhe 89,0% der Patienten mit offenem Bypass entlassen werden; bei pedalem Anschluss wurden 80,2% der Patienten mit funktionstüchtigem Bypass entlassen. Die 30-Tages-Amputationsrate war in der pedalen Gruppe mit 8,9% beinahe doppelt so hoch wie in der cruralen Gruppe (4,9%). Dieser Trend zeigte sich auch beim Vergleich der Ergebnisse der einzelnen Unterschenkelgefäße mit den Fußgefäßen. Nach Analyse mittels exaktem Fisher-Test konnte für das Merkmal Bypassoffenheit ein positiver Trend zugunsten der cruralen Rekonstruktion beobachtet werden ($p = 0,072$, Tab. 20). Für das Merkmal Beinerhalt zeigte der exakte Fisher-Test signifikant günstigere Ergebnisse für den Bypassanschluss auf cruraler Höhe ($p = 0,031$, Tab. 21).

4.1.2 Spätergebnisse

4.1.2.1 Follow-Up und Nachbeobachtungszeitraum

Tab. 22: Follow-Up-Raten und Nachbeobachtungszeiten für verschiedene Merkmale

Stdabw. = Standardabweichung; langfr. = langfristig; MIN = Minimum; MAX = Maximum

* = die kürzeste Follow-Up-Rate war der 1. postoperative Tag

Merkmal	Zahl	Prozent	Durchschnittl. Follow-up[Mon]	Stdabw. [Mon.]	Median [Mon.]	MIN [Mon.]	MAX [Mon.]
Überleben	718	99,6	41,9	32,5	38,1	0,0 [*]	131,2
Beinerhalt	688	95,4	32,9	31,0	24,4	0,0 [*]	131,0
Gesamt-offenheit	516	71,8	23,1	27,6	11,1	0,0 [*]	129,2
primäre Offenheit	516	71,6	16,6	24,9	3,4	0,0 [*]	116,4

Im Durchschnitt konnte bei jedem zweiten Patienten eine Nachuntersuchung durchgeführt werden. In 71,6% der Fälle konnten Angaben über die Bypassdurchgängigkeit erhoben werden. Für die Merkmale Beinerhalt und Überleben konnte ein beinahe vollständiges Follow-Up mit jeweils 95,4% und 99,6% ermittelt werden. Die Nachbeobachtungszeiten erstrecken sich vom ersten postoperativen Tag bis maximal 131,2 Monate.

4.1.2.2 Ergebnisse der peripheren Revaskularisation: Übersicht über das Gesamtkollektiv

Abb. 3-6: Ergebnisse für die primäre Offenheit, Gesamtoffenheit, Beinerhalt und das postoperative Überleben (nach Kaplan-Meier)

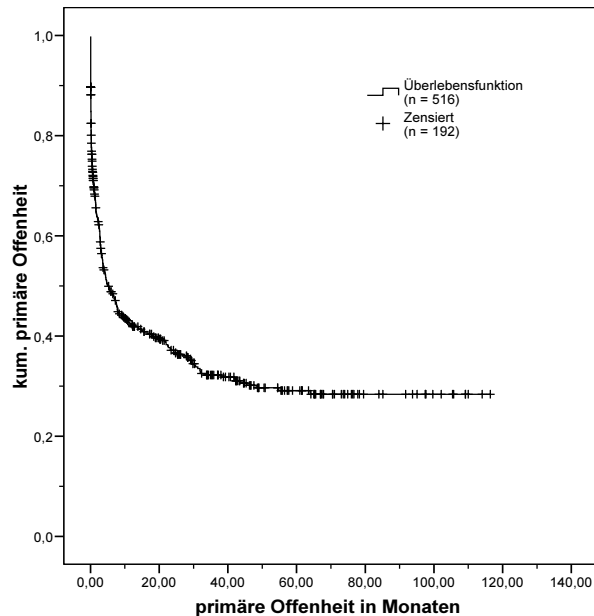


Abb. 3: primäre Offenheit

n = 516 (71,6% Follow-Up); 25%-Quantil k.A.; Median ($\pm$ SF) = 5,1 ($\pm$ 1,0); 75%-Quantil ($\pm$ SF) = 0,5 ($\pm$ 0,1);

Angaben in Monaten

	1 Jahr	3 Jahre	5 Jahre
Prozent	42,4	32,2	29,1

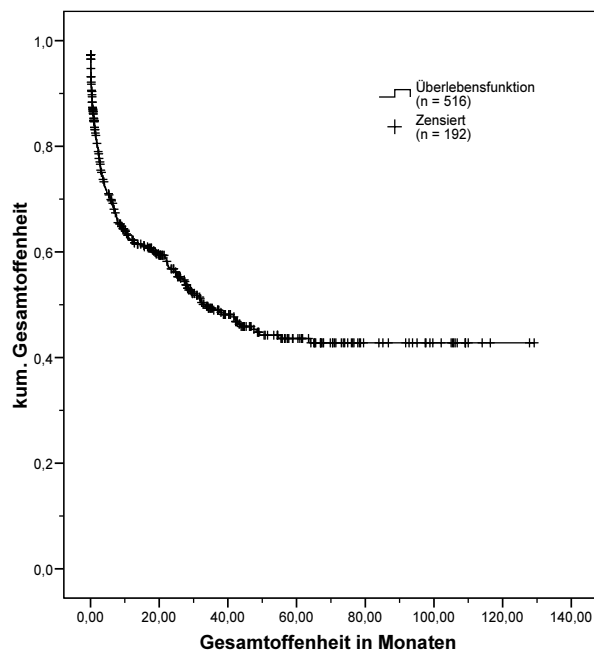
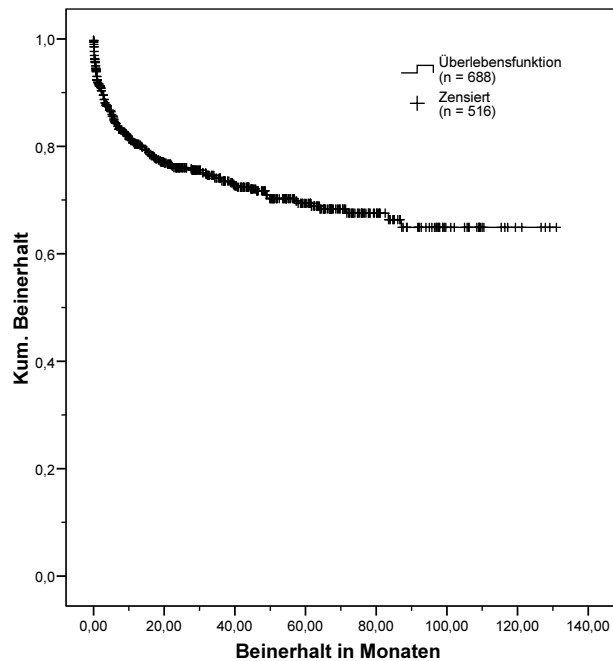


Abb. 4: Gesamtoffenheit

n = 516 (71,6% Follow-Up); 25%-Quantil k.A.; Median ($\pm$ SF) = 33,5 ($\pm$ 5,5); 75%-Quantil ($\pm$ SF) = 3,3 ($\pm$ 0,8);

Angaben in Monaten

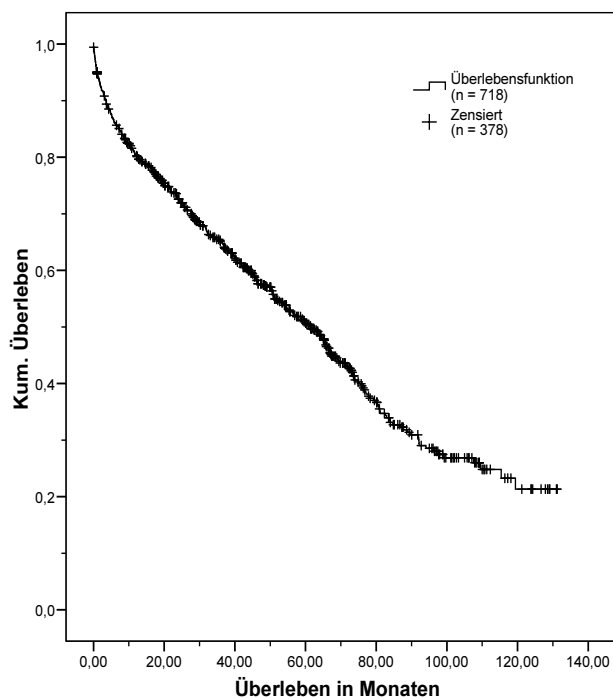
	1 Jahr	3 Jahre	5 Jahre
Prozent	62,2	49,0	43,6

**Abb. 5: Beinerhalt**

n = 688 (95,4% Follow-Up); 25%-Quantil/Median k.A.; 75%-Quantil ($\pm$ SF) = 31,8 ($\pm$ 7,7);

Angaben in Monaten

	1 Jahr	3 Jahre	5 Jahre
Prozent	80,4	74,1	69,4

**Abb. 6: Überleben**

n = 718 (99,6% Follow-Up); 25%-Quantil ($\pm$ SF) = 109,5 (SF k.A.); Median ($\pm$ SF) = 61,4 ($\pm$ 3,3); 75%-Quantil ($\pm$ SF) = 20,0 ($\pm$ 2,5);

Angaben in Monaten

	1 Jahr	3 Jahre	5 Jahre
Prozent	80,4	65,0	50,7

Nach 5 Jahren betrug die primäre Offenheit 29,1%. Durch Revisionen am Bypass selbst oder aber durch Operationen an der vorgeschalteten bzw. nachgeschalteten arteriellen Strombahn konnte eine 5-Jahres-Offenheitsrate von 43,6% erreicht werden. Die Kaplan-Meier-Funktionen zeigten ferner große Unterschiede zwischen den Offenheitsraten und der Beinerhaltungsrates: So betrug die 5-Jahres-Beinerhaltungsrates 69,4%, obwohl die Gesamtoffenheit um mehr als 20 Prozentpunkte niedriger ausfiel.

4.1.2.3 Tod

Zum Endzeitpunkt der Datenauswertung Anfang 2007 konnten bei 718 Patienten Angaben zur Mortalität gemacht werden. Demnach sind 378 Patienten (52,7 %) in der Nachbeobachtungszeit verstorben, 340 (47,4 %) leben noch. Tab. 23 zeigt die Todesursachenverteilung.

Tab. 23: Todesursachen ($n = 378$)

*Sonstige = 48 andere Todesursachen + 59 unbekannte Todesursachen

Todesursache	Anzahl Pat.	
kardio-pulmonal	185	48,9 %
Sepsis	33	8,7 %
Malignom	29	7,7 %
cerebro-vaskulär	24	6,4 %
Sonstige*	107	28,3 %

4.2 Speziell

4.2.1 Distaler Bypassanschluss: Analyse „Crural“ vs. „Pedal“

4.2.1.1 Ergebnisse der peripheren Revaskularisation bei cruralem oder pedalem Anschluss der distalen Anastomose: Gesamtauswertung

Überblick

In die Analyse wurden 721 Patienten eingeschlossen. Bei 428 Patienten (59,4%) befand sich die distale Anastomose auf cruraler, bei 293 Patienten (40,6%) auf pedaler Höhe.

Primäre Offenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe

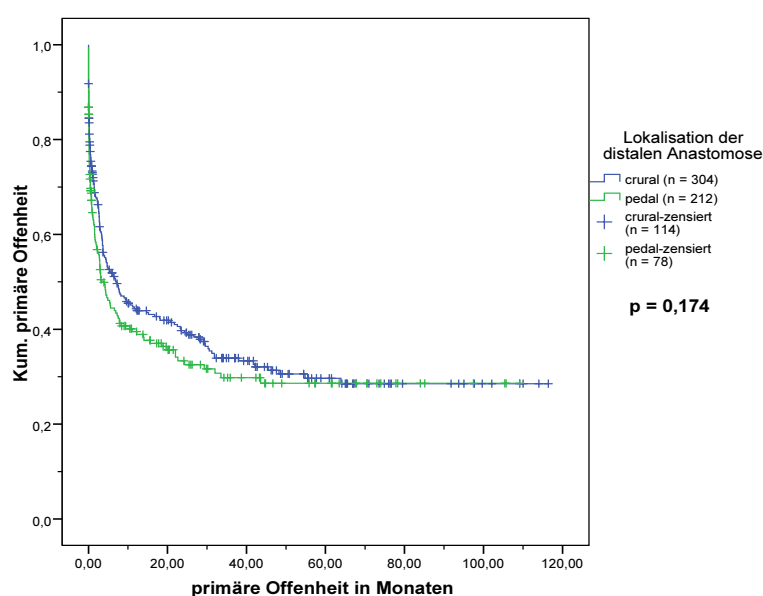


Abb. 7: Primäre Offenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe (nach Kaplan-Meier).

Tab. 24: Primäre Offenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe (nach Kaplan-Meier).

T. = Tage, J. = Jahre

	primäre Offenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
crural	73,0%	44,3%	33,9%	29,7%	0,174
pedal	64,6%	39,5%	29,8%	28,6%	

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitverlauf 304 Patienten (71,0%) mit distalem Anschluss auf cruraler Höhe und 212 Patienten (72,4%) mit Anschluss auf pedalem Niveau erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,174$, Tab. 24, Abb. 7).

Gesamtöffenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe

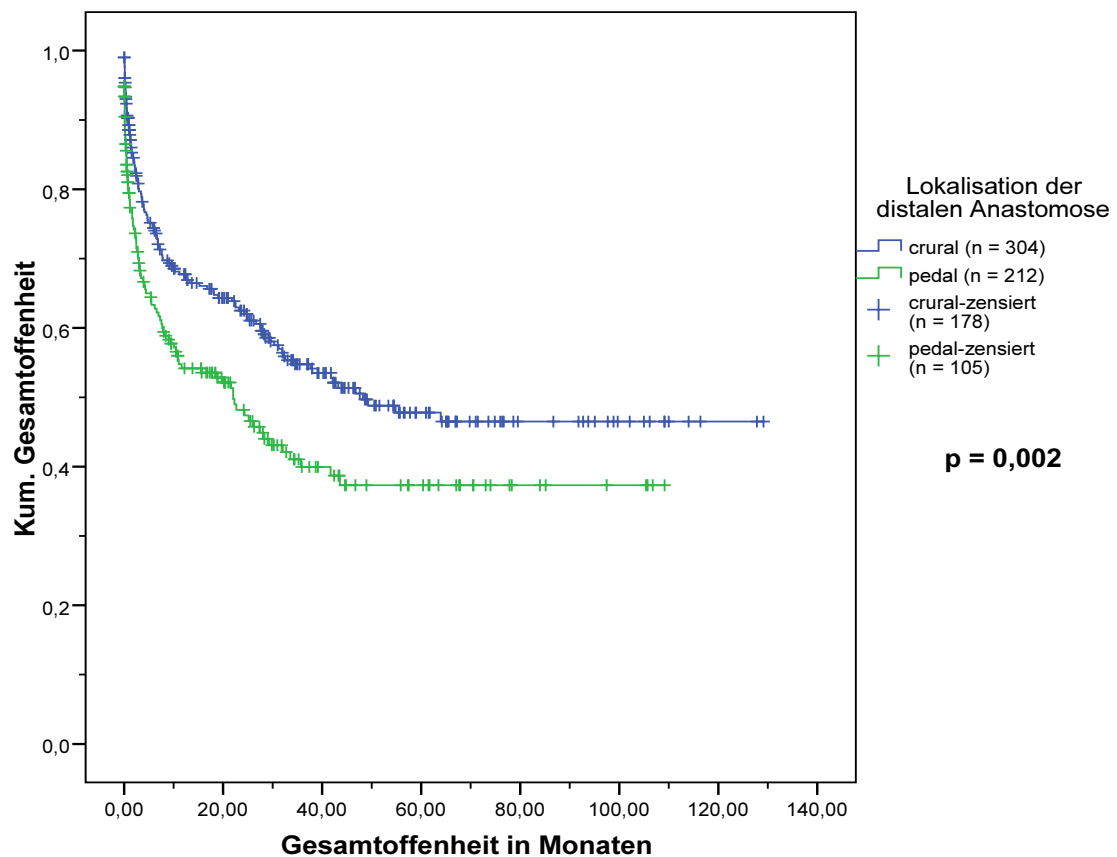


Abb. 8: Gesamtöffenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe (nach Kaplan-Meier).

Tab. 25: Gesamtöffenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe (nach Kaplan-Meier).

T. = Tage, J. = Jahre

	Gesamtöffenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
crural	88,6%	67,7%	54,8%	47,8%	0,002
pedal	79,5%	54,2%	39,9%	37,3%	

Für das Merkmal Gesamtöffenheit konnten im Langzeitverlauf 304 Patienten (71,0%) mit distalem Anschluss auf cruraler Höhe und 212 Patienten (72,4%) mit Anschluss auf pedalem Niveau erfasst werden. Die Raten der Gesamtöffenheit unterschieden sich signifikant voneinander (p = 0,002, Tab. 25, Abb. 8).

Beinerhaltungsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe

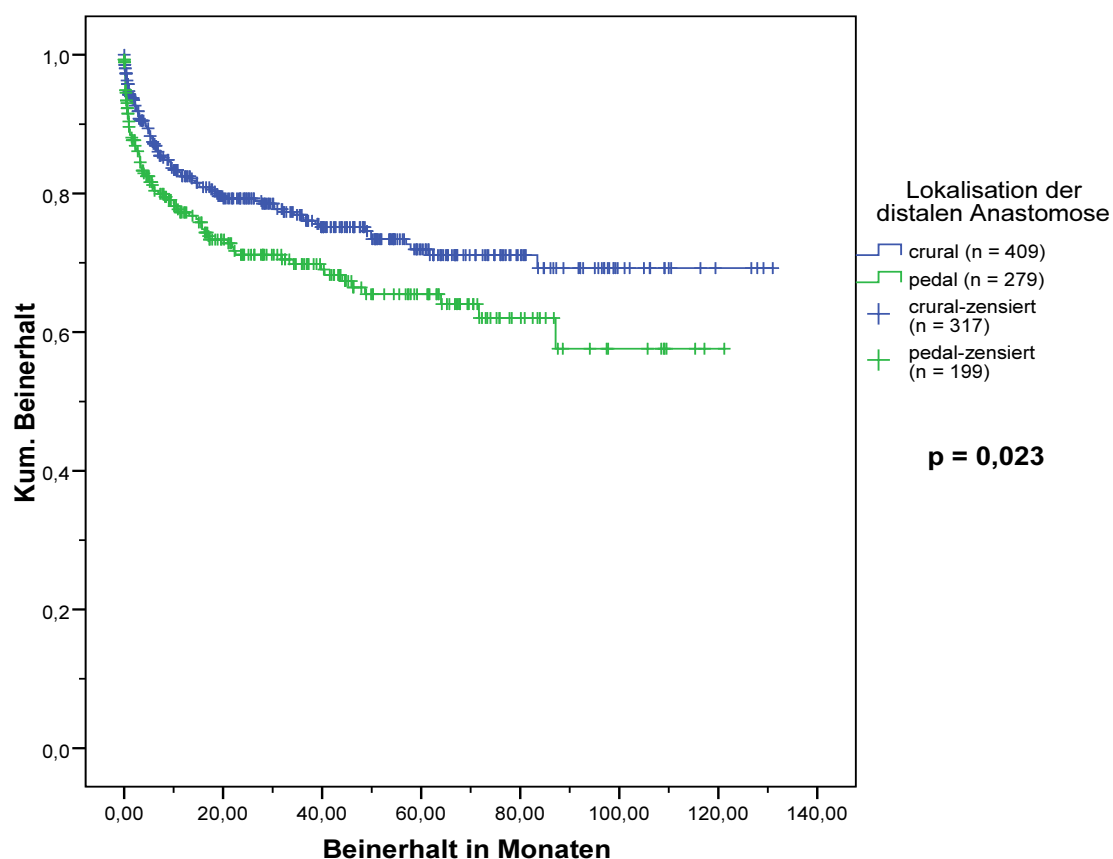


Abb. 9: Beinerhaltungsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe (nach Kaplan-Meier).

Tab. 26: Beinerhaltungsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe (nach Kaplan-Meier).

T. = Tage, J. = Jahre

	Beinerhalt				
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	p-Wert
crural	94,3%	82,5%	76,9%	71,9%	0,023
pedal	89,6%	77,3%	69,8%	65,5%	

Für das Merkmal Beinerhalt konnten im Langzeitverlauf 409 Patienten (95,6%) mit distalem Anschluss auf cruraler Höhe und 279 Patienten (95,2%) mit Anschluss auf pedalem Niveau erfasst werden. Die Raten des Beinerhalts unterschieden sich signifikant voneinander ($p = 0,023$, Tab. 26, Abb. 9)

4.2.1.2 Ergebnisse der peripheren Revaskularisation bei cruralem oder pedalem Anschluss der distalen Anastomose.

Die proximale Anastomose liegt auf *inguinaler* Ebene.

Überblick

Es wurden nur die Patienten in die Analyse miteingeschlossen, deren proximaler Bypassanschluss auf inguinaler Höhe liegt. Damit wurden 348 Patienten erfasst. Bei 246 Patienten (70,7%) befand sich die distale Anastomose auf cruraler, bei 102 Patienten (29,3%) auf pedaler Höhe.

Primäre Offenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe. Der proximale Anschluss liegt inguinal.

Tab. 27: Primäre Offenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe. Der proximale Anschluss liegt inguinal (nach Kaplan-Meier).

T. = Tage, J. = Jahre

	primäre Offenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
crural	73,1%	43,1%	34,5%	28,4%	0,186
pedal	67,9%	36,8%	24,0%	21,3%	

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitverlauf 180 Patienten (73,2%) mit distalem Anschluss auf cruraler Höhe und 72 Patienten (70,6%) mit Anschluss auf pedalem Niveau erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,186$, Tab. 27), obwohl für die Revaskularisation auf cruralem Niveau eine Tendenz zu günstigeren Ergebnissen zu beobachten war (Tab. 27).

**Gesamtoffenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe.
Der proximale Anschluss liegt inguinal.**

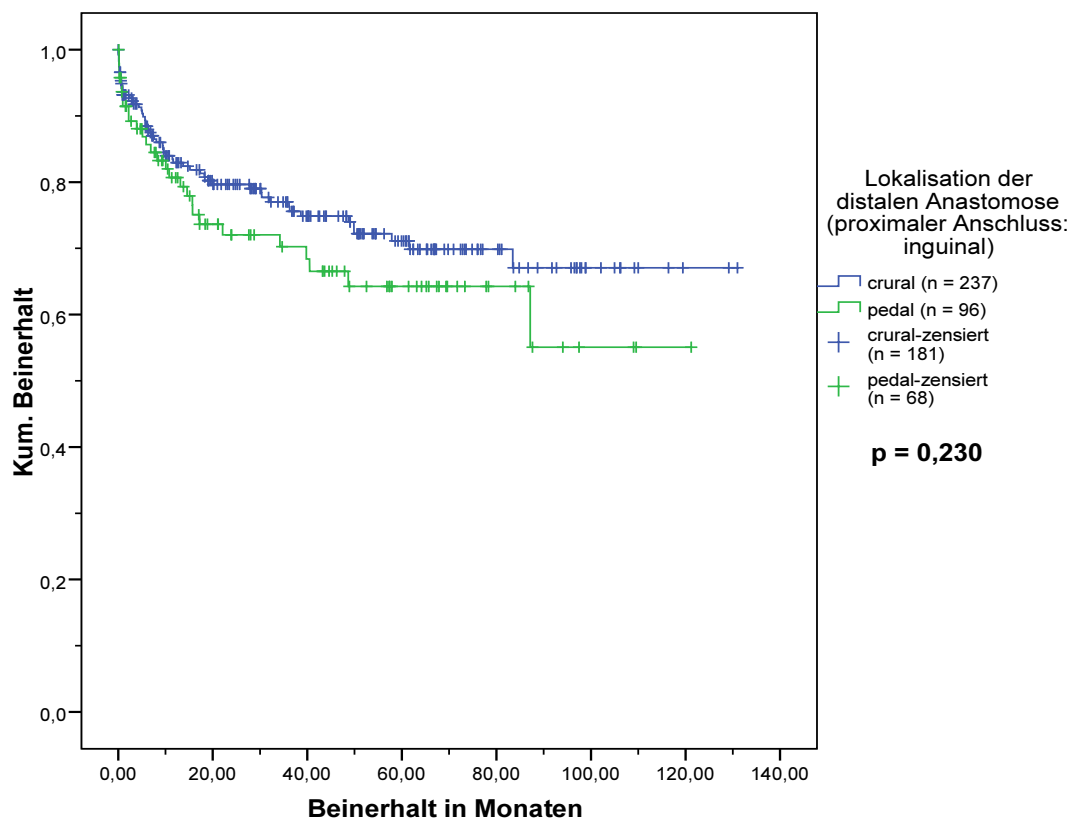
*Tab. 28: Gesamtoffenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe.
Der proximale Anschluss liegt inguinal (nach Kaplan-Meier).*

T. = Tage, J. = Jahre

	Gesamtoffenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
crural	89,8%	71,0%	57,2%	48,2%	0,01
pedal	83,1%	53,2%	36,0%	32,4%	

Für das Merkmal Gesamtoffenheit konnten im Langzeitverlauf 180 Patienten (73,2%) mit distalem Anschluss auf cruraler Höhe und 72 Patienten (70,6%) mit Anschluss auf pedalem Niveau erfasst werden. Die Raten der Gesamtoffenheit unterschieden sich signifikant voneinander ($p = 0,01$, Tab. 28).

**Beinerhaltungsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe.
Der proximale Anschluss liegt inguinal.**



**Abb. 10: Beinerhaltungsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe.
Der proximale Anschluss liegt inguinal. (nach Kaplan-Meier)**

**Tab. 29: Beinerhaltungsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe.
Der proximale Anschluss liegt inguinal (nach Kaplan-Meier).**

T. = Tage, J. = Jahre

	Beinerhalt				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
crural	93,2%	82,9%	77,0%	71,1%	0,230
pedal	91,5%	80,7%	70,2%	64,3%	

Für das Merkmal Beinerhalt konnten im Langzeitverlauf 237 Patienten (96,3%) mit distalem Anschluss auf cruraler Höhe und 96 Patienten (94,1%) mit Anschluss auf pedalem Niveau erfasst werden. Die Raten des Beinerhalts unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,230$, Tab. 29, Abb. 10), obwohl für die Revaskularisation auf cruralem Niveau eine Tendenz zu günstigeren Ergebnissen zu beobachten war (Tab. 29).

4.2.1.3 Ergebnisse der peripheren Revaskularisation bei cruralem oder pedalem Anschluss der distalen Anastomose.

Die proximale Anastomose liegt auf *Oberschenkel*-Ebene.

Überblick

Es wurden nur die Patienten in die Analyse miteingeschlossen, deren proximaler Bypassanschluss auf Höhe des Oberschenkels (distal der A. fem. com. = A. fem. sup. oder A. poplitea I) lag. Damit wurden 159 Patienten erfasst. Bei 104 Patienten (65,4%) befand sich die distale Anastomose auf cruraler, bei 55 Patienten (34,6%) auf pedaler Höhe.

Primäre Offenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe. Der proximale Anschluss liegt auf Oberschenkel-Höhe.

Tab. 30: Primäre Offenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe. Der proximale Anschluss liegt auf Oberschenkel-Höhe (nach Kaplan-Meier).

T. = Tage, J. = Jahre

	primäre Offenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
crural	74,7%	49,6%	36,2%	36,2%	0,656
pedal	68,2%	48,7%	37,6%	37,6%	

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitverlauf 72 Patienten (69,2%) mit distalem Anschluss auf cruraler Höhe und 42 Patienten (76,4%) mit Anschluss auf pedalem Niveau erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,656$, Tab. 30).

**Gesamtoffenheitsrate bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe.
Der proximale Anschluss liegt auf Oberschenkel-Höhe.**

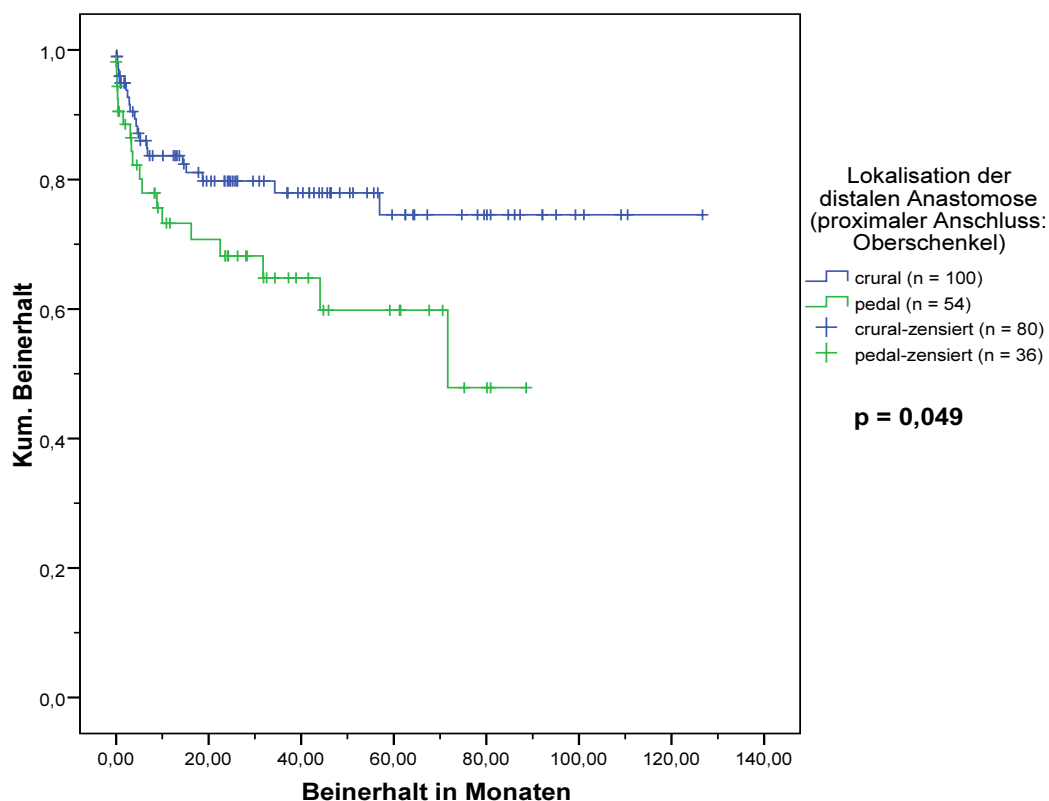
**Tab. 31: Gesamtoffenheitsrate bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe.
Der proximale Anschluss liegt auf Oberschenkel-Höhe (nach Kaplan-Meier).**

T. = Tage, J. = Jahre

	Gesamtoffenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
crural	88,7%	66,4%	54,4%	50,5%	0,062
pedal	77,9%	55,5%	34,4%	34,4%	

Für das Merkmal Gesamtoffenheit konnten im Langzeitverlauf 72 Patienten (69,2%) mit distalem Anschluss auf cruraler Höhe und 42 Patienten (76,4%) mit Anschluss auf pedalem Niveau erfasst werden. Die Raten der Gesamtoffenheit unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,062$, Tab. 31), obwohl für die Revaskularisation auf cruralem Niveau eine Tendenz zu günstigeren Ergebnissen zu beobachten war (Tab. 31).

**Beinerhaltungsrate bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe.
Der proximale Anschluss liegt auf Oberschenkel-Höhe.**



**Abb. 11: Beinerhaltungsrate bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe.
Der proximale Anschluss liegt auf Oberschenkel-Höhe (nach Kaplan-Meier).**

**Tab. 32: Beinerhaltungsrate bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe.
Der proximale Anschluss liegt auf Oberschenkel-Höhe (nach Kaplan-Meier).**

T. = Tage, J. = Jahre

	Beinerhalt				
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	p-Wert
crural	94,9%	83,7%	77,9%	74,5%	0,049
pedal	90,5%	73,3%	64,8%	59,8%	

Für das Merkmal Beinerhalt konnten im Langzeitverlauf 100 Patienten (96,2%) mit distalem Anschluss auf cruraler Höhe und 54 Patienten (98,2%) mit Anschluss auf pedalem Niveau erfasst werden. Die Raten des Beinerhalts unterschieden sich signifikant voneinander ($p = 0,049$, Tab. 32, Abb. 11).

4.2.1.4 Ergebnisse der peripheren Revaskularisation bei cruralem oder pedalem Anschluss der distalen Anastomose.

Die proximale Anastomose liegt auf *infragenuidaler* Ebene.

Überblick

Es wurden nur die Patienten in die Analyse miteingeschlossen, deren proximaler Bypassanschluss infragenuidal lag. Damit wurden 204 Patienten erfasst. Bei 70 Patienten (34,3%) befand sich die distale Anastomose auf cruraler, bei 134 Patienten (65,7%) auf pedaler Höhe.

Primäre Offenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe. Der proximale Anschluss liegt infragenuidal.

Tab. 33: Primäre Offenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe. Der proximale Anschluss liegt infragenuidal (nach Kaplan-Meier).

T. = Tage, J. = Jahre

	primäre Offenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
crural	74,8%	42,0%	30,0%	30,0%	0,694
pedal	60,0%	38,4%	31,8%	31,8%	

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitverlauf 45 Patienten (64,3%) mit distalem Anschluss auf cruraler Höhe und 97 Patienten (72,4%) mit Anschluss auf pedalem Niveau erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,694$, Tab. 33).

**Gesamtoffenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe.
Der proximale Anschluss liegt infragenuidal.**

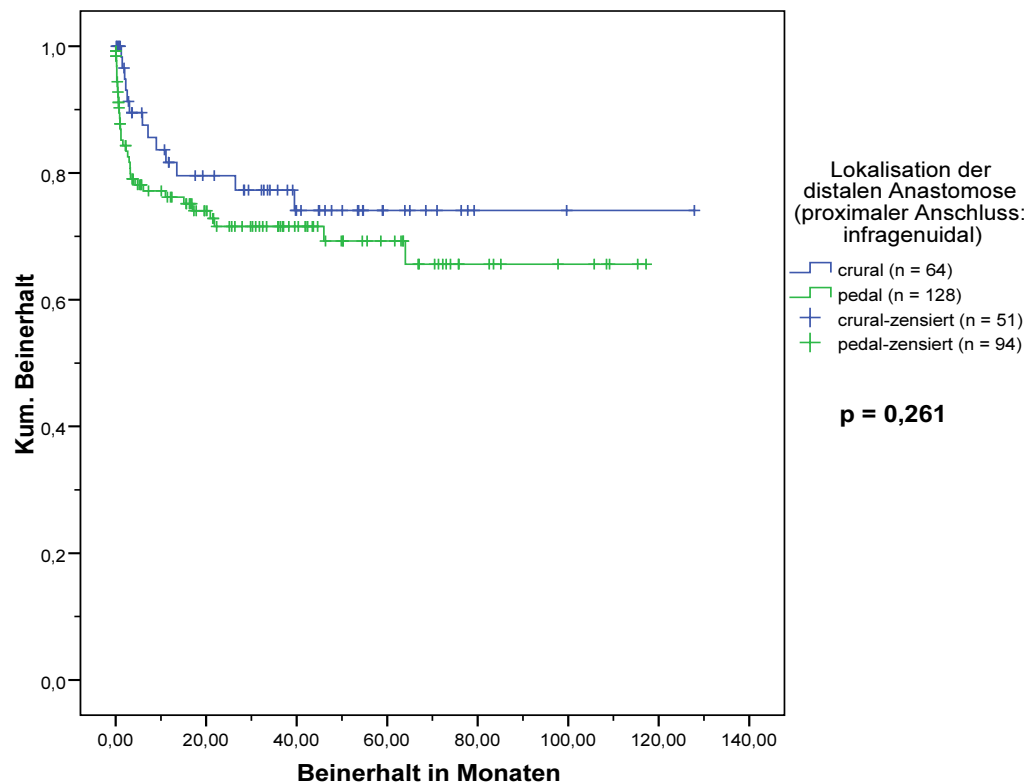
**Tab. 34: Gesamtoffenheitsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe.
Der proximale Anschluss liegt infragenuidal (nach Kaplan-Meier).**

T. = Tage, J. = Jahre

	Gesamtoffenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
crural	90,8%	60,9%	47,2%	47,2%	0,679
pedal	77,1%	55,0%	45,8%	43,1%	

Für das Merkmal Gesamtoffenheit konnten im Langzeitverlauf 45 Patienten (64,3%) mit distalem Anschluss auf cruraler Höhe und 97 Patienten (72,4%) mit Anschluss auf pedalem Niveau erfasst werden. Die Raten der Gesamtoffenheit unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,679$, Tab. 34).

**Beinerhaltungsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe.
Der proximale Anschluss liegt infragenuidal.**



**Abb. 12: Beinerhaltungsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe.
Der proximale Anschluss liegt infragenuidal (nach Kaplan-Meier).**

**Tab. 35: Beinerhaltungsraten bei distalem Anschluss auf cruraler oder pedaler Höhe.
Der proximale Anschluss liegt infragenuidal (nach Kaplan-Meier).**

T. = Tage, J. = Jahre

	Beinerhalt				
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	p-Wert
crural	100,0%	81,7%	77,3%	74,1%	0,261
pedal	87,8%	76,2%	71,6%	69,3%	

Für das Merkmal Beinerhalt konnten im Langzeitverlauf 64 Patienten (91,4%) mit distalem Anschluss auf cruraler Höhe und 128 Patienten (95,5%) mit Anschluss auf pedalem Niveau erfasst werden. Die Raten der Gesamtoffenheit unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,261$, Tab. 35, Abb. 12), obwohl für die Revaskularisation auf cruralem Niveau eine Tendenz zu günstigeren Ergebnissen zu beobachten war (Tab. 35).

4.2.2 Distaler Bypassanschluss: Analyse der distalen Anastomose, Bewertung einzelner Unterschenkel- und Fußarterien

4.2.2.1 Ergebnisse der cruralen Revaskularisation: A. tibialis anterior vs. A. fibularis vs. A. tibialis posterior

Überblick

In die Analyse wurden 428 Patienten eingeschlossen. Bei 135 Patienten (31,5%) lag die distale Anastomose auf der A. tibialis anterior, bei 181 Patienten (42,3%) auf der A. fibularis und bei 112 Patienten (26,2%) auf der A. tibialis posterior.

Primäre Offenheitsraten bei distalem Anschluss auf die A. tibialis anterior oder A. fibularis oder den cruralen Teil der A. tibialis posterior.

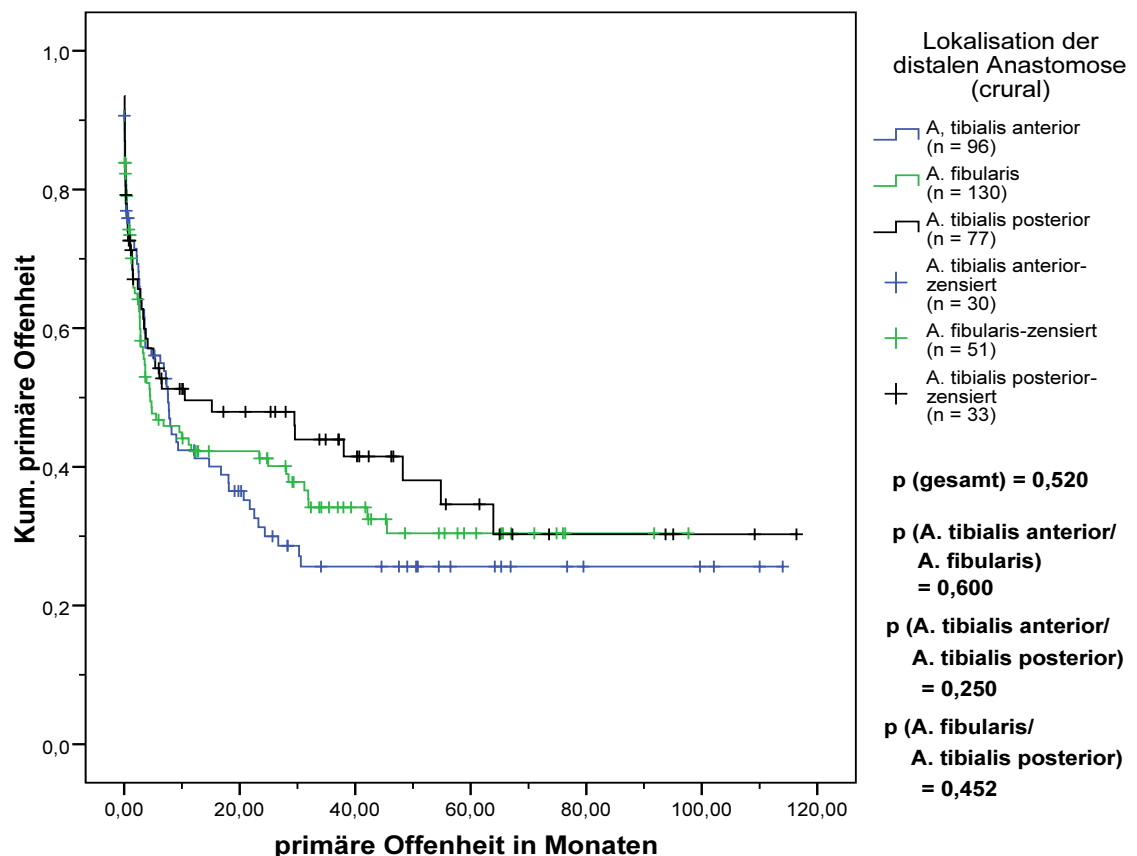


Abb. 13: Primäre Offenheitsraten bei distalem Anschluss auf die A. tibialis anterior oder A. fibularis oder den cruralen Teil der A. tibialis posterior (nach Kaplan-Meier).

Um eine Vergleichbarkeit herzustellen, wurde bei der A. tibialis posterior nur der crurale Anschluss – proximal der Malleolengabel – berücksichtigt

Tab. 36: Primäre Offenheit im direkten paarweisen Vergleich

p-Werte wurden mittels log-Rank-Tests ermittelt. Um eine Vergleichbarkeit herzustellen, wurde bei der A. tibialis posterior nur der crurale Anschluss – proximal der Malleolengabel – berücksichtigt.

	A. tibialis anterior	A. fibularis	A. tibialis posterior
A. tibialis anterior	---	0,600	0,250
A. fibularis	0,600	---	0,452
A. tibialis posterior	0,250	0,452	---

Tab. 37: Primäre Offenheitsraten bei distalem Anschluss auf die A. tibialis anterior oder A. fibularis oder den cruralen Teil der A. tibialis posterior (nach Kaplan-Meier).

Um eine Vergleichbarkeit herzustellen, wurde bei der A. tibialis posterior nur der crurale Anschluss – proximal der Malleolengabel – berücksichtigt.

	primäre Offenheit			
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.
A. tibialis anterior	72,6%	42,4%	25,6%	25,6%
A. fibularis	73,4%	42,3%	34,2%	30,4%
A. tibialis posterior	72,6%	49,6%	43,9%	34,6%

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitverlauf 96 Patienten (71,1%) mit Anastomose auf die A. tibialis anterior, 130 Patienten (71,8%) mit Anastomose auf die A. fibularis und 77 Patienten (68,8%) auf den cruralen Anteil der A. tibialis posterior erfasst werden. Obwohl die A. tibialis posterior in der Tendenz das beste Langzeitergebnis zeigte, unterschieden sich die Raten der primären Offenheit nicht signifikant voneinander (p-gesamt = 0,520, Abb. 13, Tab. 36).

Gesamtoffenheitsraten bei distalem Anschluss auf die A. tibialis anterior oder A. fibularis oder den cruralen Teil der A. tibialis posterior.

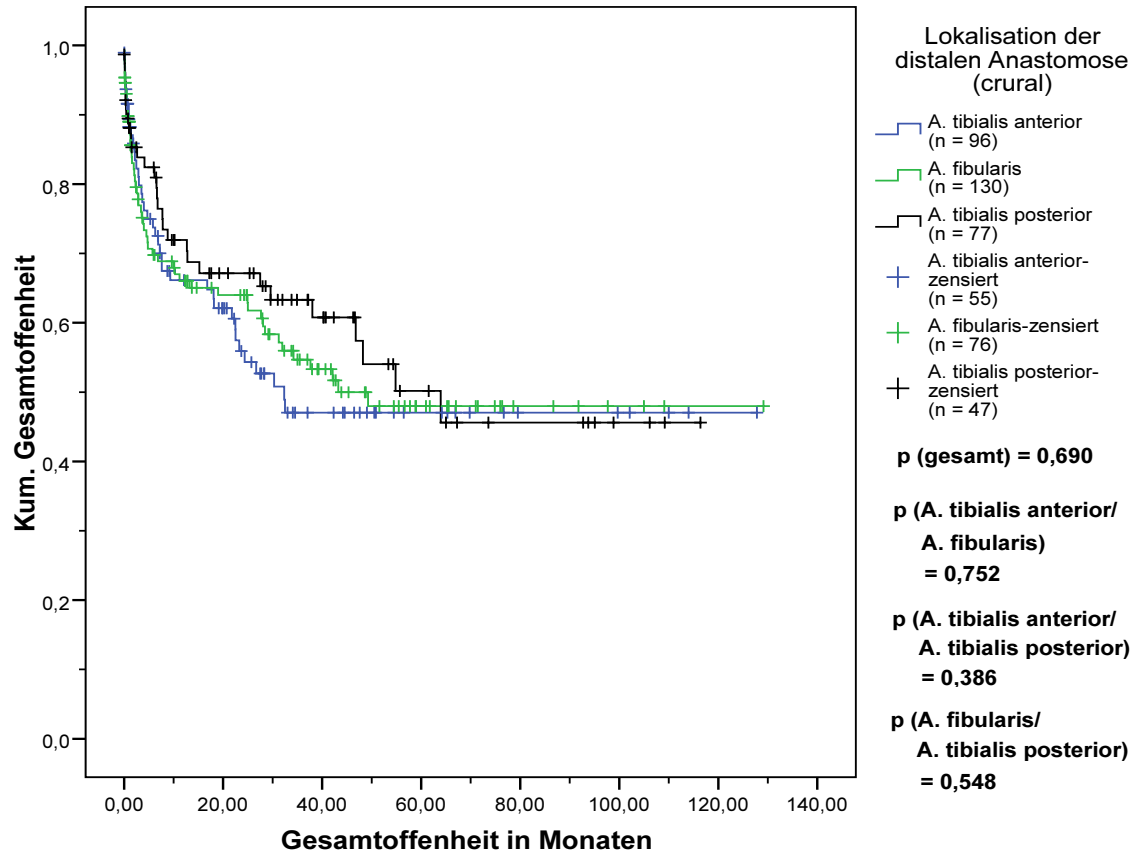


Abb. 14: Gesamtoffenheitsraten bei distalem Anschluss auf die A. tibialis anterior oder A. fibularis oder den cruralen Teil der A. tibialis posterior (nach Kaplan-Meier).

Um eine Vergleichbarkeit herzustellen, wurde bei der A. tibialis posterior nur der crurale Anschluss – proximal der Malleolengabel – berücksichtigt.

Tab. 38: Gesamtoffenheit im direkten paarweisen Vergleich

p-Werte wurden mittels log-Rank-Tests ermittelt. Um eine Vergleichbarkeit herzustellen, wurde bei der A. tibialis posterior nur der crurale Anschluss – proximal der Malleolengabel – berücksichtigt.

	A. tibialis anterior	A. fibularis	A. tibialis posterior
A. tibialis anterior	---	0,752	0,386
A. fibularis	0,752	---	0,548
A. tibialis posterior	0,386	0,548	---

Tab. 39: Gesamtoffenheitsraten bei distalem Anschluss auf die A. tibialis anterior oder A. fibularis oder den cruralen Teil der A. tibialis posterior (nach Kaplan-Meier).

	Gesamtoffenheit			
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.
A. tibialis anterior	88,2%	66,1%	47,0%	47,0%
A. fibularis	89,0%	66,0%	54,7%	48,0%
A. tibialis posterior)	88,1%	71,9%	63,3%	50,2%

Für das Merkmal Gesamtoffenheit konnten im Langzeitverlauf 96 Patienten (71,1%) mit Anastomose auf die A. tibialis anterior, 130 Patienten (71,8%) mit Anastomose auf die A. fibularis und 77 Patienten (68,8%) auf den cruralen Anteil der A. tibialis posterior erfasst werden. Die Raten der Gesamtoffenheit unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p_{\text{gesamt}} = 0,690$, Abb. 14, Tab. 38).

Beinerhaltungsrate bei distalem Anschluss auf die A. tibialis anterior oder A. fibularis oder den cruralen Teil der A. tibialis posterior.

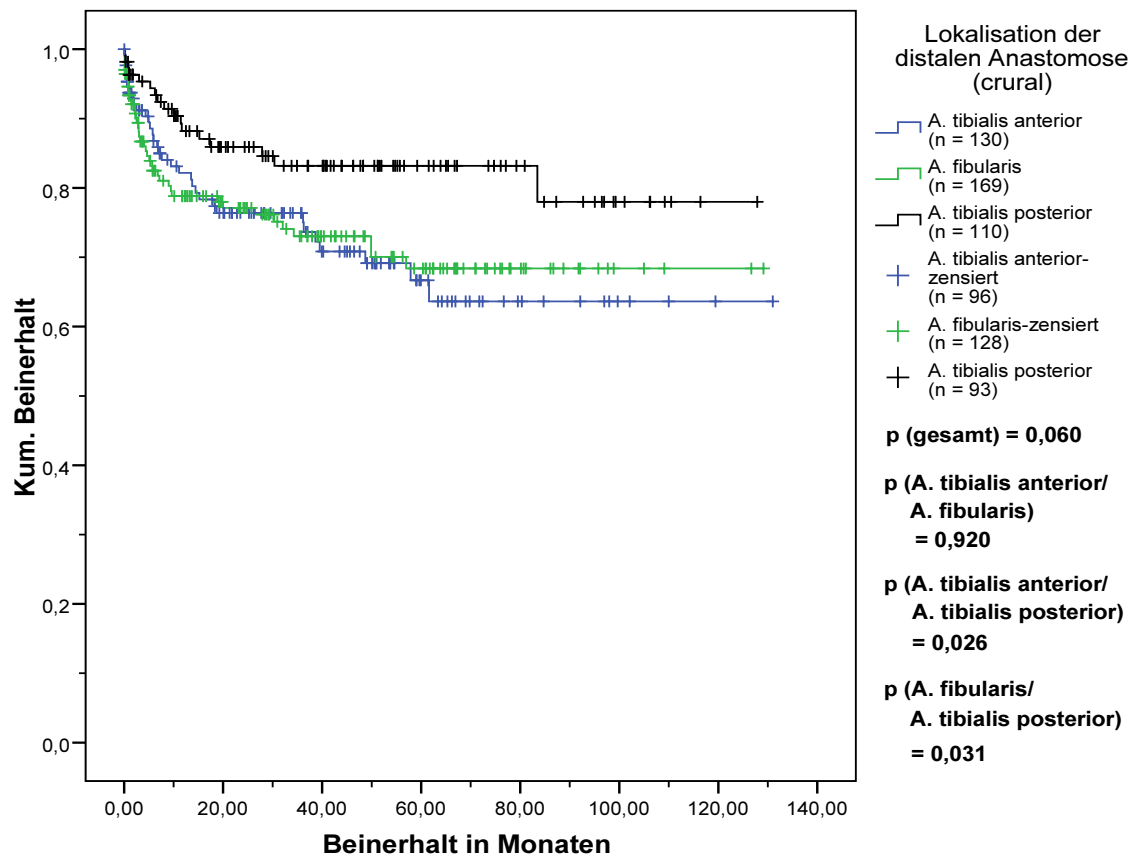


Abb. 15: Beinerhaltungsrate bei distalem Anschluss auf die A. tibialis anterior oder A. fibularis oder den cruralen Teil der A. tibialis posterior (nach Kaplan-Meier).

Um eine Vergleichbarkeit herzustellen, wurde bei der A. tibialis posterior nur der crurale Anschluss (proximal der Malleolengabel) berücksichtigt.

Tab. 40: Beinerhalt im direkten paarweisen Vergleich

p-Werte wurden mittels log-Rank-Tests ermittelt. Um eine Vergleichbarkeit herzustellen, wurde bei der A. tibialis posterior nur der crurale Anschluss (proximal der Malleolengabel) berücksichtigt.

	A. tibialis anterior	A. fibularis	A. tibialis posterior
A. tibialis anterior	---	0,920	0,026
A. fibularis	0,920	---	0,031
A. tibialis posterior	0,026	0,031	---

Tab. 41: Beinerhaltungsrate bei distalem Anschluss auf die A. tibialis anterior oder A. fibularis oder den cruralen Teil der A. tibialis posterior (nach Kaplan-Meier).

	Beinerhalt			
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.
A. tibialis anterior	93,7%	82,2%	76,4%	66,7%
A. fibularis	93,4%	78,8%	73,0%	68,4%
A. tibialis posterior	96,3%	88,2%	83,2%	83,2%

Für das Merkmal Beinerhalt konnten im Langzeitverlauf 130 Patienten (96,3%) mit Anastomose auf die A. tibialis anterior, 169 Patienten (93,4%) mit Anastomose auf die A. fibularis und 110 Patienten (98,2%) auf den cruralen Anteil der A. tibialis posterior erfasst werden. Die Raten des Beinerhalts zwischen der A. fibularis und A. tibialis anterior unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,920$, Abb. 15; Tab. 40). Allerdings zeigten sich signifikante Unterschiede im direkten Vergleich zwischen A. tibialis posterior und A. fibularis ($p = 0,031$; Abb. 15) bzw. A. tibialis posterior und A. tibialis anterior ($p = 0,026$; Abb. 15).

4.2.2.2 Ergebnisse der pedalen Revaskularisation:

A. dorsalis pedis vs. A. tibialis post./ A plantaris medialis

Überblick

In die Analyse wurden 293 Patienten eingeschlossen. Bei 104 Patienten (35,6%) wurde die distale Anastomose auf den malleolaren Teil der A. tibialis posterior oder die A. plantaris angebracht, bei 188 Patienten (64,4%) auf die A. dorsalis pedis.

Primäre Offenheitsraten bei distalem Anschluss auf den Fuß

Tab. 42: Primäre Offenheitsraten bei distalem Anschluss auf den Fuß (nach Kaplan-Meier)

Es wurde der malleolaren Teil der A. tibialis posterior oder die A. plantaris im Vergleich zur A. dorsalis pedis berücksichtigt, T. = Tage, J. = Jahre, A. = Arteria.

	primäre Offenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
A. tibialis posterior (malleolar) + A. plantaris	68,1%	47,5%	34,8%	34,8%	0,163
A. dorsalis pedis	62,8%	35,4%	27,2%	25,6%	

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitverlauf 74 Patienten (71,2%) mit distalem Anschluss auf den malleolaren Teil der A. tibialis posterior oder die A. plantaris und 138 Patienten (73,4%) mit Anschluss auf die A. dorsalis pedis erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,163$, Tab. 42), obwohl eine Tendenz zu günstigeren Ergebnissen bei distalem Anschluss auf die A. dorsalis pedis zu erkennen war (Tab. 42).

Gesamtoffenheitsraten bei distalem Anschluss auf den Fuß

Tab. 43: Gesamtoffenheitsraten bei distalem Anschluss auf den Fuß (nach Kaplan-Meier)

Es wurde der malleolare Teil der A. tibialis posterior oder die A. plantaris im Vergleich zur A. dorsalis pedis berücksichtigt, T. = Tage, J. = Jahre, A. = Arteria.

	Gesamtoffenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
A. tibialis posterior (malleolar) + A. plantaris	80,1%	62,2%	44,8%	44,8%	0,145
A. dorsalis pedis	79,1%	50,0%	37,2%	33,5%	

Für das Merkmal Gesamtoffenheit konnten im Langzeitverlauf 74 Patienten (71,2%) mit distalem Anschluss auf den malleolaren Teil der A. tibialis posterior oder die A. plantaris und 138 Patienten (73,4%) mit Anschluss auf die A. dorsalis pedis erfasst werden. Die Raten der Gesamtoffenheit unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,145$, Tab. 43), obwohl eine Tendenz zu günstigeren Ergebnissen bei distalem Anschluss auf die A. tibialis posterior und ihren Endast A. plantaris medialis zu erkennen war (Tab. 43).

Beinerhaltungsraten bei distalem Anschluss auf den Fuß

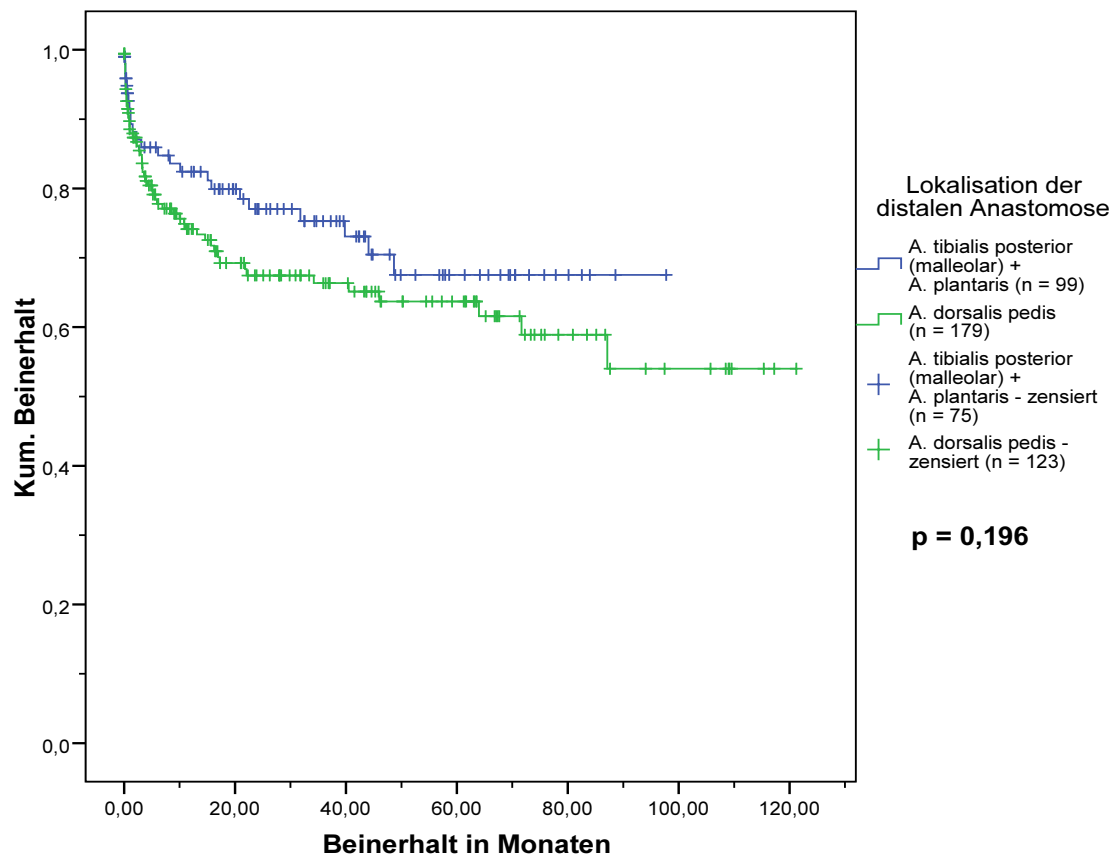


Abb. 16: Beinerhaltungsraten bei distalem Anschluss auf den Fuß (nach Kaplan-Meier)

Es wurde der malleolare Teil der A. tibialis posterior oder die A. plantaris im Vergleich zur A. dorsalis pedis berücksichtigt.

Tab. 44: Beinerhaltungsraten bei distalem Anschluss auf den Fuß

Es wurde der malleolare Teil der A. tibialis posterior oder die A. plantaris im Vergleich zur A. dorsalis pedis berücksichtigt.

	Beinerhalt				
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	p-Wert
A. tibialis posterior (malleolar) + A. plantaris	91,5%	82,4%	75,3%	67,5%	0,196
A. dorsalis pedis	88,5%	74,1%	66,3%	63,7%	

Für das Merkmal Beinerhalt konnten im Langzeitverlauf 99 Patienten (95,2%) mit distalem Anschluss auf den malleolaren Teil der A. tibialis posterior oder die A. plantaris und 179 Patienten (95,2%) mit Anschluss auf die A. dorsalis pedis erfasst werden. Die Raten des Beinerhalts unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,196$, Tab. 44, Abb. 16), obwohl eine Tendenz zu günstigeren Ergebnissen bei distalem Anschluss auf die A. tibialis posterior zu erkennen war (Tab. 44).

4.2.3 Störgrößen, die die Ergebnisse der peripheren Revaskularisation beeinflussen können

4.2.3.1 Demonstration möglicher Störgrößen

4.2.3.1.1 Einfluss weiterer intraoperativer Maßnahmen

Überblick

721 Patienten wurden in die Analyse eingeschlossen. Bei 268 Patienten (37,2%) wurden neben der Bypassanlage weitere intraoperative Maßnahmen zur Sicherstellung der Bypassdurchgängigkeit durchgeführt, bei 453 Patienten (62,8%) dagegen nicht.

Primäre Offenheitsraten bei Patienten mit weiteren intraoperativen Maßnahmen im Vergleich zu denen ohne weitere Maßnahmen

Tab. 45: Primäre Offenheitsraten bei Patienten mit weiteren intraoperativen Maßnahmen im Vergleich zu denen ohne weitere Maßnahmen (nach Kaplan-Meier)

T. = Tage, J. = Jahre

	primäre Offenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
ja	63,2%	34,3%	28,8%	23,2%	0,007
nein	73,6%	47,4%	34,3%	32,8%	

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitverlauf 201 Patienten (75,0%) mit weiteren intraoperativen Maßnahmen und 315 Patienten (69,5%) ohne solche Maßnahmen erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich signifikant voneinander (Tab. 45).

Gesamtoffenheitsraten bei Patienten mit weiteren intraoperativen Maßnahmen im Vergleich zu denen ohne weitere Maßnahmen

Tab. 46: Gesamtoffenheitsraten bei Patienten mit weiteren intraoperativen Maßnahmen im Vergleich zu denen ohne weitere Maßnahmen (nach Kaplan-Meier)

T. = Tage, J. = Jahre

	Gesamtoffenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
ja	81,9%	60,1%	49,3%	38,4%	0,233
nein	86,7%	63,5%	48,7%	47,0%	

Für das Merkmal Gesamtoffenheit konnten im Langzeitverlauf 201 Patienten (75,0%) mit weiteren intraoperativen Maßnahmen und 315 Patienten (69,5%) ohne solche Maßnahmen erfasst werden. Die Raten der Gesamtoffenheit unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,233$, Tab. 46).

Beinerhaltungsraten bei Patienten mit weiteren intraoperativen Maßnahmen im Vergleich zu denen ohne weitere Maßnahmen

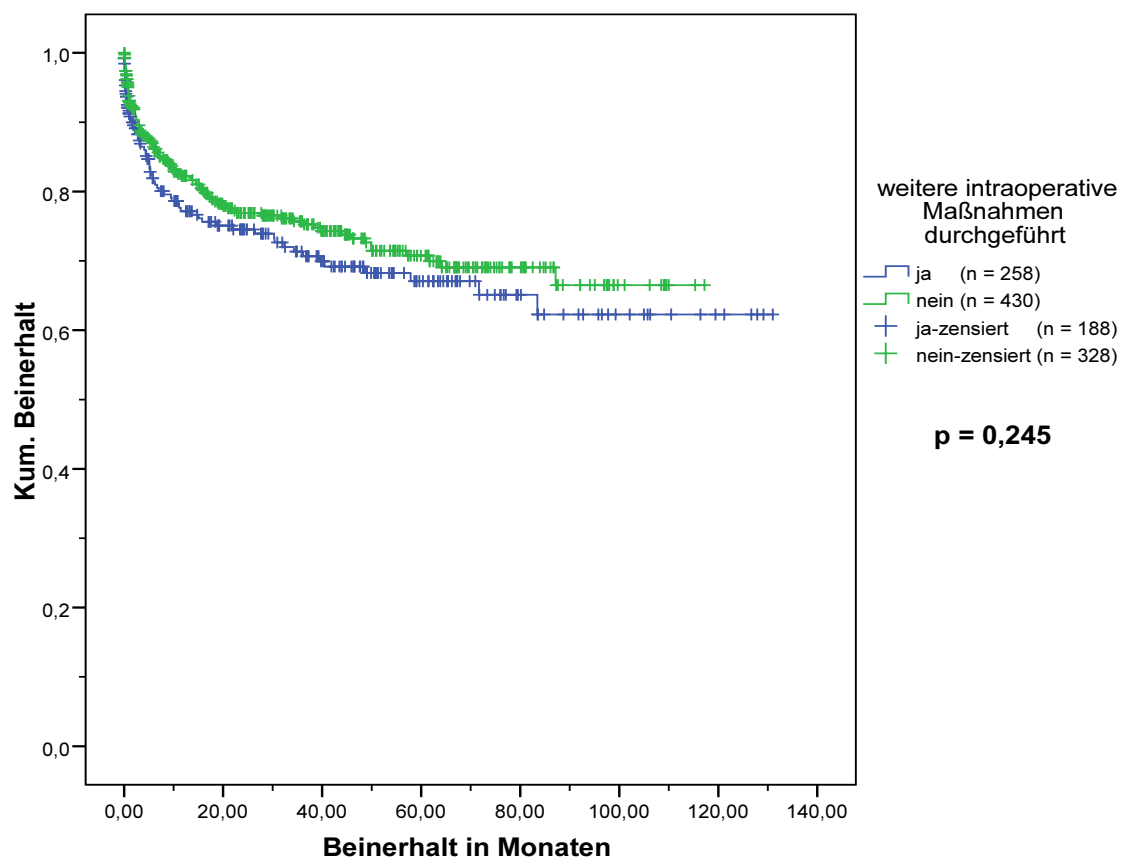


Abb. 17: Beinerhaltungsraten bei Patienten mit weiteren intraoperativen Maßnahmen im Vergleich zu denen ohne weitere Maßnahmen (nach Kaplan-Meier)

Tab. 47: Beinerhaltungsraten bei Patienten mit weiteren intraoperativen Maßnahmen im Vergleich zu denen ohne weitere Maßnahmen (nach Kaplan-Meier)

T. = Tage, J. = Jahre

	Beinerhalt				
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	p-Wert
ja	91,2%	77,2%	71,3%	67,1%	0,245
nein	93,1%	82,2%	75,7%	70,8%	

Für das Merkmal Beinerhalt konnten im Langzeitverlauf 258 Patienten (96,3%) mit weiteren intraoperativen Maßnahmen und 430 Patienten (94,9%) ohne solche Maßnahmen erfasst werden. Die Raten des Beinerhalts unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,245$, Tab. 47, Abb. 17).

4.2.3.1.2 Einfluss einer bereits durchgeführten Voroperation

Überblick

721 Patienten wurden in die Analyse eingeschlossen. Bei 255 Patienten (35,4%) wurde bereits am selben Bein eine Operation an der arteriellen Strombahn durchgeführt, bei 466 Patienten (64,6%) dagegen war die Bypassanlage der Ersteingriff.

Primäre Offenheitsraten bei Patienten mit ipsilateral durchgeführter Vor-Operation im Vergleich zu denen ohne vorangegangenen Eingriff

Tab. 48: Primäre Offenheitsraten bei Patienten mit ipsilateral durchgeführter Vor-Operation im Vergleich zu denen ohne vorangegangenen Eingriff (nach Kaplan-Meier)

T. = Tage, J. = Jahre

	primäre Offenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
ja	66,5%	37,7%	28,2%	23,6%	0,100
nein	71,5%	45,5%	34,9%	32,8%	

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitverlauf 196 Patienten (76,9%) mit ipsilateral durchgeführter Vor-Operation und 320 Patienten (68,7%) ohne vorangegangenen Eingriff erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,100$, Tab. 48), obwohl eine Tendenz zu günstigeren Ergebnissen bei Patienten ohne bereits durchgeführte Vor-Operation zu erkennen war (Tab. 48).

Gesamtoffenheitsraten bei Patienten mit ipsilateral durchgeführter Vor-Operation im Vergleich zu denen ohne vorangegangenen Eingriff

Tab. 49: Gesamtoffenheitsraten bei Patienten mit ipsilateral durchgeführter Vor-Operation im Vergleich zu denen ohne vorangegangenen Eingriff (nach Kaplan-Meier)

T. = Tage, J. = Jahre

	Gesamtoffenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
ja	81,9%	61,0%	47,4%	40,9%	0,421
nein	86,7%	62,9%	50,0%	45,3%	

Für das Merkmal Gesamtoffenheit konnten im Langzeitverlauf 196 Patienten (76,9%) mit ipsilateral durchgeführter Vor-Operation und 320 Patienten (68,7%) ohne vorangegangenen Eingriff erfasst werden. Die Raten der Gesamtoffenheit unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,421$, Tab. 49).

Beinerhaltungsraten bei Patienten mit ipsilateral durchgeführter Vor-Operation im Vergleich zu denen ohne vorangegangenen Eingriff

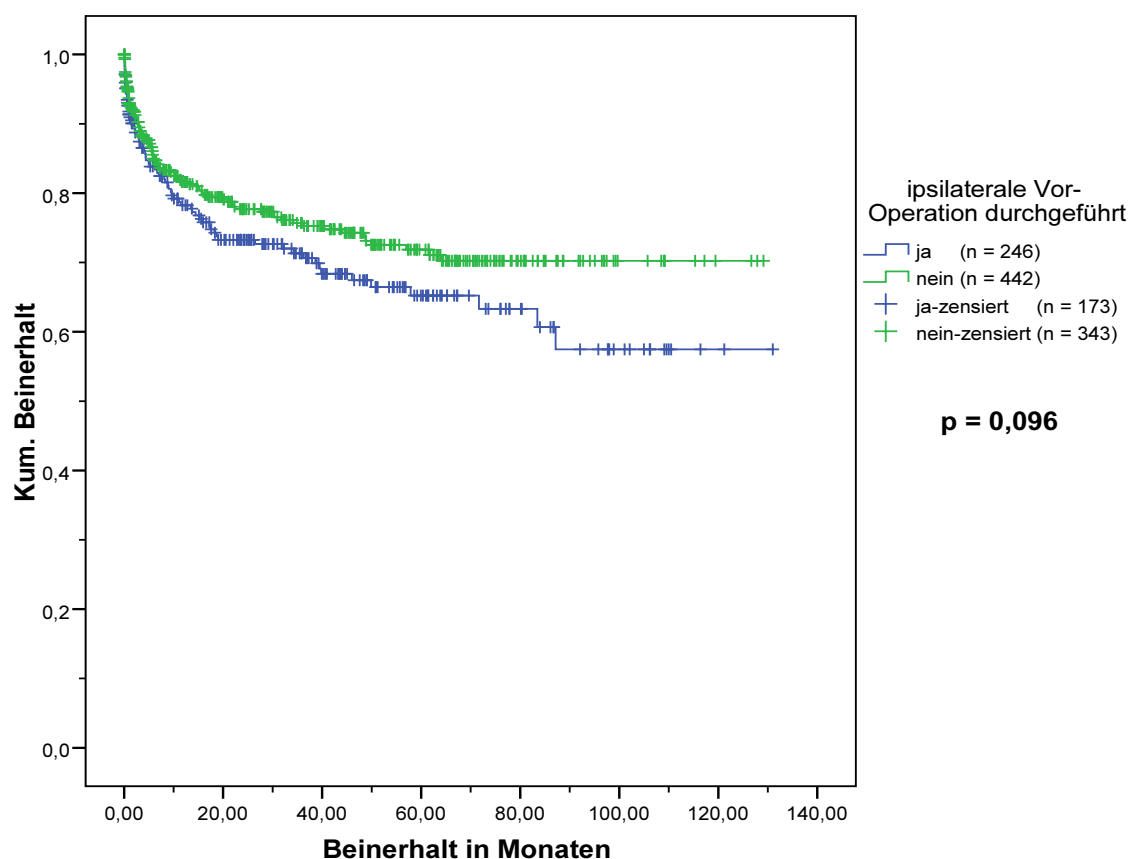


Abb. 18: Beinerhaltungsraten bei Patienten mit ipsilateral durchgeführter Vor-Operation im Vergleich zu denen ohne vorangegangenen Eingriff (nach Kaplan-Meier)

Tab. 50: Beinerhaltungsraten bei Patienten mit ipsilateral durchgeführter Vor-Operation im Vergleich zu denen ohne vorangegangenen Eingriff (nach Kaplan-Meier)

T. = Tage, J. = Jahre

	Beinerhalt				
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	p-Wert
ja	91,4%	78,3%	71,3%	65,2%	0,096
nein	93,0%	81,6%	75,7%	71,9%	

Für das Merkmal Beinerhalt konnten im Langzeitverlauf 246 Patienten (96,5%) mit ipsilateral durchgeführter Vor-Operation und 442 Patienten (94,8%) ohne vorangegangenen Eingriff erfasst werden. Obwohl beim direkten Kurvenvergleich Patienten mit einer arteriellen Vor-Operation eine schlechtere Beinerhaltungsraten hatten als Patienten mit einem Ersteinriff, unterschieden sich die beiden Gruppen nicht signifikant voneinander ($p = 0,096$, Tab. 50, Abb. 18).

4.2.3.1.3 Einfluss des Spendergefäßes: Anschluss an ein Originalgefäß oder an einen bereits bestehenden Bypass

Überblick

721 Patienten wurden in die Analyse eingeschlossen. Bei 49 Patienten (6,8%) wurde der Bypass an eine bereits bestehende Rekonstruktion angeschlossen, bei 672 Patienten (93,2%) dagegen an ein Originalgefäß.

Primäre Offenheitsraten bei Patienten mit Anschluss an eine bereits bestehende Rekonstruktion im Vergleich zum Anschluss an ein Originalgefäß

Tab. 51: Primäre Offenheitsraten bei Patienten mit Anschluss an eine bereits bestehende Rekonstruktion im Vergleich zum Anschluss an ein Originalgefäß

T. = Tage, J. = Jahre

	primäre Offenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
bestehende Rekonstruktion	63,8%	40,6%	17,0%	12,8%	0,123
Originalgefäß	70,0%	42,5%	33,7%	30,8%	

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitverlauf 37 Patienten (75,5%) mit Anschluss an eine bereits bestehende Rekonstruktion und 479 Patienten (71,3%) mit Anschluss an ein Originalgefäß erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,123$, Tab. 51), obwohl eine Tendenz zu günstigeren Ergebnissen bei Anschluss der proximalen Bypassanastomose an ein Originalgefäß zu beobachten war (Tab. 51).

Gesamtoffenheitsraten bei Patienten mit Anschluss an eine bereits bestehende Rekonstruktion im Vergleich zum Anschluss an ein Originalgefäß

Tab. 52: Gesamtoffenheitsraten bei Patienten mit Anschluss an eine bereits bestehende Rekonstruktion im Vergleich zum Anschluss an ein Originalgefäß

T. = Tage, J. = Jahre

	Gesamtoffenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
Bestehende Rekonstruktion	76,9%	61,5%	41,3%	41,3%	0,622
Originalgefäß	85,4%	62,2%	49,6%	43,7%	

Für das Merkmal Gesamtoffenheit konnten im Langzeitverlauf 37 Patienten (75,5%) mit Anschluss an eine bereits bestehende Rekonstruktion und 479 Patienten (71,3%) mit Anschluss an ein Originalgefäß erfasst werden. Die Raten der Gesamtoffenheit unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,622$, Tab. 52).

Beinerhaltungsraten bei Patienten mit Anschluss an eine bereits bestehende Rekonstruktion im Vergleich zum Anschluss an ein Originalgefäß

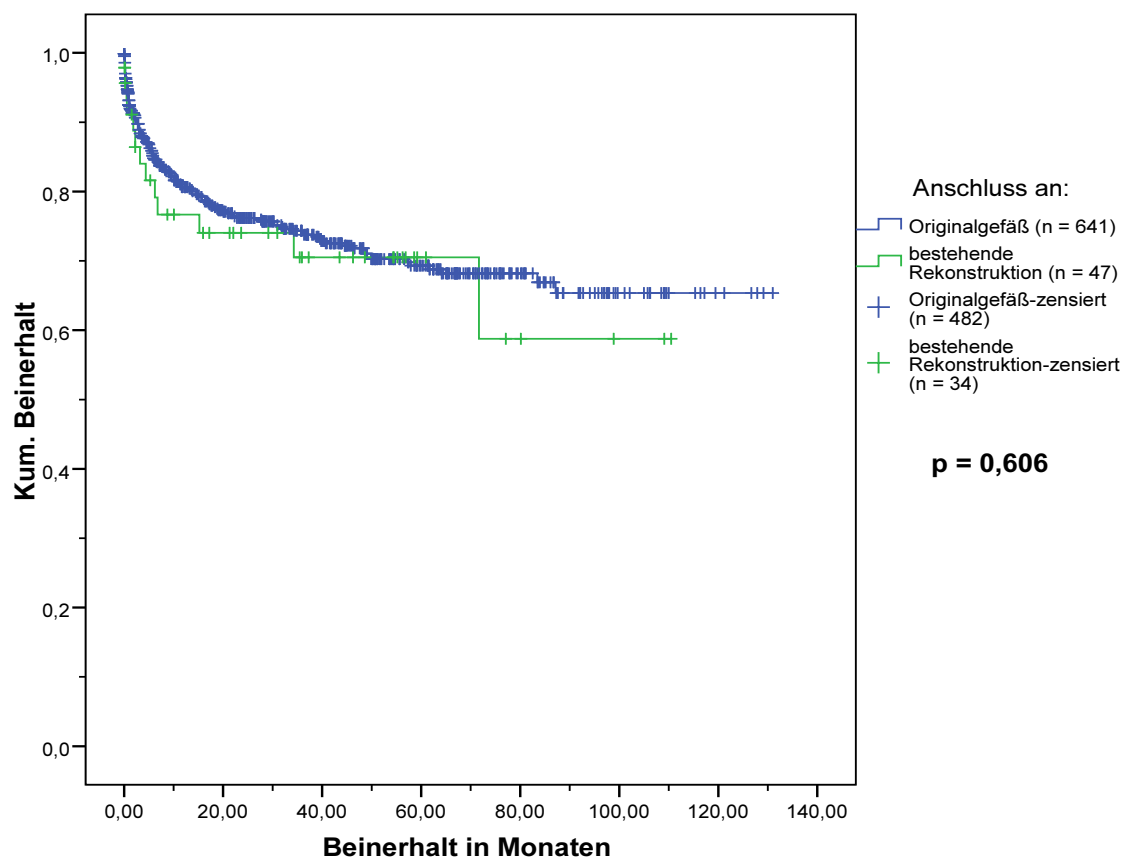


Abb. 19: Beinerhaltungsraten bei Patienten mit Anschluss an eine bereits bestehende Rekonstruktion im Vergleich zum Anschluss an ein Originalgefäß

Tab. 53: Beinerhaltungsraten bei Patienten mit Anschluss an eine bereits bestehende Rekonstruktion im Vergleich zum Anschluss an ein Originalgefäß

T. = Tage, J. = Jahre

	Beinerhalt				
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	p-Wert
bestehende Rekonstruktion	91,1%	76,7%	70,5%	70,5%	0,606
Originalgefäß	92,5%	80,6%	74,3%	69,3%	

Für das Merkmal Beinerhalt konnten im Langzeitverlauf 47 Patienten (95,9%) mit Anschluss an eine bereits bestehende Rekonstruktion und 641 Patienten (95,4%) mit Anschluss an ein Originalgefäß erfasst werden. Die Raten des Beinerhalts unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,606$, Tab. 53; Abb. 19).

4.2.3.1.4 Einfluss des pAVK-Stadiums

Überblick

708 Patienten wurden in die Analyse eingeschlossen. Bei 64 Patienten (9,0%) lag ein pAVK-Stadium IIb vor, bei 644 Patienten (91,0%) ein Stadium III oder IV.

Primäre Offenheitsraten bei Patienten mit pAVK-Stadium IIb im Vergleich zu Patienten mit Stadien III und IV

Tab. 54: Primäre Offenheitsraten bei Patienten mit pAVK-Stadium IIb im Vergleich zu Patienten mit Stadien III und IV

T. = Tage, J. = Jahre

	primäre Offenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
IIb	83,6%	67,9%	60,7%	52,6%	<0,001
III + IV	67,5%	38,6%	27,9%	26,3%	

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitverlauf 50 Patienten (78,1%) mit pAVK-Stadium IIb und 454 Patienten (70,5%) mit pAVK-Stadium III oder IV erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich signifikant voneinander ($p < 0,001$, Tab. 54).

Gesamtoffenheitsraten bei Patienten mit pAVK-Stadium IIb im Vergleich zu Patienten mit Stadien III und IV

Tab. 55: Gesamtoffenheitsraten bei Patienten mit pAVK-Stadium IIb im Vergleich zu Patienten mit Stadien III und IV

T. = Tage, J. = Jahre

	Gesamtoffenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
IIb	96,0%	84,4%	80,7%	72,4%	<0,001
III + IV	83,3%	58,9%	44,3%	39,7%	

Für das Merkmal Gesamtoffenheit konnten im Langzeitverlauf 50 Patienten (78,1%) mit pAVK-Stadium IIb und 454 Patienten (70,5%) mit pAVK-Stadium III oder IV erfasst werden. Die Raten der Gesamtoffenheit unterschieden sich signifikant voneinander ($p < 0,001$, Tab. 55).

Beinerhaltungsraten bei Patienten mit pAVK-Stadium IIb im Vergleich zu Patienten mit Stadien III und IV

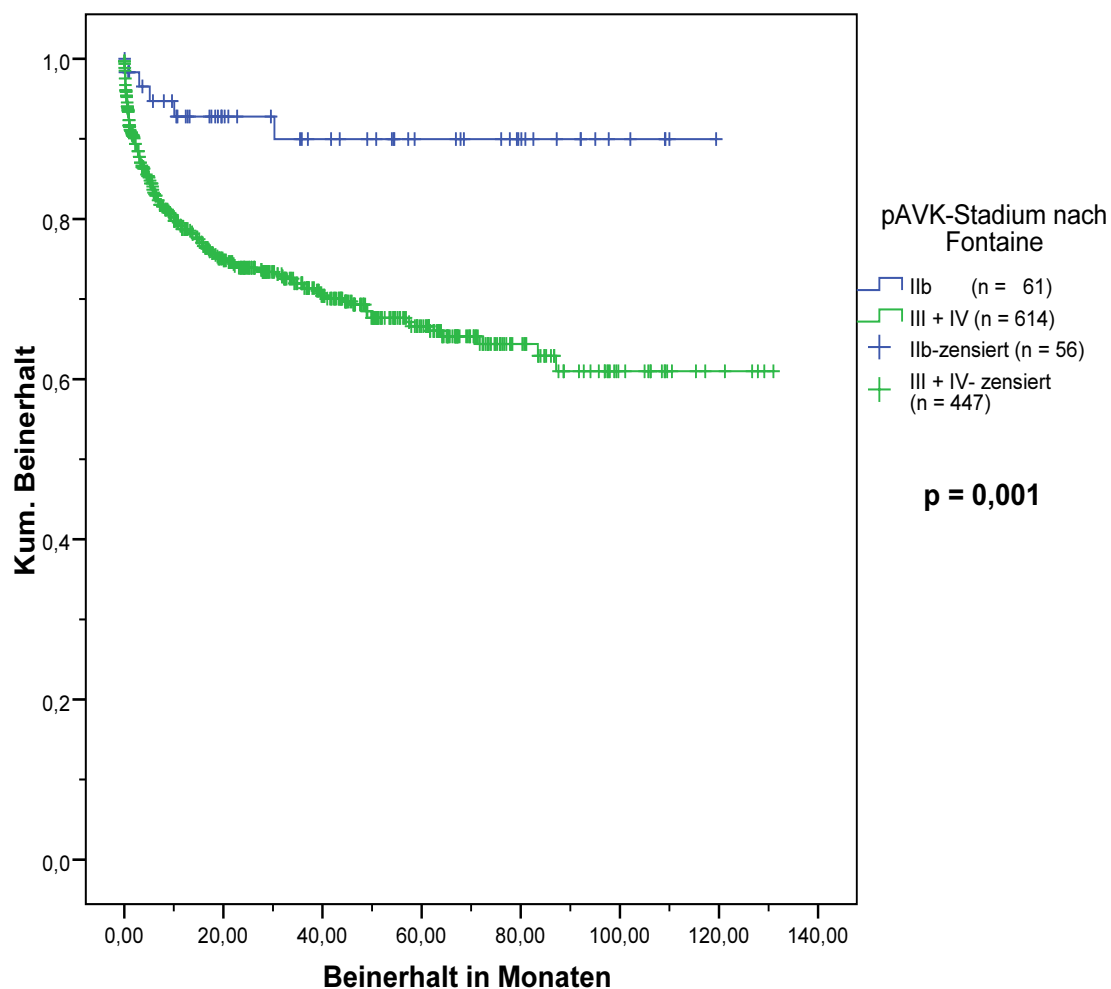


Abb. 20: Beinerhaltungsraten bei Patienten mit pAVK-Stadium IIb im Vergleich zu Patienten mit Stadien III und IV

Tab. 56: Beinerhaltungsraten bei Patienten mit pAVK-Stadium IIb im Vergleich zu Patienten mit Stadien III und IV

T. = Tage, J. = Jahre

	Beinerhalt				
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	p-Wert
IIb	98,3%	92,8%	90,0%	90,0%	0,001
III + IV	91,7%	78,7%	72,0%	66,6%	

Für das Merkmal Beinerhalt konnten im Langzeitverlauf 61 Patienten (95,3%) mit pAVK-Stadium IIb und 614 Patienten (95,3%) mit pAVK-Stadium III oder IV erfasst werden. Die Raten der Gesamtoffenheit unterschieden sich signifikant voneinander ($p = 0,001$, Tab. 56, Abb. 20).

4.2.3.1.5 Einfluss des Patientenalters

Diese Fragestellung wurde in der Dissertation von Ines Lippelt bearbeitet. Sie konnte an unserem Krankengut zeigen, dass das Revaskularisationsergebnis – Bypass-Offenheitsrate, Beinerhalt – nicht vom Alter des Patienten zum Operationszeitpunkt beeinflusst wurde. Lediglich die Gruppe der über 80-Jährigen hatte eine etwas geringere Beinerhaltungsrate verglichen mit der Gruppe der 70-80 Jährigen.

4.2.3.1.6 Einfluss verschiedener Komorbiditäten

Diese Fragestellung wurde ebenfalls in der Dissertation von Ines Lippelt bearbeitet. Sie konnte an unserem Krankengut zeigen, dass das Revaskularisationsergebnis – Bypass-Offenheitsrate, Beinerhalt – durch die Erkrankung mit Diabetes mellitus, mit einer terminalen Niereninsuffizienz und mit einer koronaren Herzkrankheit, nicht beeinflusst wurde.

4.2.3.1.7 Einfluss des Geschlechts (Analyse von Ines Lippelt)

Überblick

In die Analyse wurden 721 Patienten eingeschlossen. 494 Patienten (68,5%) waren Männer und 227 (31,5%) Patienten waren Frauen.

Primäre Offenheitsraten im Vergleich zwischen Männern und Frauen

Tab. 57: Primäre Offenheitsraten im Vergleich zwischen Männern und Frauen (nach Kaplan-Meier)
T. = Tage; J. = Jahre

	primäre Offenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
Männer	71,3%	48,5%	36,6%	32,7%	<0,001
Frauen	65,9%	28,5%	22,2%	20,8%	

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitverlauf 355 Männer (71,9%) und 161 Frauen (70,9%) erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich signifikant voneinander ($p < 0,001$; Tab. 57).

Gesamtoffenheitsraten im Vergleich zwischen Männern und Frauen

Tab. 58: Gesamtoffenheitsraten im Vergleich zwischen Männern und Frauen (nach Kaplan-Meier)

T. = Tage; J. = Jahre

	Gesamtoffenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
Männer	86,1%	67,5%	55,1%	48,0%	< 0,001
Frauen	82,2%	50,0%	34,7%	33,2%	

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitverlauf 355 Männer (71,9%) und 161 Frauen (70,9%) erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich signifikant voneinander ($p < 0,001$; Tab. 58).

Beinerhaltungsraten im Vergleich zwischen Männern und Frauen

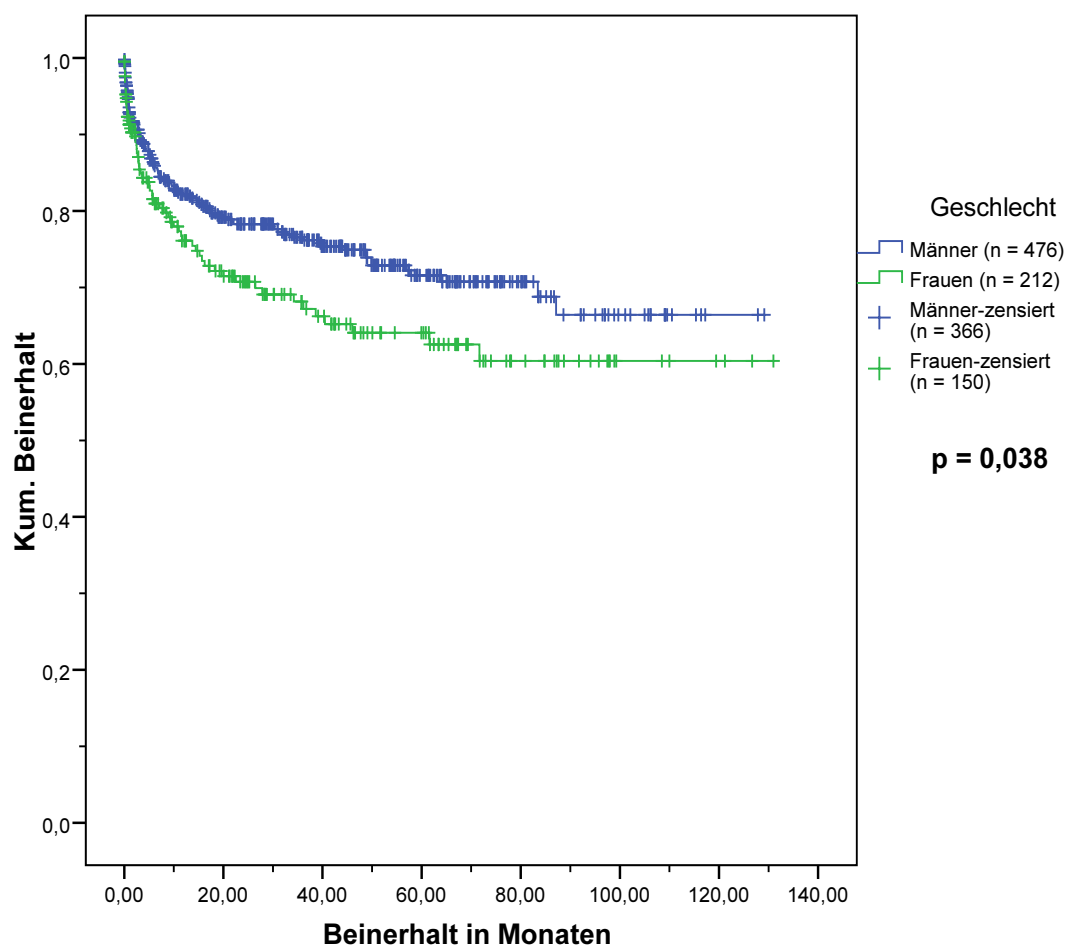


Abb. 21: Beinerhaltungsraten im Vergleich zwischen Männern und Frauen (nach Kaplan-Meier)

Tab. 59: Beinerhaltungsraten im Vergleich zwischen Männern und Frauen (nach Kaplan-Meier)

T. = Tage; J. = Jahre

	Beinerhalt				
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	p-Wert
Männer	92,9%	82,2%	76,6%	71,6%	0,038
Frauen	91,3%	76,1%	68,2%	64,1%	

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitverlauf 476 Männer (96,4%) und 212 Frauen (93,4%) erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich signifikant voneinander ($p = 0,038$; Tab. 59, Abb. 21).

4.2.3.1.8 Einfluss der Bypassführung (Analyse von Mark Porath)

Überblick

630 Patienten wurden in die Analyse eingeschlossen. Bei 254 Patienten (40,3%) verlief der Bypass auf gesamter Strecke im Subkutanniveau, bei 376 Patienten (59,7%) verlief er subfaszial. Patienten, bei denen der Bypassverlauf gemischt verlief, d.h. teils im Subkutan- und teils im Subfaszialniveau, wurden in dieser Analyse nicht berücksichtigt, da diese Unterart der Bypassführung für die Fragestellung einer optimalen Bypassanastomosen-Lokalisation nicht relevant erschien.

Primäre Offenheitsrate im Vergleich zwischen subkutaner und subfaszialer Bypassführung

Tab. 60: Primäre Offenheitsrate im Vergleich zwischen subkutaner und subfaszialer Bypassführung (nach Kaplan-Meier)

T. = Tage; J. = Jahre

	primäre Offenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
subkutan	63,0%	37,3%	25,3%	21,9%	0,017
subfaszial	75,0%	45,0%	34,6%	32,0%	

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitergebnis 178 Patienten (70,1%) mit subkutaner und 265 Patienten (70,5%) mit subfaszialer Bypassführung erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich signifikant voneinander ($p = 0,017$; Tab. 60).

Gesamtoffenheitsrate im Vergleich zwischen subkutaner und subfaszialer Bypassführung

Tab. 61: Gesamtoffenheitsrate im Vergleich zwischen subkutaner und subfaszialer Bypassführung (nach Kaplan-Meier)

T. = Tage; J. = Jahre

	Gesamtoffenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
subkutan	81,1%	55,3%	42,8%	37,6%	0,021
subfaszial	88,7%	68,5%	53,9%	48,0%	

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitergebnis 178 Patienten (70,1%) mit subkutaner und 265 Patienten (70,5%) mit subfaszialer Bypassführung erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich signifikant voneinander ($p = 0,021$; Tab. 61).

Beinerhaltungsrate im Vergleich zwischen subkutaner und subfaszialer Bypassführung

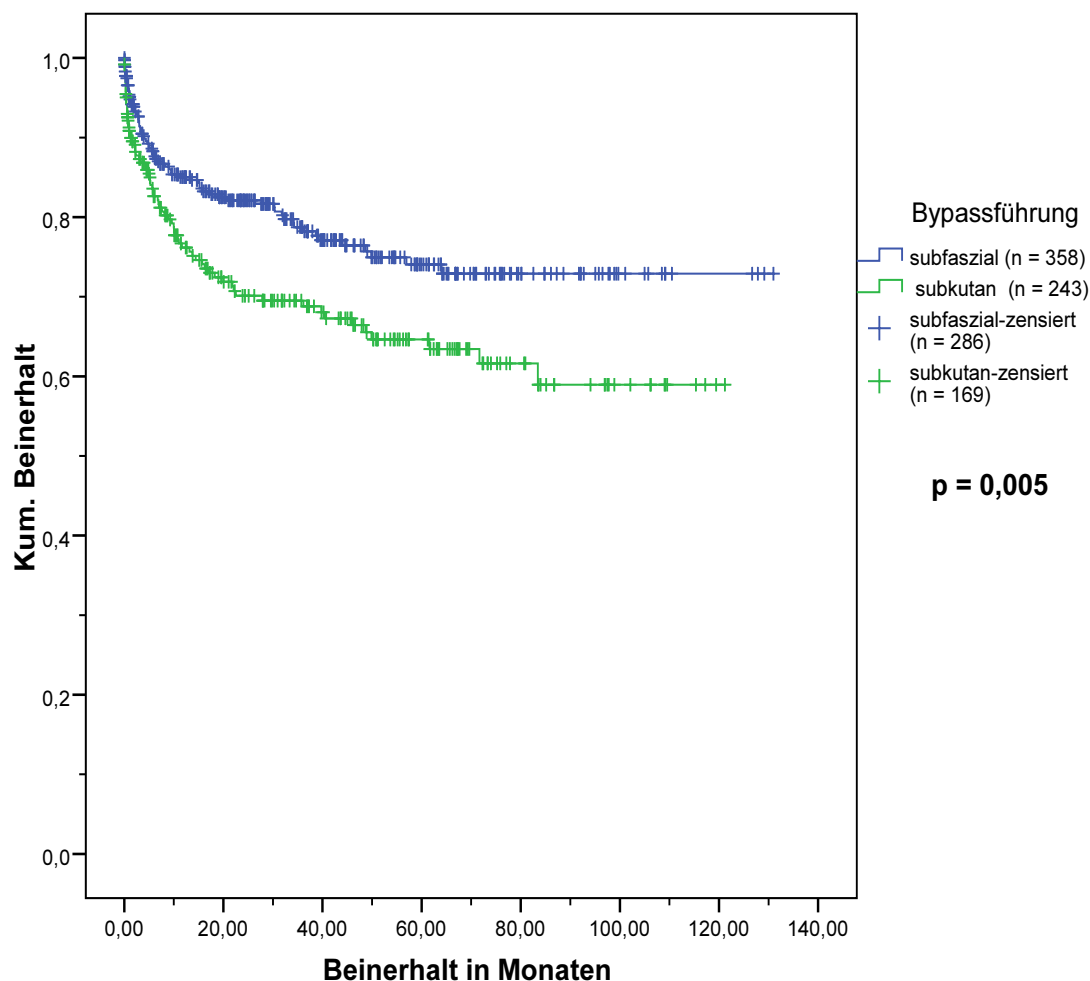


Abb. 22: Beinerhaltungsrate im Vergleich zwischen subkutaner und subfaszialer Bypassführung (nach Kaplan-Meier)

Tab. 62: Beinerhaltungsrate im Vergleich zwischen subkutaner und subfaszialer Bypassführung (nach Kaplan-Meier)

	Beinerhalt				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
subkutan	90,8%	76,2%	69,5%	64,6%	0,005
subfaszial	95,1%	85,0%	78,7%	74,1%	

Für das Merkmal Beinerhalt konnten im Langzeitergebnis 243 Patienten (95,7%) mit subkutaner und 358 Patienten (95,2%) mit subfaszialer Bypassführung erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich signifikant voneinander ($p = 0,005$; Tab. 62, Abb. 22).

4.2.3.1.9 Einfluss des Bypassmaterials

Überblick

In die Analyse wurden 576 Patienten eingeschlossen. Bei 550 Patienten (95,5%) wurde ein Venenbypass aus einem Stück V. saphena magna angelegt, bei 26 Patienten (4,5%) ein Bypass aus einem Stück V. saphena parva oder Armvene. Aus mehreren Venenstücken zusammengesetzte Bypässe und Rekonstruktionen aus Kunststoff wurden in dieser Analyse nicht berücksichtigt, da sie für die Fragestellung einer optimalen Bypassanastomosen-Lokalisation nicht relevant erschienen.

Primäre Offenheitsraten im Vergleich zwischen V. saphena magna und V. saphena parva/Armvene

Tab. 63: Primäre Offenheitsraten im Vergleich zwischen V. saphena magna und V. saphena parva/Armvene (nach Kaplan-Meier)

T. = Tage; J. = Jahre; VSM = V. saphena magna; VSP = V. saphena parva; AV = Armvene

	primäre Offenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
VSM	70,9%	44,9%	35,1%	32,5%	< 0,001
VSP/AV	57,2%	11,7%	11,7%	5,9%	

Für das Merkmal primäre Offenheit konnten im Langzeitverlauf 375 Patienten (68,2%) mit V. saphena magna und 24 Patienten (92,3%) mit V. saphena parva/Armvene als Bypassmaterial erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich signifikant voneinander ($p < 0,001$; Tab. 63).

Gesamtoffenheitsraten im Vergleich zwischen V. saphena magna und V. saphena parva/Armvene

Tab. 64: Gesamtoffenheitsraten im Vergleich zwischen V. saphena magna und V. saphena parva/Armvene (nach Kaplan-Meier)

T. = Tage; J. = Jahre; VSM = V. saphena magna; VSP = V. saphena parva; AV = Armvene

	Gesamtoffenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
VSM	85,4%	65,3%	51,9%	46,8%	0,007
VSP/AV	74,1%	41,1%	34,3%	20,6%	

Für das Merkmal Gesamtoffenheit konnten im Langzeitverlauf 375 Patienten (68,2%) mit V. saphena magna und 24 Patienten (92,3%) mit V. saphena parva/Armvene als Bypassmaterial erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich signifikant voneinander ($p = 0,007$; Tab. 64).

Beinerhaltungsraten im Vergleich zwischen V. saphena magna und V. saphena parva/Armvene

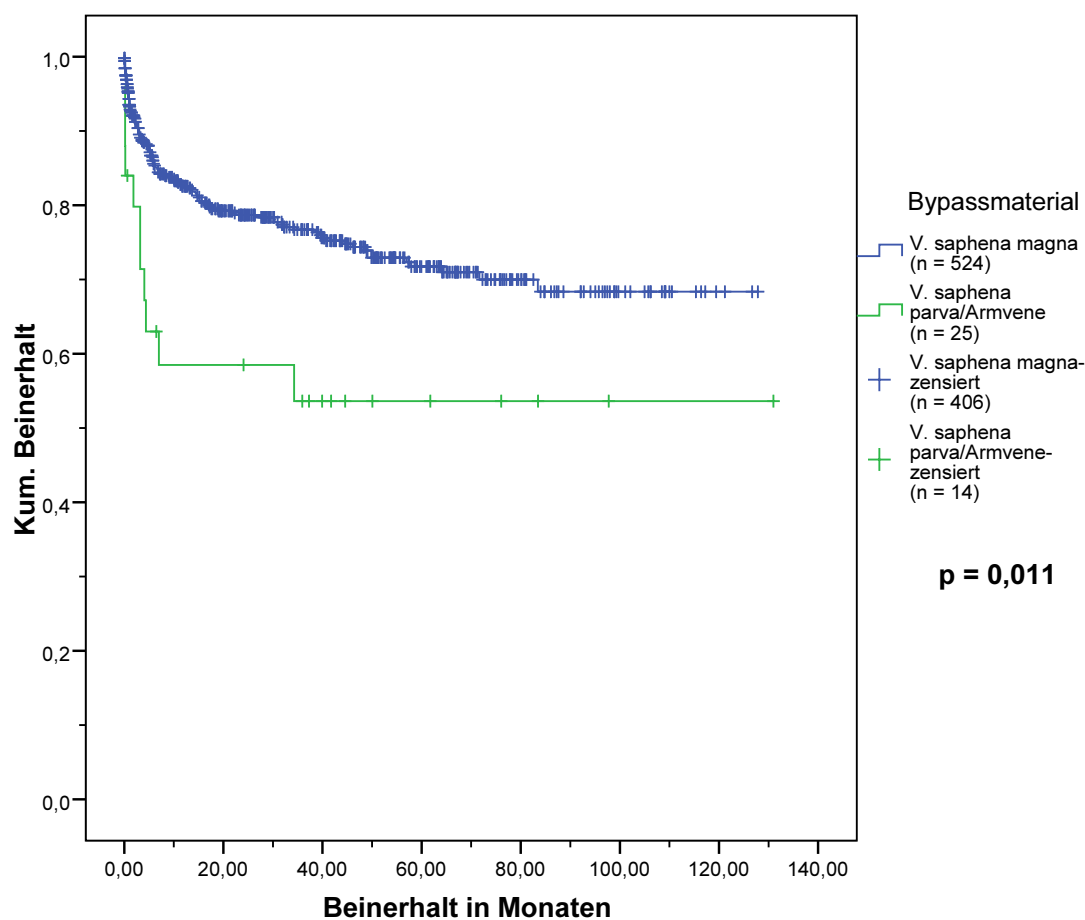


Abb. 23: Beinerhaltungsraten im Vergleich zwischen V. saphena magna und V. saphena parva/Armvene (nach Kaplan-Meier)

Tab. 65: Beinerhaltungsraten im Vergleich zwischen V. saphena magna und V. saphena parva/Armvene
T. = Tage; J. = Jahre; VSM = V. saphena magna; VSP = V. saphena parva; AV = Armvene

	Beinerhalt				
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	p-Wert
VSM	93,5%	82,6%	76,7%	71,7%	0,011
VSP/AV	84,0%	58,5%	53,6%	53,6%	

Für das Merkmal Beinerhalt konnten im Langzeitverlauf 524 Patienten (95,3%) mit V. saphena magna und 25 Patienten (96,2%) mit V. saphena parva/Armvene als Bypassmaterial erfasst werden. Die Raten der primären Offenheit unterschieden sich signifikant voneinander ($p = 0,011$; Tab. 65, Abb. 23).

4.2.3.2 Bewertung des Einflusses der Störgrößen

Bei unserer Hauptanalyse hatte sich gezeigt, dass die Lokalisation der distalen Anastomose Auswirkungen auf die Revaskularisations-Ergebnisse hatte. Nachfolgend wurde überprüft, ob die beobachteten Unterschiede durch eine unterschiedliche Verteilung der Risikofaktoren Geschlecht, pAVK-Stadien, Bypassführung und Bypassmaterial hervorgerufen wurden.

4.2.3.2.1 Verteilung der möglichen Störgrößen auf die Hauptanalysegruppen

Zunächst wurde mit dem zweiseitigen asymptotischen χ^2 -Test nach Pearson und – falls möglich – exakten Fisher-Test analysiert, ob diese Gruppen gleichmäßig auf die verschiedenen Patientenkollektive der Risikogruppen verteilt waren.

Tab. 66: Kreuztabelle zur Verteilung definierter Hauptgruppen auf Risikogruppen

1. Spalte = Hauptgruppen, 1. Zeile = Störgrößen, p-Werte < 0,05 sind rot hervorgehoben
OS = Oberschenkel, ATP = A. tibialis posterior, AFib = A. fibularis, ATA = A. tibialis anterior,
VSM = V. saphena magna, VSP = V. saphena parva, AV = Armvene

	Geschlecht: Männer/Frauen	pAVK- Stadium: IIb / III+IV	Bypassführung: sukbkutan/subfaszial	Bypassmaterial: VSM/VSP+ AV
crural vs pedal (in toto)	0,625	<0,001	<0,001	1,000
ATP vs AFib	0,695	0,064	0,018	0,745
ATP vs ATA	0,176	0,192	0,034	0,505

Die Kreuztabelle zeigt, dass die Gruppe der Männer und Frauen und das unterschiedliche Bypassmaterial homogen auf die untersuchten Gruppen verteilt waren, während die unterschiedlichen pAVK-Stadien und die Art der Bypassführung ungleich verteilt waren. Nachfolgend wurde überprüft, ob die beobachteten Unterschiede in den Revaskularisationsergebnissen bei unterschiedlicher Höhe der distalen Anastomose Folge dieser Ungleichverteilung waren.

4.2.3.2.2 Einfluss der Störgrößen bei cruraler und pedaler Revaskularisation

4.2.3.2.2.1 Einfluss der Bypassführung

Verteilung des Merkmals „Bypassführung“ (subfaszial/subkutan) auf die Gruppen des Merkmals „Höhe der distalen Anastomose“ (crural/pedal)

Tab. 67: Kreuztabelle für die Merkmale „Bypassführung“ und „Höhe der distalen Anastomose“

1. Zeile = Höhe der distalen Anastomose, 2. Zeile = Bypassführung. Die Prozentwerte beziehen sich auf die Gesamtzahl der betreffenden Spalte.

	crural (n = 383)		pedal (n = 247)	
subfaszial (n = 376)	281	73,4%	95	38,5%
subkutan (n = 254)	102	26,6%	152	61,5%

Die Kreuztabelle zeigt, dass die cruralen Bypässe überwiegend subfaszial geführt wurden, die pedalen Rekonstruktionen dagegen eher auf subkutanem Niveau. Dieser Unterschied erwies sich als statistisch signifikant ($p < 0,001$, Tab. 66).

Vergleich des cruralen und pedalen Bypass bei subkutaner oder subfaszialer Bypassführung

Tab. 68: Vergleich des cruralen und pedalen Bypass bei subkutaner oder subfaszialer Bypassführung (nach Kaplan-Meier)

p-Werte wurden mit dem log-Rank-Test ermittelt

Bypassführung	Gesamtoffenheit	Bypassführung	Beinerhalt
+ crural (n = 68) subkutan	0,514	+ crural (n = 96) subkutan	0,790
+ pedal (n = 110)		+ pedal (n = 147)	
+ crural (n = 201) subfaszial	0,088 (↑)	+ crural (n = 270) subfaszial	0,198
+ pedal (n = 64)		+ pedal (n = 88)	

Wie schon in Abschnitt 4.2.1.1 gezeigt, wiesen Patienten mit einer cruralen Bypassanlage im Ergebnis eine signifikant bessere Gesamtoffenheit auf als Patienten mit pedaler Bypassanlage (Tab. 25). Dieser Effekt offenbarte sich auch für das Merkmal Beinerhalt (Tab. 26). In Abschnitt 4.2.3.1.8 wurde ferner gezeigt, dass Patienten mit einer subfaszialen Bypassführung signifikant bessere Ergebnisse in den Merkmalen primäre

Offenheit, Gesamtoffenheit und Beinerhalt hatten als Patienten mit subkutaner Bypassführung (Tab. 60, 61, 62).

Analysierte man nun die crurale und pedale Revaskularisation getrennt für die Gruppen mit subkutaner oder subfaszialer Bypassführung, so war der Unterschied sowohl für das Merkmal „Bypassoffenheit“ als auch „Beinerhalt“ aufgehoben (Tab. 68).

4.2.3.2.2 Einfluss des pAVK-Stadiums

Verteilung des Merkmals „pAVK-Stadium“ (IIb / III+IV) auf die Gruppen des Merkmals „Höhe der distalen Anastomose“ (crural/pedal)

Tab. 69: Verteilung des Merkmals „pAVK-Stadium“ (IIb / III+IV) auf die Gruppen des Merkmals „Höhe der distalen Anastomose“ (crural/pedal)

1. Zeile = Höhe der distalen Anastomose, 1. Spalte = pAVK-Stadium nach Fontaine, Prozentwerte beziehen sich auf die Gesamtzahl der jeweiligen Spalte

	crural (n = 420)		pedal (n = 288)	
Stadium IIb (n = 64)	51	12,1%	13	4,5%
Stadium III + IV (n = 644)	369	87,9%	275	95,5%

Die Kreuztabelle zeigt, dass sich in der cruralen und pedalen Gruppe ganz überwiegend Patienten im pAVK-Stadium III/IV befanden. Ferner geht aus ihr hervor, dass in der Gruppe mit cruralem Anschluss relativ mehr Patienten im pAVK-Stadium IIb vorhanden waren als in der Gruppe mit Rekonstruktion auf pedalem Niveau (12,1% vs 4,5%, Tab. 69). Dieser Unterschied erwies sich als statistisch signifikant ($p < 0,001$, Tab. 66).

Vergleich des cruralen oder pedalen Bypass im pAVK-Stadium IIb oder III/IV

Tab. 70: Vergleich des cruralen oder pedalen Bypass im pAVK-Stadium IIb oder III/IV (nach Kaplan-Meier)

p-Werte wurden mit dem log-Rank-Test ermittelt, p-Werte $< 0,05$ wurden rot hervorgehoben

pAVK-Stadium	Gesamtoffenheit	pAVK-Stadium	Beinerhalt
IIb + crural (n = 39) + pedal (n = 11)	0,381	IIb + crural (n = 49) + pedal (n = 12)	0,216
III/IV + crural (n = 258) + pedal (n = 196)	0,020 ↑	III/IV + crural (n = 352) + pedal (n = 262)	0,120

Wie schon in Abschnitt 4.2.1.1 demonstriert, wiesen Patienten mit einer cruralen Bypassanlage im Ergebnis eine bessere Gesamtoffenheit und eine bessere Beinerhaltungsrate auf als Patienten mit pedaler Bypassanlage (Tab. 25, 26).

Bei der Subgruppenanalyse zeigte sich jetzt bei Patienten im Stadium IIb kein Unterschied für die Bypassoffenheit und den Beinerhalt nach cruraler oder pedaler Bypassanlage (Tab. 70).

Im kritischen pAVK-Stadium III/IV war die Bypass-Gesamtoffenheitsrate für die crurale besser als für die pedale Revaskularisation ($p = 0,020$, Tab. 70). Dieser Vorteil ließ sich für den Beinerhalt allerdings nicht belegen ($p = 0,120$, Tab. 70).

Tab. 71: Gesamtoffenheitsrate im Vergleich zwischen crural und pedal (nach Kaplan-Meier)

Die Daten beziehen sich auf die Untergruppe „pAVK-Stadium III/IV“

T. = Tage; J. = Jahre

PAVK III/IV	Bypass-Gesamtoffenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
crural	86,9%	63,6%	49,0%	43,1%	0,020
pedal	78,4%	52,7%	37,8%	35,0%	

4.2.3.2.2.3 Einfluss der Höhe der distalen Anastomose

Vergleich der subkutanen und subfaszialen Bypassführung bei cruraler oder pedaler distaler Anastomose

Tab. 72: Vergleich der subkutanen und subfaszialen Bypassführung bei cruraler oder pedaler distaler Anastomose (nach Kaplan-Meier, in Anlehnung an die Analyse von Mark Porath)

p-Werte wurden mit dem log-Rank-Test ermittelt

Höhe der distalen Anastomose	Gesamtoffenheit	Höhe der distalen Anastomose	Beinerhalt
+ subfaszial (n = 201) crural + subkutan (n = 68)	0,115	+ subfaszial (n = 270) crural + subkutan (n = 96)	0,028 (↑)
+ subfaszial (n = 64) pedal + subkutan (n = 110)	0,584	+ subfaszial (n = 88) pedal + subkutan (n = 147)	0,373

Beim Vergleich der subfaszialen mit den subkutanen Rekonstruktionen innerhalb der Gruppen „crural“ und „pedal“ zeigte sich der günstige Effekt einer subfaszialen Bypassanlage bei Anastomosierung auf cruraler Höhe für das Merkmal Beinerhalt ($p = 0,028$, Tab. 72).

Tab. 73: Beinerhaltungsrate im Vergleich zwischen subfaszialer und subkutaner Bypassführung bei cruraler distaler Anastomose (nach Kaplan-Meier)

Die Daten beziehen sich auf die Untergruppe „crural“

T. = Tage; J. = Jahre

crural	Beinerhalt				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
subfaszial	95,5%	85,5%	80,1%	75,9%	0,028
subkutan	93,6%	77,6%	70,8%	64,8%	

Wurde der Bypass auf cruraler Höhe anastomosiert, betrug die Beinerhaltungsrate nach 5 Jahren bei subfaszialer Bypassführung 75,9%, bei subkutaner Führung dagegen nur 64,8% (Tab. 73).

4.2.3.2.3 Einfluss der Störgrößen: Vergleich der einzelnen Unterschenkelgefäße

4.2.3.2.3.1 Einfluss der Bypassführung

Einfluss der Bypassführung auf die Ergebnisse des Vergleichs zwischen cruraler A. tibialis posterior und A. fibularis

Tab. 74: Vergleich zwischen cruraler A. tibialis posterior und A. fibularis bei subkutaner oder subfaszi-aler Bypassführung (nach Kaplan-Meier)

die p-Werte wurden mit dem log-Rank-Test ermittelt, ATP = A. tibialis posterior auf cruralem Niveau, AFib = A. fibularis

Bypassführung	Gesamtoffenheit	Bypassführung	Beinerhalt
+ ATP (n = 20) subkutan + AFib (n = 14)	0,751	+ ATP (n = 29) subkutan + AFib (n = 19)	0,973
+ ATP (n = 99) subfaszial + AFib (n = 52)	0,536	+ ATP (n = 75) subfaszial + AFib (n = 130)	0,009 (↑)

Wie schon in Abschnitt 4.2.2.1 gezeigt, wiesen Patienten mit Bypassanlage auf den cruralen Teil der A. tibialis posterior eine im Ergebnis bessere Beinerhaltungsrate auf als Patienten mit Anastomosierung auf die A. fibularis ($p = 0,031$, Abb. 15).

In der Subgruppenanalyse konnte nun gezeigt werden, dass dieser Effekt in der Gruppe der subkutan geführten Bypässe nicht mehr nachweisbar war ($p = 0,751$ bzw. $p = 0,973$, Tab. 74).

In der Gruppe der subfaszial geführten Bypässe zeigte sich, dass die Patienten mit Anschluss auf den cruralen Teil der A. tibialis posterior eine signifikant bessere Beinerhaltungsrate hatten als Patienten mit A. fibularis als distale Anastomose ($p = 0,009$, Tab. 74).

Tab. 75: Beinerhaltungsraten im Vergleich zwischen der A. tibialis posterior und A. fibularis (nach Kaplan-Meier)

Grundlage der Daten war die Untergruppe „subfaszial“.

T. = Tage; J. = Jahre; ATP = A. tibialis posterior auf cruralem Niveau; AFib = A. fibularis

subfaszial	Beinerhalt				
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	p-Wert
ATP (crural)	96,0%	93,1%	87,9%	87,9%	0,009
AFib	95,3%	79,0%	72,2%	67,6%	

Einfluss der Bypassführung auf die Ergebnisse des Vergleichs zwischen cruraler A. tibialis posterior und A. tibialis anterior

Tab. 76: Einfluss der Bypassführung im Vergleich zwischen cruraler A. tibialis posterior und A. tibialis anterior (nach Kaplan-Meier)

p-Werte wurden mit dem log-Rank-Test ermittelt

ATP = A. tibialis posterior auf cruralem Niveau, ATA = A. tibialis anterior

Bypassführung	Gesamtoffenheit	Bypassführung	Beinerhalt
+ ATP (n = 20) subkutan	0,050	+ ATP (n = 29) subkutan	0,250
+ ATA (n = 33)		+ ATA (n = 47)	
+ ATP (n = 52) subfaszial	0,528	+ ATP (n = 75) subfaszial	0,188
+ ATA (n = 50)		+ ATA (n = 65)	

Wie schon in Abschnitt 4.2.2.1 gezeigt, wiesen Patienten mit Bypassanlage auf die A. tibialis posterior eine im Langzeitergebnis bessere Beinerhaltungsrate auf als Patienten mit Anastomosierung auf die A. tibialis anterior ($p = 0,026$, Abb. 15).

In der Subgruppenanalyse konnte nun gezeigt werden, dass der günstige Effekt auf die Beinerhaltungsrate sowohl in der Gruppe der subkutan als auch subfaszial geführten Bypässe nicht mehr nachweisbar war ($p = 0,250$ bzw. $p = 0,188$, Tab. 76).

Allerdings zeigte sich in der Gruppe der subkutan geführten Bypässe für die A. tibialis posterior ein Trend zu einer besseren Gesamtoffenheit als für die A. tibialis anterior ($p = 0,050$, Tab. 76).

Tab. 77: Gesamtoffenheitsraten im Vergleich zwischen A. tibialis posterior und A. tibialis anterior (nach Kaplan-Meier)

Grundlage der Daten war die Untergruppe „subkutan“.

T. = Tage; J. = Jahre; ATP = A. tibialis posterior; ATA = A. tibialis anterior

subkutan	Gesamtoffenheit				p-Wert
	nach 30 T.	nach 1 J.	nach 3 J.	nach 5 J.	
ATP	95,0%	69,1%	63,3%	40,7%	0,050
ATA	83,7%	52,5%	24,4%	24,4%	

5. Diskussion

Wir haben in unserer Analyse nur Bypassanlagen berücksichtigt, die auf ein einzelnes Unterschenkel- oder Fußgefäß angelegt wurden. Als Unterschenkelbypass wurde dabei eine Versorgung proximal, als Fußbypass eine Versorgung distal des oberen Sprunggelenkes gewertet. Bei unserer Auswertung haben wir einerseits den „Unterschenkelbypass“ – crural – mit dem „Fußbypass“ – pedal – verglichen und dann die einzelnen distalen Anschlussgefäße analysiert.

Vergleich der Gesamtgruppe crural versus pedal

428 (59,4%) der Bypassanlagen wurden auf cruraler und 293 (40,6%) auf pedaler Höhe angelegt (Tab. 8, 9). Im Vergleich der Gruppen „crural“ und „pedal“ zeigte sich bereits für die ersten 30 postoperativen Tage ein Trend zu besseren Ergebnissen zugunsten der cruralen Rekonstruktion. Die 30-Tage-Bypass-Offenheit von fast 90% in der cruralen Gruppe bedingte eine Major-Amputationsrate von lediglich 4%, während die pedale Gruppe mit einer Bypass-Offenheit von 81% und einer Major-Amputationsrate von fast 10% ungünstigere Frühergebnisse aufwies (Tab. 20, 21). Diese Tendenz setzte sich auch bei den Langzeit-Ergebnissen fort. Im direkten Vergleich waren die cruralen Bypassanlagen sowohl bei der Bypass-Offenheit als auch beim Beinerhalt signifikant besser als die pedalen Bypassanlagen (Tab. 25, 26). Im Gegensatz zu den Erfahrungen in der hiesigen Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation konnten Schneider²¹ et al. 1993 zeigen, dass der pedale Anschluss vergleichbare Ergebnisse bezüglich der Bypassoffenheit wie der crurale Anschluss liefert. Auch van Damme konnte 2002 die Gleichwertigkeit der cruralen und pedalen Anastomose hinsichtlich der Beinerhaltungsrate zeigen²². Die in unserer Studie nachgewiesene bessere Bypassfunktion des cruralen im Vergleich zum pedalen Bypass ist sicherlich zum Teil durch das bessere distale Anschlussgefäß mit längerer intakter Gefäßstrecke und dem dadurch bedingten geringeren Widerstand im Bypass

erklärbar. Dieser bessere Abstrom in den Unterschenkel- verglichen mit den Fußarterien führt wahrscheinlich zu einem höheren Flussvolumen im Bypass. Sandmann et al. führten schon 1974 intraoperativ blutige und unblutige Flußmessungen zur Funktionskontrolle nach Bypassanlage durch^{23,24,25,26}. Sie konnten eine Abhängigkeit der Bypassfunktion von dem Ruheminutenvolumen in der Bypassvene und dem Maß der Zunahme des Blutflusses nach Injektion eines Vasodilatators zeigen. Als kritische Größe wurde ein Ruheminutenfluss von weniger als 70 ml/min ermittelt.

Andere Autoren untersuchten die perfusionssteigernde Wirkung von Prostaglandinderivaten auf den Venenbypass. Smith²⁷ et al. zeigten 1993 für das Prostacyclin-Analogon Iloprost[®] eine Zunahme des Blutminutenvolumens innerhalb des Bypasses und eine Abnahme des Abstromwiderstandes. Zusätzlich konnte gegenüber Kontrollen eine signifikant höhere 30-Tage-Offenheit erzielt werden²⁷. Weitere Studien konnten die Tendenz bezüglich einer Bypass-Flussverbesserung untermauern: Krüger²⁸ et al. zeigten 2000 eine Senkung des Bypasswiderstandes um 79% bei Verwendung von Iloprost bzw. um 97% bei Verwendung von Alprostadil. Heise²⁹ et al. wiesen eine mittlere Flusssteigerung von 86% in PTFE-Bypässen bei Verwendung von Alprostadil nach. Thul³⁰ et al. konnten eine unmittelbare Perfusionssteigerung innerhalb eines Venenbypass nach direkter Prostavasin-Injektion in die Rekonstruktion beobachten. Allerdings wiesen sie darauf hin, dass daraus nicht auf eine signifikant günstigere Prognose für die Langzeitoffenheit geschlossen werden könne. So ist auch im Universitätsklinikum Düsseldorf die Injektion von Prostavasin[®] in den Bypass bzw. die Aufbewahrung der Bypassvene in einer Heparin-Prostavasin[®]-Blut-Lösung als Maßnahme zur Prävention von durch mechanische Manipulation entstandene Gefäßspasmen zu verstehen.

Vergleich crural vs. pedal unter Berücksichtigung der Bypasslänge

Es stellte sich die Frage, ob auch andere Faktoren zu dem besseren Ergebnis der cruralen verglichen mit der pedalen Bypasschirurgie beitragen und deshalb auch die Bypasslänge mit in die Auswertung einbezogen. Der distale Anschluss „crural“ bzw. „pedal“ wurde mit drei unterschiedlichen Lokalisationen der proximalen Anastomose korreliert:

Die längste Variante stellte sich beim proximalen Anschluss in der Leistenregion dar.

Während für die crurale Gruppe kein signifikant besseres Langzeitergebnis hinsichtlich der primären Offenheit (Tab. 27) und des Beinerhalts (Tab. 29) erkennbar war, konnte zumindest für die Gesamtoffenheit eine Tendenz zu günstigeren Ergebnissen beim Anschluss auf cruraler Höhe gezeigt werden (Tab. 28). Auch beim mittellangen Bypass, bei dem sich die proximale Anastomose am Oberschenkel, aber distal der Leistenregion befand, war der crurale Bypass im Trend besser als der pedale und hatte signifikant bessere Beinerhaltungsraten (Tab. 31, 32). Beim kurzen Bypass jedoch – der proximale Anschluss befand sich dabei auf Höhe des dritten Popliteasegmentes infragenuidal – waren die Unterschiede in den Langzeitergebnissen zwischen cruralem und pedalem Bypass sowohl im Hinblick auf die Bypassoffenheit als auch im Beinerhalt aufgehoben (Tab. 33, 34, 35).

Dies gibt Hinweise darauf, dass die Bypasslänge wahrscheinlich einen Einfluss auf die langfristige Bypassfunktion hat. Auch Mark Porath konnte in seiner Analyse zeigen, dass Bypassanlagen „mittlerer Länge“ eine signifikant bessere Funktion als lange Rekonstruktionen hatten³¹ und auch zumindest im Trend eine bessere Beinerhaltungsrate bedingten.

Der längste angelegte Bypass wurde von inguinal nach pedal geführt und ist sicherlich 20 bis 30 Zentimeter länger als die crurale Variante, die von der Leiste zum Unterschenkel führt. Die längere Bypassstrecke des pedalen, verglichen mit dem cruralen Bypass könnte auch für das schlechtere Langzeit-Ergebnis verantwortlich sein.

Die Literaturrecherche bezüglich der peripheren Revaskularisationsergebnisse anderer Zentren zeigt, dass sich die Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation der Uniklinik Düsseldorf hinsichtlich der perioperativen Letalität in den internationalen Vergleich einordnet, die 5-Jahres-Beinerhaltungsraten jedoch etwas schlechter sind. Die Tabellen 86 und 87 im Anhang zeigen die 5-Jahres-Ergebnisse der cruralen und pedalen Revaskularisation einiger anderer Autoren. Allerdings ist die Vergleichbarkeit der verschiedenen Arbeiten eingeschränkt, da die anderen Autoren ihre Ergebnisse unter anderem nicht in Abhängigkeit des pAVK-Stadiums ermittelten. So liegt die 5-Jahres-Beinerhaltungsraten für unsere Patienten im Stadium IIb bei 90,0%, für Patienten im pAVK-Stadium III/IV dagegen nur bei 66,6% (Tab. 56).

Tabelle 88 zeigt die 5-Jahres-Ergebnisse nach peripherer Revaskularisation im hausinternen Vergleich: So konnte die Doktorandin Jaqueline Gallus³⁵ 1997 in ihrer Aufarbeitung des Krankengutes von 1987 bis einschließlich 1993 eine 5-Jahres-Beinerhaltungsraten von 57,4% und eine perioperative Letalität von 7,9% zeigen. In unserer aktuellen Analyse von 1996 bis 2005 ist die 5-Jahres-Beinerhaltungsraten um 12 Prozentpunkte gestiegen, während die perioperative Letalität auf 5,0 Prozent gesenkt werden konnte. Verbesserte operative Techniken in der Bypassanlage, ein verbessertes perioperatives Management und eventuell auch eine strengere Patientenselektion sind eine Erklärung für diesen Trend.

Distale Anastomose: Vergleich der einzelnen Unterschenkel- und Fußarterien miteinander

Am Unterschenkel selbst wurde am häufigsten die A. fibularis (n = 181) als distales Anschlussgefäß verwendet, gefolgt von der A. tibialis posterior (n = 112) und der A. tibialis anterior (n = 134, Tab. 8). Im Bereich des Fußes fungierte die A. dorsalis pedis (n = 189) als häufigstes distales Anastomosengefäß, gefolgt von der A. tibialis posterior (n = 89) und ihrem Endast, der A. plantaris medialis (n = 15, Tab. 9).

Eine Bypassanlage auf die A. tibialis posterior hatte eine signifikant bessere Beinerhaltungsrates als eine Rekonstruktion auf die A. tibialis anterior (Abb. 15). Die Beinerhaltungsrates nach 5 Jahren betrugen bei der A. tibialis posterior 83%, bei der A. tibialis anterior 67%, bei der A. fibularis 68% (Tab. 41). Auch beim distalen Anschluss auf die Fußgefäße waren die A. tibialis posterior und ihre Endäste beim direkten Kurvenvergleich im Trend günstiger als der Endast der A. tibialis anterior, die A. dorsalis pedis (Tab. 42, 43, 44). Raftery³⁶ et al. untersuchten 1994, ob Unterschiede bei der Wahl der distalen Anastomose auf cruraler Höhe existierten. Dabei sollte besonders der Stellenwert der A. fibularis geprüft werden. Sie zeigten, dass der Anschluss auf die A. fibularis bezüglich Bypassoffenheit und Heilung der präoperativen Gewebsdefekte keinen Nachteil darstellte. Vielmehr bestand eine Gleichwertigkeit aller drei Unterschenkelgefäße²⁷. Auch Karmody³⁷ konnte 1984 in seinem Krankengut die Gleichwertigkeit der drei Unterschenkelarterien für das Merkmal Bypassoffenheit zeigen (Tab. 89). Hughes³⁸ et al. dagegen fanden in ihrer Studie beim pedalen Bypass eine Überlegenheit der A. dorsalis pedis gegenüber der A. tibialis posterior und ihrer Endäste. Darling³⁹ et al. konnten in ihrem Krankengut für die A. dorsalis pedis eine 3- bzw. 5-Jahres-Gesamtöffenhheitsraten von 78,3% bzw. 66,6% erzielen. Auch Scott⁴⁰ et al. hatten mit einer Bypassoffenheit von 76% nach drei und 67% nach fünf Jahren ähnliche Ergebnisse. Ascer⁴¹ et al. zeigten für

die A. tibialis post. an einer kleineren Fallserie (n = 24) eine 2-Jahres-Offenheit von 67%. Obwohl die verschiedenen Daten nur eingeschränkt vergleichbar waren, konnte außer bei Hughes³⁸ et al. keine Überlegenheit für eines der Fußgefäße nachgewiesen werden.

Die unterschiedlichen Revaskularisationsergebnisse in unserer Studie sind zum Teil anatomisch erklärbar. Die A. tibialis posterior speist direkt über ihre Endäste den Fußbogen, hat also im allgemeinen eine gute Ausflusstrecke. Die A. fibularis hingegen versorgt den Fuß nicht direkt, sondern gewinnt lediglich über zwei dünne Äste, die mit der A. dorsalis pedis und in A. tibialis posterior kommunizieren, Anschluss an die Fußperfusion. Diese Äste sind häufig arteriosklerotisch verändert, sodass der Abstromwiderstand der A. fibularis im Vergleich zur A. tibialis posterior in den allermeisten Fällen als höher einzuschätzen ist⁴². Die Gruppe der Bypassanlagen auf die A. tibialis anterior dagegen ist bezüglich der Bypassführung sehr inhomogen. Während Anastomosen mit dem proximalen und mittleren Drittel der A. tibialis anterior nach Spalten der Membrana intersossea zwischen der Tibia und Fibula transmembranös geführt werden, erfolgt die Bypassführung im unteren Drittel überwiegend prätibial subkutan. Bypassanlagen auf das untere Drittel der A. tibialis anterior ähneln somit eher Rekonstruktionen auf die pedale A. dorsalis pedis und sind auch in ihrer Prognose eher mit Fußbypässen als mit cruralen Bypässen vergleichbar.

Systemische Störfaktoren, die das Bypassergebnis beeinflussen

Um auszuschließen, dass die beobachteten Unterschiede durch eine ungleiche Verteilung von Patienten mit ungünstigen Vorraussetzungen im Krankengut zustande kommen, haben wir zunächst das Revaskularisationsergebnis der Patienten mit dem vermuteten systemischen Störfaktor analysiert und dann untersucht, ob die Patienten mit dem systemischen Störfaktor gleich oder ungleich auf die Patientengruppe mit den unterschiedlichen Bypassmaterialien verteilt waren.

Intraoperativ zusätzlich notwendige Operationen

Als möglicher systematischer Störfaktor wurde der Einfluss von intraoperativen Zusatzmaßnahmen wie eine retrograde Desobliteration der A. iliaca externa, eine Desobliteration der Femoralisagabel, eine Erweiterungsplastik der A. profunda femoris, eine Ringstripperthrombendarteriektomie der A femoralis superficialis, aber auch eine intraoperative Thrombektomie des Bypasses oder vor- oder nachgeschalteter Gefäße untersucht. Insgesamt wurde bei 268 Patienten (37,2%) eine solche intraoperative Zusatzmaßnahme notwendig, bei 453 Patienten (62,8%) genügte eine reine Bypassanlage (Kap. 4.2.3.1.1).

Der direkte Vergleich mittels Kaplan Meier Analyse erbrachte ein sehr interessantes Ergebnis. Die primäre Bypass-Offenheit war für Patienten mit intraoperativen Zusatzmaßnahmen signifikant schlechter als für solche mit reiner Bypassanlage (Tab. 45). Für die Gesamtoffenheit – primär und sekundär – und den langfristigen Beinerhalt bestand jedoch kein signifikanter Unterschied mehr (Tab. 46, 47). Offensichtlich stellen Patienten, die eine intraoperative Zusatzmaßnahme benötigen, erst einmal das technisch kompliziertere Krankengut mit einer erhöhten Revisionsrate dar. Unter Berücksichtigung der Revisionen ist dann jedoch das Langzeitergebnis gleich, so dass dieser Faktor in unserer weiteren Analyse nicht berücksichtigt wurde.

Bereits ipsilateral durchgeführte Voroperation

In Kapitel 4.2.3.1.2 wurde untersucht, inwiefern eine an der ipsilateralen arteriellen Strombahn bereits durchgeführte Voroperation das Ergebnis nach peripherer Revaskularisation beeinflusst. Weder für die Bypassoffenheit noch für den Beinerhalt (Tab. 49, 50) konnten statistisch signifikante Nachteile im Hinblick auf das Ergebnis nach peripherer Revaskularisation bei Patienten mit bereits durchgeführter Voroperation gezeigt werden. Daher wurde dieser Faktor in der weiteren Analyse nicht berücksichtigt.

Als Sonderform in diesem Zusammenhang wurde untersucht, ob es einen Unterschied macht, den Bypass proximal mit einer bestehenden Rekonstruktion zu anastomosieren, zum Beispiel einer aortobifemoralen Kunststoffprothese oder mit einem Nativgefäß. Es zeigte sich bei den Langzeit-Ergebnissen kein Unterschied (Tab. 51, 52, 53), so dass auch dieser Faktor in unserer weiteren Auswertung nicht berücksichtigt wurde.

Einfluss des Patientenalters, verschiedener Komorbiditäten und des Geschlechts

Mit diesen Fragestellungen hat sich Ines Lippelt beschäftigt. Sie konnte in ihrer Analyse zeigen, dass zwar das Langzeit-Überleben, nicht jedoch das Revaskularisationsergebnis vom Alter des Patienten zum Operationszeitpunkt abhängt.

Erstaunlicherweise beeinflussten Komorbiditäten, wie ein Diabetes mellitus, eine terminale Niereninsuffizienz oder eine behandlungsbedürftige koronare Herzkrankheit zwar das Langzeit-Überleben negativ, nicht jedoch das reine Revaskularisationsergebnis, weshalb auch dieser Pfad in unserer weiteren Analyse nicht berücksichtigt wurde.

Männer hatten in unserer Studie langfristig ein signifikant besseres Revaskularisationsergebnis als Frauen (Tab. 57, 58, 59). Meine weitere Analyse zeigte jedoch, dass der An-

teil der Männer und Frauen in der cruralen und pedalen Bypassgruppe sowie in den Gruppen der unterschiedlichen Unterschenkelarterienanastomosen gleich verteilt war, so dass die dort beobachteten Unterschiede in den Revaskularisationsergebnissen nicht Folge einer unterschiedlichen Geschlechterverteilung sein konnten.

Einfluss des Bypassmaterials und der Bypassführung

Da der Anteil der reinen Vena saphena magna/parva und Armvenenbypassanlagen in allen analysierten Gruppen statistisch gleich verteilt war, spielte auch dieser Aspekt in unserer weiteren Analyse keine Rolle (Tab. 66).

Anders stellte es sich bei der unterschiedlichen Bypassführung im Vergleich „subfaszial“ gegen „subkutan“ dar. In der überwiegenden Zahl der Fälle wurde ein Bypass in Rever sed-Technik angelegt. Dazu explantiert man die Vene über die für die arterielle Anastomose bereits freigelegten Stellen und zusätzliche Hilfsschnitte in toto, unterbindet die Seitenäste und setzt die Vene wegen der Venenklappen in umgekehrter Flußrichtung wieder ein^{43,44}. Je nach anatomischer Lage oder auch der persönlichen Präferenz des Operateurs wird ein variabler Bypasstunnel geschaffen. Man kann die Vene entweder komplett subkutan nach proximal leiten und auch im Bereich des Knieglenkes medial – oder beim Stockmann-Bypass lateral⁴³ – bleiben, oder die Vene subfaszial führen und dann anatomisch im Bereich der originären Gefäße durch die Kniekehle legen^{43,44}. Beide Methoden können auch kombiniert werden, sodass beispielsweise eine subfasziale Bypassführung am Unterschenkel und ein subkutanen Bypassbett im Oberschenkel resultieren.

Mark Porath konnte in seiner Analyse unseres Krankengutes nachweisen, dass die subfasziale Bypassführung der subkutanen sowohl bei der langfristigen Bypassfunktion als auch beim langfristigen Beinerhalt überlegen war. Unsere weitere Auswertung zeigte jetzt,

dass die Bypassführung ungleich auf unsere analysierten Gruppen verteilt war. Nahezu drei viertel der cruralen Bypassanlagen wurden subfaszial, wohingegen pedale Bypassanlagen in mehr als 60% der Fälle subcutan geführt wurden (Tab. 67).

Da nicht auszuschließen war, dass das günstigere Revaskularisationsergebnis in der cruralen Gruppe Folge der häufigeren subfaszialen Bypasslage war, wurde eine Subgruppenanalyse durchgeführt. Beim Vergleich der cruralen und pedalen Bypassanlagen mit rein subkutaner Bypassführung bestand kein Unterschied für die Bypassoffenheit und den Beinerhalt (Tab. 68). Bei der subfaszialen Bypasslage hingegen war die crurale Bypassanlage im Trend besser als die pedale (Tab. 68). Bei der umgekehrten Analyse zeigte sich, dass die subfasziale Bypassführung vor allem bei Patienten mit einem cruralen Bypass von Vorteil war, während beim pedalen Bypass kein signifikanter Unterschied zwischen den der subfaszialen und subkutanen Bypassführung bestand (Tab. 72).

Die tiefer im Gewebe verlaufende, subfasziale Bypassführung scheint also vor allem beim cruralen Bypass vorteilhaft zu sein. Wie schon weiter oben im Abschnitt „über den Einfluss der Bypasslänge auf das Revaskularisationsergebnis“ diskutiert, ist das bessere Revaskularisationsergebnis in der cruralen Gruppe, verglichen mit der pedalen Gruppe, nicht nur Folge der besseren Abstromverhältnisse, sondern sicherlich multifaktoriell zu sehen. Auch die häufigere subfasziale Bypassführung trägt sicherlich zu dem besseren Revaskularisationsergebnis in der cruralen Gruppe bei. Subfasziale Bypassanlagen auf die crurale A. tibialis posterior oder die A. fibularis werden anatomisch durch die Kniekehle geführt. Sie liegen durch Muskulatur und Faszien geschützt tief im Bein. Bei pedalen Bypassanlagen, z.B. auf die A. dorsalis pedis, ist häufig, anatomisch bedingt, nur eine ganz oberflächliche subkutane Bypassführung möglich. Diese Rekonstruktionen sind einerseits

mechanisch gefährdet – z.B. beim Übereinanderschlagen der Beine – als auch durch superinfizierte Defektstellen am Fuß im pAVK-Stadium IV.

Einfluss des pAVK-Stadiums

Tatsächlich zeigte sich auch ein Einfluss der verschiedenen pAVK-Stadien auf das Revaskularisationsergebnis. So hatten Patienten mit einer Claudicatio intermittens des Stadiums IIb ein signifikant besseres Revaskularisationsergebnis als Patienten mit einem Ruheschmerz oder Defektstellen am Fuß (Stadium III/IV, Tab. 54, 55, 56). Tabelle 66 demonstriert, dass das Merkmal pAVK-Stadium nur in der Gruppe „crural gegen pedal“ ungleich verteilt war. Für Patienten im Stadium IIb zeigte die Subgruppenanalyse im Ergebnis keine Unterschiede für crurale und pedale Rekonstruktionen. Patienten im pAVK-Stadium III/IV dagegen hatten eine bessere Bypassoffenheit bei einer Rekonstruktion auf cruraler als auf pedaler Höhe (Tab. 70).

6. Zusammenfassung

Fragestellung: Wir haben uns die Frage gestellt, von welchen Faktoren der Erfolg oder Misserfolg einer Bypassanlage abhängt und haben deshalb retrospektiv alle Patienten analysiert, die in der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation in der Zeit von 1996 bis einschließlich 2005 einen Bypass auf ein einzelnes Unterschenkel- oder Fußgefäß erhalten haben.

Patienten und Methoden: Die retrospektiv angelegte Studie umfasste 721 Patienten, von denen 494 männlichen und 227 weiblichen Geschlechts waren. Das Durchschnittsalter betrug 67,7 +/- 10,6 Jahre, der jüngste Patient war 26 Jahre alt, der älteste 91 Jahre.

428 Rekonstruktionen wurden auf cruraler und 293 auf pedaler Höhe angelegt. Die Indikation zur Operation orientierte sich an der Fontaine-Klassifikation der pAVK: In 64 Fällen lag eine Ischämie des Stadiums IIb vor, in 644 Fällen eine kritische Ischämie des Stadiums III oder IV.

Alle Patienten wurden von uns zu einer Nachuntersuchung eingeladen und es wurde die Bypassdurchgängigkeit mittels Feststellung des Knöchel-Arm-Index, Palpation des Bypasses und der Fußpulse und einer farbkodierten Duplex-Sonographie überprüft. Die Auswertung orientierte sich an den Rutherford-Kriterien⁴⁵.

Wir mussten davon ausgehen, dass nicht nur die Lokalisation der proximalen und distalen Anastomose das Ergebnis nach peripherer Revaskularisation beeinflussten, sondern auch verschiedene andere mögliche Störgrößen wie die Merkmale Alter, Bypassführung oder pAVK-Stadium. Daher wurde für jeden Störfaktor untersucht, ob es Unterschiede für die Bypassoffenheit und den Beinerhalt gab und ob die Faktoren homogen auf die verschie-

denen Analysegruppen verteilt waren. Bei inhomogener Verteilung wurden Subgruppenanalysen durchgeführt, um den Einfluss des Störfaktors zu kontrollieren.

Von mir selbst wurde der Einfluss der Lokalisation der distalen Anastomose auf die primäre Bypassoffenheit, die Gesamtoffenheit – primär und sekundär – und den Beinerhalt untersucht.

Ergebnisse: Die perioperative Mortalität betrug 5,0%. In 8,6% der Fälle erfolgte eine Revisionsoperation bei verschlossenem Bypass, insgesamt konnten 85,4% der Patienten mit offenem Bypass entlassen werden. Bei 6,5% konnte eine Major-Amputation nicht umgangen werden. Bereits in den ersten 30 postoperativen Tagen konnte für das Merkmal Beinerhalt eine Tendenz besserer Ergebnisse zugunsten der cruralen Rekonstruktion ermittelt werden.

Auch langfristig waren crurale Bypassanlagen besser als pedale. So betrug die 5-Jahres-Beinerhaltungsrates bei cruralen Rekonstruktionen 71,9%, bei pedalen Bypässen dagegen lediglich 65,5%. Allerdings war das bessere Revaskularisationsergebnis in der cruralen verglichen mit der pedalen Gruppe nicht allein auf den vermuteten günstigeren Abstromwiderstand zurückzuführen, sondern multifaktoriell bedingt. Crurale Bypassanlagen sind in den meisten Fällen kürzer als pedale, werden häufiger subfaszial geführt und sind damit sowohl mechanisch als auch im Hinblick auf Infektionen geschützter. Pedale Bypassanlagen sind dagegen häufiger mit der kritischen Ischämie des Stadiums III und IV kombiniert, die langfristig schlechtere Revaskularisationsergebnisse mit sich bringen. Ferner zeigte sich, dass auf cruraler Höhe der Anschluss auf die A. tibialis posterior die offensichtlich günstigere Variante im Vergleich zur A. tibialis anterior oder A. fibularis dar-

stellte. Die 5-Jahres-Beinerhaltungsrate – der für den Patienten wichtigste postoperative Ergebnisparameter – war mit 83% bei Anschluss auf die A. tibialis posterior deutlich und signifikant günstiger als bei Anschluss auf die A. tibialis anterior – mit 67% - oder A. fibularis – mit 68%. Für den Vergleich der Fußgefäße untereinander, konnte kein statistisch signifikant günstigeres Ergebnis für eine der Fußarterien herausgearbeitet werden.

Im hausinternen Vergleich zu einer Aufarbeitung des Krankengutes³⁵ von 1985 bis 1993 konnte eine Steigerung der 5-Jahres-Beinerhaltungsrate um 12 Prozentpunkte auf jetzt 69,4% und eine Senkung der perioperativen Letalität von 7,9% auf 5,0% gezeigt werden.

Schlussfolgerung: Die periphere arterielle Revaskularisation stellt für viele Patienten mit amputationsbedrohter Extremität die letzte Hoffnung auf den Erhalt des Beines dar. Mit einer 5-Jahres-Beinerhaltungsrate von über 66% im pAVK-Stadium III/IV ist ein Rekonstruktionsversuch gerechtfertigt. Crurale Bypassanlagen haben bessere Ergebnisse als pedale. Auf cruraler Höhe erweist sich der Anschluss auf die A. tibialis posterior als offensichtlich beste Variante; bei den pedalen Rekonstruktionen kann für keines der Fußgefäße eine Überlegenheit gezeigt werden.

7. Anhang und Begriffsdefinitionen

Arterielle Hypertonie

Das Vorliegen einer arteriellen Hypertonie wurde dann in der Datenbank als positiv vermerkt, wenn der Patientenakte eine bereits längerdauernde prästationäre antihypertensive Medikation entnommen werden konnte.

Body-Mass-Index (BMI)

Der Body-Mass-Index wurde aus den Angaben über Gewicht und Körpergröße im Anästhesieprotokoll nach der folgenden Formel berechnet:

$$\text{Body-Mass-Index (kg / m}^2\text{)} = \frac{\text{Körpergewicht}}{\text{Körpergröße}^2}$$

Bypassführung

Die nachstehende Tabelle zeigt, in welcher Gewebetiefe der Bypass geführt werden kann:

Tab. 78: Bypassführung

Bypassführung allgemein
nur subkutan
nur subfaszial
gemischt

Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten einen Bypass von distal nach proximal zu führen: Entweder im gesamten Verlauf subkutan medial – oder bei einem Stockmann-Bypass lateral. Alternativ kann der Bypass im Oberschenkel subfaszial und im weiteren Verlauf anatomisch durch die Kniekehle geführt werden. Sukbutane und subfasziale Führung können auch kombiniert werden, die Bypassführung wurde dann als *gemischt* klassifiziert.

Bypassimplantationstechnik

Die Art der Technik, mit der der Bypass implantiert wurde, wurde in drei Kategorien eingeteilt:

Tab. 79: Bypassimplantationstechnik

Technik
reversed
in-situ
orthograd

Bei einer Implantation in Reversed-Technik wurde die Bypassvene entnommen, ihre Seitenäste im Gesamtverlauf ligiert und anschließend umgedreht, um bei bestehenden Venenklappen einen ungestörten Blutfluss zu ermöglichen. Da das natürliche Venenkaliber im Verlauf kleiner wird, liegt bei dieser Technik das kleinere Kaliberstück proximal und die größere Kaliberstrecke distal.

Bei der In-situ-Technik verbleibt die Bypassvene in ihrem natürlichen Gefäßbett, die Seitenäste werden ligiert und es erfolgt mit Hilfe eines Valvulotoms die Zerstörung der Venenklappen. Bei dieser Technik bleibt das natürliche Kalibergefälle von proximal nach distal erhalten.

Bei einem orthograd geführten Bypass, wird die Vene aus ihrem Gefäßbett entnommen, die Seitenäste werden ligiert und die Venenklappen mittels Valvulotom zerstört. Die Vene kann jetzt – ohne umgedreht werden zu müssen – in der vom Operateur gewünschten Tiefe implantiert werden.

Bypasslänge

Die verschiedenen Bypasslängen wurden anhand der nachfolgenden Tabellen definiert:

Tabelle 80: Definition eines langen Bypass

Jede Anastomose aus der linken Spalte kann mit der aus der rechten Spalte kombiniert werden.

Proximale Anastomose	Distale Anastomose
A. iliaca com.	Unterschenkel im distalen Drittel oder pedal
A. femoralis com.	
A. femoralis superf.	
Bestehende Bypassvene am Oberschenkel	
Bestehende Prothese am Oberschenkel	

Tabelle 81: Definition eines mittel-langen Bypass

Die Anastomose der linken Spalte wird mit der aus der entsprechenden rechten Zeile kombiniert.

Proximale Anastomose	Distale Anastomose
A. iliaca. com. oder A. femoralis com. oder A. femoralis superf. (1. oder 2. Drittel)	Unterschenkel (1. oder 2. Drittel)
A. poplitea I oder A. femoralis superf. (2. oder 3. Drittel)	Unterschenkel (2. oder 3. Drittel) oder pedal
A. poplitea III	Pedal
Bestehende Bypassvene (distaler Oberschenkel)	Unterschenkel (2. oder 3. Drittel) oder pedal
Bestehende Prothese (distaler Oberschenkel)	

Tabelle 82 : Definition eines kurzen Bypass

Die Anastomose der linken Spalte wird mit der aus der entsprechenden rechten Zeile kombiniert.

Proximale Anastomose	Distale Anastomose
A. poplitea III	Unterschenkel (egal welche Höhe)
A. femoralis superf. (3. Drittel) oder A. poplitea I	Unterschenkel (1. Drittel)
A. tibialis ant. oder A. tibialis post.	Unterschenkel (egal welche Höhe) oder pedal
Bestehende Bypassvene (distaler Unterschenkel)	Unterschenkel (1. Drittel)
Bestehende Prothese (distaler Unterschenkel)	

Bypassmaterial

Bei der Dokumentation des Bypassmaterials wurden die folgenden Kategorien erstellt:

Tab. 83: verwendetes Bypassmaterial

Bypassmaterial
Ein-Stück-Venenbypass
Zusammengesetzter Bypass
PTFE-Bypass
Composite-Bypass

Bei einem Ein-Stück-Venenbypass wurde eine Vene am Stück entnommen und als Bypass reimplantiert. Dabei wurde in der Regel V. saphena magna verwendet, nur wenn diese qualitativ unbrauchbar oder in einer vorangegangenen Operation bereits entfernt worden waren, wurde auf V. saphena parva oder bei kurzen Bypässen auf eine Armvene zurückgegriffen.

Ein zusammengesetzter Bypass bestand aus mindestens zwei Venenstücken.

Bei einem PTFE-Bypass handelt es sich um eine Kunststoffrekonstruktion aus Polytetrafluorethylen.

Bei einer Composite-Rekonstruktion wurde ein Venenstück mit einer Kunststoff-Prothese anastomosiert.

Bypassoffenheit

Ein Bypass wurde nur dann als offen angesehen, wenn wir, der Hausarzt oder ein weiterbehandeltes Krankenhaus die Offenheit durch eine eindeutige Duplex^{45,46} oder Doppleruntersuchung, ein bildgebendes Verfahren wie eine Angiografie, oder einen eindeutigen Tastbefund bewiesen war. In unsicheren Fällen wurde nur das Merkmal *Beinerhalt* als positiv gewertet.

Primäre Bypass-Offenheit: Der Bypass ist primär offen, wenn keine Revision durchgeführt wurde. Im Falle einer erfolgreichen Bypassrevision gilt der Bypass als primär verschlossen und *sekundär offen*. Diese Bypassrevision kann rein radiologisch durch Dilatation, Stenteinlage oder Lyse erfolgen oder operativ Maßnahmen bis zu einer Bypassneuanlage beinhalten. Trat bei bisher offenem Bypass eine revisionspflichtige Nachblutung auf, so wird der Bypass auch nach der Revision als primär offen gewertet.

Bypass-Gesamt-Offenheit: Alle Bypässe, die zum Zeitpunkt der Datenerhebung offen waren, entweder *primär* oder *sekundär*, wurden der *Gesamt-Offenheit* zugerechnet.

Bypassoffenheits-Intervalle

Die Berechnungen der Intervalle für die primäre und sekundäre Offenheit orientierten sich an den Rutherfordkriterien⁴⁷ und berücksichtigten folgende Fallkonstellationen:

1. Der Patient wurde mit offenem Bypass entlassen, zwischenzeitlich nicht revidiert und stellt sich mit offenem Bypass zur Nachuntersuchung vor: Das Intervall für primäre Offenheit wird durch die Zeit von der Operation bis zur Nachuntersuchung begrenzt.
2. Der Patient wurde mit offenem Bypass entlassen, musste zwischenzeitlich einmal revidiert werden und stellt sich nun mit offenem Bypass zur Nachuntersuchung vor: Das primäre Offenheitsintervall wird als die Hälfte der Zeit zwischen Operation und Revision angesehen, da nicht sicher gesagt werden kann, wann genau sich der Bypass verschlossen hat. Das sekundäre Offenheitsintervall ist die Zeit von der Erstoperation bis zum Nachuntersuchungsdatum. Wäre dieser Bypass zur Nachuntersuchung wiederum verschlossen, so wäre das Intervall für die sekundäre Offenheit vom Datum der Bypasserstanlage bis zum Datum in der Mitte des Intervalls zwischen Revision und Datum der Nachuntersuchung definiert. Der Bypass ist dann sowohl primär als auch sekundär verschlossen. Auch dies ergibt sich aus dem Problem, dass der exakte Zeitpunkt des Bypassverschlusses nicht genau angegeben werden kann.
3. Wurde der Patient mit offenem Bypass entlassen, zwischenzeitlich erfolgreich revidiert und verstarb einige Monate später mit erhaltenem Bein, wurde wie folgt vorgegangen: Der Bypass ist primär verschlossen, das primäre Offenheitsintervall ist die Hälfte des Intervalls zwischen Operation und Revision. Da der Patient anschließend mit offenem Bypass entlassen wurde und auch danach keine Revision durchgeführt wurde, wird der Bypass als sekundär offen angesehen. Das sekundäre Offenheitsintervall geht dabei vom Zeitpunkt der Erstoperation bis zur Mitte zwischen Revisions- und Todesdatum.
4. Wurde der Patient mit offenem Bypass entlassen, zwischenzeitlich erfolgreich revidiert und einige Monate danach major-amputiert, gilt folgendes: Der Bypass ist primär verschlossen, das primäre Offenheitsintervall ist die Hälfte des Intervalls zwischen Operation und Revision. Unter der Annahme, das Bein werde in der überwiegenden Mehrheit nur bei insuffizientem Bypass amputiert, wird der Bypass als sekundär verschlossen angesehen. Das sekundäre Offenheitsintervall ist dabei durch das Datum der Erstoperation und die Mitte zwischen Revision und Major-Amputation gegeben. Das Intervall für den Bein-

erhalt geht vom Datum der Bypassanlage bis zum Amputationstag. Im Falle mehrmaliger Revisionen wird für die sekundäre Offenheit die Zeit von der Erstoperation bis zur Mitte zwischen zuletzt durchgeführter Revision und Amputationsdatum berechnet.

5. Wurde der Patient mit offenem Bypass entlassen und verstarb einige Jahre später mit erhaltenem Bein ohne zwischenzeitliche Informationen über den Bypassstatus, so konnte der Patient zwar für die allgemeine Überlebenskurve und die Beinerhaltungsrate, nicht aber für die Offenheitsrate ausgewertet werden; der Patient wurde als „lost-to-follow-up“ für die längerfristige Offenheitsrate eingestuft.

6. Konnte neben dem Bypassstatus auch der Beinerhalt nicht geklärt werden, so wurde der Patient als „lost-to-follow-up“ für den Beinerhalt gewertet.

Diabetes mellitus

Die Daten bezüglich des Diabetes-Status wurden der Patientenakte entnommen. Ein Patient mit rein diätetisch eingestelltem Diabetes mellitus Typ II wurde für dieses Merkmal mit „nein“ in der Datenbank vermerkt. Ein „ja“ wurde dann vergeben, wenn zusätzlich zumindest eine orale Medikation vorlag.

Einteilung crural/pedal

Es werden crurale und pedale Bypässe unterschieden. Crural bedeutet, dass eines der drei Unterschenkelgefäße – A. tibialis anterior, A. tibialis posterior oder A. fibularis – als distaler Anschlussort des Bypasses diene. Die Anastomose wurde proximal der Malleolengabel angelegt.

Wurde der Bypass auf Höhe der Malleolengabel oder weiter distal angebracht, handelt es sich um eine pedale Rekonstruktion. Als Anschlussgefäße kamen dabei der malleolare Teil der A. tibialis posterior und ihre plantare Weiterführung als A. plantaris medialis/lateralis in Frage, auf dem Fußrücken dagegen die A. dorsalis pedis als Fortsetzung der A. tibialis anterior.

Fettstoffwechselstörung

Eine Störung im Fettstoffwechsel lag dann vor, wenn der Patientenakte eine bereits länger dauernde prästationäre Medikation aus der Klasse der Lipidsenker – Statine, Fibrate, Glitazon – entnommen werden konnte.

Intraoperative Zusatzmaßnahmen

Unter intraoperativen Zusatzmaßnahmen werden alle Verfahren zur Desobliteration eines arteriosklerotisch veränderten Gefäßes während der Operation verstanden. Es gibt verschiedene Möglichkeiten zum Wiedereröffnen eines arteriellen Gefäßes. Bei embolischen bzw. noch nicht alten Verschlüssen wird überwiegend der Fogarty-Katheter verwendet. Ist das Gefäß allerdings durch arteriosklerotische Plaques erheblich verhärtet, so kommt ein offenes Verfahren zum Einsatz: In der Regel wird auf die Thrombendarteriektomie zurückgegriffen, die je nach Situation auch als indirekte – halboffene – TEA mit Ringstripper-Desobliterator durchgeführt werden kann.

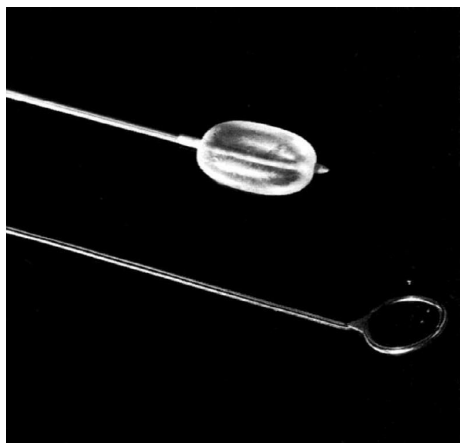


Abb. 24⁴⁸: Fogarty-Katheter, Ringstripper

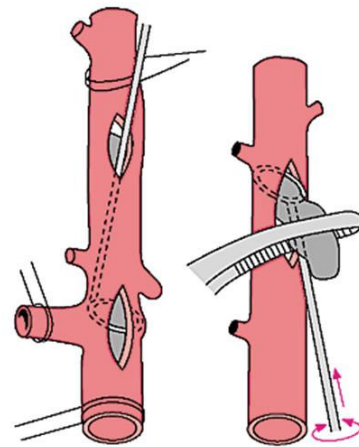


Abb. 25⁴⁸: Technik Ringstripper-Desobliteration

Koronare Herzkrankheit (KHK)

Das Vorhandensein einer koronaren Herzkrankheit wurde der Patientenakte entnommen. Der bloße Verdacht auf das Vorliegen einer KHK reichte nicht aus, um bei dem betroffenen Patienten einen positiven Vermerk in der Datenbank einzutragen.

Major-Amputation

Musste beim Patienten eine Amputation proximal der Malleolengabel durchgeführt werden, so handelte es sich um eine Major-Amputation.

Patientenalter

Da der Einfluss des Patientenalters auf das Ergebnis nach peripherer Revaskularisation untersucht werden sollte, wurden die folgenden vier Altersklassen festgelegt:

Tab. 84: klassiertes Patientenalter

Patientenalter in Jahren
Gruppe 1: 0 bis 60,00
Gruppe 2: 60,01 bis 70,00
Gruppe 3: 70,01 bis 80,00
Gruppe 4: 80,01 bis 95,00

pAVK-Stadium nach Fontaine

Einer der wichtigsten präoperativen Parameter zur Einschätzung des pAVK-Schweregrades stellt neben der Dopplermethode das erhobene pAVK-Stadium nach Fontaine dar. Die Klassifizierung erfolgt anhand der in Tabelle dargestellten Kriterien (Deutsche Gesellschaft für Angiologie 2001).

Tabelle 85: pAVK-Stadien nach Fontaine

Stadium	Symptome und Befunde
Stadium I	Beschwerdefreiheit bei objektiv nachgewiesener arterieller Verschlusskrankheit
Stadium II a	Claudicatio intermittens: max. schmerzfreie Gehstrecke > 200 m
Stadium II b	Claudicatio intermittens: max. schmerzfreie Gehstrecke < 200 m
Stadium III	Ischämischer Ruheschmerz
Stadium IV	Nekrose/Gangrän

Prostavasin®

Prostavasin® enthält den körpereigenen Wirkstoff Prostaglandin E1. Es erweitert die arteriellen Blutgefäße und verbessert die Fließgeschwindigkeit des Blutes durch thrombozytenaggregationshemmende Wirkung. Zu diesem Zweck wird es seit 1984 bei schweren Durchblutungsstörungen in Form von täglichen Infusionstherapien angewendet.

In unserer Abteilung gibt es für den Einsatz von Prostavasin® drei Indikationen:

- Perioperativ wird es bei der kritischen Ischämie zur Verbesserung der Zirkulation in der Mikrostrombahn, klinisch meist erkennbar an einem besseren „Kapillarpuls“ des Fußes, verwendet.
- Intraoperativ wird es intraarteriell injiziert, wenn die intraoperative Dopplersonografie über dem Bypass und der anhängigen Strombahn ein hohes Widerstandsprofil ergibt. Die Wirkung ist dopplersonografisch meist an einem deutlich weichen Flussprofil mit diastolischem Fluss erkennbar.
- Seit 2004 wird im Universitätsklinikum Düsseldorf die Bypassvene mit einem Gemisch bestehend aus Patientenblut, Heparin und Prostavasin® präpariert. Durch mechanische Manipulation entstandene Gefäßspasmen können so aufgehoben werden.

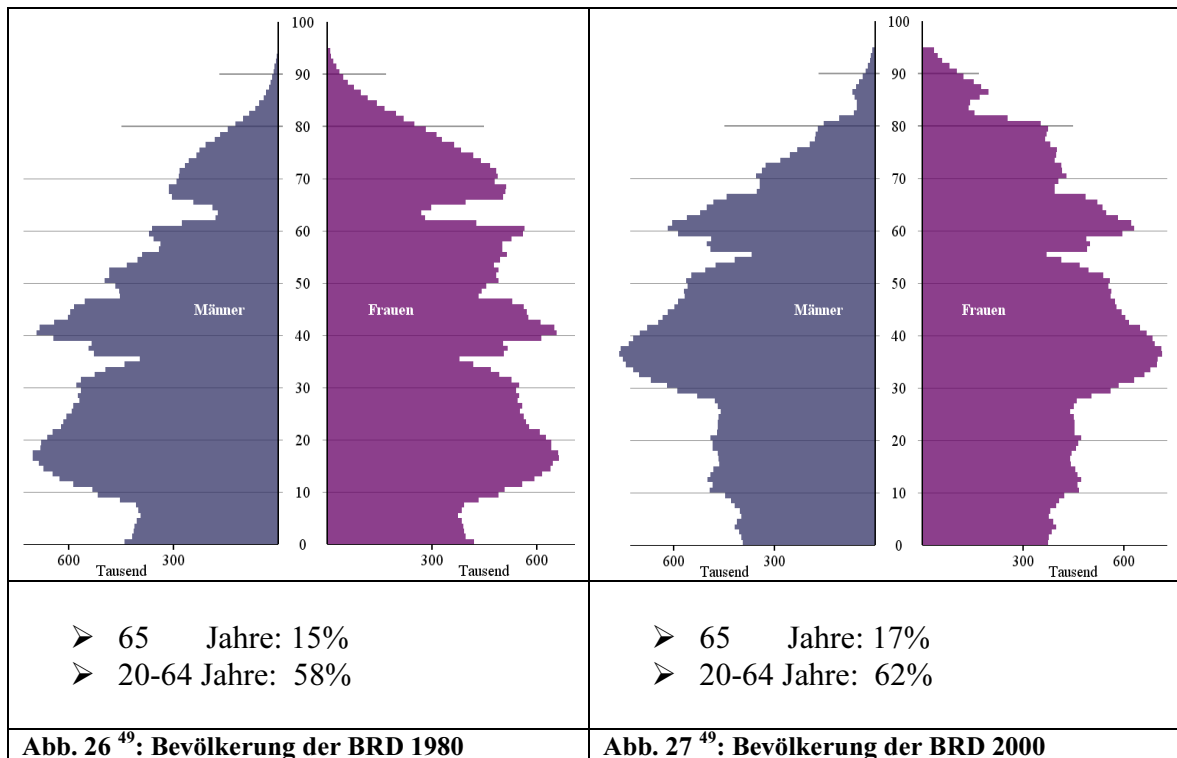
Terminale Niereninsuffizienz

Eine terminale Niereninsuffizienz lag dann vor, wenn die Funktionsfähigkeit der patienteneigenen Nieren derart eingeschränkt war, dass Verfahren wie Hämo- oder Peritonealdialyse durchgeführt werden mussten.

Vorbefunde

Unter Vorbefund verstand sich eine bereits bestehende Bypassanlage und/oder vorangegangene Amputation. Eine medikamentöse Therapie mit durchblutungsfördernden Mitteln (Pentoxifyllin, Prostavasin®) blieb als Vorbefund unberücksichtigt, weil dies in den meisten Fällen retrospektiv ohnehin nicht mehr zu ermitteln war.

Tabellen und Abbildungen zur Diskussion



Tab. 86: Darstellung der Follow-Up-Parameter Beinerhalt und perioperative Mortalität für Rekonstruktionen auf cruraler Höhe.

Autor	Jahr	n =	Beinerhalt nach 5 Jahren (%)	perioperative Letalität (%)
UKD	1996-2005	428	71,9	4,0
Shah ³²	1975-1995	1423	85,0	3,7
Schneider ²¹	1984-1991	203	82,0	2,0
Van Damme ²²	1990-2000	90	88,0	3,3

Tab. 87: Darstellung der Follow-Up-Parameter Bypassoffenheit und Beinerhalt für Rekonstruktionen auf pedaler Höhe. Ergänzend wurde die perioperative Mortalität miterfasst.

Autor	Jahr	n =	Beinerhalt nach 5 Jahren (%)	perioperative Letalität (%)
UKD	1996-2005	293	65,5	6,5
Schneider ²¹	1984-1991	53	90,0	9,0
Bergamini ³³	1985-1993	175	74,0	3,6
Pomposelli ³⁴	1990-2000	1032	78,0	0,9

Tab. 88: Aufstellung der Ergebnisse nach peripherer Revaskularisation an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf im zeitlichen Verlauf

Autor	Jahr	n =	primäre Offenheit nach 5 Jahren (%)	Gesamtoffenheit nach 5 Jahre (%)	Beinerhalt nach 5 Jahren (%)	perioperative Letalität (%)
UKD ³⁵	1985-1993	140	34,6	35,4	57,4	7,9
UKD	1996-2005	721	29,1	43,6	69,4	5,0

Die folgende Tabelle zeigt die 1-, 2- und 4-Jahresergebnisse der Bypassoffenheit in Abhängigkeit der cruralen Anastomose:

Tab. 89: Langzeit-Bypassoffenheit nach peripherer Revaskularisation (nach Karmody³⁷, Life-Table-Methode, Angaben in Prozent)

	1 Jahr	2 Jahre	4 Jahre
A. tibialis anterior (n = 125)	91,3	80,7	69,4
A. tibialis posterior (n = 114)	86,4	74,1	69,2
A. fibularis (n = 152)	90,2	79,1	64,0

8. Literaturverzeichnis

1. Böcker W, Denk H, Heitz U
Pathologie
Urban&Fischer, 3. Auflage, 2004: 486-489.
2. Libby P
Changing concepts of atherogenesis.
Journal of Intern Medicine 2000; 247: 349–58.
3. Lusis AJ
Atherosclerosis
Nature 2000; 407: 233-241.
4. Belch JJF, Topo EJ, Agnelli G et al.
Critical Issues in Peripheral Arterial Disease Detection and Management – A Call to Action.
Archives of Internal Medicine 2003; 163: 884-892.
5. Kannel WB, Skinner JJ Jr, Schwartz MJ et al.
Intermittent claudication. Incidence in the Framingham Study.
Circulation 1970; 41: 875–883.
6. Ouriel K
Peripheral arterial disease.
Lancet 2001; 358: 1257–64.
7. Hirsch AT, Criqui MH, Treat-Jacobson D et al.
Peripheral Arterial Disease Detection, Awareness, and Treatment in Primary Care.
JAMA 2001; 286 (11): 1317-1324.
8. Kannel WB, McGee DL
Update on some epidemiological features of intermittent claudication.
Journal of the American Geriatrics Society 1985; 33: 13–18.
9. King H, Aubert RE, Herman WH
Global Burden of Diabetes, 1995–2025 - Prevalence, numerical estimates, and projections.
Diabetes Care 1998; 21:1414–1431.
10. WHO/IDF Europe: Diabetes Care and Research in Europe.
The Saint Vincent Declaration.
Diabetic Medicine 1990; 7: 360.
11. European Working Group on Critical Leg Ischaemia. Second European Consensus Document on chronic critical leg ischaemia.
European Journal of Vascular Surgery 1992; 6 (Supplement A) : 1-32.

12. TransAtlantic InterSociety Consensus Document on Revascularisation (TASC).
Journal of Vascular Surgery 2000; 31 (Supplement) : 1-236.
13. Carrel A
La technique opératoire des anastomoses vasculaires et la transplantation des viscères.
La Revue Lyonnaise de Médecine 1902.
14. Staudacher M
Die erste autologe Venentransplantation von Erich Lexer (1907).
Gefäßchirurgie 2004; 9: 64-67.
15. Kunlin J
Le traitement de l'artérite oblitérante par la greffe veineuse.
Archives des Maladies du Cœur et des Vaisseaux 1949; 42: 371-372.
16. Inui FK, Shannon J, Howard JM
Arterial Injuries in the Korean Conflict.
Surgery 1955; 37: 850.
17. Hughe CW
Arterial Repair During the Korean War.
Annals of Surgery 1958; 147: 555–561.
18. Ascer E, Veith FJ, White-Flores SA
Infrapopliteal bypasses to heavily calcified rock-like arteries: management and results.
American Journal of Surgery 1986; 152: 220-223.
19. Connors JP, Walsh DB, Nelson PR, Powell RJ, Fillinger MF, Zwolak RM, Cronenwett JL
Pedal branch artery bypass: A viable limb salvage option.
Journal of Vascular Surgery 2000; 32: 1071-1079.
20. Rutherford RB, Jones DN, Bergentz SE, Bergqvist D, Comerota AJ et al.
Factors affecting the patency of infrainguinal bypass.
Journal of Vascular Surgery 1988; 8:236-46.
21. Schneider JR, Walsh DB, McDaniel MD, Zwolak RM, Besso SR, Cronenwett J
Pedal bypass versus tibial bypass with autogenous vein : a comparison of outcome and hemodynamic results.
Journal of Vascular Surgery 1993; 17 : 1029-1040.
22. van Damme H
Crural or Pedal Artery Revascularisation for Limb Salvage : Is it justified?
Acta Chirurgica Belgica 2002; 104, 148-157.

23. Sandmann W, Peronneau P
Quantitative Strömungsmessung mit dem elektromagnetischen und dem gepulsten Doppler-Ultraschallverfahren in der Gefäßchirurgie.
Ultraschall-Doppler-Diagnostik in der Angiologie 1978; 180.
24. Sandmann W, Kremer K, Kovacicek S
Intraoperative Funktionskontrolle des femoro-poplitealen Saphena-Bypass.
VASA 1974; 4: 52-60.
25. Sandmann W, Kremer K, Wüst H, Florack G, Ruf S
Funktionskontrolle von rekonstruierten Arterien durch postoperative elektromagnetische Strömungsmessung.
Thoraxchirurgie 1977; 25: 427-434.
26. Sandmann W, Kremer K, Florack G, Kovacicek S, Wüst H
Zur Bedeutung quantitativer Strömungsmessungen an rekonstruierten Arterien für die klinische Gefäßchirurgie.
Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie 1975; 339: 702.
27. Smith FC, Thomson IA, Hickey NC et al.
Adjuvant Prostanoid Treatment During Femorodistal Reconstruction.
Annals of Vascular Surgery 1993; 7: 88-94.
28. Krueger U, Scholz H, Heise M et al.
Effect of intravenous iloprost and alprostadil (PGE1) on peripheral resistance during femoro-distal reconstructions.
International Journal of Angiology 2000; 19: 358–365.
29. Heise M, Kruger U, Pfitzmann R, Neuhaus P, Scholz H, Settmacher U
The influence of intraarterial prostaglandin E(1) on vascular hydraulic impedance and infrainguinal graft patency.
European Journal of Vascular and Endovascular Surgery 2001; 22 : 219–225.
30. Thul R, Heckenkamp J, Gawenda M, Reichert V, Aleksic M, Brunkwall J
Der Effekt der intraoperativen Prostavasingabe bei cruraler Bypasschirurgie.
Zentralblatt für Chirurgie 2007; 132: 485–490.
31. Porath M
Spielt das bei der Anlage cruraler und pedaler
Bypässe verwendete Bypassmaterial eine Rolle für die Offenheitsrate?
Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.
32. Shah DM, Darling RC 3rd, Chang BB, Bock DE, Leather RP
Durability of short bypasses to infragenicular arteries.
European Journal of Vascular and endovascular Surgery 1995; 10 : 440-444.
33. Bergamini TM, George SM Jr, Massey HT, Henke PK, Klamer TW, Lambert GE Jr, Banis JC Jr, Miller FB, Garrison RN, Richardson JD
Pedal or peroneal bypass : which is better when both are patent ?
Journal of Vascular Surgery 1994; 20: 347-356.

34. Pomposelli FB, Kansal N, Hamdan AD, Belfield A, Sheahan M, Campbel DR, Skillman JJ, Logerfo FW
A decade of experience with dorsalis pedis artery bypass: Analysis of outcome in more than 1000 cases.
Journal of Vascular Surgery 2003; 37: 307-15.
35. Gallus J
Kurz- und Langzeitergebnisse malleolarer und pedaler Bypässe.
Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 1997: 39-40.
36. Raftery KB, Belkin M, Mackey WC
Are peroneal artery bypass grafts hemodynamically inferior to other tibial artery bypass grafts?
Journal of Vascular Surgery 1994; 19: 964–969.
37. Karmody AM, Leather RP, Shah DM, Corson JD, Naraynsingh V
Peroneal artery bypass: A reappraisal of its value in limb salvage.
Journal of Vascular Surgery 1984; 1: 809-816.
38. Hughes K, Domenig CM, Hamdan AD et al.
Bypass to plantar and tarsal arteries: An acceptable approach to limb salvage.
Journal of Vascular Surgery 2004; 40: 1149-1157.
39. Darling RC 3rd, Chang BB, Paty PSK, Lloyd WE, Leather RP, Shah DM
Choice of Peroneal or Dorsalis Pedis Artery Bypass for Limb Salvage.
American Journal of Surgery 1995; 170: 109-112.
40. Berceli SA, Chan AK, Pomposelli FB Jr, Gibbons GW, Campbell DR, Akbari CM, Brophy DT, LoGerfo FW
Efficacy of dorsal pedal artery bypass in limb salvage for ischemic heel ulcers.
Journal of Vascular Surgery 1999; 30: 499-508.
41. Ascer E, Veith FJ, Gupta Sk
Bypasses to plantar arteries and other tibial branches: An extended approach to limb salvage.
Journal of Vascular Surgery 1988; 8: 434-441.
42. Elliott BM, Robison JG, Brothers TE, Cross MA, Baker D, Ernst C
Limitations of peroneal artery bypass for limb salvage.
Journal of Vascular Surgery 1993; 18: 881-8.
43. Hirne A, Weise K
Chirurgie, 2. Auflage, Thieme Verlag: 721-722.
44. Hepp W, Kogel H
Gefäßchirurgie, 2. Auflage, Urban&Fischer Verlag: 473-475.

45. Bergamini TM, George SM Jr, Massey HT, Henke PK et al.
Intensive Surveillance of Femoropopliteal-Tibial Autogenous Vein Bypasses Improves Long-Term Graft Patency and Limb Salvage.
Annals of Surgery 1995; 5: 507-516.

46. Tinder CN, Chavanpun JP, Bandyk DF, Armstrong PA, Back MR, Johnson BL, Shames ML
Efficacy of duplex ultrasound surveillance after infrainguinal vein bypass may be enhanced by identification of characteristics predictive of graft stenosis development.
Journal of Vascular Disease 2008; 48: 613-618.

47. Rutherford RB, Baker JD, Ernst C, Johnston KW, Porter JM, Ahn S, Jones DN
Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: Revised version.
Journal of Vascular Surgery 1997; 26: 517-538.

48. Roche Lexikon Medizin, 5. Auflage. © Urban & Fischer 2003.

49. Bevölkerungsstruktur der Bundesrepublik Deutschland.
Statistisches Bundesamt
<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Bevoelkerung/VorausberechnungBevoelkerung/InteraktiveDarstellung/Content75/Bevoelkerungspyramide1W1,templateId=renderSVG.psml>

9. Danksagung

Herrn Prof. Dr. W. Sandmann

möchte ich an dieser Stelle ganz herzlich für die Überlassung des Themas danken.

Mein besonderer Dank gilt

Frau PD Dr. Barbara T. Weis-Müller für die ausgezeichnete Betreuung während der Arbeit und das immer gewährte Engagement.

Herrn Prof. Dr. E. Godehard

für die hilfreiche statistische Beratung.

Frau Angelika Leminski,

die die Aktenberge in der gefäßchirurgischen Ambulanz tapfer ertragen hat.

Und meinen Eltern und meinem Bruder,

ohne deren emotionale Unterstützung diese Doktorarbeit nicht zustande gekommen wäre.

Lebenslauf

Name: Römmler
Vorname: Viktor
Geburtstag: 26. August 1983
Geburtsort: Bonn
Familienstand: ledig
Staatsangehörigkeit: deutsch

Schulbildung

1990-1994: Grundschule-Sillerstraße in Wuppertal
1994-2000: Wilhelm-Dörpfeld-Gymnasium in Wuppertal
2000-2003: Erzbischöfliches St.-Anna-Gymnasium in Wuppertal
Juni 2003: Allgemeine Hochschulreife

Hochschulstudium

Oktober 2003 – Oktober 2009 : Studium der Humanmedizin an der
Heinrich-Heine-Universität in Düsseldorf

November 2009: Approbation als Arzt

Seit 04.01.2010: Assistenzarzt in der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
der Universitätsklinik Essen