

Aus der Klinik für Gefäßchirurgie, Klinikum Magdeburg gGmbH

Chefarzt: PD Dr. med. habil. Jörg Tautenhahn

**Einflußfaktoren und Outcome nach offen gefäßchirurgischer und interventioneller  
Rekonstruktion von Nahtaneurysmen**

**D i s s e r t a t i o n**

zur Erlangung des Doktorgrades

Dr. med.

(doctor medicinae)

an der Medizinischen Fakultät  
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

vorgelegt von

Peter Romancik

aus

Bratislava (Slowakei)

Magdeburg

2021

## **Dokumentationsblatt**

### Bibliographische Beschreibung:

Romancik, Peter:

Einflußfaktoren und Outcome nach offen gefäßchirurgischer und interventioneller Rekonstruktion von Nahtaneurysmen

2021, 80 Blatt, 36 Abbildungen, 20 Tabellen

### Kurzreferat:

Die Nahtaneurysmen (NA) sind mit dem optimierten peri-interventionellen/-operativen Management ein relevanter Aspekt einer anstehenden Sekundärversorgung geworden. In der vorliegenden retrospektiven Arbeit wurden 86 Patienten mit 106 NA analysiert, die im Zeitraum vom 01.04.2010 bis 01.09.2016 in der Klinik für Gefäßchirurgie im Klinikum Magdeburg gGmbH interventionell oder operativ behandelt worden sind. Das ganze Patientenkollektiv (NA-Gruppe) bestand aus zwei Subgruppen: Patienten mit NA ohne Rezidiv im Beobachtungszeitraum (NAOR) und mit einem Rezidiv (NAMR). 22,1 % der Patienten entwickelten Synchronaneurysmen. Die meisten NA traten nach Anlage einer aorto-bifemorale Prothese (43,4 %) auf und die häufigste Lokalisation war die Leistenregion (81,1 %). Ein signifikanter zeitlicher Unterschied bis zum Auftreten eines NA und dessen Rezidiv bzw. ein signifikanter Unterschied in der Durchmessergröße bei den Leisten-NA und deren Rezidiv hat sich nicht bestätigt. Bei den Patienten mit und ohne Thrombendarteriektomie im Rahmen der Erstoperation konnte bei der NA-Entwicklung kein signifikanter zeitlicher Unterschied nachgewiesen werden, obwohl dies in der Literatur als Risikofaktor beschrieben ist. Bei einem Vergleich der Operationsmethoden (Aneurysmorrhaphie mit/ohne Patch vs. Interponat) wies die Interponatanlage die niedrigste Rezidivrate auf. Bei der Versorgung von NA gewinnen die interventionellen Techniken dank einer geringeren Komplikationsrate und einer reduzierten Invasivität an Bedeutung, wobei die Leistenregion weiterhin eine Domäne der offenen Rekonstruktion bleibt.

**Schlüsselwörter:** Nahtaneurysma, Indikationsstellung, operative und interventionelle Behandlung, Komplikationen, Risikofaktoren, Offenheitsrate

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	2
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	5
<b>Tabellenverzeichnis</b>	7
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	8
<b>1 Einleitung</b>	<b>11</b>
1.1 Aneurysmenformen	12
1.1.1 Aneurysma verum (echtes Aneurysma)	13
1.1.2 Aneurysma spurium (falsches Aneurysma, Pseudoaneurysma)	13
1.1.3 Aneurysma dissecans	13
1.2 Aneurysma und Gefäßwand	13
1.3 Pathophysiologie der Arterienwand und Blutströmung	14
1.4 Gefäßersatzmaterialien und Aneurysmabildung	15
1.5 Inzidenz, Lokalisation und Prophylaxe von Nahtaneurysmen	17
1.6 Diagnostik	18
1.7 Symptomatik und Komplikationen	20
1.8 Indikationsstellung zur Operation	21
1.9 Therapieoptionen der Nahtaneurysmen	22
1.9.1 Operative Therapie	22
1.9.1.1 Aneurysmorrhaphie	23
1.9.1.2 Aneurysmorrhaphie mit zusätzlicher Patchplastik	23
1.9.1.3 Interponatanlage	23
1.9.2 Interventionelle Therapie	25
1.9.3 Alternative Verfahren	25
1.10 Komplikationen und Ergebnisse der Nahtaneurysmaversorgung	26
<b>2 Zielstellungen der Arbeit</b>	<b>28</b>
<b>3 Patienten, Material und Methoden.</b>	<b>29</b>
3.1 Patientengut	29
3.2 Datenerhebung	29
3.3 Statistische Methoden	30

<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>32</b>
4.1	Charakterisierung des behandelten Patientenkollektivs	32
4.1.1	Alters- und Geschlechtsverteilung	32
4.1.2	Einfluss von Komorbidität und Risikofaktoren	33
4.1.3	Aneurysmatische Erkrankungen in der Anamnese	33
4.1.4	Auftreten von Synchronaneurysmen im Untersuchungszeitraum	35
4.2	Nahtaneurysma und gefäßchirurgische Voroperation	35
4.2.1	Primäroperationen	35
4.2.2	Thrombendarteriektomie und primäre Operation	37
4.2.3	Zeitintervall von der primären Operation bis zur Entwicklung eines Nahtaneurysmas und eines Rezidivnahtaneurysmas	37
4.2.4	Auftreten der Leisten-Nahtaneurysmen bei Z.n. Anlage einer aortobifemoralen Bifurkationsprothese	39
4.2.5	Einfluss des Gefäßersatzmaterials	40
4.2.6	Komplikationsspektrum der Erstoperation	41
4.3	Lokalisation	42
4.4	Symptomatik	43
4.5	Diagnostik	44
4.6	Querdurchmesser der (Rezidiv-)Nahtaneurysmen	44
4.7	Operationsindikation/-zeitpunkt	45
4.8	Rekonstruktionsmethoden der Nahtaneurysmen	45
4.8.1	Versorgung der Nahtaneurysmen	45
4.8.2	Rekonstruktionsmethoden unter Berücksichtigung unterschiedlicher Lokalisationen	46
4.8.3	Rekonstruktionsmethoden in der Leiste bei Rezidivnahtaneurysmen	48
4.8.4	Vergleich der Rekonstruktionsmethoden hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit einer Rezidiventwicklung bei Nahtaneurysmen in der Leiste	49
4.9	Postoperative Komplikationen nach der Nahtaneurysmaversorgung	49
4.10	Durchgängigkeitsraten der Rekonstruktionen im Leistenbereich	51
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>52</b>
5.1	Demografische Daten	52
5.2	Komorbidität des Patientenkollektivs	52

5.3	Synchronität der Nahtaneurysmen und aneurysmatische Erkrankungen in der Anamnese . . . . .	53
5.4	Nahtaneurysmen und gefäßchirurgische Voroperationen . . . . .	54
5.4.1	Gefäßchirurgische Primäroperation . . . . .	54
5.4.2	Zeitintervall bis zur Sanierung des (Rezidiv-)Nahtaneurysmas und Abhängigkeit von der Durchführung einer TEA . . . . .	55
5.4.3	Gefäßersatzmaterial bei den Voroperationen . . . . .	56
5.4.4	Komplikationen nach der primären Operation . . . . .	57
5.5	Charakteristika der Nahtaneurysmen . . . . .	57
5.5.1	Lokalisation . . . . .	57
5.5.2	Symptomatik . . . . .	58
5.5.3	Diagnostik der Nahtaneurysmen . . . . .	59
5.5.4	Querdurchmesser der Nahtaneurysmen . . . . .	60
5.6	Versorgung von Nahtaneurysmen . . . . .	60
5.6.1	Versorgung der Primärnahtaneurysmen . . . . .	60
5.6.2	Offenheitsrate der Primärnahtaneurysmen . . . . .	61
5.6.3	Versorgung der Rezidivnahtaneurysmen . . . . .	61
5.7	Indikation zur Versorgung von Nahtaneurysmen . . . . .	62
5.8	Postoperative Komplikationen und Mortalität nach der Nahtaneurysmaversorgung . . . . .	62
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung . . . . .</b>	<b>65</b>
<b>7</b>	<b>Ethik-Statement . . . . .</b>	<b>67</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>	<b>68</b>
<b>9</b>	<b>Danksagung . . . . .</b>	<b>75</b>
<b>10</b>	<b>Ehrenerklärung . . . . .</b>	<b>76</b>
<b>11</b>	<b>Lebenslauf . . . . .</b>	<b>77</b>
<b>12</b>	<b>Anhang . . . . .</b>	<b>79</b>

## Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Erklärung</b>
3D	drei Dimensionen
A.	Arteria
AAA	abdominelles Aortenaneurysma
Abb.	Abbildung
ACI	Arteria carotis interna
AF	Arteria femoralis
AFC	Arteria femoralis communis
AFS	Arteria femoralis superficialis
AIC	Arteria iliaca communis
APF	Arteria profunda femoris
ATA	Arteria tibialis anterior
AVK	arterielle Verschlusskrankheit
BP	Bypass
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
COPD	Chronische obstruktive Atemwegserkrankung
CT	Computertomografie
CTA	computertomografische Angiografie
DM	Diabetes mellitus
DSA	digitale Subtraktionsangiografie
ePTFE	expanded Polytetrafluorethylen
ggf.	gegebenfalls
HLP	Hyperlipoproteinämie
i.a.	intraarteriell
i.R.	im Rahmen
max	maximal
min	minimal
mm	Millimeter
MRA	Magnetresonanztomografie
NA	Nahtaneurysma

NAMR	Nahtaneurysma mit Rezidiv
NAOR	Nahtaneurysma ohne Rezidiv
NOAK	neue orale Antikoagulanzen
OAK	orale Antikoagulation
OP	Operation
P1	Arteria poplitea P1 Segment
P3	Arteria poplitea P3 Segment
PA	popliteales Aneurysma
PACS	Picture Archiving and Communication System (Bildablage- und Kommunikationssystem)
PUR	Polyurethan
SA	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
TEA	Thrombendarteriektomie
TTF	Truncus tibiofibularis
V.	Vena
vs.	versus
z.B.	zum Beispiel
Z.n.	Zustand nach

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Polyester-Prothesen modifiziert nach Rühland.....	15
Tab. 2:	ePTFE-Prothesen modifiziert nach Rühland.....	16
Tab. 3:	Bildgebende Diagnostik modifiziert nach Basche.....	19
Tab. 4:	Altersverteilung der NA-Patienten.....	33
Tab. 5:	Patienten mit einem zusätzlichen echten Aneurysma.....	34
Tab. 6:	Patienten mit einem zusätzlichen NA.....	34
Tab. 7:	Aneurysmatische Erkrankungen des Patientenkollektivs.....	34
Tab. 8:	Anzahl der Naht- und Synchronaneurysmen.....	35
Tab. 9:	Voroperationen.....	36
Tab. 10:	Voroperationen mit entwickeltem NA in der Leiste.....	37
Tab. 11:	Ausbildung von NA und Durchführung einer TEA.....	38
Tab. 12:	Ausbildung von NA in der Leiste und Durchführung einer TEA.....	39
Tab. 13:	Komplikationen nach der Primäroperation.....	41
Tab. 14:	Rekonstruktionsmethoden in unterschiedlichen Lokalisationen.....	47
Tab. 15:	Wahrscheinlichkeit einer Rezidiventwicklung unter Beachtung der Rekonstruktionsmethode.....	49
Tab. 16:	Postoperative Komplikationen.....	50
Tab. 17:	Lokale postoperative Komplikationen.....	50
Tab. 18:	Komplikationsrate bei unterschiedlicher Indikationsstellung.....	50
Tab. 19:	Überlebensstabelle Auftreten der Leisten-NA bei Z.n. Anlage einer aortobifemorale Bifurkationsprothese (zu Abb. 24).....	79
Tab. 20:	Überlebensstabelle Durchgängigkeitsrate der Leistenrekonstruktionen (zu Abb. 36).....	80



## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Ruptur eines Premilene® 5 x 0 Fadens an einer Patchplastik.....	11
Abb. 2:	Wandspannung in der Gefäßwand.....	14
Abb. 3:	Nahtaneurysma bei Z.n. Femoralispatchplastik rechts, präoperativer und intraoperativer Befund.....	18
Abb. 4:	Nahtaneurysma im P1-Segment der Arteria (A.) poplitea (P1) bei Z.n. femoro-poplitealer ePTFE Bypassanlage mit Darstellung der turbulenten Strömung und Thrombussaum (Quer- und Längsschnitt).....	19
Abb. 5:	Nahtaneurysma bei Z.n. Patchplastik der Arteria carotis interna (ACI) rechts. Diagnostik mittels computertomografische Angiografie (CTA): coronare, sagittale, transversale Schichtung mit drei Dimensionen (3D)-Rekonstruktion.....	20
Abb. 6:	Nahtaneurysma in der Anastomose bei femoro-cruralem (A. tibialis anterior) composite Bypass (Vena saphena magna / ePTFE-Prothese). CTA mit 3D-Rekonstruktion.....	20
Abb. 7:	Nahtaneurysma bei Z.n. Patchplastik der A. carotis interna rechts. Magnetresonanztangiografie (MRA) mit 3D-Rekonstruktion.....	20
Abb. 8:	Inkomplette Beinischämie links. MRA mit komplett thrombosiertem Nahtaneurysma in der linken Leiste mit Thrombosierung der A. iliaca externa und der Äste der A. profunda femoris (APF) bei chronischem Verschluss der A. femoralis superficialis links. Zustand nach (Z.n.) Profundapatchplastik links.....	21
Abb. 9:	Ausmessung des Nahtaneurysmas.....	21
Abb. 10:	Nahtaneurysma in der rechten Leiste bei Z.n. Implantation einer aorto-bifemoralen Prothese. Der rechte Prothesenschenkel sowie die A. femoralis superficialis rechts werden kranial und kaudal des Nahtaneurysmas ausgeklemmt.....	22
Abb. 11:	Blockierung der originären A. femoralis communis und der A. profunda femoris rechts mittels Fogartykatheter.....	22
Abb. 12:	Eröffnung des Aneurysmasackes nach Freilegung der Äste der A. profunda femoris und Ausklemmung der A. femoralis communis links.....	23

Abb. 13:	Resektion des Nahtaneurysmas und Interponatanlage (A. femoralis communis / A. profunda femoris, End-zu-End Anastomose). Schonung des Nervus femoralis (angezögelt) links.....	23
Abb. 14:	Intraoperative digitale Substraktionsangiografie (DSA) -Kontrolle nach Thrombektomie der A. iliaca externa, A. femoralis communis und selektiver Thrombektomie der Äste der A. profunda femoris und Interponatanlage femoro-profunda links.....	24
Abb. 15:	Überdeckung des Interponats mit dem restlichen Aneurysmasack.....	24
Abb. 16:	Zweimalige Interponatanlage <u>protheto</u> (rechter Bifurkationsschenkel)- <u>profunda</u> (proximal und distal End-zu-End Anastomose) und <u>protheto-femoral</u> (proximale Anastomose Seit-zu-End, distale Anastomose: End-zu-End).....	24
Abb. 17:	Nahtaneurysma bei Z.n. Patchplastik im mittleren Bereich der A. femoralis superficialis links.....	25
Abb. 18:	Interventionelle Versorgung mit gecovertem Stent.....	25
Abb. 19:	Geschlechtsverteilung der Nahtaneurysmen.....	32
Abb. 20:	Nebendiagnosen / Risikofaktoren des Patientenkollektivs.....	33
Abb. 21:	Voroperationen entsprechend der Häufigkeit.....	35
Abb. 22:	Zeitintervall von der Primäroperation bis zur NA-Entwicklung.....	38
Abb. 23:	Zeitintervall von der Primäroperation bis zur NA-Entwicklung in der Leiste.....	39
Abb. 24:	Auftreten der Leisten-Nahtaneurysmen bei Z.n. Anlage einer aortobifemoralen Bifurkationsprothese.....	40
Abb. 25:	Darstellung des verwendeten Gefäßersatzmaterials.....	41
Abb. 26:	Lokalisation der NA in der Untersuchungsgruppe.....	42
Abb. 27:	Lokalisation der NA in der NAMR-Gruppe.....	43
Abb. 28:	Symptomatik der Nahtaneurysmen. Mehrfachnennungen sind möglich z.B. Größenprogress mit Verschlechterung der AVK-Symptomatik.....	43
Abb. 29:	Diagnostik der Nahtaneurysmen.....	44
Abb. 30:	Querdurchmesser aller NA.....	45
Abb. 31:	Querdurchmesser der Rezidiv-NA.....	45
Abb. 32:	Rekonstruktionsmethoden der Nahtaneurysmen.....	46
Abb. 33:	Rekonstruktionsmethoden in der Leiste und im P1-Segment.....	47

Abb. 34: Rekonstruktionsmethoden der primären Leistennahtaneurysmen der NAMR-Gruppe.....	48
Abb. 35: Rekonstruktionsmethoden der Rezidiv-Leistennahtaneurysmen der NAMR-Gruppe.....	48
Abb. 36: Durchgängigkeitsraten der Leistenrekonstruktionen.....	51

## 1 Einleitung

Das Nahtaneurysma (NA) ist eine Komplikation einer gefäßchirurgischen Rekonstruktion und gehört definitionsgemäß zum falschen Aneurysma (Aneurysma spurium / falsum). Ein Aneurysma spurium kann sich an jeder Gefäßnaht entwickeln [32]. Die Nahtaneurysmen waren in der Pionierzeit der Gefäßchirurgie mit 3 – 24 % eine häufige Komplikation [4]. Als Nahtmaterial wurde Seide verwendet, welche häufig zur Nahtruptur führte.

Nahtaneurysmen entwickeln sich ohne Vorliegen eines operativen Fehlers langsam und führen zur partiellen oder kompletten Ruptur der Nahtreihe (Abbildung (Abb.) 1) [8]. Im Zusammenhang mit Nahtaneurysmen sind echte Aneurysmen (infolge Dilatation der Arterie oder des Gefäßersatzmaterials) und falsche Aneurysmen bei Naht- oder Grafruptur voneinander abzugrenzen. Bei Dilatation des Transplantats im Sinne eines echten Aneurysmas kann es im Verlauf zur Grafruptur mit Entwicklung eines falschen Aneurysmas kommen, so dass in diesem Fall von einem fließenden Übergang zwischen einem echten und einem falschen Aneurysma ausgegangen wird. Differentialdiagnostisch sind eine Nahtruptur im Rahmen einer Infektion sowie eine falsche Kaliberadaptation bei End-zu-Seit-Anastomose zu unterscheiden [11, 70].

Nach einem autologen Gefäßersatz oder einer Direktnaht sind falsche Aneurysmen selten, da sich eine komplette Endothelialisierung der Naht mit schmaler Narbenbildung herausbildet [32]. Bei Verwendung alloplastischen Materials kommt es zu einem "compliance mismatch", was den "shear stress" im Bereich der Anastomose erhöht und die arterielle Wand verletzt [54]. Bei unterschiedlicher Elastizität eines Gefäßersatzes beziehungsweise (bzw.) der Empfängerarterie und zusätzlich ausbleibender Vernarbung der Nahtreihe ist das Nahtmaterial, dessen Verankerung und Materialqualität lebenslang für die Stabilität der Anastomose entscheidend (Abb.1) [32, 64].



Abb. 1: Ruptur eines Premilene® 5 x 0 Fadens an einer Patchplastik

Bei Progress des Nahtaneurysmas kommt es strömungsbedingt zur zunehmenden Wandthrombosierung in der Dilatation mit progredienter Erweiterung des Durchmessers. Außer einer Kompression der benachbarten Strukturen kann es zur kompletten Thrombosierung, peripheren Embolisation mit Ischämiegefahr und zur Ruptur mit lebensgefährlicher Blutung kommen.

Als operative Therapieoptionen stehen Aneurysmorrhaphie, gegebenenfalls (ggf.) mit zusätzlicher Patchplastik oder Interponat zur Verfügung. Die am häufigsten betroffene Leistenregion wird als Beugungssegment primär offen chirurgisch versorgt. Im Zuge der Entwicklung der interventionellen Gefäßchirurgie werden die Nahtaneurysmen im aortalen, iliacalen und peripheren Bereich aufgrund der geringeren Komplikationsrate und eines verkürzten Krankenhausaufenthaltes bei geeigneter Anatomie primär endovaskulär versorgt [6, 17, 42]. Bei der endovaskulären Versorgung sind noch Langzeitergebnisse abzuwarten [69].

Im Rahmen der postoperativen Nachsorge ist bei den Patienten zur frühzeitigen Detektion eine regelmäßige ambulante angiologische bzw. gefäßchirurgische Kontrolle, welche auch eine duplexsonographische Untersuchung beinhaltet, erforderlich. Im Falle der Feststellung eines Nahtaneurysmas sollte in Berücksichtigung der komplexen Komorbiditäten und individuellen Gefäßanatomie des Patienten das optimalste Therapieverfahren ausgewählt werden.

## **1.1 Aneurysmenformen**

Das Aneurysma ist als eine umschriebene Erweiterung eines Gefäßes definiert. Ätiologisch lassen sich die arteriellen Aneurysmen nachfolgend klassifizieren [32]:

- arteriosklerotische Aneurysmen,
- bakteriell induzierte Aneurysmen (wegen der pilzförmigen Morphologie auch mykotische Aneurysmen genannt),
- inflammatorische Aneurysmen (alle abakteriellen Aneurysmen mit histopathologischem Zeichen einer chronischen Entzündung),
- poststenotische Aneurysmen,
- posttraumatische Aneurysmen,
- konnatale und kongenitale Aneurysmen,
- Aneurysmen in der Schwangerschaft,

- Naht- und Prothesenaneurysmen.

Bei Aneurysmen werden folgende Entitäten unterschieden [36]:

### **1.1.1 Aneurysma verum (echtes Aneurysma)**

Die Erweiterung betrifft alle drei Gefäßwandschichten. Morphologisch unterscheidet man zwischen fusiformen, sackförmigen und gemischten Formen. Eine genaue Abgrenzung zur Gefäßektasie ist nicht eindeutig geklärt, wobei meist als Aneurysma eine Zunahme des Gefäßlumens um 50 % bezeichnet wird.

### **1.1.2 Aneurysma spurium (falsches Aneurysma, Pseudoaneurysma)**

Hierbei findet sich ein Defekt in der Gefäßwand, welcher alle drei Wandschichten betrifft. Demzufolge kommt es zu einem Blutaustritt aus dem Gefäß, wobei ein pulsierendes Hämatom entsteht.

### **1.1.3 Aneurysma dissecans**

Solche aneurysmatische Aussackung entspricht einer Zunahme des Durchmessers im falschen Gefäßlumen, die nach einem Riss in der Intima ("Entry") zur Blutansammlung in der Media führt.

## **1.2 Aneurysma und Gefäßwand**

Im mikroskopischen Bild werden drei unterschiedliche Schichten unterschieden: Intima, Media und Adventitia, die sich mit dem unterschiedlichen Durchmesser der Arterie ändern [28].

Entsprechend gibt es folgende Typen:

- *Arterien vom elastischen Typ,*
- *Arterien vom muskulären Typ,*
- *Übergangsformen.*

Die Arterien vom elastischen Typ (Aorta und ihre Äste) üben eine "Windkessel" Funktion aus. Das elastische Gewebe ist reichlich in Form von gefensterten Lamellen in die Media eingelagert. Bei den Arterien vom muskulären Typ (in der Peripherie des Körpers /

Extremitäten) befinden sich in der Media vorwiegend glatte Muskelzellen. Das elastische Gewebe ist lediglich auf zwei Membranen reduziert:

- Membrana elastica interna (an der Grenze von Intima und Media),
- Membrana elastica externa (an der Grenze von Media und Adventitia).

In der Intima sind die Endothelzellen in Flussrichtung orientiert, liegen einschichtig auf einer Basalmembran und sind durch Interzellularfugen dynamisch verbunden. Bei den Arterien vom muskulären Typ findet sich in der Intima eine starke Tunica elastica interna, die bei einer Desobliteration als natürliche Grenzsicht für die intimanahe Ausschälung bei Arteriosklerose dient. Falls die Desobliteration adventitianah erfolgen muss, ist die Schicht nun die Membrana elastica externa [28]. Die Adventitia besteht aus hochelastischen Fasern, die ebenfalls eine wandstabilisierende Funktion ausüben.

### 1.3 Pathophysiologie der Arterienwand und Blutströmung

Steht ein Gefäß unter Druck, muss die Gefäßwand eine Kraft aufbringen, um ein Zerreißen des Gefäßes zu verhindern. Die transmurale Wandspannung lässt sich nach der Formel von Laplace ableiten (Abb. 2) [32]:

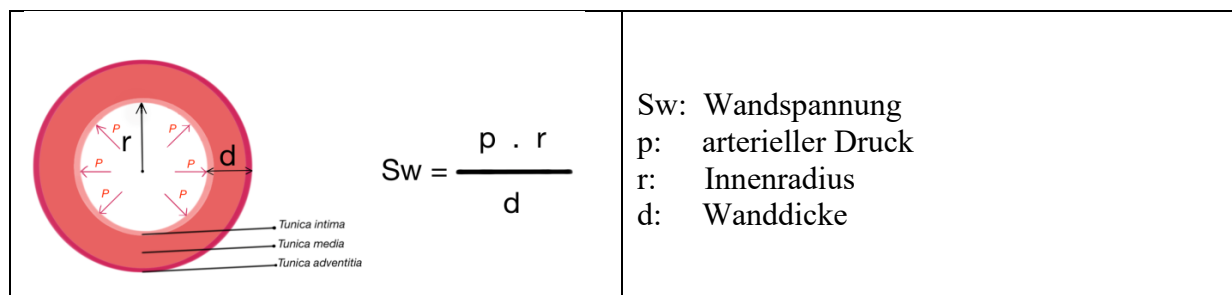


Abb. 2: Wandspannung in der Gefäßwand

Die Wandspannung wird vorwiegend durch elastische Fasern der Media und Adventitia aufgefangen. Nach der o.g. Formel gilt, dass sich die Wandspannung direkt proportional zu Druck und Radius verhält. Im Gegensatz dazu ist die Wanddicke indirekt proportional zur Wandspannung. Dies ist insofern klinisch relevant, als dass eine arterielle Hypertonie, ein erweitertes Gefäßlumen sowie jegliche Desobliteration, welche zur „Ausdünnung“ der Gefäßwand führt, ursächlich für eine erhöhte Wandspannung und somit Entwicklung eines Aneurysmas sein können. Ist ein kritischer Durchmesser überschritten, kommt es zur rapiden Progression des Aneurysmas und zur Ruptur.

Im Aneurysma geht die laminare in die turbulente Strömung über, welche eine zusätzliche Belastung für die Gefäßwand mit Durchmesserwachstum und Rupturgefahr verursacht. Zusätzlich kommt es in den Totwasserzonen zur zwiebelschalenförmigen Thrombusbildung [31]. Weiterhin kann eine traumatische Wandschädigung, zum Beispiel (z.B.) durch Gefäßklemme oder "vessel loops", zur Wandinstabilität führen [55].

#### 1.4 Gefäßersatzmaterialien und Aneurysmabildung

Bei der Gefäßrekonstruktion kommen folgende Materialien zum Einsatz [29]:

- *alloplastisch* (nicht biologische Materialien, z.B. Dacron®),
- *autogen/autolog* (stammend vom Individuum selbst, z.B. Vena saphena magna),
- *allogen/homolog* (stammend von einem anderen Menschen, z.B. Arterien von Verstorbenen, Umbilikalvene),
- *xenogen/heterolog* (stammend von einer fremden Spezies, z.B. Rinderperikardpatch).

Im Zuge der Verbesserung des alloplastischen Materials sind Grafrupturen zwar seltener geworden, aber auch diese Materialien unterliegen einer Dilatation und Degeneration [11].

Gegenwärtig verwendete alloplastische Materialien sind nachfolgend beschrieben:

- *Polyester/Polyethylenterephthalat/Dacron ®*,
- *ePTFE (expanded Polytetrafluorethylen)/Teflon ®*,
- *Polyurethan (PUR)*.

Die folgenden Tabellen (Tab.) zeigen einen kurzen Überblick der Polyester und ePTFE-Prothesen (Tab. 1 und Tab. 2) [56].

Tab. 1: Polyester-Prothesen modifiziert nach Rühland

<b>gewebt</b>	ohne Velour	glatt oder gefaltet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• auch beschichtet (Kollagen/Gelatine/Albumin/Silber)</li> </ul>
	mit Velour	glatt oder gefaltet	
<b>gestrickt</b>	ohne Velour	glatt oder gefaltet	
	mit Velour	glatt oder gefaltet	



Tab. 2: ePTFE-Prothesen modifiziert nach Rühland

<b>einschichtig</b>	glatt	dickwandig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• auch extern spiralisiert</li> </ul>
		dünnwandig	
	rau		
<b>zweischichtig</b>	glatt	dickwandig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• auch extern beringt</li> </ul>
		dünnwandig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• auch elastisch</li> </ul>

Die gewebten Polyester-Prothesen weisen eine hohe Reißfestigkeit auf und neigen nicht zur Dilatation. Nachteilig ist jedoch das Ausfransen der Prothese beim Zurechtschneiden, so dass ein breiter Prothesenrand gestochen werden muss, um ein späteres Ausreisen zu vermeiden. Weiterhin ist bei diesen Prothesen ein schlechtes Einheilungsverhalten beschrieben [29]. Bei den gestrickten Prothesen besteht die höchste Dilatationstendenz bei kuliergewirkten Prothesen [55]. Weiterhin unterliegen die Polyesterprothesen einer chemischen Degeneration im Sinne einer Hydrolyse.

ePTFE ist im Vergleich zur Polyester hydrolysebeständig [55]. Außerdem wurden dünnwandigen ePTFE Prothesen entwickelt, um eine bessere Compliance zur Empfängerarterie zu erreichen.

Bei Polyurethan wurde häufiger eine spätere Degeneration mit Aneurysmabildungsgefahr beschrieben [29]. Die Polyurethan-Gefäßprothesen haben sich nicht durchgesetzt und stehen nur als Patches zur Verfügung [55].

Folgende Faktoren können die alloplastischen Materialien zusätzlich schädigen: Herstellungsprozess, Materialermüdung, Re-Sterilisierung sowie Klemmtraumen [40].

Bei den autologen Materialien sind die Vena (V.) saphena magna und parva bzw. Armvenen für die Ansprüche des arteriellen Durchstromes geeignet, wobei die tiefen Beinvenen und die V. jugularis externa relativ dünnwandig sind. Hierbei ist eine Doppelung der Venen bei Patchverwendung hilfreich, um aneurysmatische Prozesse zu vermeiden [40].

## 1.5 Inzidenz, Lokalisation und Prophylaxe von Nahtaneurysmen

In der aktuellen Literatur ist die Inzidenz in Abhängigkeit von der Beobachtungszeit mit 0,2-15 % angegeben [11]. Da bei einem Patienten mehrere Nahtaneurysmen auftreten können, ist die Inzidenz jedoch ungenau [42]. Aufgrund der Verbesserung des Nahtmaterials und des Prothesenmaterials ist eine rückläufige Tendenz der Nahtaneurysmen zu beobachten [21]. Die meisten Nahtaneurysmen sind femoral lokalisiert [11]. Dieses ist auf das Beugungssegment in der Leiste (ca. 1 Million Beugungen pro Jahr), den engen Raum im Trigonum femorale und die erhöhte Infektanfälligkeit, aufgrund der Nähe zur Anogenitalregion mit zahlreichen Lymphgefäßen zurückzuführen [4, 55]. Aortale-, iliacale- und Carotis-Rekonstruktionen sind seltener betroffen [42].

Durchschnittlich treten Nahtaneurysmen sechs Jahre nach der Primärrekonstruktion auf, wobei eine Infektion das Intervall verkürzt. Synchron auftretende Nahtaneurysmen können bis zu 36 % der Patienten auftreten. Weiterhin weisen 13 % der Patienten mit Aortennahtaneurysma auch ein Nahtaneurysma im femoralen Bereich auf [42].

Folgende Faktoren beeinflussen die Inzidenz: Lokalisation der gefäßchirurgischen Rekonstruktion, chirurgische Technik, Zeitpunkt und Integrität der Arterie bei der primären Rekonstruktion, Infektion sowie Intensität der Nachsorge [42, 59].

Im Rahmen der Prophylaxe sind folgende Schritte zu beachten:

- Antibiotikaprophylaxe, intraoperative Asepsis,
- Minimalisierung des Operationstraumas (Zugang, atraumatische Präparation),
- die Thrombendarterektomie (TEA) wenn überhaupt sparsam durchzuführen,
- alle drei Gefäßwandschichten und Prothese ausreichend in die Anastomose mitfassen,
- Anastomosenlänge sollte mindestens das Dreifache des Arterienlumens betragen,
- Implantationswinkel zwischen Arterie und Prothese sollte bei einer Seit-zu-End Anastomose am besten 10-15 Grad betragen, um Strömungsturbulenzen zu minimieren,
- Spannungsfreies Einnähen des alloplastischen Materials,
- bei gelenküberschreitendem Bypass die Lagerung des Patienten beachten,
- konsequente Kontrolle auf Bluttrockenheit, um spätere Infekte zu vermeiden,
- postoperative Vermeidung von extremen Bewegungen im Anastomosenbereich [32, 43].

## 1.6 Diagnostik

Die Diagnostik unterscheidet sich von der Lokalisation des jeweiligen Nahtaneurysmas. Die zentralen Nahtaneurysmen können asymptomatisch sein und fallen erst als Zufallsbefund im Rahmen der radiologischen Diagnostik auf. Bei der häufigsten Lokalisation in der Leistenregion können die Patienten anamnestisch einen progredienten, schmerzhaften, pulsierenden Tumor angeben (Abb. 3). Erhebung von Pulsstatus, Auskultation mit Nachweis von Strömungsgeräuschen und Durchführung der peripheren Dopplersonografie gehören zu den Standarduntersuchungen [30].



Abb. 3: Nahtaneurysma bei Z.n. Femoralispatchplastik rechts, präoperativer und intraoperativer Befund

Einen vergleichenden Überblick über die bildgebende Diagnostik mit Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen zeigt die folgende Tabelle (Tab. 3) [2].

Tab. 3: Bildgebende Diagnostik modifiziert nach Basche

Verfahren	Vorteile	Nachteile
<b>Duplexsonografie</b> (Abb. 4)	Verfügbarkeit Nichtinvasivität für Screening geeignet	Untersucherabhängigkeit schlechte Reproduzierbarkeit Einschränkung bei Adipositas und Darmgas
<b>Computertomografische Angiografie (CTA)</b> (Abb. 5 und 6)	Verfügbarkeit kurze Zeitdauer Nichtinvasivität Darstellung des ganzen Gefäßsystems und somit Erfassung von synchronen Aneurysmen Erfassung relevanter Begleiterkrankungen Sensitivität und Spezifität von ca. 90 %	Strahlenbelastung Kontrastmittelallergie (ca. 3 %) kleine Gefäße schlecht beurteilbar
<b>Magnetresonanztomografie (MRA)</b> (Abb. 7)	relativ kurze Zeitdauer Nichtinvasivität Darstellung des ganzen Gefäßsystems und somit Erfassung von synchronen Aneurysmen keine Strahlenbelastung keine Schilddrüsenbelastung Sensitivität und Spezifität von ca. 90 %	Metallartefakte, Auslöschung von Stents bei Patienten mit Herzschrittmacher kontraindiziert Klaustrophobie
<b>Intraarterielle (i.a.) Angiografie</b>	präzise Darstellung des Gefäßsystems Intervention in gleicher Sitzung möglich Sensitivität von 85,7 %	Invasivität mit Punktions-/Katheterkomplikationen Strahlenbelastung Kontrastmittelbelastung Kontrastmittelallergie Gerinnungsabhängigkeit Darstellung nur des durchströmten Lumens

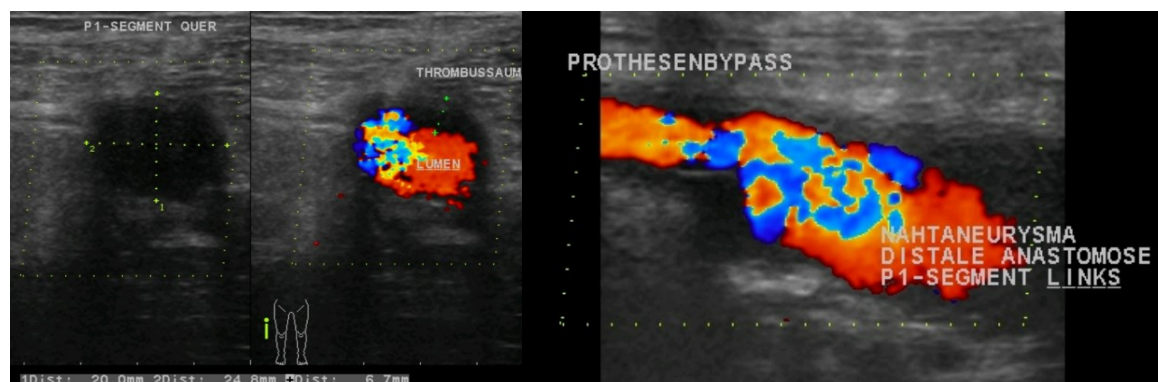


Abb. 4: Nahtaneurysma im P1-Segment der Arteria (A.) poplitea (P1) bei Z.n. femoropoplitealer ePTFE Bypassanlage mit Darstellung der turbulenten Strömung und Thrombussaum (Quer- und Längsschnitt)

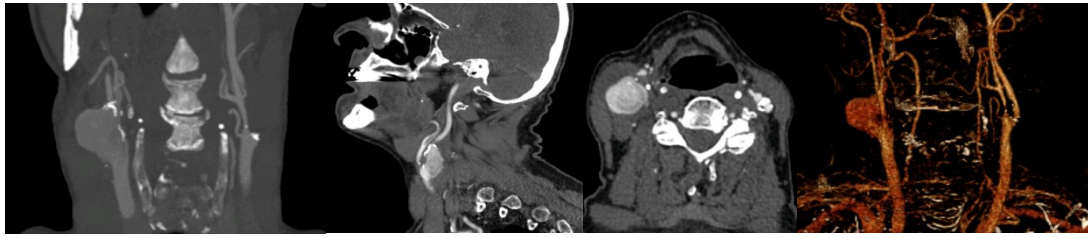


Abb. 5: Nahtaneurysma bei Z.n. Patchplastik der Arteria carotis interna (ACI) rechts. Diagnostik mittels computertomografische Angiografie (CTA): coronare, sagittale, transversale Schichtung mit drei Dimensionen (3D)-Rekonstruktion



Abb. 6: Nahtaneurysma in der Anastomose bei femoro-cruralem (A. tibialis anterior) composite Bypass (Vena saphena magna / ePTFE-Prothese). CTA mit 3D-Rekonstruktion



Abb. 7: Nahtaneurysma bei Z.n. Patchplastik der A. carotis interna rechts. Magnetresonanztangiografie (MRA) mit 3D-Rekonstruktion

Alle oben genannten diagnostischen Methoden, außer der i.a. Angiografie (Sensitivität von 85,7 %), weisen eine hohe Sensitivität und Spezifität in der Diagnostik von Nahtaneurysmen auf [63].

## 1.7 Symptomatik und Komplikationen

Die klinische Manifestation ist stark abhängig von der Lokalisation des jeweiligen Nahtaneurysmas. Die meisten Nahtaneurysmen sind asymptomatisch und fallen erst bei der Routineuntersuchung oder als Zufallsbefund im Rahmen der radiologischen Diagnostik auf. Ein Nahtaneurysma präsentiert sich zunächst als progredienter pulsierender Tumor mit Kompression der benachbarten Strukturen.

Lokalisationsbedingt kann die Kompression unterschiedliche Symptome hervorrufen (z.B.: Hautnekrose im Leistenbereich, Nierenstauung bei Ureterkompression im iliacaalen Bereich, Ödem bei Kompression des Venensystems, Schmerzsymptomatik bei Kompression des

Nervensystems, Arrosion mit Fistelung bei aortocavaler Fistel oder aortoduodenaler Fistel) [42, 61].

Bei Größenprogress kommt es zur partiellen Thrombosierung mit Gefahr einer peripheren Embolisation oder zur kompletten Thrombosierung des Nahtaneurysmas (Abb. 8 und 9). In beiden Fällen besteht eine Ischämiegefahr. Dementsprechend ist im Fall eines Carotisnahtaneurysmas mit einem ischämischen Insult zu rechnen. Mit einem steigenden Durchmesser steigt exponentiell das Risiko einer Ruptur mit konsekutiver Blutungsgefahr [42].



Abb. 8: Inkomplette Beinischämie links. MRA mit komplett thrombosiertem Nahtaneurysma in der linken Leiste mit Thrombosierung der A. iliaca externa und der Äste der A. profunda femoris (APF) bei chronischem Verschluss der A. femoralis superficialis links. Zustand nach (Z.n.) Profundapatchplastik links

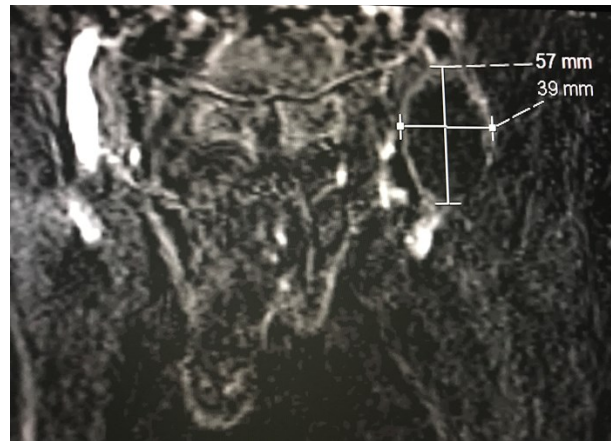


Abb. 9: Ausmessung des Nahtaneurysmas

## 1.8 Indikationsstellung zur Operation

Differenzialdiagnostisch sollte man ein Nahtaneurysma von einer Pseudodilatation infolge einer zu großen Anastomosierung abgrenzen [70]. Bei einem Nahtaneurysma im inguinalen Bereich besteht die Indikation zur Operation (OP) ab einem Durchmesser von 2 Zentimeter (cm), wohingegen andere Autoren die Indikation ab 2-2,5 cm bzw. erst bei Auftreten von Symptomen sehen [30, 42]. In den anderen Anastomosengebieten besteht eine Indikation zur Sanierung bereits bei Bestätigung der Diagnose, um künftige Komplikationen zu vermeiden. Insbesondere ist bei den sakkulären Aneurysmen die Indikation großzügig zu stellen.



## 1.9 Therapieoptionen der Nahtaneurysmen

Zur Versorgung der Nahtaneurysmen stehen operative oder interventionelle Methoden bzw. eine Kombination von beiden Verfahren zur Verfügung.

### 1.9.1 Operative Therapie

Um eine Blutungskontrolle zu erreichen erfolgt zunächst die Gefäßfreilegung kranial und kaudal des Nahtaneurysmas (Abb. 10). Weiterhin folgt eine subtile Präparation des Aneurysmasackes im vernarbten Gewebe, wobei auf eine komplette Freilegung verzichtet werden kann, um benachbarte Strukturen zu schonen. Eine unnötige Mobilisation des Aneurysmas sollte aufgrund der Gefahr einer peripheren Embolisation des intraluminalen thrombotischen Materials vermieden werden. Nach systemischer Heparin-gabe und Ausklemmen kranial und kaudal des Nahtaneurysmas wird der Aneurysmasack eröffnet und (partiell) reseziert. Sämtliche Seitenäste werden ausgeklemmt, ligiert oder mittels Fogartykatheter geblockt (Abb. 11) [9]. Der restliche Aneurysmasack kann am Ende der Operation für die Deckung der Rekonstruktion verwendet werden.

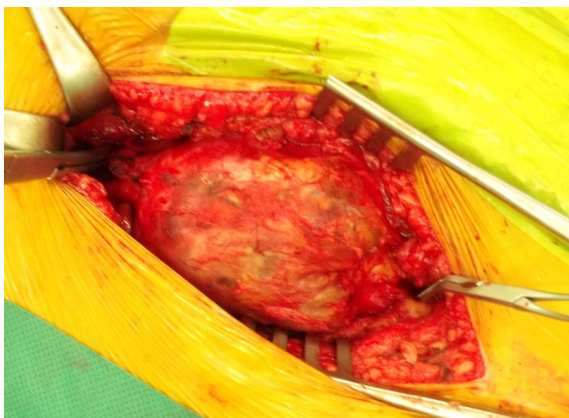


Abb. 10: Nahtaneurysma in der rechten Leiste bei Z.n. Implantation einer aorto-bifemorale Prothese. Der rechte Prothesenschenkel sowie die A. femoralis superficialis rechts werden kranial und kaudal des Nahtaneurysmas ausgeklemmt

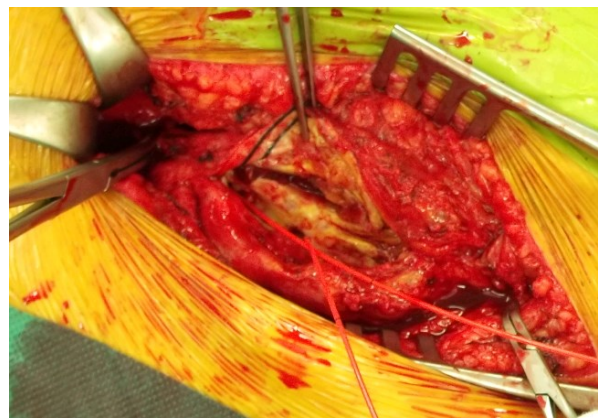


Abb. 11: Blockierung der originären A. femoralis communis und der A. profunda femoris rechts mittels Fogartykatheter

Im Rahmen der Rekonstruktion stehen folgende operative Methoden zur Verfügung.

### 1.9.1.1 Aneurysmorrhaphie

Bei kleinen Nahtaneurysmen erfolgt nach Resektion der degenerativ veränderten Arterienwand die Re-Anastomosierung der originären Prothese bzw. des Patches in das gesunde Segment der Arterie.

### 1.9.1.2 Aneurysmorrhaphie mit zusätzlicher Patchplastik

Falls nach Resektion der degenerativ veränderten Gefäßwand und ggf. mit partieller Resektion des prothetischen Materials ein größerer Defekt entsteht, erfolgt die Re-Anastomosierung des originären prothetischen Materials mit zusätzlicher Patchplastik um den Defekt sicher und spannungsfrei zu überdecken.

### 1.9.1.3 Interponatanlage

Hierbei wird die aneurysmatisch veränderte Arterie aus der Blutstrombahn komplett ausgeschaltet. Die Kontinuität der Arterie ist durch ein Gefäßersatzmaterial gewährleistet. Es erfolgt die hämodynamisch günstige End-zu-End Anastomosierung mit niedriger Rezidivrate [4, 42]. Die Operationsschritte bei einem komplett thrombosierte Nahtaneurysma in der Leistenregion sind nachfolgend abgebildet (Abb. 12- 15). Sämtliche Seitenäste können re-insertiert und ggf. mit einem neuen Interponat re-anastomosiert werden (Abb. 16).

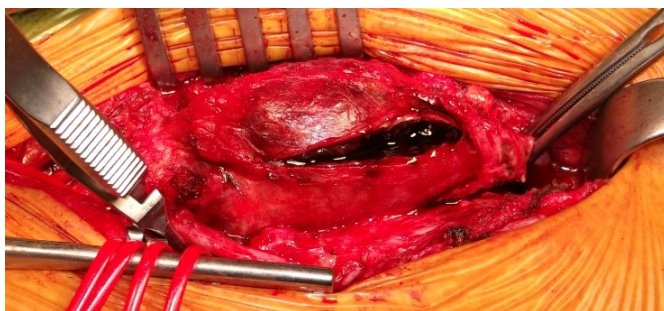


Abb. 12: Eröffnung des Aneurysmasackes nach Freilegung der Äste der A. profunda femoris und Ausklemmung der A. femoralis communis links



Abb. 13: Resektion des Nahtaneurysmas und Interponatanlage (A. femoralis communis / A. profunda femoris, End-zu-End Anastomose). Schonung des Nervus femoralis (angezügelt) links





Abb. 14: Intraoperative digitale Subtraktionsangiografie (DSA) - Kontrolle nach Thrombektomie der A. iliaca externa, A. femoralis communis und selektiver Thrombektomie der Äste der A. profunda femoris und Interponatanlage femoro-profunda links



Abb. 15: Überdeckung des Interponats mit dem restlichen Aneurysmasack

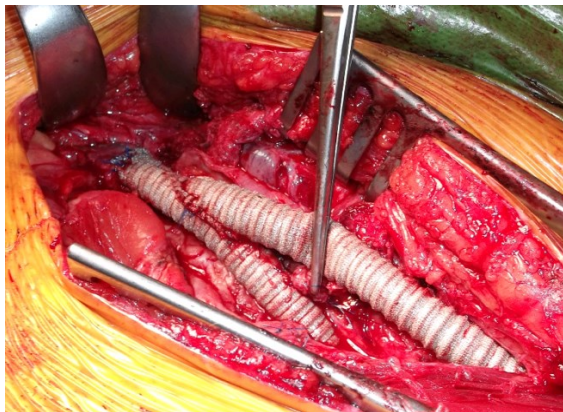


Abb. 16: Zweimalige Interponatanlage protheto (rechter Bifurkationsschenkel)-profunda (proximal und distal End-zu-End Anastomose) und protheto-femoral (proximale Anastomose Seit-zu-End, distale Anastomose: End-zu-End):

Das Management von infizierten Nahtaneurysmen ist mit einer erhöhten Morbidität und Mortalität vergesellschaftet [42]. Bei stabilen Patienten kommt bevorzugt das autologe Material zum Einsatz. Dies bedingt jedoch zum einen eine erhöhte Invasivität und zum anderen einen größeren Zeitaufwand. Weiterhin kommen xenogene, homologe bzw. alloplastische Rekonstruktionen mit biologischer Sicherungsoperation in Betracht. Als alloplastisches Material stehen Silber / Silber-Triclosan beschichtete oder mit Rifampicin getränkte Prothesen zur Verfügung [37, 75]. Bei Patienten im reduzierten Allgemeinzustand kann die operative

Sanierung in zwei Sitzungen durchgeführt werden. Zuerst erfolgt eine extraanatomische Bypassanlage und in der zweiten Sitzung die Entfernung des infizierten Transplantates [30].

### 1.9.2 Interventionelle Therapie

Die offene Operation wird aufgrund des Beugungssegmentes in der Leistenregion bevorzugt angewandt. Demgegenüber gewinnt die interventionelle Therapie in der aortalen, iliacaalen Etage, sowie in der Peripherie an Bedeutung [17, 20, 46]. Hierbei kommen gecoverte Stents (Abb. 17 und 18) bzw. Endoprothesen (Rohr, Bifurkationsendoprothesen, fenestrierte bzw. gebrachte Prothesen) zum Einsatz [3, 69, 73]. Der kraniale und kaudale Teil des gecoverten Stents bzw. der Endoprothese sind im gesunden Gefäßsegment platziert und das Nahtaneurysma wird aus der Blutstrombahn komplett ausgeschaltet und thrombosiert. In der Notfallsituation und bei Hochrisikopatienten stellt die interventionelle Behandlung auch in der Leistenregion sowie popliteal eine Therapieoption dar [14, 53].

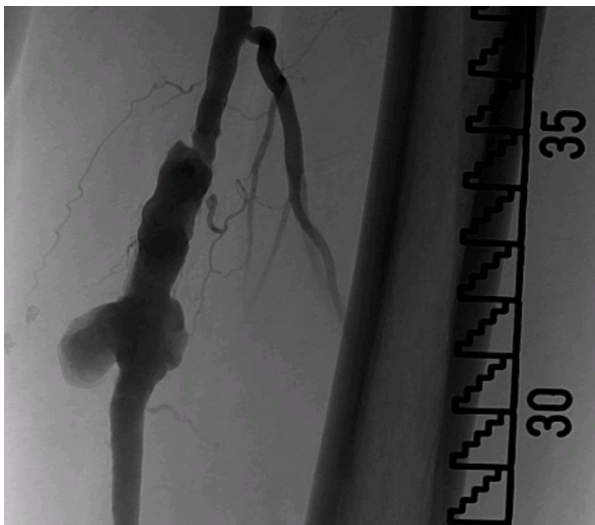


Abb. 17: Nahtaneurysma bei Z.n. Patchplastik im mittleren Bereich der A. femoralis superficialis links

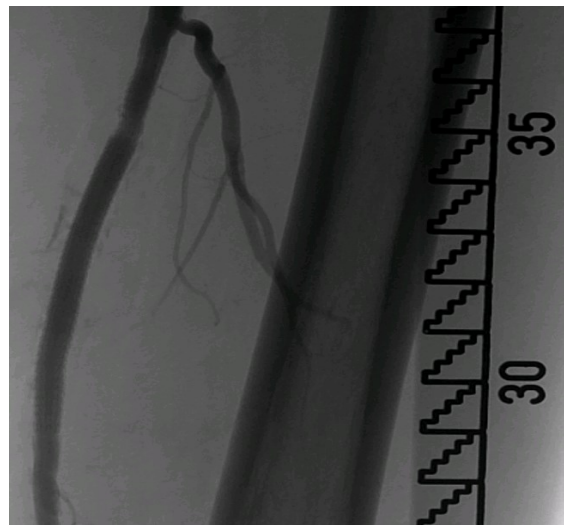


Abb. 18: Interventionelle Versorgung mit gecovertem Stent

### 1.9.3 Alternative Verfahren

In der Literatur wurde auch die erfolgreiche minimalinvasive Applikation von Thrombin (computertomografisch (CT) -gestützt oder percutan) in den Pseudoaneurysmasack mit kompletter Thrombosierung desselben beschrieben [48, 58]. In einem anderen Fall konnte die komplette Thrombosierung des Pseudoaneurysmasackes durch Coilembolisation erreicht

werden [16]. Hierbei handelte es sich allerdings nur um Falldarstellungen bei einer geeigneten Morphologie.

Bei Hochrisikopatienten bzw. bei instabilen Kreislaufverhältnissen kam in seltenen Fällen die alleinige Ligatur proximal des Aneurysmas mit konsekutiver Ischämie distal des Aneurysmas zur Anwendung. Eine konservative Therapie ist bei relevanten Nahtaneurysmen bis auf die allgemeine Inoperabilität kontraindiziert [30].

### **1.10 Komplikationen und Ergebnisse der Nahtaneurysmaversorgung**

Nach operativer bzw. interventioneller Versorgung der Nahtaneurysmen sind als Komplikationen Dissektion und Stenose beschrieben worden, die zum postoperativen Verschluss mit Ischämiesymptomatik führen können. Grobe Präparationstechnik und Mobilisation des thrombotischen Materials während der Intervention können periphere Embolisationen verursachen. Die Infektionsrate bei offenem Revisionseingriff ist zwei- bis dreifach erhöht im Vergleich zum Primäreingriff (7 % versus 3 %) [30]. Aufgrund der Präparation im vernarbten Gebiet kommt es häufiger zur Verletzung der benachbarten Strukturen (z.B. Lymphgefäße, Venen, Nerven).

Die Behandlung von femoralen Nahtaneurysmen ist mit einer erhöhten Mortalität im Vergleich zur Primäroperation vergesellschaftet. Die Rezidivrate ist bei Verwendung eines Interponat deutlich geringer geworden und variiert von 9,5- 19 % [42].

Risikofaktoren für eine Rezidiv sind Dilatationen des Ersatzmaterials, Degeneration der Arterie, Wundkomplikationen und weibliches Geschlecht. Die Mortalität bei elektiver interventioneller Versorgung im aortalen / iliacalen Bereich beträgt 0 % - 17 %. In der Notfallversorgung von rupturierten Nahtaneurysmen der Aorta steigt die Mortalität auf 67 % - 100 %, was eine frühzeitige elektive Versorgung unterstreicht [5, 42]. Obwohl eine elektive Versorgung ein erhöhtes OP-Risiko im Vergleich zur Primäroperation aufweist, ist dieses vertretbar im Vergleich zur Notfallversorgung der Nahtaneurysmen [8].

Die endovaskuläre Behandlung der iliacalen und aortalen Nahtaneurysmen ist mit einem hohen technischen Erfolg und reduzierter früh- und mittelfristiger Morbidität und Mortalität assoziiert. In der Behandlung der aortalen Nahtaneurysmen ist die interventionelle Versorgung

bei geeigneter Anatomie die Therapie der Wahl. Zudem ist auch ein reduzierter Aufenthalt auf der Intensivstation sowie Krankenhausaufenthalt mit geringerer Transfusionspflichtigkeit beschrieben worden [42, 69, 72, 73].

## 2 Zielstellungen der Arbeit

Obwohl die Inzidenz gefäßchirurgischer Nahtaneurysmen in der Literatur mit bis zu 15 % hoch ausfällt, wird diese Problematik selten thematisiert. Ziel der vorliegenden Dissertation ist eine Auswertung des Patientenguts mit Nahtaneurysmen, welche im Gefäßzentrum des Klinikum Magdeburg im Zeitraum vom 01.04.2010 bis 01.09.2016 behandelt wurden.

Folgende Fragen sollen geprüft werden:

1. Welche Risikofaktoren bestanden bei der Entwicklung von Nahtaneurysmen unter Berücksichtigung von Patientenalter, Geschlecht, Nebendiagnosen der Patienten, Gefäßersatzmaterial, Komplikationen bei der Primäroperation, Typ der Gefäßrekonstruktion, Durchführung der TEA und Lokalisation?
2. Wie traten die Nahtaneurysmen klinisch in Erscheinung?
3. Gab es eine Synchronität von Nahtaneurysmen?
4. Welche radiologische Methode(n) wurde(n) bei der Diagnostik des Nahtaneurysmas verwendet?
5. Wie war der latero-laterale Durchmesser der Nahtaneurysmen zum Zeitpunkt der operativen bzw. interventionellen Versorgung?
6. Welcher Zeitraum bestand zwischen der Primäroperation und Nahtaneurysmaausschaltung und zwischen Nahtaneurysmaausschaltung und Entwicklung eines Rezidivnahtaneurysmas?
7. Zeigten Patienten mit stattgehabter lokaler TEA eine relevant frühere Entwicklung eines Nahtaneurysmas im Vergleich zu Patienten ohne TEA?
8. Welche Komplikationen sind nach der Primäroperation bzw. nach der Nahtaneurysmaversorgung aufgetreten?
9. Welche Therapiemethode wurde bei der primären Nahtaneurysmaversorgung unter Berücksichtigung unterschiedlicher Lokalisationen verwendet?
10. Welche Therapiemethode wurde bei dem Nahtaneurysmarezidiv unter Berücksichtigung unterschiedlicher Lokalisationen verwendet?
11. Wie waren die Durchgängigkeitsraten der Rekonstruktionen in der Leiste?
12. Welche postoperativen Komplikationen traten nach der Resektion des Nahtaneurysmas auf?

### **3 Patienten, Material und Methoden**

#### **3.1 Patientengut**

Im Beobachtungszeitraum vom 01.04.2010 bis 01.09.2016 wurden in der Klinik für Gefäßchirurgie des Klinikums Magdeburg 86 Patienten, im Alter von 43 bis 87 Jahren, an 106 Nahtaneurysmen nach gefäßchirurgischen Interventionen interventionell oder operativ behandelt.

#### **3.2 Datenerhebung**

Anamnestiche und patientenbezogene Daten sind retrospektiv aus den Arztbriefen, Operationsberichten, Patientenakten des stationären Aufenthaltes, aus dem Krankenhaus internen Picture Archiving and Communication System (PACS) -System und den poststationären Untersuchungen der niedergelassenen Kollegen, die zum Gefäßzentrum gehören, entnommen worden. Patienten, die sich nicht im postoperativen angiologischen Dispensaire befanden, erhielten zusätzlich einen Termin zur poststationären duplexsonographischen Untersuchung, um die Offenheit der Rekonstruktion zu prüfen. In diesem Zusammenhang fanden Alter und Geschlecht der Patienten, vorausgegangene Gefäßoperationen, Gefäßersatzmaterial, Lokalisation des Nahtaneurysmas, Indikation der Operation und ggf. postoperativen Komplikationen Berücksichtigung. Hinsichtlich nachgewiesener Nahtaneurysma sind folgende Daten erhoben worden:

- Art der Diagnostik,
- Durchmesser (latero-laterale Messung),
- Symptomatik,
- Rekonstruktionsmethode,
- Offenheitsrate bei Versorgung mittels Interponat im Leistenbereich,
- Zeitintervall von der primären OP bis zur Sanierung des Nahtaneurysmas und ggf. bis zur Entwicklung eines Nahtaneurysmarezidivs, ob eine lokale Desobliteration im OP-Gebiet bereits durchgeführt wurde und ob eine Infektion vorhanden war.

Weiterhin wurden folgende Komorbiditäten und Risikofaktoren untersucht:

- arterielle Hypertonie (aHT),
- koronare Herzerkrankung (KHK),
- Myokardinfarkt,

- cerebraler Insult,
- Adipositas,
- chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD),
- Hyperurikämie,
- Diabetes mellitus (DM),
- Hyperlipidämie (HLP),
- Alkoholabusus,
- Nikotinabusus,
- orale Antikoagulation (OAK: Vitamin-K Antagonisten und neue orale Antikoagulantien (NOAK))

und ob eine aneurysmatische Erkrankung bzw. eine Hernie anamnestisch bekannt waren.

### **3.3 Statistische Methoden**

In der vorliegenden Arbeit wurden stetige Variablen wie Alter oder Zeitintervall mit den üblichen Maßzahlen, Mittelwert, Standardabweichung (SA), Minimum (min) und Maximum (max) beschrieben. Kategoriale Variablen wie z.B. Geschlecht oder Lokalisation werden durch ihre absoluten und relativen Häufigkeiten dargestellt.

Die Prüfung auf Unabhängigkeit zwischen kategorialen Variablen unter Kapitel 4.1.3 verwendet den Chi-Quadrat-Test. Bei der Untersuchung, ob es einen systematischen Unterschied zwischen zwei Gruppen, z.B. Geschlecht hinsichtlich einer stetigen Variable (Alter) gibt, wurde unter Kapitel 4.1.1; 4.2.3 und 4.6 bei unabhängigen Stichproben der Mann-Whitney-U-Test und bei verbundenen Stichproben der Wilcoxon-Test verwendet. Bei mehr als zwei Gruppen, z.B. bei Durchführung einer Leisten-TEA (ja, nein, unbekannt) versus (vs.) Zeitintervall von der primären OP bis zur NA-Entwicklung, nutzte die Statistik bei unabhängigen Stichproben den Kruskal-Wallis-Test. Abschnitt 4.8.4 untersuchte mittels logistischer Regressionsanalyse, die Beziehung zwischen Gefäßrekonstruktion und Rezidiventwicklung bei Nahtaneurysmen in der Leiste. In jeder logistischen Regression berechnete man zu den jeweiligen Risikofaktoren gehörige Odds Ratios mit 95 %-Konfidenzintervallen, mit welchen der Effekt der einzelnen Einflussgrößen auf die Zielgröße charakterisiert wird. Die Durchgängigkeitsratebestimmung der Revisionen im Leistenbereich verwendete die Kaplan-Meier-Methode. Des Weiteren wird die mediane Überlebenszeit sowie das dazugehörige 95 % Konfidenzintervall berechnet. Die Darstellung des Auftretens der

Leisten–Nahtaneurysmen unter der Gliederung 4.2.4 erfolgte mittels Eins-minus-Überleben. Um die Nullhypothese verwerfen zu können, wurde als statistisch signifikant ein p-Wert  $< 0,05$  angenommen.

Die statistische Analyse erfolgte mit der IBM® SPSS® Statistics, Version 24.0.0 (Copyright 1989-2016, SPSS Inc.).



## 4 Ergebnisse

### 4.1 Charakterisierung des behandelten Patientenkollektivs

Die Arbeit untersuchte den Verlauf von 86 Patienten mit 106 Nahtaneurysmen (Nahtaneurysma Gruppe = NA-Gruppe), die in zwei Untersuchungsgruppen unterteilt worden sind. Die erste Gruppe (Nahtaneurysma ohne Rezidiv Gruppe = NAOR-Gruppe) umfasste 72 Patienten mit 91 Nahtaneurysmen, die im oben genannten Zeitraum eine Versorgung des Nahtaneurysmas erhalten haben und bei denen es in diesem Zeitraum nicht zum Nahtaneurysmarezidiv gekommen ist. In der zweiten Gruppe (Nahtaneurysma mit Rezidiv Gruppe = NAMR-Gruppe) befanden sich 14 Patienten mit insgesamt 15 Nahtaneurysmen, die im angegebenen Zeitraum ein Rezidiv entwickelten und einer Sanierung bedurften.

#### 4.1.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

In der NA-Gruppe waren mit 91,5 % überwiegend männliche Patienten betroffen (n = 97). Der Anteil der weiblichen Patienten betrug 8,5 % (n = 9; Abb. 19).

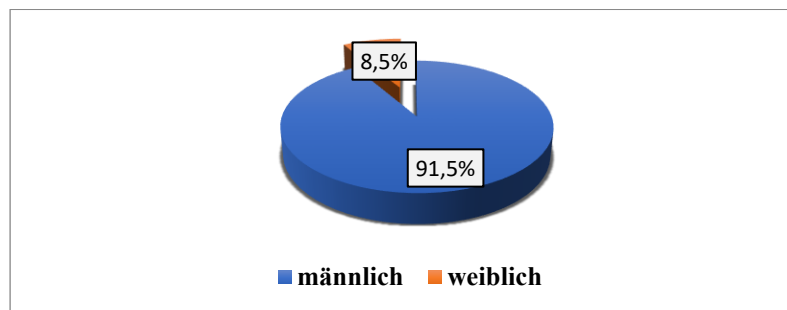


Abb. 19: Geschlechtsverteilung der Nahtaneurysmen

Der Altersmittelwert des gesamten Patientenkollektivs zum Zeitpunkt der Erstsanierung lag bei 65,9 Jahre (range: 43 – 87, SA: 10,4). Bei Männern belief sich der Mittelwert auf 65,6 Jahre und bei Frauen auf 69,1 Jahre. Ein signifikanter Altersunterschied zwischen den Männern und den Frauen bestand nicht ( $p = 0,475$ ). Die genaue Altersverteilung ist Tabelle 4 zu entnehmen.

Tab. 4: Altersverteilung der NA-Patienten

Geschlecht	Alter in Jahren Mittelwert	SA in Jahren	Median	Min	Max	p
männlich	65,6	10,0	65	43	85	0,475
weiblich	69,1	14,1	72	48	87	
gesamt	65,9	10,4	65	43	87	

#### 4.1.2 Einfluss von Komorbidität und Risikofaktoren

Bei der Auswertung der Nebendiagnosen wiesen 79,1 % (n = 68) der Patienten eine arterielle Hypertonie auf. Eine Tabakabhängigkeit bestand bei über der Hälfte der Patienten (n = 45; 52,3 %). Als dritthäufigste Komorbidität (n = 39; 45,3 %) ließ sich eine koronare Herzkrankheit feststellen. Den Gesamtüberblick zeigt die Abbildung 20.

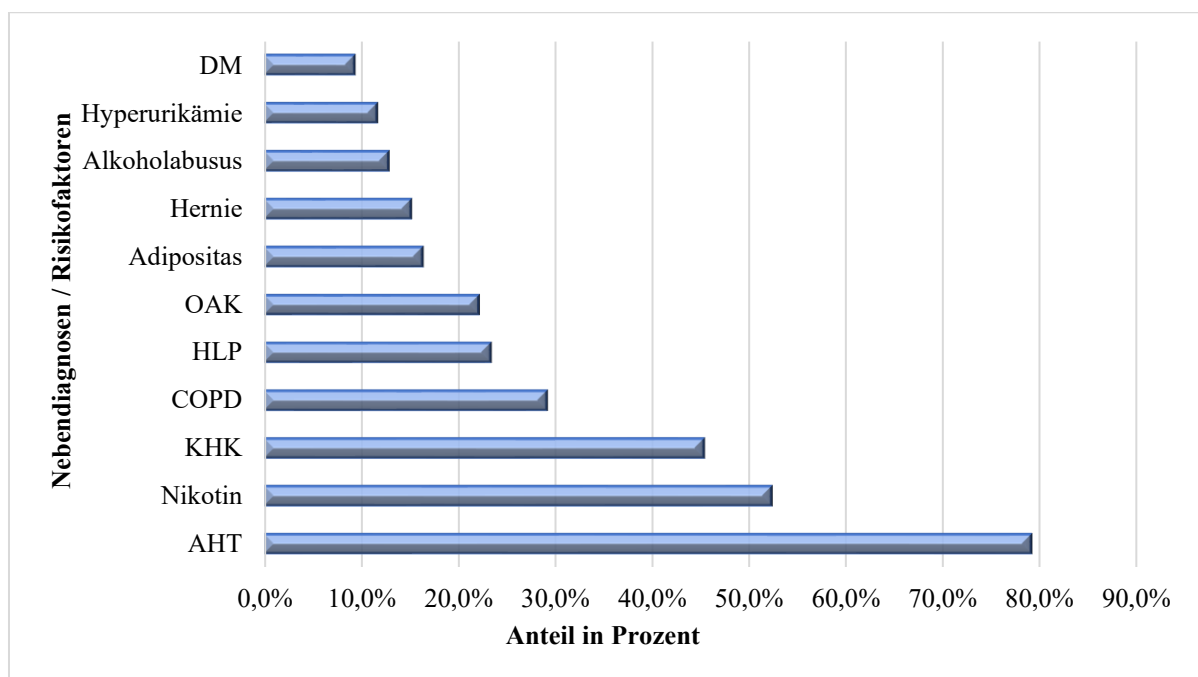


Abb. 20: Nebendiagnosen / Risikofaktoren des Patientenkollektivs

#### 4.1.3 Aneurysmatische Erkrankungen in der Anamnese

Im Untersuchungskollektiv fanden sich bei 47 Patienten (54,7 %) zusätzliche aneurysmatische Erkrankungen (echtes und falsches Aneurysma) in der Anamnese (innerhalb und außerhalb des Beobachtungszeitraumes).

18 Patienten hatten (20,9 %) ein zusätzliches echtes Aneurysma: abdominelles Aortenaneurysma (AAA), Femoralisaneurysma (FA) oder popliteales Aneurysma (PA). Im Gruppenvergleich ob es einen Einfluss für die Entwicklung eines Nahtaneurysmas gibt, findet sich jedoch kein signifikanter Unterschied (NAOR versus NAMR-Gruppe;  $p = 0,960$ ; Tab. 5).

Tab. 5: Patienten mit einem zusätzlichen echtem Aneurysma

Zusätzliches Aneurysma verum	NAOR-Gruppe		NAMR-Gruppe		p
	n	%	n	%	
<b>Ja</b>	15	20,8	3	21,4	0,960
<b>Nein</b>	57	79,2	11	78,6	

38,4 % der Patienten ( $n = 33$ ) des Untersuchungsgesamtkollektivs hatten anamnestisch ein zusätzliches NA an einer anderen Lokalisation. Hier findet sich ein signifikanter Unterschied zwischen NAOR und NAMR-Gruppe ( $p = 0,029$ ; Tab. 6).

Tab. 6: Patienten mit einem zusätzlichen NA

Zusätzliches Nahtaneurysma	NAOR-Gruppe		NAMR-Gruppe		p
	n	%	n	%	
<b>Ja</b>	24	33,3	9	64,3	0,029
<b>Nein</b>	48	66,6	5	35,7	

Die häufigste zusätzliche Lokalisation eines zweiten Aneurysmas (echtes Aneurysma oder NA) im Gesamtkollektiv war ein NA im Bereich der kontralateralen Leiste ( $n = 31$ ; 36 %), gefolgt von einem AAA bei 11 Patienten (12,8 %) und poplitealem Aneurysma bei sieben Patienten (8,1 %). Einen Gesamtüberblick zeigt die Tabelle 7.

Tab. 7: Aneurysmatische Erkrankungen des Patientenkollektivs

Aneurysmatische Erkrankung in der Anamnese (86 Patienten)	Anzahl der Patienten	Angabe in %
<b>NA Leiste kontralateral</b>	31	36,0
<b>AAA</b>	11	12,8
<b>PA</b>	7	8,1
<b>NA P1-Segment</b>	4	4,7
<b>FA</b>	3	3,5
<b>Iliacales Aneurysma</b>	2	2,3

#### 4.1.4 Auftreten von Synchronaneurysmen im Untersuchungszeitraum

In der NAOR-Gruppe zeigten im Untersuchungszeitraum 54 Patienten (62,8 %) nur ein Nahtaneurysma, 17 Patienten (19,8 %) wiesen zwei Nahtaneurysmen auf und bei einem Patienten (1,2 %) entwickelten sich im Verlauf drei Nahtaneurysmen. In der NAMR-Gruppe bildeten 13 Patienten ein Rezidiv-Nahtaneurysma (15,1 %) aus und ein Patient (1,2 %) hatte zwei Rezidiv-Nahtaneurysmen. Im ganzen Patientenkollektiv wiesen 19 Patienten (22,1 %) Synchronaneurysmen auf. Ein Gesamtüberblick ist der Tabelle 8 zu entnehmen.

Tab. 8: Anzahl der Naht- und Synchronaneurysmen

Patientengruppe / Anzahl der Nahtaneurysmen	Anzahl der Patienten	Angabe in %
NAOR-Gruppe / 1 NA	54	62,8
NAOR-Gruppe / 2 NA	17	19,8
NAOR-Gruppe / 3 NA	1	1,2
NAMR-Gruppe / 1 NA	13	15,1
NAMR-Gruppe / 2 NA	1	1,2

## 4.2 Nahtaneurysma und gefäßchirurgische Voroperation

### 4.2.1 Primäroperationen

Nahtaneurysmen traten am häufigsten ( $n = 46$ ; 43,4 %) bei Z.n. Anlage einer aorto-bifemoralen Bifurkationsprothese auf. Bei 16 % der Patienten ( $n = 17$ ) bestand ein Z.n. Patchplastik in der Leistenregion. Bei 10,4 % ( $n = 11$ ) der Fälle lag ein Z.n. Anlage eines femoro-poplitealen P1 Prothesenbypasses vor (Abb. 21).

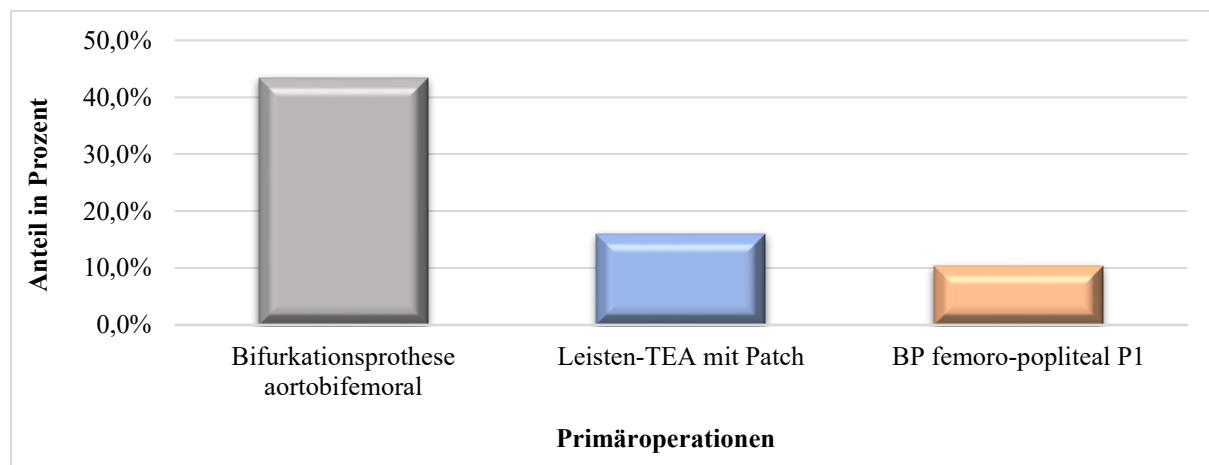


Abb. 21: Voroperationen entsprechend der Häufigkeit

Den Gesamtüberblick über die häufigsten Voroperationen zeigt Tabelle. 9. Falls vor Entwicklung eines Nahtaneurysmas zwei Voroperationen durchgeführt wurden, sind beide Voroperationen angegeben.

Tab. 9: Voroperationen

Voroperationen	Anzahl der NA	Angabe in %
<b>Bifurkationsprothese aortobifemoral</b>	46	43,4
<b>Patch Leiste</b>	17	16,0
<b>Bypass (BP) femoro-popliteal P1 (Prothese)</b>	11	10,4
<b>BP iliaco-femoral (Prothese)</b>	3	2,8
<b>BP femoro-femoral cross-over (Prothese)</b>	3	2,8
<b>BP femoro-crural auf A. tibialis anterior (ATA) (Prothese)</b>	3	2,8
<b>Patch im P1-Segment der A. poplitea</b>	2	1,9
<b>Patch A. carotis interna (ACI)</b>	2	1,9
<b>Bifurkationsprothese aortobifemoral / BP femoro-femoral cross-over (Prothese)</b>	2	1,9
<b>Bifurkationsprothese aortobifemoral / BP femoro-popliteal P1 (Prothese)</b>	2	1,9
<b>Interponat bei Femoralaneurysma</b>	2	1,9
<b>BP aorto-femoral (Prothese)</b>	2	1,9
<b>BP femoro-popliteal auf das P3-Segment der A. poplitea (P3) (Prothese)</b>	2	1,9
<b>BP femoro-crural / Patch Leiste</b>	1	0,9
<b>BP femoro-crural auf Truncus Tibiofibularis (TTF) mit Lintonpatch</b>	1	0,9
<b>BP femoro-crural auf ATA (composite BP)</b>	1	0,9
<b>BP femoro-popliteal P1 (Prothese) / Patch Leiste</b>	1	0,9
<b>Patch A. femoralis superficialis (AFS)</b>	1	0,9
<b>Patch A. iliaca communis (AIC)</b>	1	0,9
<b>Bifurkationsprothese (Anschluss links: A. femoralis (AF), rechts: AIC)</b>	1	0,9
<b>Bifurkationsprothese aortobiiliacal</b>	1	0,9
<b>Aneurysmorrhaphie mit Patch bei Aneurysma der A. femoralis communis (AFC)</b>	1	0,9
<b>Gesamt</b>	<b>106</b>	<b>100,0</b>

Aufgrund der hohen Anzahl der Betroffenen mit NA im Leistenbereich, wurden diese Patienten zusätzlich gesondert betrachtet. Hierbei ist die Häufigkeit der Voroperationen in der Tabelle 10 dargestellt. Die Leistenregion scheint somit prädestiniert zu sein.

Tab. 10: Voroperationen mit entwickeltem NA in der Leiste

Voroperationen mit NA in der Leiste	Anzahl der NA	Angabe in %
<b>Bifurkationsprothese aortobifemoral</b>	45	52,3
<b>Patch Leiste</b>	17	19,8
<b>BP iliaco-femoral</b>	3	3,5
<b>BP femoro-femoral cross-over (Prothese)</b>	3	3,5
<b>BP femoro-popliteal P1</b>	3	3,5
<b>Bifurkationsprothese aortobifemoral / BP femoro-femoral (Prothese)</b>	2	2,3
<b>Bifurkationsprothese aortobifemoral / BP femoro-popliteal P1 (Prothese)</b>	2	2,3
<b>BP aorto-femoral</b>	2	2,3
<b>Interponat bei Femoralaneurysma</b>	2	2,3
<b>BP femoro-popliteal P3</b>	2	2,3
<b>Aneurysmorrhaphie mit Patch bei Aneurysma der AFC</b>	1	1,2
<b>BP femoro-popliteal P1 / Patch Leiste</b>	1	1,2
<b>Bifurkationsprothese (Anschluss links: AF, rechts: AIC)</b>	1	1,2
<b>BP femoro-crural / Patch Leiste</b>	1	1,2
<b>BP femoro-crural auf ATA</b>	1	1,2
<b>Gesamt</b>	<b>86</b>	<b>100,0</b>

#### 4.2.2 Thrombendarteriektomie und primäre Operation

In der Untersuchungsgruppe wurde eine primäre lokale TEA bei 79 (74,5 %) sich später entwickelnden Nahtaneurysmen durchgeführt und bei 19 NA (17,9 %) nicht angegeben. Bei den restlichen acht Rekonstruktionen (7,5 %) konnte durch auswärtige Eingriffe die Durchführung einer TEA nicht eruiert werden.

#### 4.2.3 Zeitintervall von der primären Operation bis zur Entwicklung eines Nahtaneurysmas und eines Rezidivnahtaneurysmas

Das durchschnittliche Zeitintervall von der primären Gefäßrekonstruktion bis zur Entwicklung eines Nahtaneurysmas betrug 88,2 Monate (range: 4 - 279 Monate, Median = 76, SA: 44 Monate; Abb. 22).

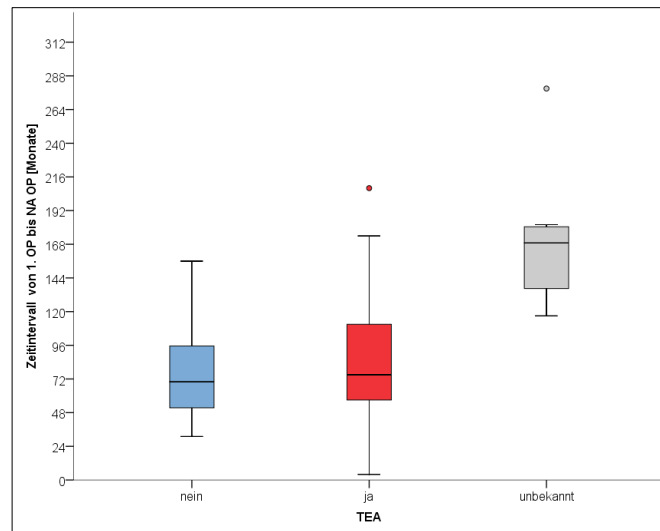


Abb. 22: Zeitintervall von der Primäroperation bis zur NA-Entwicklung  
(Legende: ◦ entspricht Ausreißer)

In der NAMR-Gruppe betrug das durchschnittliche Zeitintervall von der ersten Nahtaneurysma-OP bis zur Entwicklung eines Rezidivnahtaneurysmas 50,3 Monate (range: 4 - 120, Median = 40, SA: 39,2 Monate). Ein signifikanter zeitlicher Unterschied zwischen der gefäßchirurgischen Rekonstruktion und Entwicklung des NA und zwischen NA-Versorgung und Entwicklung des Rezidiv-Nahtaneurysmas ließ sich nicht nachweisen ( $p = 0,609$ ). Ebenfalls findet sich kein signifikanter Unterschied bezüglich des Zeitintervalls bis zur NA-Entwicklung und der Durchführung einer primären TEA ( $p = 0,316$ ; Tab. 11).

Tab. 11: Ausbildung von NA und Durchführung einer TEA

Durchführung einer TEA	Mittelwert (Monate)	SA (Monate)	Median (Monate)	Min (Monate)	Max (Monate)	p-TEA ja/nein
TEA ja	84,1	37,9	75	4	208	p = 0,316
TEA nein	74,3	31,8	70	31	156	
TEA unbekannt	171,3	53,6	169	117	279	

Bei den Nahtaneurysmen der Leistenregion beträgt das durchschnittliche Zeitintervall von der primären OP bis zur NA-Entwicklung 55,4 Monate (range: 21 - 101, Median = 49,5, SA: 22,3 Monate, Abb. 23) und von der NA-OP und Entwicklung eines Rezidiv-NA 51,6 Monate (range: 4 - 120, Median = 41,5, SA: 40,4 Monate). Ein signifikanter zeitlicher Unterschied zwischen NA-Entwicklung und Entwicklung eines Rezidiv-NA in der Leistenregion findet sich nicht ( $p = 0,683$ ). In der Gesamtgruppe mit einem NA in der Leistenregion findet sich ebenfalls kein

signifikanter Unterschied ( $p = 0,325$ ) bezüglich des Zeitintervalls bis zur NA-Entwicklung und der Durchführung einer TEA (Tab. 12). Letztere Beobachtung unterstreicht die Ergebnisse für alle Nahtaneurysmen jeglicher Lokalisation.

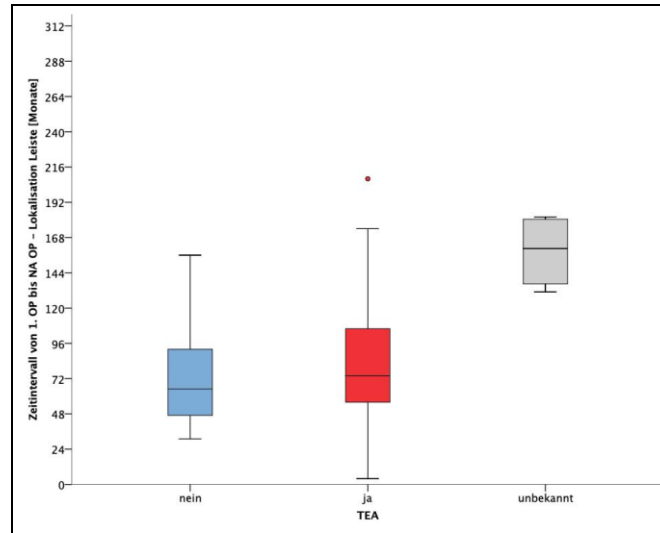


Abb. 23: Zeitintervall von der Primäroperation bis zur NA-Entwicklung in der Leiste  
(Legende: ◦ entspricht Ausreißer)

Tab. 12: Ausbildung von NA in der Leiste und Durchführung einer TEA

Durchführung einer Leisten-TEA	Mittelwert (Monate)	SA (Monate)	Median (Monate)	Min (Monate)	Max (Monate)	p-TEA ja/nein
TEA ja	81,3	36,6	74	4	208	p = 0,325
TEA nein	72,5	36,2	65	31	156	
TEA unbekannt	158,5	25,8	160,5	131	182	

Eine postoperative Infektion fand sich bei vier (3,8 %) NA. Ob die Infektion das zeitliche Intervall der NA-Ausbildung beeinflusst hat, lässt sich aufgrund der geringen Patientenzahl statistisch nicht nachweisen.

#### 4.2.4 Auftreten der Leisten-Nahtaneurysmen bei Z.n. Anlage einer aortobifemoralen Bifurkationsprothese

Bei insgesamt 45 Patienten des ganzen Kollektivs ist nach durchgeführter aortobifemoralen Bifurkationsprothese ein Nahtaneurysma im Leistenbereich aufgetreten. Nach 85 Monaten haben über 50 % aller Patienten in einem Beobachtungszeitraum von insgesamt 182 Monaten ein NA bekommen (Abb. 24). Aufgrund der Heterogenität der anderen Operationen konnte nur diese Gruppe statistisch ausgewertet werden.



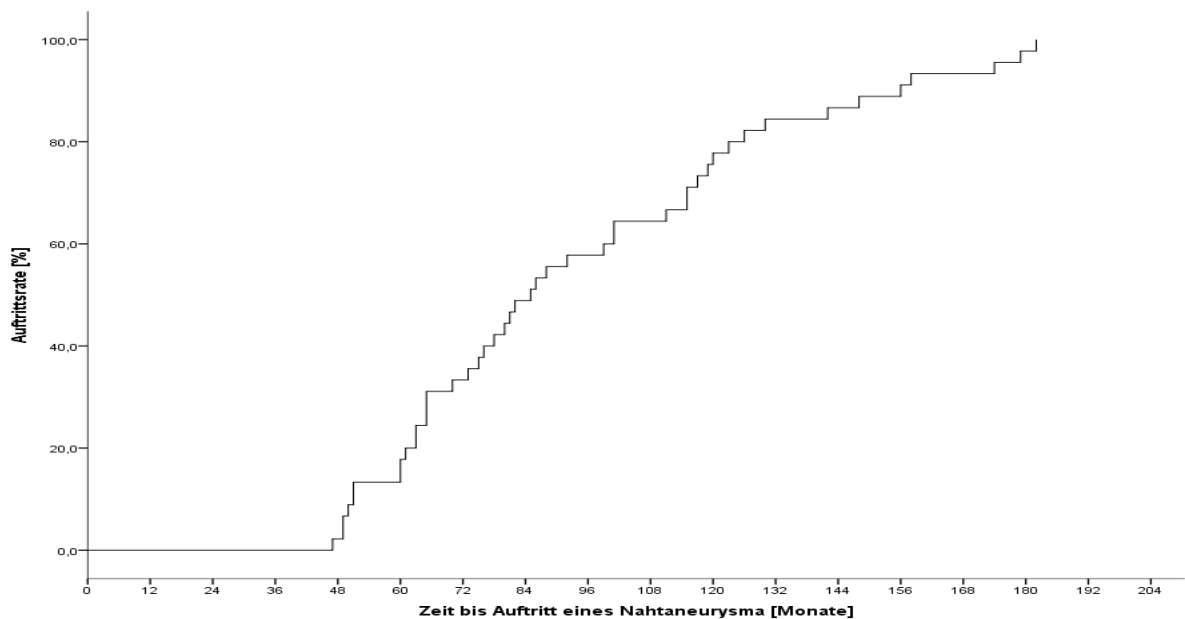


Abb. 24: Auftreten der Leisten-Nahtaneurysmen bei Z.n. Anlage einer aortobifemorale Bifurkationsprothese

#### 4.2.5 Einfluss des Gefäßersatzmaterials

Bei 59 entstandenen Nahtaneurysmen (55,7 %) wurde als Gefäßersatzmaterial primär Polyester verwendet. 20 Nahtaneurysmen (18,9 %) haben sich nach Nutzung von PUR-Patches entwickelt und 17 Nahtaneurysmen (16 %) nach ePTFE. Eine Kombination eines alloplastischen und autologen Materials (z.B. bei einem Linton-Patch) beschrieben fünf Operationsberichte (4,7 %). Eine Venenpatchplastik lag bei zwei Nahtaneurysmen (1,9 %) und ein xenogenes Transplantat bei einem Nahtaneurysma (0,9 %) vor. Bei 13 Nahtaneurysmen (12,3 %) konnte das Gefäßersatzmaterial nicht eruiert werden (Operation in auswärtiger Klinik, kein Operationsbericht). Bei einigen Nahtaneurysmen sind Mehrfachnennungen möglich welche sich aus dem Materialwechsel im Rahmen von Revisionseingriffen ergeben. Einen Überblick über die verwendeten Materialien zeigt die Abbildung 25.

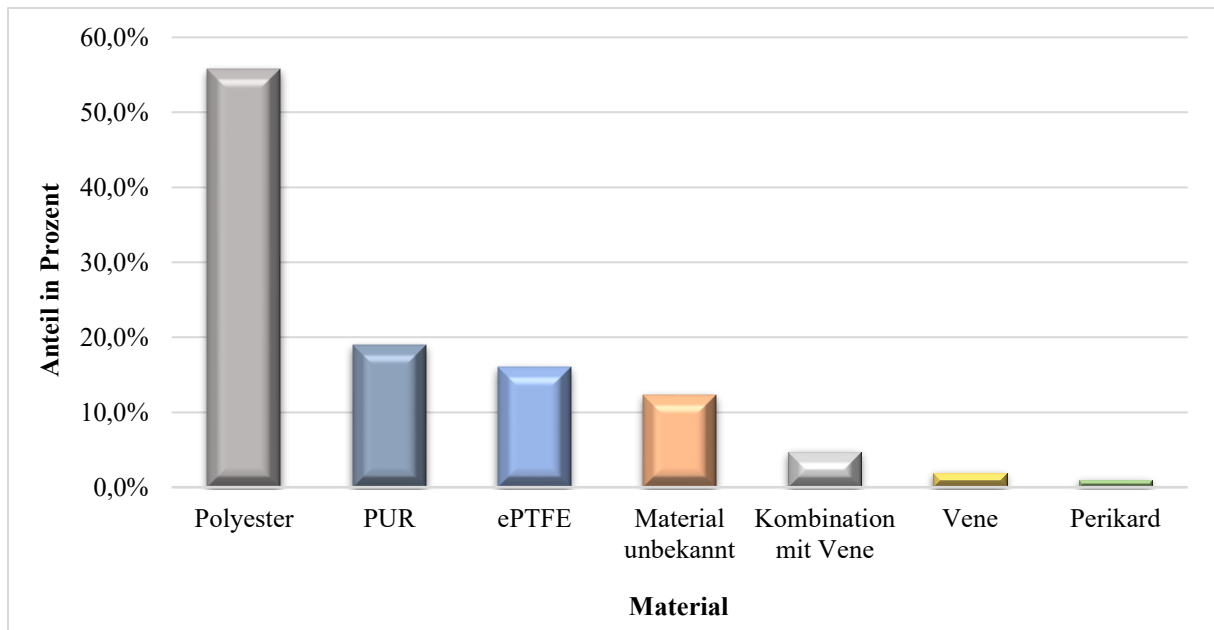


Abb. 25: Darstellung des verwendeten Gefäßersatzmaterials

#### 4.2.6 Komplikationsspektrum der Erstoperation

Keine postoperativen Komplikationen waren initial bei fast 68 Prozent der Primäreingriffe (die erste gefäßchirurgische Operation, keine NA-OP) beschrieben. In 9,4 % der Fälle (n = 10) ist eine operative Thrombektomie bei Rekonstruktionsverschluss notwendig gewesen. Operative Revisionen durch eine Verschlechterung der Gehstrecke erfolgten bei 4,7 % der Primäroperationen. Postoperative Hämatomausräumungen fanden bei 3,8 % des Patientenguts statt. Eine Lysetherapie nach Rekonstruktionsverschluss erfolgte in 2,8 % der Fälle. Ein Patient (0,9 %) entwickelte eine nicht revisionspflichtige Lymphozele und bei einem Erkrankten kam es zum Gefäßprothesenaustausch. Eine zusammenfassende Darstellung zeigt Tabelle 13. Von den auswärtigen Operationen waren keine Komplikationen mitgeteilt (n = 11; 10,4 %).

Tab. 13: Komplikationen nach der Primäroperation

postoperative Komplikationen nach Primäreingriff	Anzahl	Anteil in %
keine Komplikation	72	67,9
unbekannt	11	10,4
operative Thrombektomie bei Verschluss	10	9,4
Verschlechterung der arteriellen Verschlusskrankheit (AVK) mit operativer Revision	5	4,7
Hämatomausräumung	4	3,8
Lyse bei Verschluss	3	2,8
Lymphozele (nicht revisionspflichtig)	1	0,9
Prothesenwechsel	1	0,9

Ein signifikanter zeitlicher Unterschied bis zum Auftreten des NA bei Patienten mit lokalen Komplikationen und konsekutiver Wundrevision (z.B. Hämatomausräumung, operative Thrombektomie) und ohne Komplikation konnte nicht verifiziert werden ( $p = 0,971$ ).

### 4.3 Lokalisation

Die Hauptlokalisierung der Nahtaneurysmen bildete die Leistenregion ( $n = 86$ ; 81,1 %). Die zweithäufigste Region lokalisierte bei zehn Patienten (9,4 %) das P1-Segment der A. poplitea. Nahtaneurysmen der A. carotis interna, A. iliaca communis (AIC) und A. tibialis anterior (ATA) wurden jeweils bei zwei Patienten (1,9 %) diagnostiziert. Ein NA der Aorta, der A. femoralis superficialis (AFS), des Truncus tibiofibularis (TTF) und der Anastomose bei einem Composite-Bypass waren jeweils bei einem Patienten (0,9 %) aufgetreten. Die Lokalisationen zeigt Abbildung 26.

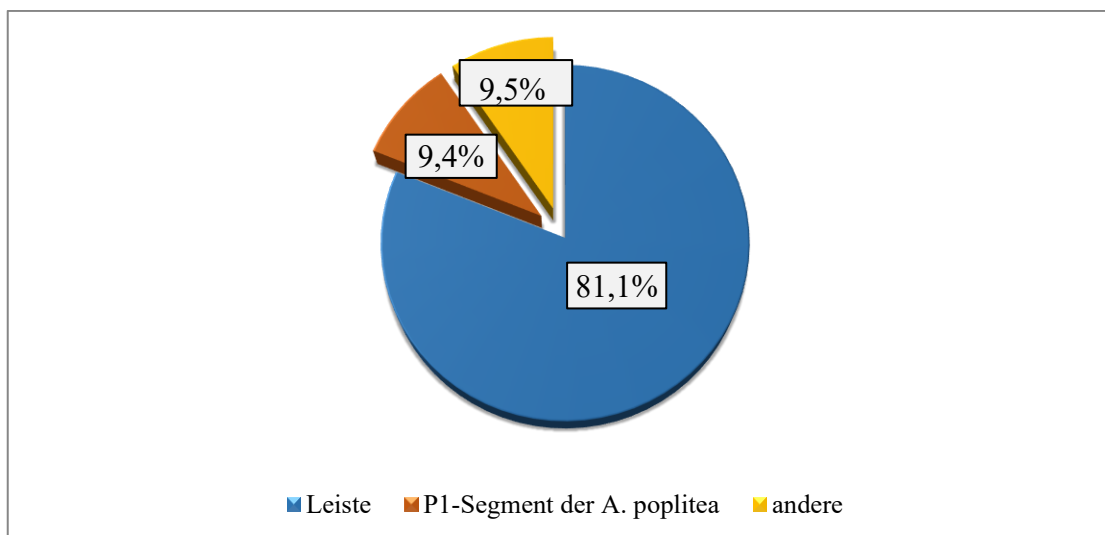


Abb. 26: Lokalisation der NA in der Untersuchungsgruppe

In der NAMR-Gruppe ( $n = 15$ ) sind ebenfalls fast alle Rezidive in der Leiste lokalisiert gewesen ( $n = 14$ ; 93,3 %), nur ein Patient (6,7 %) hatte einen Befund im Bereich des Truncus tibiofibularis (Abb. 27).

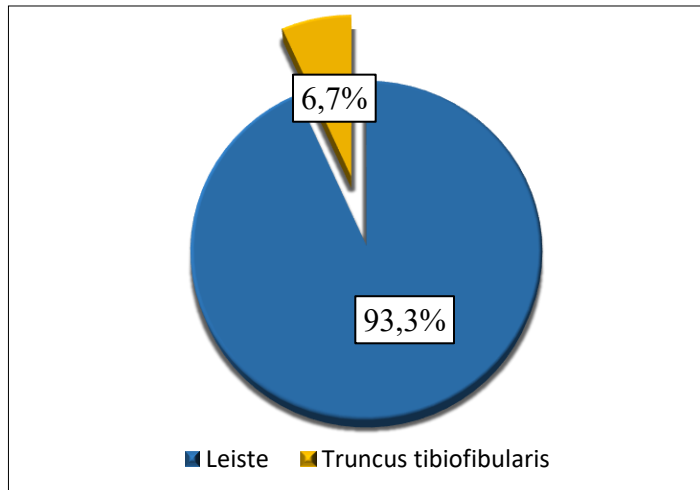


Abb. 27: Lokalisation der NA in der NAMR-Gruppe

#### 4.4 Symptomatik

Die Größenzunahme eines pulsierenden Tumors wurde in der Verlaufskontrolle bei 67 % der Nahtaneurysmen (n = 71) im Operationsnarbenbereich angegeben. 15 Nahtaneurysmen (14,2 %) fielen indirekt durch eine kritische Ischämie und acht NA (7,5 %) durch Verschlechterung der Gehstrecke auf. Bei 7,5 % (n = 8) der NA kam es zu einer gedeckten Ruptur. Vier NA (3,8 %) waren asymptomatische Zufallsbefunde. Jeweils in einem Fall (0,9 %) führte ein ischämischer Apoplex bzw. die Ruptur mit hämorrhagischem Schock zur Diagnose (Abb. 28). Mehrfachnennungen sind bei der Symptomatik möglich (Patienten geben z.B. einen Größenprogress mit Verschlechterung der AVK-Symptomatik an).

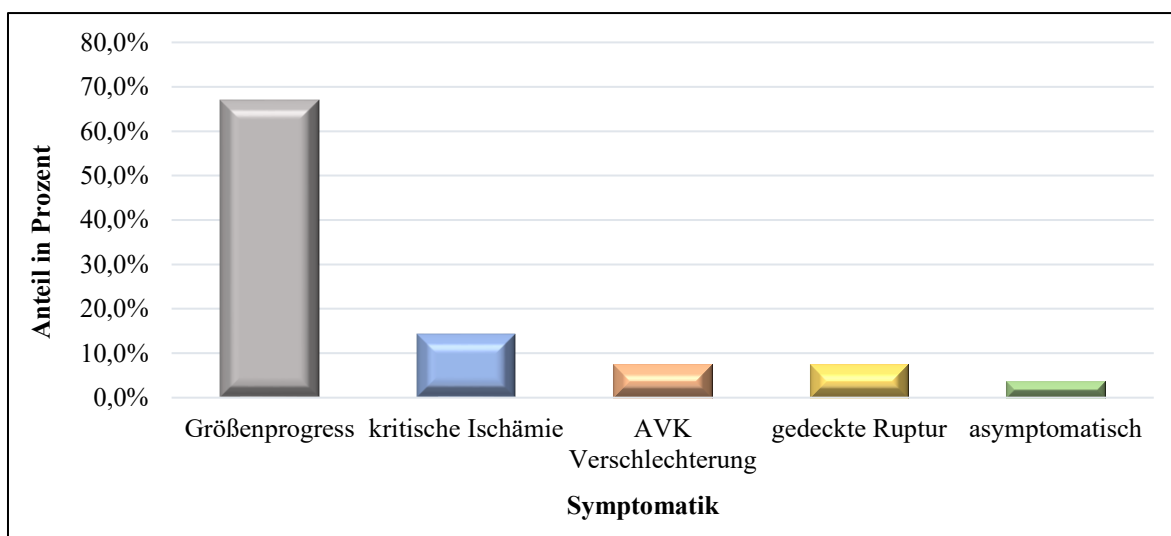


Abb. 28: Symptomatik der Nahtaneurysmen. Mehrfachnennungen sind möglich z.B. Größenprogress mit Verschlechterung der AVK-Symptomatik

## 4.5 Diagnostik

Die ambulante Ultraschallsonografie als Erstdiagnostik in der Gesamtgruppe erfolgte bei 16 NA (15,1 %). Eine MR-Angiografie, hauptsächlich wegen einer Stadienverschlechterung ambulant indiziert, wurde bei 43 NA (40,6 %) durchgeführt. Stationär, im Rahmen der präoperativen Vorbereitung, fand bei 55 NA (51,9 %) eine CTA statt. In 14 Fällen (13,2 %) zeigte sich ein Nahtaneurysma als Zufallsbefund im Rahmen der i.a. DSA. Ein NA als intraoperativer Zufallsbefund fand sich in fünf Fällen (4,7 %). Die reine Inspektion war nur bei einem Patienten (0,9 %) ausreichend. Bei 27 NA (25,4 %) wurden mehrere radiologische Untersuchungen durchgeführt, so dass Mehrfachnennungen auftreten. Eine Übersicht zeigt die Abbildung 29.

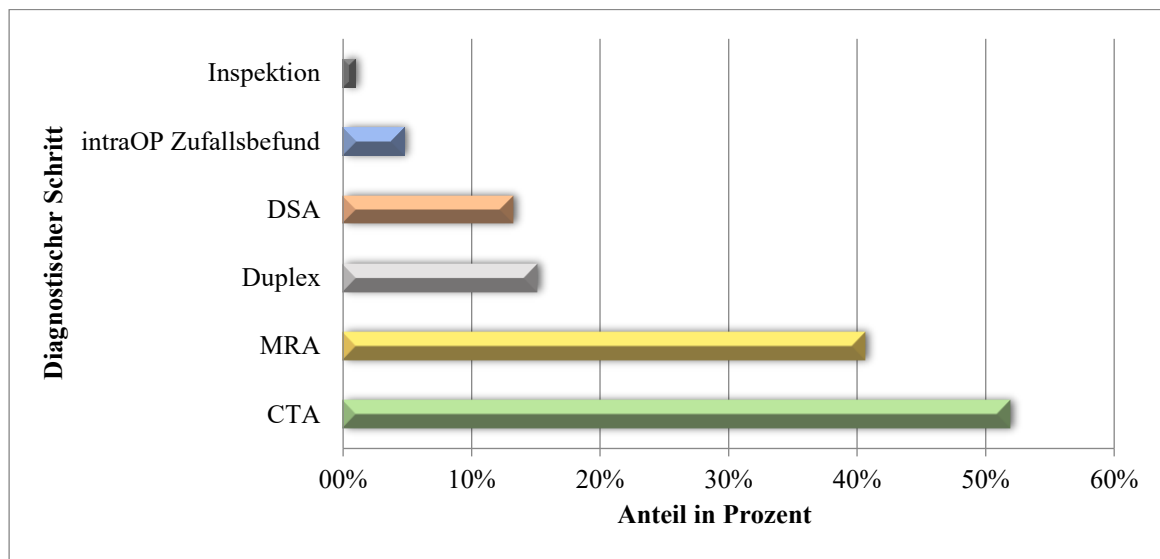


Abb. 29: Diagnostik der Nahtaneurysmen

## 4.6 Querdurchmesser der (Rezidiv-)Nahtaneurysmen

Der durchschnittliche Querdurchmesser (latero-lateral) der Nahtaneurysmen unabhängig der Lokalisation betrug 45,1 Millimeter (mm) (range: 16-110 mm, Median= 40 mm, SA: 22,6 mm). Der durchschnittliche Querdurchmesser der Rezidive lag bei 52,3 mm (range: 26–120 mm, Median= 41 mm, SA: 28,4 mm). Eine Übersicht zeigt die Abbildung 30 und 31.

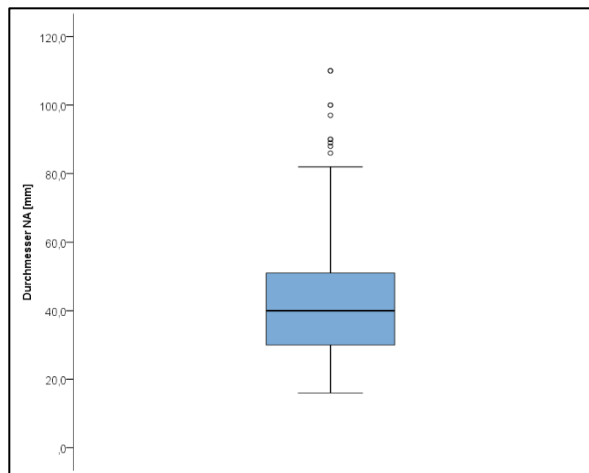


Abb. 30: Querdurchmesser aller NA

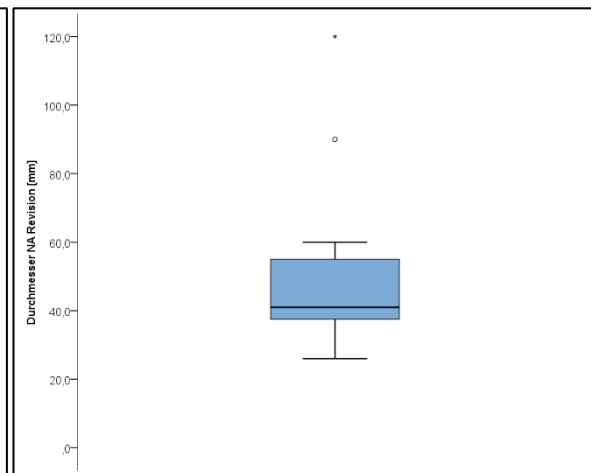


Abb. 31: Querdurchmesser der Rezidiv-NA

(Legende: ◦ entspricht Ausreißer, \* entspricht Extremwert)

Leisten-Nahtaneurysmen hatten eine durchschnittliche Größe von 46,4 mm (range: 22–110 mm, Median= 40 mm, SA: 22,9 mm). Die hier aufgetretenen Rezidive lagen bei 54,5 mm (range: 26–120 mm, Median= 42 mm, SA: 28,9 mm). Ein signifikanter Unterschied für die Leistenregion findet sich nicht ( $p = 0,34$ ).

#### 4.7 Operationsindikation/-zeitpunkt

90 Nahtaneurysmen (84,9 %) wurden elektiv operiert. Eine dringliche OP-Indikation (innerhalb von 24 Stunden nach der Diagnosestellung) erfolgte in fünf Fällen (4,7 %). Elfmal (10,4 %) führten wir eine notfallmäßige Operation durch.

#### 4.8 Rekonstruktionsmethoden der Nahtaneurysmen

##### 4.8.1 Versorgung der Nahtaneurysmen

In der Untersuchungsgruppe (NA-Gruppe) kam ein Interponat bei der primären Nahtaneurysmaversorgung als Gefäßrekonstruktionsmethode in der Mehrzahl der Fälle ( $n = 48$ ; 45,3 %) zum Einsatz. 26 NA (24,5 %) versorgten wir mittels Aneurysmorrhaphie mit Patch und in 20 Fällen (18,9 %) kam eine reine Aneurysmorrhaphie zur Anwendung. Eine interventionelle Behandlung erfolgte bei 12 NA (11,3 %).

In der NAMR-Gruppe (n = 15) wurde die erste operative Versorgung bei sieben Patienten (46,7 %) mit Aneurysmorrhaphie, in sechs Fällen (40 %) mittels Aneurysmorrhaphie mit Patch und bei zwei Patienten (13,3 %) mittels Interponat durchgeführt. Bei der Auswertung der Rekonstruktionsmethoden in der NAMR-Gruppe war im Rahmen der Versorgung der Rezidivnahtaneurysmen die Interponatanlage bei 12 Patienten (80 %) die Methode der Wahl. Jeweils ein Patient erhielt Aneurysmorrhaphie, Aneurysmorrhaphie mit Patch oder eine endovaskuläre Behandlung (6,7 %; Abb.32).

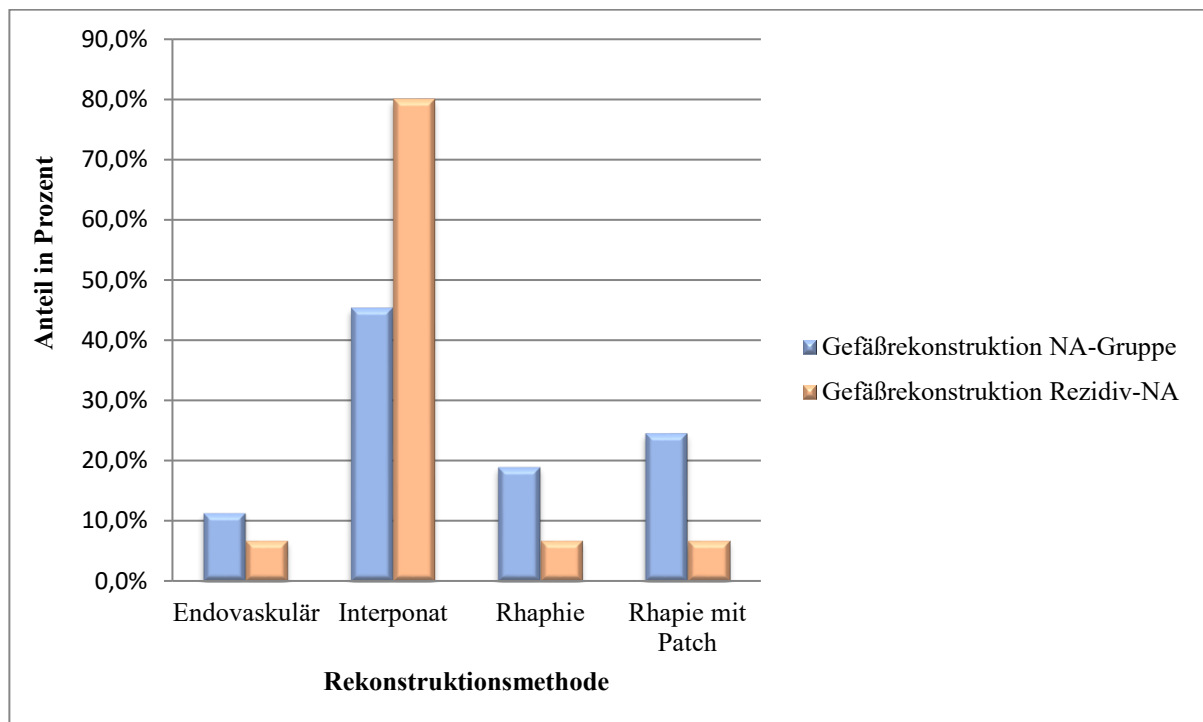


Abb. 32: Rekonstruktionsmethoden der Nahtaneurysmen

#### 4.8.2 Rekonstruktionsmethoden unter Berücksichtigung unterschiedlicher Lokalisationen

Die Nahtaneurysmen der ACI (n = 2) sind jeweils mittels Interponat bzw. endovaskulär rekonstruiert worden. Zur Versorgung eines aortalen Nahtaneurysmas kam ein Interponat zum Einsatz. Beide NA der A. iliaca communis behandelten wir endovaskulär. Im Leistenbereich erfolgte bei 44 NA (51,2 %) eine Interponatanlage, bei 17 NA (19,8 %) eine Aneurysmorrhaphie und bei 25 NA (29,1 %) eine Aneurysmorrhaphie mit Patch. Das NA der A. femoralis superficialis erfuhr eine endovaskuläre Versorgung. Die NA der A. poplitea im P1-Segment wurden achtmal (80 %) endovaskulär und zweimal (20 %) mittels Interponat behandelt. Die Therapie des NA an der Anastomosenstelle zwischen Vene und Prothese bei

einem Composite Bypass beinhaltete eine Aneurysmorrhaphie. Diese Methode kam auch bei NA im Bereich des Truncus tibiofibularis und der A. tibialis anterior zur Anwendung. Einen Gesamtüberblick der Rekonstruktionsmethoden ist in Tab. 14 dargestellt.

Tab. 14: Rekonstruktionsmethoden in unterschiedlichen Lokalisationen

Lokalisation	Endovaskulär		Interponat		Rhapie		Rhapie mit Patch	
	Anzahl/Anteil in %		Anzahl/Anteil in %		Anzahl/Anteil in %		Anzahl/Anteil in %	
	N	%	N	%	N	%	N	%
ACI	1	50,0	1	50,0	0	0,0	0	0,0
AFS	1	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
AIC	2	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aorta	0	0,0	1	100,0	0	0,0	0	0,0
ATA	0	0,0	0	0,0	1	50,0	1	50,0
Leiste	0	0,0	44	51,2	17	19,8	25	29,1
P1-Segment	8	80,0	2	20,0	0	0,0	0	0,0
Anastomosenstelle (Vene / Prothese bei Composite-BP)	0	0,0	0	0,0	1	100,0	0	0,0
TTF	0	0,0	0	0,0	1	100,0	0	0,0

Die unterschiedlichen Therapiemethoden der zwei häufigsten Lokalisationen der NA (Leistenregion, P1-Segment) veranschaulicht die Abbildung 33.

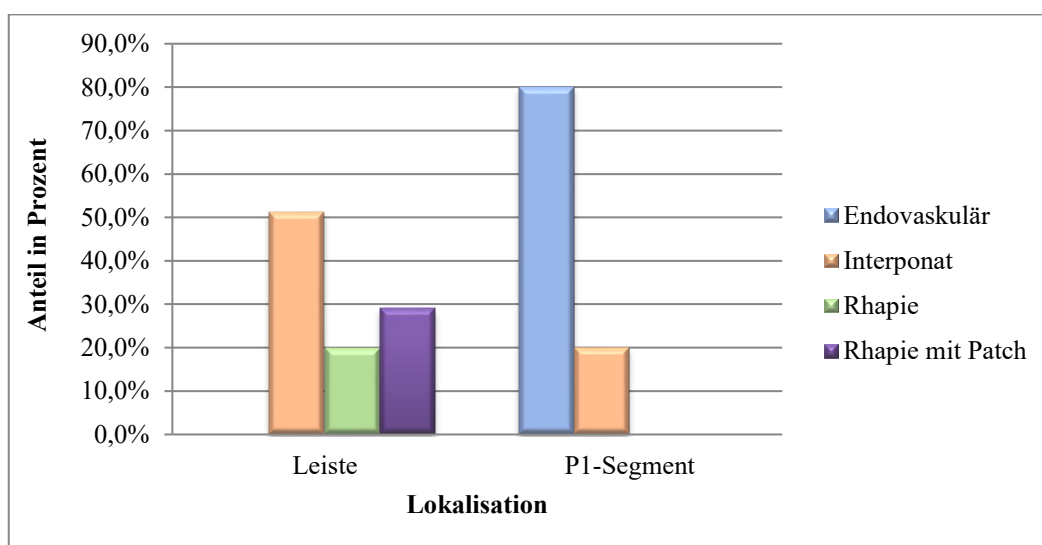


Abb. 33: Rekonstruktionsmethoden in der Leiste und im P1-Segment



### 4.8.3 Rekonstruktionsmethoden in der Leiste bei Rezidivnahtaneurysmen

In der NAMR Gruppe wurde bei Versorgung der primären Leisten-NA (n = 14) bei zwei NA (14,3 %) ein Interponat verwendet und Aneurysmorrhaphie bzw. Aneurysmorrhaphie mit Patch bei jeweils sechs NA (42,9 %) durchgeführt (Abb. 34).

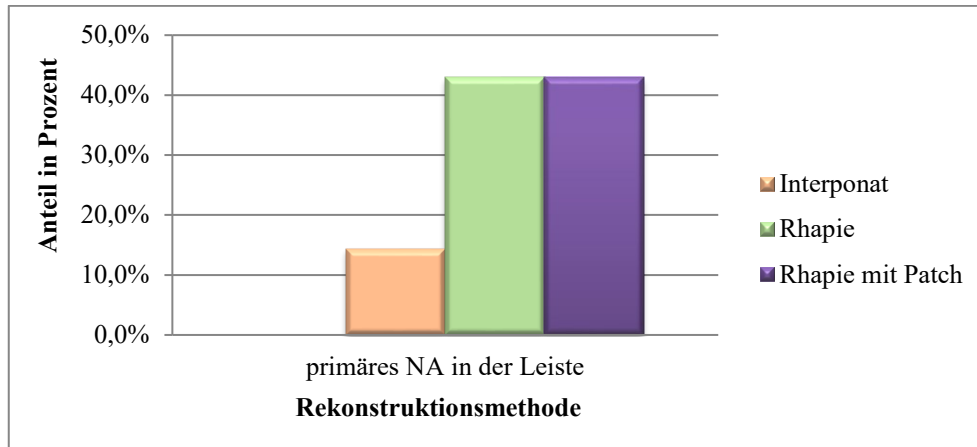


Abb. 34: Rekonstruktionsmethoden der primären Leistennahtaneurysmen der NAMR-Gruppe

Bei der operativen Versorgung der Rezidiv-NA in der Leistenregion war ein Interponat Therapie der Wahl (12 Patienten, 85,7 %). Bei jeweils einem NA (7,1 %) erfolgte bei dem Rezidiv eine operative Versorgung mittels Aneurysmorrhaphie bzw. Aneurysmorrhaphie mit Patch (Abb. 35).

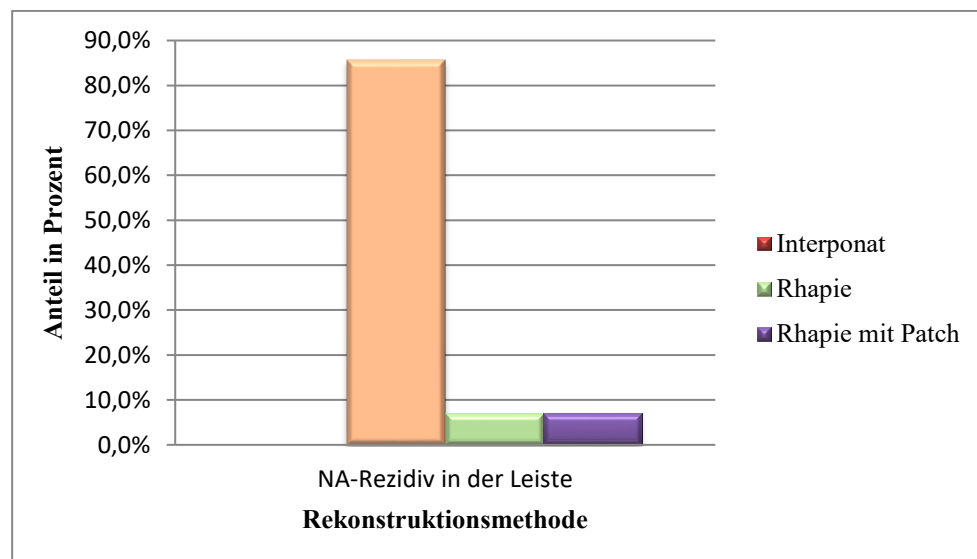


Abb. 35: Rekonstruktionsmethoden der Rezidiv-Leistennahtaneurysmen der NAMR-Gruppe

#### 4.8.4 Vergleich der Rekonstruktionsmethoden hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit einer Rezidiventwicklung bei Nahtaneurysmen in der Leiste

Die Aneurysmorrhaphie hat eine signifikant ( $p = 0,006$ ) 11,45-fach höhere Wahrscheinlichkeit für ein Rezidiv im Vergleich zum Interponat. Bei der Aneurysmorrhaphie mit Patchverwendung besteht ebenfalls eine signifikant ( $p = 0,026$ ) 6,63-fach höhere Wahrscheinlichkeit einer Rezidiventwicklung verglichen mit einem Interponat. (Tab. 15).

Tab. 15: Wahrscheinlichkeit einer Rezidiventwicklung unter Beachtung der Rekonstruktionsmethode

Gefäßrekonstruktion/Leiste	p	Odds Ratio	95 %-KI für Odds Ratio	
Aneurysmorrhaphie	0,006	11,455	2,026	64,775
Aneurysmorrhaphie mit Patch	0,026	6,632	1,224	35,924

#### 4.9 Postoperative Komplikationen nach der Nahtaneurysmaversorgung

Im postoperativen Verlauf des ganzen Patientenkollektivs gab es in über der Hälfte der NA-Behandlungen ( $n = 60$ ; 56,6 %) keine Komplikationen. In der NAOR-Gruppe ( $n = 91$ ) wurden 79 NA (87 %) offen operiert und 12 NA (13 %) endovaskulär versorgt. In der NAMR-Gruppe ( $n = 15$ ) erfolgte eine operative Versorgung bei 14 NA (93,3 %) und ein Rezidivnahtaneurysma (6,7 %) wurde endovaskulär behandelt. Bei den endovaskulär versorgten Patienten kam es zu keiner lokalen Komplikation. In der NAMR-Gruppe wurden die Komplikationen nach der primären NA-Versorgung ausgewertet. Die häufigste Komplikation war eine nicht operationspflichtige Lymphozele ( $n = 22$ ; 20,8 %). In neun Fällen (8,5 %) musste eine Hämatomausräumung durchgeführt werden. Eine postoperative Infektion mit Explantation des alloplastischen Materials war in vier Fällen (3,8 %) notwendig. Die 30 Tage Mortalität betrug in der NA-Gruppe 2,8 % (drei Patienten). Eine operative Revision einer Lymphozele, Majoramputation, sowie eine operationspflichtige Wundrevision bei Wundrandnekrose ist jeweils in drei Fällen (2,8 %) aufgetreten. Einen Gesamtüberblick stellt die Tabelle 16 dar.

Tab. 16: Postoperative Komplikationen

Postoperative Komplikationen nach NA-OP	Anzahl (n)	Anteil in %
keine Komplikationen	60	56,6
Lymphozele ohne OP	22	20,8
Hämatomausräumung	9	8,5
postoperative Infektion mit Explantation des alloplastischen Materials	4	3,8
Exitus (30 Tage Mortalität)	3	2,8
Lymphozele mit OP	3	2,8
Majoramputation	3	2,8
Wundrandnekrose mit OP	3	2,8
Akuter Myokardinfarkt	2	1,9
Diarrhöe (Antibiotika bedingt)	1	0,9
hämorrhagischer Schock	1	0,9
Pneumonie	1	0,9
Thrombektomie bei Verschluss	1	0,9
Wunddehiszenz mit operativer Revision	1	0,9
*Mehrfachnennungen möglich		

Hinsichtlich der lokalen Komplikationen, bei denen eine erneute operative Revision der Wunde notwendig war (z.B. Hämatomausräumung, Thrombektomie bei Verschluss), bestand kein signifikanter Unterschied zwischen der NAOR und NAMR-Gruppe ( $p = 0,758$ , Tab. 17).

Tab. 17: Lokale postoperative Komplikationen

Lokale Komplikationen nach NA-OP	NAOR-Gruppe		NAMR-Gruppe		p
	N	%	N	%	
Ja	15	16,5	2	13,3	0,758
Nein	76	83,5	13	86,7	

Bei Auswertung der Komplikationsrate hinsichtlich der Indikationsstellung bestand bei den Notfalleingriffen eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit einer postoperativen Komplikation ( $p = 0,038$ , Tab. 18).

Tab. 18: Komplikationsrate bei unterschiedlicher Indikationsstellung

Komplikation nach NA-OP	Notfall		Elektiv/Dringlich		p
	N	%	N	%	
Ja	8	72,7	38	40,0	0,038
Nein	3	27,3	57	60,0	
Gesamt	11	100,0	95	100,0	

#### 4.10 Durchgängigkeitsraten der Rekonstruktionen im Leistenbereich

Aufgrund der heterogenen Lokalisationen und der Eingriffsanzahlen konnte nur der Leistenbereich ausgewertet werden. Zur Darstellung der Durchgängigkeitsraten der Leistenrekonstruktionen wurde die primäre Offenheit der Interponate und der Aneurysmorrhaphien mit/ohne Patch berechnet. Auch musste wegen des nicht ausreichenden Datenmaterials auf die Auswertung der primär assistierten, der sekundären Offenheitsraten, sowie der Rhapsie/Interponat Vergleich unter Berücksichtigung des unterschiedlichen Run-offs verzichtet werden. Insgesamt wiesen 35 Interponate bei einer medianen Nachbeobachtungszeit von 29 Monaten eine primäre Offenheitsrate von 90,6 % nach 60 Monaten auf. In 20 Fällen war der Run-off nur über die A. profunda femoris und bei den restlichen 15 OP's über die APF mit AFS bzw. mit einem bereits vorbestehenden Bypass vorhanden. Die primäre Offenheitsrate bei den 21 Aneurysmorrhaphien mit/ohne Patch betrug 33,2 % nach 60 Monaten (mediane Nachbeobachtungszeit 71 Monate). 12 Aneurysmorrhaphien hatten einen Ausstrom über die APF und neun über die APF mit AFS oder einem Bypass. Bei allen Leistenrekonstruktionen (Interponaten und Aneurysmorrhaphien) zeigte sich eine primäre Offenheit nach 60 Monaten von 61,5 % (mediane Nachbeobachtungszeit 32 Monate; Abb. 36). Es wird ein signifikanter Unterschied der primären Offenheitsraten zwischen Interponaten und Aneurysmorrhaphien sichtbar ( $p = 0,001$ ). Die Offenheitsraten der Rekonstruktionen verifizierten wir mittels Doppler-, Duplexsonografie bzw. mittels MRA/CTA oder DSA.

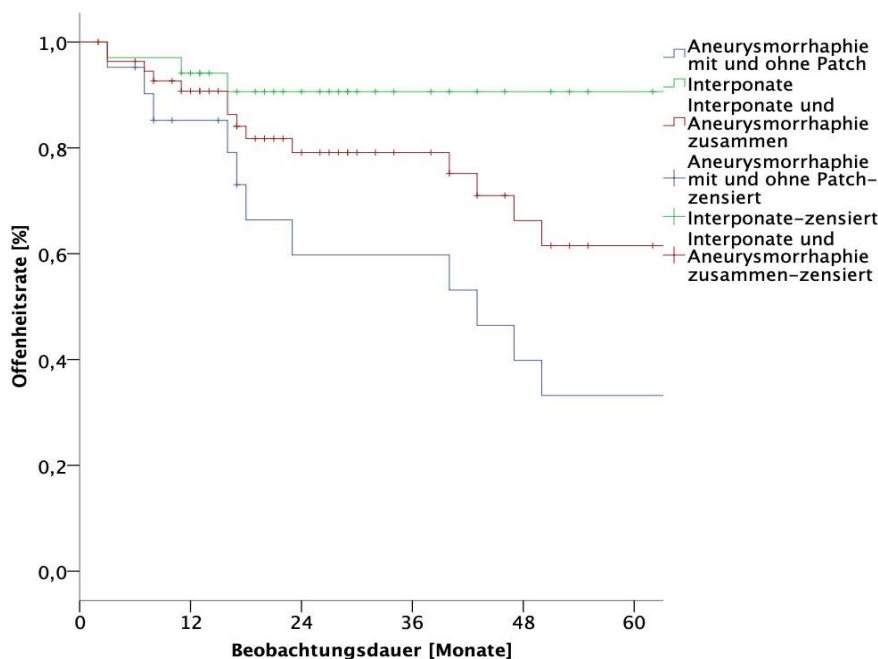


Abb. 36: Durchgängigkeitsraten der Leistenrekonstruktionen

## **5 Diskussion**

In der vorliegenden Arbeit erfolgte eine retrospektive Analyse interventionell und operativ behandelter Nahtaneurysmen. Hierzu diente die Auswertung des Aktenmaterials der gefäßchirurgischen Klinik des Klinikums Magdeburg gGmbH. Insgesamt wurden 86 Patienten mit 106 Nahtaneurysmen im Zeitraum vom 01.04.2010 bis 01.09.2016 versorgt.

### **5.1 Demografische Daten**

In der Untersuchungsgruppe mit einem durchschnittlichen Alter von 65,9 Jahre waren vorwiegend männliche Patienten betroffen (91,5 %), der weibliche Anteil betrug nur 8,5 %. Das durchschnittliche Alter der Männer belief sich auf 65,6 Jahre und der Frauen auf 69,1 Jahre. Ein signifikanter Altersunterschied zwischen beiden Geschlechtern bestand nicht ( $p = 0,475$ ). Die erhobenen Daten sind mit anderen Studien vergleichbar, in denen der männliche Anteil mit 80 bis 93 % bzw. der weibliche mit 7 bis 20 % beschrieben worden ist. Das Durchschnittsalter ist auch mit den Literaturangaben (62,8-66,4 Jahre) übereinstimmend [12, 13, 15, 52, 54].

### **5.2 Komorbidität des Patientenkollektivs**

Die arterielle Hypertonie war die häufigste Nebendiagnose (79,1 %) im Patientenkollektiv. Über die Hälfte der Patienten (52,3 %) wiesen ein Nikotinabusus auf. 45,3 % der Patienten hatten eine KHK. Die COPD wurde bei fast jedem dritten Patienten (29,1 %) und die HLP bei fast jedem vierten Patienten (23,3 %) diagnostiziert. Eine therapeutische OAK (Cumarine, NOAK) lag bei 22,1 % der Patienten vor.

Dass vorwiegend Patienten mit aHT, Nikotinabusus und KHK vertreten sind, begründet sich durch das atherogene Risikoprofil. Arterielle Hypertonie, Nikotinabusus und HLP stellen sichere Risikofaktoren zur Entwicklung einer Arteriosklerose dar [23]. Die aHT gilt weiterhin als eigenständiger Risikofaktor für die Entstehung des NA in der Literatur. Zudem sind Patienten, die eine periphere arterielle Verschlusskrankheit haben, auch häufig an einer KHK erkrankt, was die hohe Inzidenz erklärt [23]. Der relativ hohe Anteil der COPD-Patienten (29,1 %) begründet sich aus dem Nikotinabusus im untersuchten Patientengut und ist ein Hauptrisikofaktor der COPD [33].

Bei nahezu ein Viertel der Patienten (22,1 %) bestand eine therapeutische OAK. Eine intensive postoperative Antikoagulation begünstigt eine aneurysmatische Entwicklung [32, 42]. Eine starke Antikoagulation, vorwiegend in der frühen postoperativen Phase, behindert die Einheilung der Prothese und fördert die Entwicklung einer Lymphfistel. Aufgrund dessen ist auch das Risiko einer postoperativen Infektion erhöht [32]. Eine Hernienerkrankung wurde bei 15,1 % der Patienten nachgewiesen. Diese lässt sich als Ausdruck einer Gewebeschwäche deuten [38]. Dahingehend wäre zukünftig eine histologische/biochemische Untersuchung der betroffenen arteriellen Gefäßwand sinnvoll, um eine definitive Gewebsschwäche aufzudecken. Eine Korrelation zwischen Diabetes und NA fand sich in der Studie von Schellack et al. nicht [57]. Ein genauer Vergleich zu anderen Studien ist aufgrund des unterschiedlichen Studiendesigns und der jeweiligen Heterogenität des Patientenkollektivs nicht konsequent möglich gewesen. In der Studie von Di Marzo et al. wurden nur die Patienten mit Leistennahtaneurysmen ausgewertet [15]. Dabei hatten 90 % der Patienten einen Nikotinabusus, 63,3 % eine arterielle Hypertonie, 36,6 % eine COPD, 33,3 % ein Zustand nach Myokardinfarkt sowie 26,7 % der Patienten eine cerebrovaskuläre Insuffizienz. Bei Mulder et al. wiesen anamnestisch 47 % der Patienten eine arterielle Hypertonie, 24,4 % einen Myokardinfarkt, 22 % COPD, 18 % chronische Niereninsuffizienz und 14 % eine cerebrovaskuläre Ischämie auf [47]. Zusammenfassend ist die Komorbidität in der vorliegenden Arbeit analog zu anderen Studien [12, 24, 54].

Aufgrund der retrospektiven Auswertung des Patientenkollektivs konnte eine klare Definition der sicheren Risikofaktoren für die NA-Manifestation nicht verlässlich bestimmt werden. Eine multivariate Analyse war über die univariate Analyse der deskriptiv-statisch eruierten und statistisch verglichenen Einflussfaktoren hinaus nicht möglich, da eine Kontrollgruppe ähnlichen gefäßchirurgischen Eingriffsprofils fehlte und die diagnosespezifisch ausgerichtete konsekutive Patientenkohorte des postoperativ entstandenen NA im Vordergrund stand.

### **5.3 Synchronität der Nahtaneurysmen und aneurysmatische Erkrankungen in der Anamnese**

In der NAOR-Gruppe erlitten im angegebenen Zeitraum jeder fünfte Patient (19,8 %) zwei NA und ein Patient (1,2 %) entwickelte drei NA an unterschiedlichen Lokalisationen. In der NAMR-Gruppe ließen sich bei einem Patienten (1,2 %) zwei NA nachvollziehen. Bei Auswertung des gesamten Patientenkollektivs sind bei insgesamt 19 Patienten (22,1 %)

Synchronaneurysmen aufgetreten. In einer Studie von Millili et al. wurden bei 57,9 % der untersuchten Patienten Synchronaneurysmen in einem Beobachtungszeitraum von 19 Jahren nachgewiesen [44]. Bei Gaylis et al. wiesen Synchronaneurysmen 50 % der Patienten in einem Beobachtungszeitraum von 25 Jahren auf [19]. Dass in den Studien von Millili und Gaylis der prozentuale Anteil der Synchronaneurysmen deutlich größer im Vergleich zur vorliegenden Arbeit ausfiel, liegt am längeren Beobachtungszeitraum. Hierdurch wird bestätigt, dass die Inzidenz der Nahtaneurysmen und somit auch Synchronnahtaneurysmen mit dem Beobachtungszeitraum steigt [42]. Weiterhin kann dies auf eine Tendenz zur generalisierten dilatativen Arteriopathie hinweisen.

Im gesamten Patientenkollektiv hatte über die Hälfte der Patienten (54,7 %) anamnestisch eine zusätzliche aneurysmatische Erkrankung. Am häufigsten war ein NA der kontralateralen Leiste mit 36 % vertreten. Die zweithäufigste aneurysmatische Erkrankung war AAA mit 12,8 %, gefolgt von Poplitealaneurysma mit 8,1 %.

Bei Patienten mit einem zusätzlichem NA ließ sich zwischen NAOR und NAMR-Gruppe ein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Auftretens eines Rezidivs nachweisen ( $p = 0,029$ ), was bedeuten könnte, dass die Nahtaneurysmen der Ausdruck einer systemischen dilatativen Erkrankung sind. Darüber hinaus ist eine ambulante gefäßmedizinische postoperative Nachsorge mit Untersuchung aller Gefäßareale notwendig, um frühzeitig Rezidive aufzudecken.

## **5.4 Nahtaneurysmen und gefäßchirurgische Voroperationen**

### **5.4.1 Gefäßchirurgische Primäroperation**

Im untersuchten Patientenpool traten die NA in absteigender Häufigkeit auf: Die Verteilungen waren in 43,4 % bei Z.n. Anlage einer aortobifemoralen Prothese, in 16 % bei Z.n. Femoralispatchplastik und in 10,4 % bei Z.n. Anlage eines femoro-poplitealen P1 Prothesenbypasses beobachtet worden. Die separate Auswertung der Leistennahtaneurysmen ergab am häufigsten ein Z.n. Anlage einer Bifurkationsprothese in 58,1 %. In der Literatur wird letzteres bestätigt [15, 41]. Dennis et al. beschreiben 61 % [13]. Harnoss et al. geben bei dieser Voroperation 42 % an und nach Anlage eines aortofemoralen Bypasses 12 % [21].

Als Ursachen der hohen Inzidenz werden diskutiert die Lokalisation im Beugungssegment (Leistenbereich), das Vorhandensein einer gelenküberschreitenden Anastomose und die Verwendung von Polyester als Gefäßersatzmaterial mit der größten Dilatationstendenz [32, 43, 55].

#### **5.4.2 Zeitintervall bis zur Sanierung des (Rezidiv-)Nahtaneurysmas und Abhängigkeit von der Durchführung einer TEA**

Bei fast drei Viertel aller Patienten (74,5 %) wurde eine TEA durchgeführt. In 7,5 % der Eingriffe konnte das Verfahren nicht eruiert werden. Das durchschnittliche Zeitintervall von der Primäroperation bis zur Entwicklung eines Nahtaneurysmas betrug 88,2 Monate und der Entwicklung eines NA-Rezidivs 50,3 Monate für alle Lokalisationen. Ein signifikanter zeitlicher Unterschied zwischen Primärnahtaneurysma und Rezidiv ließ sich nicht nachweisen ( $p = 0,609$ ). Auch ist kein zeitlicher Unterschied unter Berücksichtigung einer TEA vorhanden ( $p = 0,316$ ).

Für die Leistennahtaneurysmen betrug das durchschnittliche Zeitintervall der Entstehung 55,4 Monate und zwischen NA-OP und Rezidiv 51,6 Monate ohne signifikanten Unterschied ( $p = 0,683$ ). Auch hier hatte die TEA keinen Einfluss ( $p = 0,325$ ).

In der Literatur ist die TEA als Risikofaktor beschrieben [4, 15, 57]. Dahingehend ließe sich mutmaßen, dass weniger die Desobliteration als vielmehr die Schwäche der Gefäßwand relevanter in Hinblick auf die Entwicklung eines NA ist. Wie oben bereits angeführt, wäre zukünftig eine histologische Untersuchung mit spezifischen Biomarkern der Gefäßwand wegweisend [22, 36, 39].

In der Literaturrecherche erstrecken sich die Zeitintervalle von der Primäroperation bis zur NA-Entwicklung von 2,1 Jahre bis auf 15 Jahre, was sich mit den Arbeitsergebnissen deckt [13, 15, 25, 62, 65]. Die Nahtaneurysmen im aortalen und iliakalen Bereich entstehen nach einem längeren Zeitraum [42]. Bössow et al. und Hyhlik-Dürr et al. beschreiben bei diesen Lokalisationen 12 bzw. 15 Jahren [6, 25]. Inzidenz und Zeitintervall werden jedoch durch aufwändigere Diagnostik (CT versus Sonographie) aufgrund der anatomischen Lokalisation beeinflusst.



In älteren Studien sind die Zeitintervalle der Nahtaneurysmaentwicklung kürzer. Ursächlich diskutiert werden die Fortentwicklung mit Verbesserung des Naht- und Prothesenmaterials. Die Zeitintervalle zum Rezidiv-NA sind sowohl in der Literatur als auch in der vorliegenden Arbeit kürzer, welches sich durch eine vorgeschädigte Gefäßwand im Rahmen (i.R.) der Voroperation begründen lässt. In unserer Patientengruppe findet sich der Unterschied im Median aber nicht als signifikant. Sigala et al. geben bis zur Entwicklung eines Rezidiv-NA im Leistenbereich von 39 Monate an [62].

Eine postoperative Infektion verkürzt den Zeitraum [12, 21, 62]. Aufgrund der geringen Patientenzahl mit postoperativen Infektionen im Untersuchungskollektiv konnte diesbezüglich keine repräsentative Auswertung erfolgen. In der Literatur wird darauf hingewiesen, Nahtrupturen im Rahmen der Infektion von Nahtaneurysmen abzugrenzen [11]. Das Nahtaneurysma ist eine Spätkomplikation der offenen Gefäßchirurgie welches sich auch in den Entwicklungszeiträumen der vorliegenden Arbeit nachweisen lässt.

### **5.4.3 Gefäßersatzmaterial bei den Voroperationen**

Bei mehr als der Hälfte der Nahtaneurysmen (55,7 %) wurde als primäres Gefäßersatzmaterial Polyester verwendet. PUR-Patch und ePTFE sind bei 18,9 % bzw. 16 % der Rekonstruktionen verwendet worden. Eine Kombination Vene/Polyester (z.B. Lintonpatch) fand sich bei 4,7 % der Ersteingriffe. Autologe/xenogene Rekonstruktionen waren mit 1,9 % bzw. 0,9 % vertreten.

Dennis et al. und Brandt et al. geben bei 92 % bzw. 93 % der Nahtaneurysmen die Erstverwendung von Polyestergefäßersatzmaterial an [7, 13]. Letzteres bestätigen auch andere Arbeiten [66, 68]. Der Materialbezug (Polyester versus ePTFE) bezüglich der Ursächlichkeit des Polyesters mit der Dilatationstendenz für die Entwicklung eines NA wird jedoch in der Studie von Davidovic et al. widerlegt [10]. In dem AVK-Patientenkollektiv von aortobifemorale Bypassen (136 PTFE-Prothesen und 147 Polyester-Prothesen) konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Materialien nachgewiesen werden (Nahtaneurysmen, Offenheitsrate, Protheseninfektion). Das rein autologe Rekonstruktionen die niedrigste Inzidenz der NA aufweisen, wird durch Endothelialisierung der Anastomosenreihe und fehlendem "compliance mismatch" erklärt [32]. Zum Einsatz von xenogenem Material lässt die vorliegende Arbeit keine Aussage zu, da das Rinderperikard i.R. der Patchplastik-Operation erst ab Mai 2010 standartmäßig verwendet worden ist. Bis dahin erfolgte der Einsatz eines

PUR-Patch. In der Literatur sind nur vier Nahtaneurysmen im femoralen Bereich nach Verwendung eines Rinderperikardpatches bisher beschrieben [74]. Drei traten innerhalb von sechs Monaten und ein NA nach 5,5 Jahren postoperativ auf. Bei den drei NA wird in der Studie ein operationstechnischer Fehler vermutet. Papakotas et al. beobachteten in der Carotisstrombahn unter Verwendung eines bovinen Patches keine NA-Entwicklung in einem Beobachtungszeitraum von 12 Jahren [50].

#### **5.4.4 Komplikationen nach der primären Operation**

Über zwei Drittel der Patienten (67,9 %) hatten nach der Primäroperation einen komplikationslosen Verlauf. Keine Informationen zu etwaigen Komplikationen konnten bei jedem zehnten Patienten (10,4 %) eruiert werden. Eine Thrombektomie nach Rekonstruktionsverschluss wurde in 9,4 % der Fälle durchgeführt. Eine gefäßchirurgische Re-Operation aufgrund einer Stadienverschlechterung der AVK erfolgte bei 4,7 % der Patienten und eine Hämatomausräumung bei 3,8 %.

Jegliche operative Revision beschädigt die Integrität des Wundbettes und erhöht die Infektionsgefahr, was die Entwicklung der Nahtaneurysmen begünstigen kann [12, 21]. Ein signifikanter zeitlicher Unterschied bis zur NA-Entwicklung zwischen Patienten mit lokaler Komplikation und notwendiger Wundrevision und Patienten ohne Komplikation bei dem Primäreingriff konnte jedoch im Untersuchungskollektiv nicht verifiziert werden ( $p = 0,971$ ). Die operative Revision als Risikofaktor zur NA-Entstehung wurde dadurch nicht bestätigt.

### **5.5 Charakteristika der Nahtaneurysmen**

#### **5.5.1 Lokalisation**

Die Mehrheit der Nahtaneurysmen (81,1 %) lokalisierte sich in der Leistenregion. Das P1-Segment der A. poplitea war in 9,4 % der Fälle betroffen. Andere anatomische Lokalisationen traten deutlich seltener auf. In der NAMR-Gruppe ist der Leistenbereich am häufigsten (93,3 %), nur ein Patient (6,7 %) hatte ein Rezidiv im Bereich des Truncus tibiofibularis.

Die Leistenregion mit einer Inzidenz von 38,5 % bis 88 % bestätigen etliche Studien [7, 19, 21, 68, 71]. Im Patientenkollektiv von Harnoss et al. sind 88 % der NA in der Leistenregion, 4,5 %

jeweils in der Aorta bzw. der Beckenachse und 3 % popliteal lokalisiert [21]. Waibel berichtete von einer Inzidenz der NA von 38,5 % in der Leiste, 27 % in der Nähe vom Adduktorenkanal, 19 % suprainguinal und 15 % im Unterschenkelbereich [71]. Variierenden Inzidenzangaben in der Literatur ergeben sich auch aus dem heterogenen Patientenkollektiv und der bevorzugten Operationsmethode der jeweiligen Klinik. Die Dominanz der NA in der Leistenregion erklärt sich aus der Lokalisation im Bewegungssegment, dem engen Raum im Trigonum femorale sowie der erhöhten Infektanfälligkeit (anogenital Region).

### **5.5.2 Symptomatik**

Zwei Drittel der Nahtaneurysmen (67 %) hatten einen Größenprogress im Sinne eines pulsierenden Tumors, bei 14,2 % der Fälle trat eine kritische Ischämie auf. Eine Verschlechterung der schmerzfreien Gehstrecke sowie eine gedeckte Ruptur wurden bei jeweils 7,5 % der NA festgestellt. Nur 3,8 % der Nahtaneurysmen waren symptomfrei.

In der Literatur wurden die Symptome vorwiegend bei den femoralen Nahtaneurysmen ausgewertet, wobei ein pulsierender Tumor zu den häufigsten Symptomen gehörte. Andere Symptome sind mit unterschiedlicher Inzidenz beschrieben worden, was sich durch unterschiedliche Patientenkollektive erklären lässt. Demarche et al. beschreiben einen schmerzfreien pulsierenden Tumor bei 64,1 %, eine Ischämie bei 19 %, einen schmerzhaften Tumor bei 8,5 %, eine Blutungskomplikation bei 7 % und ein Ödem bzw. eine Mikroembolie jeweils bei 0,7 % der Nahtaneurysmen [12]. Bei Hollier et al. ist ein pulsierender Tumor bei drei Viertel der Patienten beschrieben [24]. Eine Thrombose trat bei 9,2 %, eine periphere Embolisation bei 3,4 % und eine gedeckte Ruptur bei 2,3 % der Patienten auf. Im Patientenkollektiv von Markovic' et al. betrug die Nahtaneurysmainfektionsrate 24,7 % [41]. Aufgrund dessen äußerte sich die klinische Symptomatik mit veränderter Inzidenz. Somit trat die Blutung in 29,9 %, die chronische Ischämie in 25,3 %, die akute Ischämie in 19,5 % und die Kompression der benachbarten Strukturen in 10 % sowie ein pulsierender Tumor nur in 13,8 % der Fälle auf.

Die genannten wissenschaftlichen Ergebnisse des Schrifttums unterstreichen deutlich die immense Bedeutung eines engmaschigen postoperativen Dispensaires. Zudem sollten auch die Patienten hinsichtlich einer möglichen klinischen Symptomatik der NA aufgeklärt und

sensibilisiert werden, um eine unmittelbare ärztliche Konsultation nach Auftreten der Symptomatik zu realisieren.

### **5.5.3 Diagnostik der Nahtaneurysmen**

Diagnostisch wurden über die Hälfte (51,9 %) der NA mittels CT-Angiografie erfasst. MR-angiografisch diagnostiziert waren 40,6 % und duplexsonografisch 15,1 %. Mittels i.a. DSA ließen sich 13,2 % der NA detektieren. Als intraoperativer Zufallsbefund stellte sich das NA in 4,7 % der Fälle dar. Bei einem Patienten (0,9 %) war im Rahmen der notfallmäßigen Untersuchung bei Ruptur mit folgender Not-OP eine reine Inspektion ausreichend. Falls bei Patienten die bildgebenden Befunde länger als 6 Monate zurücklagen, erfolgte i.R. der Operationsvorbereitung eine erneute Gefäßdiagnostik mittels MRA, CTA oder Duplexsonografie. Entsprechend ist bei einigen Patienten das jeweilige NA mit mehreren Untersuchungsmethoden dargestellt worden. Die Duplexsonografie wurde häufig als Erstdiagnostik vor CTA oder MRA bzw. als eine ergänzende Untersuchung kurz vor der Operation nach ambulanter CTA oder MRA durchgeführt. Bei einer periinterventionellen Diagnostik (DSA) mit einem NA als Zufallsbefund, versorgten wir dieses, falls zugangsbedingt möglich, in gleicher Sitzung.

Die CTA, die MRA sowie die Duplexsonografie weisen eine hohe Sensibilität und Spezifität bei der Diagnostik von NA auf [42, 63]. Die i.a. DSA, als eine invasive und strahlungsbelastende Methode, sollte nur im Rahmen der endovaskulären Versorgung verwendet werden. Als rein diagnostische Maßnahme ist diese invasive Untersuchung heutzutage obsolet [2]. Aufgrund der partiellen oder kompletten Thrombosierung der Nahtaneurysmen besteht die Gefahr diese während der Angiografie nicht zu erkennen. Die Duplexsonografie ist eine nichtinvasive diagnostische Methode, die auch im ambulanten Bereich vorwiegend bei der Erstdiagnostik und im Rahmen des Screenings einsetzbar ist. Die CTA und MRA bewähren sich als sichere diagnostische Methoden mit gleichzeitiger Darstellung von Synchronaneurysmen und ggf. anderen Pathologien in der untersuchten Region und sind wegweisend für die Rekonstruktion.

#### **5.5.4 Querdurchmesser der Nahtaneurysmen**

Die Nahtaneurysmen hatten einen durchschnittlichen Durchmesser (latero-laterale Messung) von 45,1 mm und die Rezidivnahtaneurysmen von 52,3 mm. Bei gesonderter Auswertung der Leistennahtaneurysmen war der durchschnittliche Durchmesser der Gesamtgruppe 46,4 mm bzw. 54,5 mm bei den Rezidivnahtaneurysmen. Ein signifikanter Unterschied im Durchmesser in der Leistenregion zwischen den Primär- und Rezidivnahtaneurysmen konnte nicht nachgewiesen werden ( $p = 0,34$ ). Erwähnenswert ist, dass die Messung i.R. der CTA, MRA bzw. duplexsonografischen Untersuchung durch unterschiedliche Untersucher durchgeführt worden ist. Nach der selektiven Literaturrecherche ist eine Auswertung des Durchmessers der NA und deren Rezidiv noch nicht beschrieben. Die fehlende Variabilität im Durchmesser ist aber auch abhängig vom Vorstellungstermin des Patienten beim Untersucher und der Compliance. Ebenfalls kann ein insuffizientes angiologisches Dispensaire diskutiert werden.

#### **5.6 Versorgung von Nahtaneurysmen**

##### **5.6.1 Versorgung der Primärnahtaneurysmen**

Eine interventionelle Versorgung erfolgte bei 11,3 % ( $n = 12$ ) und eine operative Therapie bei 88,7 % ( $n = 94$ ) der NA. Leisten-NA wurden immer operativ behandelt (Interponat 51,2 %, Aneurysmorrhaphie mit Patch 29,1 % und Aneurysmorrhaphie ohne Patch 19,8 %). Bei beiden NA der ACI ist ein endovaskuläres Vorgehen priorisiert worden, wobei im zweiten Fall dies aufgrund einer periinterventionellen transitorischen ischämischen Attacke abgebrochen werden musste (nach Rekonvaleszenz Veneninterponatanlage). Bei dem einzigen NA der infrarenalen Aorta wurde aufgrund der Morphologie/Lokalisation und der bereits stattgehabten Stentung der beiden Nierenarterien eine operative Ausschaltung mittels Interponat indiziert. Die NA der AIC und AFS eigneten sich immer für die endovaskuläre Versorgung. Acht NA der A. poplitea im P1-Segment sind endovaskulär und zwei NA sind mittels Interponat versorgt worden. Bei sämtlichen Unterschenkel-NA musste die operative Therapie durchgeführt werden (fehlendes interventionelles Material).

Die Auswertung der Ergebnisse unter retrospektivem Aspekt erbrachte eine zunehmende endovaskuläre Versorgung bei geeigneter Anatomie und Morphologie. Die Leistenregion als Beugungssegment bleibt weiterhin eine Domäne der offenen Chirurgie mit guter Offenheitsrate

[71]. Inguinal findet eine endovaskuläre Behandlung nur in Ausnahmefällen und bei multimorbiden Patienten statt [14, 26]. Eine Coilembolisation bzw. Thrombininjektion i.R. der NA-Versorgung ist in der Literatur nur in Einzelfällen beschrieben [16, 48, 58]. Eine endovaskuläre Versorgung der aortalen NA mittels fenestrierten oder gebrachten Endoprothesen stellt eine Alternative zur offenen Behandlung vorwiegend bei Hochrisikopatienten dar [3, 72, 73]. Die miniinvasive Behandlung ist mit geringerer Morbidität, Mortalitätsrate und geringerem Blutverlust vergesellschaftet. Weitere Vorteile sind die kürzere OP-Dauer, die reduzierte Verweildauer auf der Intensiv- und Normalstation. Langzeitergebnisse sind noch abzuwarten [6, 17, 42, 69].

### **5.6.2 Offenheitsrate der Primärnahtaneurysmen**

Im Patientenkollektiv betrug in der Leistenregion die primäre Offenheitsrate von Interponaten 90,6 % und von Aneurysmorrhaphien mit und ohne Patch 33,2 % nach 5 Jahren. Dennis et al. berichteten bei einer Interponatverwendung von einer Offenheitsrate von 97,5 % bei einem durchschnittlichen Follow-up von 2,4 Jahre [13]. Die deutlich schlechtere primäre Offenheitsrate der Aneurysmorrhaphien war vorwiegend durch die Notwendigkeit einer operativen Revision bei Nahtaneurysmarezidiv und nicht aufgrund des Verschlusses bedingt. Letztere Methode ist schlussfolgernd nur im Ausnahmefall indiziert (Polymorbidität des Patienten, Gefäßstatus, Gefäßwand, Aneurysmamorphologie).

### **5.6.3 Versorgung der Rezidivnahtaneurysmen**

Von insgesamt 106 Nahtaneurysmen gehören 15 NA (14,1 %) zur den Rezidivnahtaneurysmen. In der Literatur beträgt die Rezidivrate 8,5 % bis 10,4 % [12, 43, 52]. Im Patientenkollektiv waren 14 NA in der Leiste und ein NA im Truncus tibiofibularis lokalisiert. Die primäre NA-Versorgung erfolgte bei 46,7 % mittels Aneurysmorrhaphie, 40 % mittels Aneurysmorrhaphie mit Patchplastik und 13,3 % mittels Interponat. Bei der Rezidivversorgung ist in der Mehrzahl die Interponatanlage angestrebt worden (80 %). Aneurysmorrhaphie, Aneurysmorrhaphie mit Patch bzw. eine endovaskuläre Versorgung (im Truncus tibiofibularis) fanden jeweils bei einem Patienten (6,7 %) statt.

Bei der Aneurysmorrhaphie besteht eine signifikant ( $p = 0,006$ ; 11,45-fach) und bei der Aneurysmorrhaphie mit Patch ebenfalls eine signifikant ( $p = 0,026$ ; 6,63-fach) höhere

Wahrscheinlichkeit, dass ein Rezidiv in Gegenüberstellung zum Interponat eintritt. Somit stellt ein Interponat die Methode der Wahl der gefäßchirurgischen Rekonstruktion dar und unterstreicht das unter Abschnitt 5.6.2 postulierte. Dies bestätigt auch die selektive Literaturrecherche, obwohl keine Angabe zur Wahrscheinlichkeit angegeben wird [12, 15, 21, 42, 60]. Die erhöhte Rezidivrate bei den oben genannten Verfahren lässt sich durch das partielle Belassen der pathologisch veränderten Gefäßwand erklären. Demgegenüber wird bei der Rekonstruktion mittels Interponat die degenerative Gefäßwand komplett exzidiert und durch ein gesundes autologes Ersatzmaterial bzw. eine Prothese ersetzt.

### **5.7 Indikation zur Versorgung von Nahtaneurysmen**

Die Mehrheit der Nahtaneurysmen (84,9 %) sind elektiv versorgt worden (dringliche OP-Indikation: 4,7 %; Notfall: 10,4 %). Notfallpatienten weisen eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit für eine postoperative Komplikation ( $p = 0,038$ ) auf. Pogorzelski et al. beschrieben im Patientenkollektiv eine elektive bzw. eine notfallmäßige Versorgung bei 84,8 % bzw. 15,2 % der Patienten [52]. Aufgrund der erhöhten Morbidität und Mortalität bei notfallmäßig operierten Patienten ist eine elektive Therapie zu bevorzugen [13, 42, 47, 57, 62]. Hervorzuheben ist demnach die Bedeutung der regelmäßigen Nachsorge und Patientencompliance.

### **5.8 Postoperative Komplikationen und Mortalität nach der Nahtaneurysmaversorgung**

Nach der Versorgung der NA traten postoperativ/postinterventionell in 56,6 % der Fälle keine lokalen Komplikationen auf. Letztere fehlten gänzlich nach endovaskulären Interventionen. Eine nicht operationspflichtige Lymphozele stellte die häufigste postoperative Komplikation dar (20,8 %), welches sich durch den Revisionseingriff mit Präparation im vernarbten Gewebe und der weiteren Zerstörung von Lymphbahnen erklären lässt [67]. Die Hämatomausräumung war in 8,5 % der Fälle notwendig. Die Explantation des alloplastischen Materials aufgrund einer postoperativen Infektion wurde in 3,8 % der Fälle ( $n = 4$ ) indiziert. Bei drei Patienten erfolgte eine autologe Rekonstruktion. In einem Fall wurde aufgrund der kompensierten Beinischämie mit einem chronischen Verschluss des Bifurkationsschenkels von einer zusätzlichen Revaskularisation Abstand genommen. Im ganzen Patientenkollektiv betrug die postoperative Morbidität 16,9 %. 2,8 % der Patienten sind innerhalb von 30 Tagen nach der

Operation verstorben. Ein signifikanter Unterschied zwischen NAOR und NAMR-Gruppe hinsichtlich der lokalen Komplikationen konnte nicht bestätigt werden ( $p = 0,758$ ). Auch haben die lokalen Komplikationen im Patientenkollektiv keinen Einfluss auf die Nahtaneurysmawahrscheinlichkeit. Letzteres lässt vermuten, dass die Rekonstruktionsmethode und die degenerativ veränderte Gefäßwand im Rahmen der Arteriosklerose ursächlich für das Rezidiv sind.

In der Literatur wird eine operative Mortalität von 2,7 % bis 7,6 % beschrieben, wobei der Infektionsnachweis die postoperative Morbidität und Mortalität erhöht [12, 47, 52, 57]. Mulder et al. beschrieben in ihrem Kollektiv von 135 Patienten mit 158 nichtinfizierten Nahtaneurysmen nach aorto-iliacalen und aorto-femorale Rekonstruktionen eine operative Morbidität von 17 % [47]. Hierbei stellte die intraoperative Blutung die häufigste Komplikation und vorwiegend bei den Notfalleingriffen dar. Weiterhin beschrieb die Autorengruppe eine operative Mortalität von 7,6 %, die bis zu einem Jahr nach dem Eingriff auf 9,6 % stieg.

In den Studien mit einer selektiven endovaskulären Versorgung der aortalen Nahtaneurysmen sind nur relativ geringe Patientenzahlen vorhanden. Die Mortalitätsrate ist geringer im Vergleich zur offenen Behandlung. Hyhlik-Dürr et al. beschrieben bei 12 Patienten eine Krankenhausmortalität von 16,8 % [25]. Beck et al. beobachteten bei 18 Patienten eine 30 Tage Mortalität von 0 % und nach 1 Jahr von 11 % [3]. In einer Studie von Laganà et al. erfolgte eine endovaskuläre Versorgung der aortalen-, iliacalen-, femoralen- und poplitealen Etage [34]. Die 30 Tage Mortalität betrug 9 %, wobei kein signifikanter Unterschied zwischen Mortalität zwischen aortalen und nichtaortalen NA bestätigt wurde.

Die Mortalität und Komplikationsrate bei der NA-Versorgung sind höher im Vergleich zur Primäroperation [42]. Revisionsoperationen mit erhöhtem Infektionsrisiko, einem höheren Alter und dementsprechend auch einer höheren Multimorbidität der Patienten erklären auch diesen Zusammenhang. Dies wird auch in der relativ hohen Mortalität bei der endovaskulär operierten Patienten abgebildet. Nachteilig wirken in einigen Fällen die Notfallbedingungen und der Blutverlust.



## **Selbstkritische Wertung der retrospektiven Arbeit**

### **Stärken:**

In der präsentierten Studie wurden 86 Patienten mit einer relativ hohen Anzahl von 106 NA unterschiedlicher Lokalisationen ausgewertet. Eine zeitnahe Versorgung und detaillierte Auswertung der NA war dank enger Kooperation der Klinik mit den niedergelassenen Kollegen im Rahmen des Gefäßzentrums möglich. Die Durchführung einer lokalen TEA hat sich als einer in der Literatur mit angegebener Risikofaktor für die NA-Entstehung nicht bestätigt. Ein signifikanter zeitlicher Unterschied bis zum Auftreten eines NA und eines Rezidiv-NA bzw. ein signifikanter Unterschied in der Durchmessergröße bei den Leisten-NA und deren Rezidiv hat sich ebenfalls nicht bestätigt. Nach der selektiven Literaturrecherche ist eine derartige Analyse des Durchmessers der NA noch nicht beschrieben worden.

### **Limitationen:**

Aufgrund der retrospektiven Auswertung des Patientenkollektivs konnte eine klare Definition der sicheren Risikofaktoren für die NA-Manifestation nicht verlässlich bestimmt werden. Eine multivariate Analyse war über die univariate Analyse der deskriptiv-statisch eruierten und statistisch verglichenen Einflussfaktoren hinaus nicht möglich, da eine Kontrollgruppe ähnlichen gefäßchirurgischen Eingriffsprofils fehlte und die diagnosespezifisch ausgerichtete konsekutive Patientenkohorte des postoperativ entstandenen NA im Vordergrund stand. Trotz relativ hoher Anzahl der NA waren nur relativ wenige NA außerhalb der Leistenregion lokalisiert. Aus diesem Grund war eine ausführliche statistische Analyse sowie ein direkter Vergleich endovaskuläre vs. offene Versorgung an der jeweiligen Lokalisation hinsichtlich primärer/sekundärer Offenheitsrate, Re-Interventionsrate, Morbidität/Letalität sowie Klinik-Aufenthalt nicht möglich. Die latero-laterale Durchmesserbestimmung wurde durch drei verschiedene diagnostische Verfahren erhoben (Duplexsonographie, CTA und MRA), wobei die Messung von dem jeweiligen Untersucher (Gefäßchirurg, Radiologe) abhängig gewesen ist.

## 6 Zusammenfassung

Trotz Entwicklung des Gefäßersatzmaterials und des Nahtmaterials sind die Nahtaneurysmen mit einer Inzidenz von 0,2-15 % keine seltenen Komplikationen in der Gefäßchirurgie. In der vorliegenden Arbeit wurden die Einflußfaktoren und das Outcome der Patienten nach gefäßchirurgischer und interventioneller Rekonstruktion analysiert. In einer retrospektiven Arbeit vom 01.04.2010 bis 01.09.2016 wurden in der Klinik für Gefäßchirurgie des Klinikums Magdeburg 86 Patienten mit 106 Nahtaneurysmen operativ und interventionell behandelt. Dabei erfolgte die Auswertung des Patientenkollektivs mit Augenmerk auf folgende Faktoren: Alter, Geschlecht, Voroperationen unter Beachtung des Gefäßersatzmaterials, Komorbiditäten mit Risikofaktoren, OP-Indikation und ggf. Komplikationen nach der Behandlung. Bei den Nahtaneurysmen lag der Focus auf: Lokalisation, Synchronität, Diagnostik, Durchmesser, Symptomatik, Therapiemethode, Offenheitsrate bei Verwendung eines Interponats im inguinalen Bereich und das Zeitintervall bis zur (Rezidiv-) Nahtaneurysmaentwicklung.

Im gesamten Patientenkollektiv (91,5 % männlich, 8,5 % weiblich) lag der Altersmittelwert zum Zeitpunkt der primären Versorgung des Nahtaneurysmas bei 65,9 Jahre. Ein signifikanter Altersunterschied bzgl. des Geschlechtes bestand nicht. 22,1 % der Patienten wiesen Synchronaneurysmen auf, so dass i.R. der Diagnostik alle Gefäßanastomosen untersucht werden sollten. Die meisten Nahtaneurysmen traten nach Anlage einer aorto-bifemorale Prothese (43,4 %), gefolgt von einer Femoralispatchplastik (16 %) und einem femoropoplitealen P1 Prothesenbypass (10,4 %) auf. Die häufigsten Lokalisationen waren in der Leistenregion (81,1 %) und im P1-Segment der A. poplitea (9,4 %). Als Gefäßersatzmaterial bei der Erstoperation verwendeten wir in 55,7 % der Fälle Polyester, in 18,9 % Polyurethan und in 16 % der Rekonstruktionen ePTFE. Nahtaneurysmen nach einer autologen Rekonstruktion traten aufgrund der Endothelialisierung der Naht selten auf (1,9 %). Das durchschnittliche Zeitintervall bis zur NA-Entwicklung betrug 88,2 Monate und 50,3 Monate bis zur Entwicklung eines Rezidivs. Ein signifikanter zeitlicher Unterschied bis zur Entwicklung eines NA bzw. eines Rezidiv-NA ließ sich nicht bestätigen ( $p = 0,609$ ). Obwohl die TEA in der Literatur als Risikofaktor für die NA-Entwicklung angegeben ist, konnte in unserem Patientenkollektiv kein signifikanter zeitlicher Unterschied bei den Patienten mit und ohne TEA nachgewiesen werden ( $p = 0,316$ ). Der durchschnittliche Durchmesser bei den Leisten-Nahtaneurysmen betrug 46,4 mm und bei den Rezidiv-Nahtaneurysmen in der Leiste 54,5 mm, ohne dass sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen ( $p = 0,34$ ) herausstellte. Dies lässt eine

Incompliance der Patienten vermuten, welche bereits das Krankheitsbild von der Erstoperation kennen, sich aber dennoch bei dem Rezidiv erst im fortgeschrittenen Stadium gefäßchirurgisch vorstellten. Zudem waren nur 3,8 % der Nahtaneurysmen asymptomatisch. Bei der Versorgung von NA gewinnen die interventionellen Techniken dank einer geringeren Komplikationsrate und Invasivität an Bedeutung, wobei die Leistenregion weiterhin eine Domäne der offenen Rekonstruktion bleibt. Im inguinalen Bereich wies die Interponatanlage die niedrigste Rezidivrate und eine primäre Offenheitsrate von 90,6 % nach 60 Monaten auf.

Eine korrekte Operationstechnik ist essenziell zur Vorbeugung von Nahtaneurysmen. Postoperativ sollen die Patienten über die Wichtigkeit einer regelmäßigen und lebenslangen gefäßchirurgischen Nachsorge aufgeklärt werden. Dies soll dazu dienen die Nahtaneurysmen frühzeitig zu erkennen und konsekutiv den Patienten die beste Behandlungsmethode zu empfehlen.

## 7 Ethik-Statement

Datengenerierung, Dokumentation und Auswertung wurden entsprechend der Erfordernisse der Datenschutzgesetze der Bundesrepublik Deutschland und des Bundeslandes Sachsen-Anhalt vorgenommen. Die Studie wurde entsprechend der Vorgaben der “Declaration of Helsinki for Biomedical Research” von 1964 der “Weltärztebundes” und ihrer Revisionen und Novellierungen als auch der Instruktionen des institutionellen Ethikkommittees. Hinsichtlich des Studienkonzepts ist festzustellen, dass keine (auch kein potenzielles) Gefahr für Studienteilnehmer besteht. Eine Stellungnahme erscheint nicht erforderlich, da lediglich allgemeine Patienten-assozierte Daten registriert werden unabhängig von (spezifischen Interessen einzelner) Patienten. Es bestehen kein unwägbares Risiko oder irgendwelche Nebenwirkungen für die Patienten wie es möglicherweise im Gebrauch einer Medikation der Fall ist. Weiterhin wurde das Patienten-assozierte Daten-Register entsprechend der Bestimmungen des deutschen “Landes- und Bundesdatenschutzgesetzes” geführt; daneben wurden die Daten anonym ohne einen möglichen Rückschluss auf einen individuellen Patienten ausgewertet. Des Weiteren wurden die Daten einem Monitoring, einer Validierung und Auswertung an einer Einrichtung unterzogen, die eng mit einem Universitätsklinikum, einem tertiären Zentrum und einer Medizinischen Fakultät (der Medizinischen Fakultät mit Universitätsklinikum Magdeburg A.ö.R. der Otto-von-Guericke-Universität zu Magdeburg) kooperiert; eine der basalen Aufgaben ist es (entsprechend des “Hochschulmedizingesetzes” in Deutschland), klinische Forschung neben der klinischen Patientenversorgung durchzuführen. Nicht zuletzt kann das Anlegen und Führen des oben angegebenen Registers nahe von epidemiologischen Studien eingestuft werden, was kein Votum eines Ethik-Komitees erfordert und den “Allgemeinen Vertragsbedingungen“ eines lokalen Behandlungsvertrages (“Arzt-Patienten-Vertrag“) in seiner aktuellen Version von 2006, Artikel [§] 16, Paragraph [Absatz] 4, entspricht, was ausdrücklich nicht verbietet, anonyme Daten auszuwerten.

## 8 Literaturverzeichnis

### Alphabetische Reihenfolge

1. Adili F, Reichert V, Schmidt-Rixen T (1995) Die Bedeutung der Vorspannung Compliance biologischer und synthetischer Gefäßprothesen. In: Maurer PC, von Sommoggy S (Hrsg). Gefäßchirurgie im Fortschritt. Blackwell-Verlag, Berlin, 188-198
2. Basche S (2011) Prinzipien der vaskulären Diagnostik. In: Luther BLP (Hrsg). Kompaktwissen Gefäßchirurgie - Differenzierte Diagnostik und Therapie. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 17-27
3. Beck AW, Bos WT, Vourliotakis G et al (2009) Fenestrated and branched endograft repair of juxtarenal aneurysms after previous open aortic reconstruction. J Vasc Surg 49: 1387-94
4. Becker HM, Kortmann H (2003) Nahtaneurysmen. In: Heberer G, van Dongen RJAM (Hrsg). Gefäßchirurgie. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 178-184
5. Bianchi P, Nano G, Cusmai F et al (2009) Uninfected para-anastomotic aneurysms after infrarenal aortic grafting. Yonsei Med J 50: 227-38
6. Bössow D, Gross-Fengels W, Debus ES (2005) Die endovaskuläre Versorgung von Nahtaneurysmen nach konventioneller Operation im Bereich der aortoiliakalen Achse - Methode der Zukunft? Gefäßchirurgie 10: 279-284
7. Brandt B 3rd, Groeger EC, Lamberth WC Jr (1982) Anastomotic false aneurysms: a comparison of braided Dacron and polypropylene sutures. Am Surg 48: 255-7
8. Casey PJ, LaMuraglia GM (2005) Anastomotic Aneurysms. In: Rutherford RB. Vascular Surgery. Sixth Edition, Elsevier Saunders, 894-902
9. Chavez CM (1976) False aneurysms of the femoral artery: a challenge in management. Ann Surg 183: 694-700
10. Davidovic L, Vasic D, Maksimovic R et al (2004) Aortobifemoral grafting: factors influencing long-term results. Vascular 12: 171-8

11. Debus ES, Diener H (2012) Klinik und offene Revaskularisation. In: Debus ES, Gross-Fengels W (Hrsg). Operative und interventionelle Gefäßmedizin. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 664-678
12. Demarche M, Waltregny D, van Damme H, Limet R (1999) Femoral anastomotic aneurysms: pathogenic factors, clinical presentations and treatment. A study of 142 cases. *Cardiovasc Surg* 7: 315-22
13. Dennis JW, Littooy FN, Greisler HP, Baker WH (1986) Anastomotic pseudoaneurysms. A continuing late complication of vascular reconstructive procedures. *Arch Surg* 121: 314-317
14. Derom A, Nout E (2005) Treatment of femoral pseudoaneurysms with endograft in high-risk patients. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 30: 644-7
15. Di Marzo L, Strandness EL, Schultz RD, Feldhaus RJ (1987) Reoperation for femoral anastomotic false aneurysm. A 15-year experience. *Ann Surg* 206: 168-172
16. Fann JI, Samuels S, Slonim S et al (2002) Treatment of abdominal aortic anastomotic pseudoaneurysm with percutaneous coil embolization. *J Vasc Surg* 35:811-4
17. Gawenda M, Zaehring M, Brunkwall J (2003) Open versus endovascular repair of para-anastomotic aneurysms in patients who were morphological candidates for endovascular treatment. *J Endovasc Ther* 10: 745-51
18. Gaylis H (1981) Pathogenesis of anastomotic aneurysms. *Surgery* 90: 509-15
19. Gaylis H, Dewar G (1990) Anastomotic aneurysms: facts and fancy. *Surg Annu* 22: 317-41
20. Giannoukas AD, Chan P, Gaines PA (2005) Endoluminal repair of anastomotic false popliteal aneurysm using the Wallgraft endoprosthesis. *Int Angiol* 24: 95-7
21. Harnoss BM, Zühlke H, Matura G, Rosenthal A (1989) Das Anastomosenaneurysma. *Zentralbl Chir* 114: 169-74
22. Henriksson AE, Lindqvist M, Sihlbom et al (2018) Identification of Potential Plasma Biomarkers for Abdominal Aortic Aneurysm Using Tandem Mass Tag Quantitative Proteomics. *Proteomes* 6: pii: E43

23. Hepp W (2007) Risikoabklärung. In: Hepp W, Kogel H (Hrsg). Gefäßchirurgie. Urban & Fischer / Elsevier GmbH, München, 59-62
24. Hollier LH, Batson RC, Cohn I Jr (1980) Femoral anastomotic aneurysms. *Ann Surg* 191: 715–20
25. Hyhlik-Dürr A, Bischoff MS, Peters AS et al (2013) Endovascular therapy of para-anastomotic aneurysms of the aorta. Technical options. *Chirurg* 84: 881-888
26. Klonaris C, Katsargyris A, Vasileiou I et al (2009) Hybrid repair of ruptured infected anastomotic femoral pseudoaneurysms: Emergent stent-graft implantation and secondary surgical debridement. *J Vasc Surg* 49: 938-45
27. Knox WG (1976) Peripheral vascular anastomotic aneurysms: a fifteen-year experience. *Ann Surg* 183: 120–3
28. Kogel H (2007) Gefäßchirurgische Aspekte zu Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie des Gefäßsystems. In: Hepp W, Kogel H (Hrsg). Gefäßchirurgie. Urban & Fischer / Elsevier GmbH, München, 3-11
29. Kogel H (2007) Möglichkeiten des Gefäßersatzes und Einsatz von Nahtmaterialien. In: Hepp W, Kogel H (Hrsg). Gefäßchirurgie. Urban & Fischer / Elsevier GmbH, München, 95-110
30. Kogel H (2007) Anschlussaneurysmen und Nahtrupturen. In: Hepp W, Kogel H (Hrsg). Gefäßchirurgie. Urban & Fischer / Elsevier GmbH, München, 763-770
31. Kopp H, Ludwig M (2007) Peripheres Arterienaneurysma. Checkliste Doppler und Duplexsonografie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 3. Auflage, 105-109
32. Kortmann H (2007) Pathophysiologische Ursachen arterieller Aneurysmen. In: Hepp W, Kogel H (Hrsg). Gefäßchirurgie. Urban & Fischer / Elsevier GmbH, München, 245-252
33. Kroegel C (2014) Chronisch obstruktive Bronchitis (COPD). In: Kroegel C, Costabel U. Klinische Pneumologie. Thieme, Stuttgart, 1. Auflage, 335-356
34. Laganà D, Guzzardi G, Petullà M et al (2017) Endovascular Treatment of Aorto-Iliac-Femoral Anastomotic Pseudoaneurysms: A Multicentric Study. *Ann Vasc Surg* 45: 213-222

35. Lang G, Storck M, Orend K-H et al (2001) Zweimalige gedeckte Ruptur eines anastomosenfernen Falschaneurysmas nach femoropoplitealem Bypass. *Chirurg* 72: 606–9
36. Larena-Avellaneda A, Debus ES (2012) Aneurysmatische Gefäßerkrankungen. In: Debus ES, Gross-Fengels W (Hrsg). *Operative und interventionelle Gefäßmedizin*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 129-135
37. Larena-Avellaneda A, Zegelman M, Debus ES (2012) Gefäßprotheseninfektionen. In: Debus ES, Gross-Fengels W (Hrsg). *Operative und interventionelle Gefäßmedizin*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 866-882
38. Leister I, Becker H (2006) Hernien. In: Siewert (Hrsg). *Chirurgie*. Springer, Heidelberg, 8. Auflage, 732-746
39. Li T, Jiang B, Li X, Sun HY et al (2018) Serum matrix metalloproteinase-9 is a valuable biomarker for identification of abdominal and thoracic aortic aneurysm: a case-control study. *BMC Cardiovasc Disord* 18: 202
40. Luther B (2014) Materialien und Hilfsgeräte. In: Luther B (Hrsg). *Techniken der offenen Gefäßchirurgie*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 26-35
41. Marković DM, Davidović LB, Kostić DM et al (2007) False anastomotic aneurysms. *Vascular* 15: 141-8
42. Maxfield KM, Guzman RJ (2014) Local Complications: Anastomotic Aneurysms. In: Cronenwett & Johnston (Hrsg). *Rutherford's Vascular Surgery*. Elsevier Saunders, 8<sup>th</sup> Edition, 682-692
43. Mellièrè D, Becquemin JP, Cervantes-Monteil F et al (1996) Recurrent femoral anastomotic false aneurysms: is long term repair possible? *Cardiovasc Surg* 4: 480-482
44. Millili JJ, Lanes JS, Nemir P Jr (1980) A study of anastomotic aneurysms following aortofemoral prosthetic bypass. *Ann Surg* 192: 69–73
45. Moore WS, Hall AD (1970) Late suture failure in the pathogenesis of anastomotic false aneurysms. *Ann Surg* 172: 1064–8
46. Morrissey NJ, Yano OJ, Soundararajan K et al (2001) Endovascular repair of para-anastomotic aneurysms of the aorta and iliac arteries: preferred treatment for a complex problem. *J Vasc Surg* 34: 503-12



47. Mulder EJ, van Bockel JH, Maas J et al (1998) Morbidity and mortality of reconstructive surgery of noninfected false aneurysms detected long after aortic prosthetic reconstruction. *Arch Surg* 133: 45-9
48. Nakamura T (2011) Anastomotic pseudoaneurysm formation after bypass grafting to porcelainized peroneal artery: successful treatment by percutaneous thrombin injection. *Ann Vasc Surg* 25: 980.e3-6
49. Nichols WK, Stanton M, Silver D, Keitzer WF (1980) Anastomotic aneurysms following lower extremity revascularization. *Surgery* 88: 366–74
50. Papakostas JC, Avgos S, Arnaoutoglou E et al (2014) Use of the vascu-guard bovine pericardium patch for arteriotomy closure in carotid endarterectomy. Early and long-term results. *Ann Vasc Surg* 28: 1213-8
51. Pfabe FP, Döring P, Bach M (2015) Bilaterales distales Anastomosenaneurysma sieben Jahre nach aorto-bifemoraler Bypass-Anlage mit monströser Ausdehnung rechts. *Zeitschrift für Gefäßmedizin* 12: 22-26
52. Pogorzelski R, Fiszer P, Toutouchi et al (2013) Anastomotic aneurysms - 20-years of experience from one center. *Pol Przegl Chir* 85: 181-91
53. Rancic Z, Pecoraro F, Pfammatter T et al (2013) Less invasive (common) femoral artery aneurysm repair using endografts and limited dissection. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 45: 481-7
54. Richardson JV, McDowell HA (1976) Anastomotic aneurysms following arterial grafting: A 10-year experience. *Ann Surg* 184: 179-82
55. Riepe G (2012) Alloplastische Materialien. In: Debus ES, Gross-Fengels W (Hrsg). *Operative und interventionelle Gefäßmedizin*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 284-290
56. Rühland D (2014) Brückenmaterialien für freie arterielle und venöse Rekonstruktionen. In: Brunner U. *Gefäßchirurgie. Breitner Chirurgische Operationslehre, Band XIII*, Urban & Fischer / Elsevier GmbH, München, 69-74
57. Schellack J, Salam A, Abouzeid MA et al (1987) Femoral anastomotic aneurysms: a continuing challenge. *J Vasc Surg* 6: 308-17

58. Schellhammer F, Cohnen M, Fürst G, Mödder U (2011) Minimally invasive application of thrombin in the treatment of pseudoaneurysms following open aortic surgery. *Acta Radiol* 52: 48-51
59. Seabrook GR, Schmitt DD, Bandyk DF et al (1990) Anastomotic femoral pseudoaneurysm: an investigation of occult infection as an etiologic factor. *J Vasc Surg* 11: 629-34
60. Sharma NK, Chin KF, Modgill VK (2001) Pseudoaneurysms of the femoral artery: recommendation for a method of repair. *J R Coll Surg Edinb* 46: 195-7
61. Shomura Y, Onoda K (2017) Open Rupture of Anastomotic Pseudoaneurysm of the Femoral Artery. *J Vasc Med Surg* 5: 1
62. Sigala F, Georgopoulos S, Sigalas K et al (2006) Femoral anastomotic aneurysms in the modern era: a reappraisal of a continuing challenge. *Minerva Chir* 61: 95-101
63. Staroverov IN, Lonchakova OM, Lavlinskiï SN (2012) Informative value of various methods of radiodiagnosis of anastomotic pseudoaneurysms after reconstructive operations on lower-limb major arteries. *Angiol Sosud Khir* 18: 45-9
64. Starr DS, Weatherford SC, Lawrie GM, Morris GC Jr (1979) Suture material as a factor in the occurrence of anastomotic false aneurysms. An analysis of 26 cases. *Arch Surg* 114: 412-5
65. Stoney RJ, Albo RJ, Wylie EJ (1965) False aneurysms occurring after arterial grafting operations. *Am J Surg* 110: 153-61
66. Szilagyi DE, Smith RF, Elliott JP et al (1975) Anastomotic aneurysms after vascular reconstruction: problems of incidence, etiology, and treatment. *Surgery* 78: 800-16
67. Tautenhahn J (2019) Lymphologische Aspekte in der septischen Gefäßchirurgie. In: Zühlke HV (Hrsg). *Septische Gefäßmedizin*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 375-390
68. Tuchmann A, Wagner O (1984) Nahtaneurysmen als Spätkomplikation gefäßrekonstruktiver Eingriffe an der unteren Extremität. *Langenbecks Arch Chir* 362: 89-95
69. Verhoeven EL, Muhs BE, Zeebregts CJ et al (2007) Fenestrated and branched stent-grafting after previous surgery provides a good alternative to open redo surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 33: 84-90

70. Vollmar JF (1996) Anastomosen-(„Naht“-)aneurysma. In: Komplikationen bei rekonstruktiven Eingriffen am Arteriensystem. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 419-422
71. Waibel P (1994) Falsche Aneurysmen nach Rekonstruktion wegen PAVK. Beobachtungen über 15 bis 25 Jahre. *Vasa* 23: 43–51
72. Wu Z, Xu L, Raithel D, Qu L (2016) Endovascular repair of proximal para-anastomotic aneurysms after previous open abdominal aortic aneurysm reconstruction. *Vascular* 24: 227-32
73. Ziegler P, Perdikides TP, Avgerinos ED (2007) Fenestrated and branched grafts for para-anastomotic aortic aneurysm repair. *J Endovasc Ther* 14: 513-9
74. Zuttman Holger (2017) Der bovine Perikardpatch: Kurz- und Langzeitergebnisse nach Implantation in der Leiste. 55  
von <https://ediss.sub.uni-hamburg.de/volltexte/2018/9006/pdf/Dissertation.pdf>  
[Abgerufen: 7.6.2020]
75. Zühlke H (2007) Infektionen in der Gefäßchirurgie. In: Luther BLP (Hrsg). *Kompaktwissen Gefäßchirurgie - Differenzierte Diagnostik und Therapie*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 379-397

## **9 Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt Herrn PD Dr. med. habil. J. Tautenhahn, Chefarzt der Klinik für Gefäßchirurgie Klinikum Magdeburg gGmbH, für das entgegengebrachte Vertrauen, seine fachliche Unterstützung bei der Erarbeitung des interessanten Themas und die konstruktive Kritik am Manuskript der Dissertation.

Weiterhin bedanke ich mich bei Herrn R. Otto vom An-Institut für Qualitätssicherung in der operativen Medizin gGmbH an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, der mich mit seinen wertvollen Erklärungen und Hilfestellungen insbesondere bei dem statistischen Teil der Arbeit unterstützt hat.

Ich danke herzlich meiner ganzen Familie, vorwiegend meiner Frau für Ihre Unterstützung während der gesamten Zeit und unseren drei Jungs, die für eine lebhaftige Ablenkung gesorgt haben.

## **10 Ehrenerklärung**

Ich, Peter Romancik, erkläre, dass ich die der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität zur Promotion eingereichte Dissertation mit dem Titel „Einflußfaktoren und Outcome nach offen gefäßchirurgischer und interventioneller Rekonstruktion von Nahtaneurysmen“ am Klinikum Magdeburg gGmbH

mit Unterstützung durch Herrn PD Dr. med. habil. Jörg Tautenhahn

ohne sonstige Hilfe durchgeführt und bei der Abfassung der Dissertation keine anderen als die dort aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Bei der Abfassung der Dissertation sind Rechte Dritter nicht verletzt worden.

Ich habe diese Dissertation bisher an keiner in- oder ausländischen Hochschule zur Promotion eingereicht. Ich übertrage der Medizinischen Fakultät das Recht, weitere Kopien meiner Dissertation herzustellen und zu vertreiben.

Magdeburg, den 1.2.2021

Unterschrift

## **11 Lebenslauf**

Der Lebenslauf ist in der Version aus Datenschutzgründen nicht enthalten



## 12 Anhang

Tab. 19: Überlebenstabelle Auftreten der Leisten-NA bei Z.n. Anlage einer aortobifemorale Bifurkationsprothese (zu Abb. 24)

	Zeit	Status	Kumulierter Anteil Überlebender zum Zeitpunkt		Anzahl der kumulativen Ereignisse	Anzahl der verbliebenen Fälle
			Schätzer	Standardfehler		
1	47.000	1,00	0,978	0,022	1	44
2	49.000	1,00			2	43
3	49.000	1,00	0,933	0,037	3	42
4	50.000	1,00	0,911	0,042	4	41
5	51.000	1,00			5	40
6	51.000	1,00	0,867	0,051	6	39
7	60.000	1,00			7	38
8	60.000	1,00	0,822	0,057	8	37
9	61.000	1,00	0,800	0,060	9	36
10	63.000	1,00			10	35
11	63.000	1,00	0,756	0,064	11	34
12	65.000	1,00			12	33
13	65.000	1,00			13	32
14	65.000	1,00	0,689	0,069	14	31
15	70.000	1,00	0,667	0,070	15	30
16	73.000	1,00	0,644	0,071	16	29
17	75.000	1,00	0,622	0,072	17	28
18	76.000	1,00	0,600	0,073	18	27
19	78.000	1,00	0,578	0,074	19	26
20	80.000	1,00	0,556	0,074	20	25
21	81.000	1,00	0,533	0,074	21	24
22	82.000	1,00	0,511	0,075	22	23
23	85.000	1,00	0,489	0,075	23	22
24	86.000	1,00	0,467	0,074	24	21
25	88.000	1,00	0,444	0,074	25	20
26	92.000	1,00	0,422	0,074	26	19
27	99.000	1,00	0,400	0,073	27	18
28	101.000	1,00			28	17
29	101.000	1,00	0,356	0,071	29	16
30	111.000	1,00	0,333	0,070	30	15
31	115.000	1,00			31	14
32	115.000	1,00	0,289	0,068	32	13
33	117.000	1,00	0,267	0,066	33	12
34	119.000	1,00	0,244	0,064	34	11
35	120.000	1,00	0,222	0,062	35	10
36	123.000	1,00	0,200	0,060	36	9
37	126.000	1,00	0,178	0,057	37	8
38	130.000	1,00	0,156	0,054	38	7
39	142.000	1,00	0,133	0,051	39	6
40	148.000	1,00	0,111	0,047	40	5
41	156.000	1,00	0,089	0,042	41	4
42	158.000	1,00	0,067	0,037	42	3
43	174.000	1,00	0,044	0,031	43	2
44	179.000	1,00	0,022	0,022	44	1
45	182.000	1,00	0,000	0,000	45	0



Tab. 20: Überlebensstabelle Durchgängigkeitsrate der Leistenrekonstruktionen (zu Abb. 36)

OP	Zeit	Status	Kumulierter Anteil Überlebender zum Zeitpunkt		Anzahl der kumulativen Ereignisse	Anzahl der verbliebenen Fälle
			Schätzer	Standardfehler		
Aneurysmorrhaphie mit oder ohne Patch	1	3,000 ja				20
	2	6,000 nein	0,952	0,046	1	19
	3	7,000 ja	0,902	0,066	2	18
	4	8,000 ja	0,852	0,079	3	17
	5	8,000 nein			3	16
	6	10,000 nein			3	15
	7	15,000 nein			3	14
	8	16,000 ja	0,791	0,094	4	13
	9	17,000 ja	0,730	0,105	5	12
	10	17,000 nein			5	11
	11	18,000 ja	0,664	0,114	6	10
	12	23,000 ja	0,598	0,121	7	9
	13	40,000 ja	0,531	0,124	8	8
	14	43,000 ja	0,465	0,125	9	7
	15	47,000 ja	0,398	0,124	10	6
	16	50,000 ja	0,332	0,120	11	5
	17	64,000 nein			11	4
	18	71,000 nein			11	3
	19	93,000 ja	0,221	0,120	12	2
	20	99,000 ja	0,111	0,099	13	1
	21	102,000 ja	0,000	0,000	14	0
Interponate	1	2,000 nein			0	34
	2	3,000 ja	0,971	0,029	1	33
	3	11,000 ja	0,941	0,040	2	32
	4	11,000 nein			2	31
	5	12,000 nein			2	30
	6	13,000 nein			2	29
	7	13,000 nein			2	28
	8	14,000 nein			2	27
	9	16,000 ja	0,906	0,052	3	26
	10	17,000 nein			3	25
	11	19,000 nein			3	24
	12	20,000 nein			3	23
	13	21,000 nein			3	22
	14	22,000 nein			3	21
	15	24,000 nein			3	20
	16	26,000 nein			3	19
	17	27,000 nein			3	18
	18	28,000 nein			3	17
	19	29,000 nein			3	16
	20	29,000 nein			3	15
	21	30,000 nein			3	14
	22	32,000 nein			3	13
	23	34,000 nein			3	12
	24	38,000 nein			3	11
	25	40,000 nein			3	10
	26	43,000 nein			3	9
	27	46,000 nein			3	8
	28	51,000 nein			3	7
	29	53,000 nein			3	6
	30	55,000 nein			3	5
	31	62,000 nein			3	4
	32	64,000 nein			3	3
	33	64,000 nein			3	2
	34	77,000 nein			3	1
	35	78,000 nein			3	0
beide zusammen	1	2,000 nein			0	55
	2	3,000 ja			1	54
	3	3,000 ja	0,964	0,025	2	53
	4	6,000 nein			2	52
	5	7,000 ja	0,945	0,031	3	51
	6	8,000 ja	0,927	0,035	4	50
	7	8,000 nein			4	49
	8	10,000 nein			4	48
	9	11,000 ja	0,907	0,040	5	47
	10	11,000 nein			5	46
	11	12,000 nein			5	45
	12	13,000 nein			5	44
	13	13,000 nein			5	43
	14	14,000 nein			5	42
	15	15,000 nein			5	41
	16	16,000 ja			6	40
	17	16,000 ja	0,863	0,048	7	39
	18	17,000 ja	0,841	0,052	8	38
	19	17,000 nein			8	37
	20	17,000 nein			8	36
	21	18,000 ja	0,818	0,056	9	35
	22	19,000 nein			9	34
	23	20,000 nein			9	33
	24	21,000 nein			9	32
	25	22,000 nein			9	31
	26	23,000 ja	0,791	0,060	10	30
	27	24,000 nein			10	29
	28	26,000 nein			10	28
	29	27,000 nein			10	27
	30	28,000 nein			10	26
	31	29,000 nein			10	25
	32	29,000 nein			10	24
	33	30,000 nein			10	23
	34	32,000 nein			10	22
	35	34,000 nein			10	21
	36	38,000 nein			10	20
	37	40,000 ja	0,752	0,069	11	19
	38	40,000 nein			11	18
	39	43,000 ja	0,710	0,076	12	17
	40	43,000 nein			12	16
	41	46,000 nein			12	15
	42	47,000 ja	0,663	0,085	13	14
	43	50,000 ja	0,615	0,091	14	13
	44	51,000 nein			14	12
	45	53,000 nein			14	11
	46	55,000 nein			14	10
	47	62,000 nein			14	9
	48	64,000 nein			14	8
	49	64,000 nein			14	7
	50	64,000 nein			14	6
	51	71,000 nein			14	5
	52	77,000 nein			14	4
	53	78,000 nein			14	3
	54	93,000 ja	0,410	0,178	15	2
	55	99,000 ja	0,205	0,170	16	1
	56	102,000 ja	0,000	0,000	17	0