

Aus der Klinik für Gefäß- und Thoraxchirurgie  
des Vivantes-Klinikums im Friedrichshain

Dissertation

„Die Sofortkorrekturrate nach intraoperativer Angiographie  
bei arteriellen Rekonstruktionen“

Zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae (Dr. med.)

Vorgelegt der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

Von

Rhena Dost  
aus Halle/Saale

Gutachter: 1. Priv.-Doz. Dr. med. H. Rimpler  
2. Priv.-Doz. Dr. med. U. Teichgräber  
3. Priv.-Doz. Dr. med. T. Lesser

Datum der Promotion: 26.11.2008

---

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Problemstellung	1
1.2	Historische Entwicklung	2
1.3	Aktueller Wissensstand	3
<b>2.</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>5</b>
3.1	Patienten	5
3.2	Operationsarten	6
3.3	Bypassoperationen	8
3.4	Angiographie	8
<b>4.</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>9</b>
4.1	Sofortkorrekturrate	9
4.2	Abhängigkeit der Sofortkorrekturrate von der Operationsart	10
4.3	Abhängigkeit der Sofortkorrekturrate vom Bypassverlauf	10
4.4	Operationsdauer bei unterschiedlichen OP-Arten mit/ohne Sofortkorrektur	11
4.5	Anteil an Notfalloperationen gesamt und in Gruppen	12
4.6	Abhängigkeit der Sofortkorrekturrate vom Operateur	13
4.7	Abhängigkeit der Sofortkorrekturrate von der Prothesenverwendung	14
4.8	Angiographiebefunde	15
4.9	Korrekturmethode	16

<b>5.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>17</b>
5.1	Vergleich der Sofortkorrekturrate mit der Literatur	17
5.1.1	Studien, welche verschiedene Operationsarten vergleichen	17
5.1.2	Carotis-Operationen	19
5.1.3	Infrainguinale Rekonstruktionen	25
5.1.4	Andere Operationsarten	31
5.2	Bypassverlauf	32
5.3	Notfalloperationen	32
5.4	Operateur	33
5.5	Prothesenverwendung	33
5.6	Operationsarten	34
<b>6.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>35</b>
	Literaturverzeichnis	37
	Erklärung	41
	Lebenslauf	42
	Danksagung	43

## Abkürzungsverzeichnis

ACE – Arteria carotis externa

ACI – Arteria carotis interna

DSA – Digitale Subtraktionsangiographie

EEA – Eversionsendarteriektomie

PAVK – Periphere arterielle Verschlusskrankheit

PP – Patchplastik

PTA – Perkutane transluminale Angioplastie

PTFE – Polytetrafluorethylen

TEA – Thrombendarteriektomie

## Verzeichnis der Abbildungen

Abb. a: Geschlechts- und Altersverteilung	S. 5
Abb. b: Operationsarten	S. 7
Abb. c: Anteil an Sofortkorrekturen	S. 9
Abb. d: Sofortkorrekturrate bei unterschiedlichen Operationsarten	S. 10
Abb. e: Operationszeiten	S. 11
Abb. f: Anteil der Operationsarten an den Notfalloperationen	S. 12
Abb. g: Sofortkorrekturrate bei den einzelnen Operateuren	S. 13
Abb. h: Die Sofortkorrekturrate bei infrainguinalen Rekonstruktionen in der Literatur	S. 25

## Tabellenübersicht

Tabelle 1: Bypassverläufe	S. 8
Tabelle 2: Korrekturarten	S. 16
Tabelle 3: Sofortkorrekturrate in Studien mit unterschiedlichen Operationsarten	S. 17
Tabelle 4: Sofortkorrekturrate bei Carotisoperationen	S. 19
Tabelle 5: Einfluss der intraoperativen Angiographie auf Mortalität und Schlaganfall-Rate	S. 20
Tabelle 6: Nachuntersuchungsergebnis bei Donaldson	S. 21
Tabelle 7: Vergleich der Abnormalitätskriterien von Lohr und Valenti	S. 23
Tabelle 8: Vergleich der Studien von Courbier und Kretschmer	S. 26
Tabelle 9: In-situ-Venen-Bypässe	S. 26
Tabelle 10: Infrainguinale Bypässe	S. 27
Tabelle 11: Vergleich zwischen Literatur und Dissertation bezüglich TEA	S. 28
Tabelle 12: Sofortkorrekturrate bei Thrombembolektomien	S. 31

# 1. Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Arterielle Rekonstruktionen kommen bei verschiedenen Krankheiten zum Einsatz: bei der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (PAVK), bei Stenosen der A. carotis, beim akuten peripheren Arterienverschluss durch Embolie, sowie bei peripheren Aneurysmen.

Da diese Gefäßerkrankungen im Alter häufiger auftreten, kommt es durch den demografischen Wandel immer mehr zu einer steigenden Anzahl gefäßkranker Patienten. Dies wird auch durch die Zunahme von Risikofaktoren wie Diabetes mellitus begünstigt. Schon jetzt ist eine PAVK bei 1% aller >40-jährigen und bei mindestens 5% aller >65-jährigen Menschen in Deutschland statistisch erwiesen. Jährlich tritt bei 40.000-80.000 Patienten eine kritische Extremitätenischämie auf (38).

Angesichts der Endlichkeit der finanziellen Ressourcen im Gesundheitssystem muss daher auch in der Gefäßchirurgie, ebenso wie in vielen andere Fachbereichen der Medizin, ökonomischer gearbeitet werden. Bei allen wirtschaftlichen Überlegungen muss aber immer noch der Patient im Mittelpunkt stehen, der durch Gefäßkrankheiten oftmals wertvolle Lebensqualität einbüßt. So führen diese zwei Punkte, ökonomische und individuelle Faktoren, zum Ziel der Behandlungsoptimierung.

Ein Weg hin zu diesem Ziel ist die intraoperative Überprüfung der arteriellen Rekonstruktionen, da sie die Möglichkeit der sofortigen Korrektur von technischen Fehlern eröffnet.

## 1.2 Historische Entwicklung

Die ersten Arbeiten auf dem Gebiet der Gefäßchirurgie, welche noch lediglich experimenteller Natur waren, wurden Anfang des 20. Jahrhunderts von Ernst Jeger und Alexis Carrel durchgeführt. Die Etablierung einer therapeutischen Gefäßchirurgie war erst nach der Entwicklung der Angiographie und der Einführung des Heparins möglich. Die Angiographie wurde 1928-1929 von E. Moniz und R. dos Santos hervorgebracht, die Entwicklung des Heparins dauerte von 1913-1935.

Dank dieser Grundlagen konnte Jean Cid dos Santos 1946 die erste Thrombendarteriektomie (TEA) der A. femoralis durchführen, gefolgt vom ersten femoro-poplitealen Venen-Bypass durch Jean Kunlin im Jahr 1948. Dem folgte 1953 die Entwicklung der Carotis-TEA durch M. de Bakey in Houston sowie Eastcott, Pickering und Rob in London. 1963 stellte Thomas Fogarty seinen Katheter zur Embolektomie vor.

Schon 1967 kam F.W. Blaisdell auf den Gedanken, bei Carotis-TEAs eine intraoperative Abschlussangiographie durchzuführen, um den Erfolg der Operation zu überprüfen (6). Im gleichen Jahr sahen im deutschen Sprachraum Chirurgen diese Notwendigkeit auch bei peripheren Arterienverschlüssen (9). Manche Autoren stimmten dem zu (26, 28), ein anderer empfahl, die intraoperative Angiographie selektiv durchzuführen (41), da er der Meinung war, diese Untersuchung erhöhe das Thromboserisiko, worin ihm der erstgenannte Autor allerdings widerspricht (9). Einig waren sich diese frühen Artikel darin, dass das intraoperative Kontrollangiogramm eine unentbehrliche Methode zur Erkennung von sofort behebbaren technischen oder methodischen Fehlern darstellt.



### 1.3 Aktueller Wissensstand

Die Notwendigkeit zur Behandlungsoptimierung ergibt sich vor allem dadurch, dass sich arterielle Rekonstruktionen oftmals wieder verschließen und Nachoperationen nötig sind. Eine aktuelle Studie aus dem Jahr 2004 ergab, dass sich von 338 Patienten, die einen infrainguinalen Bypass bekommen hatten, 40 % einem Re-Eingriff mittels PTA, Patch oder erneutem Bypass unterziehen mussten (23). Hinzu kommt auch, dass bei Patienten mit PAVK eine Operation nicht die Ursache des Leidens beseitigt, sondern aufgrund der fortschreitenden Arteriosklerose zumeist weitere Operationen notwendig sind.

Daher empfiehlt die AWMF (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften) zur intraoperativen Abschlussuntersuchung die Angiographie, nach Möglichkeit als digitale Subtraktionsangiographie (DSA). Nach Embolektomien peripherer Gefäße wird sie „dringend empfohlen“, bei der Behandlung der akuten arteriellen Thrombosen sei sie „unabdingbar“ (1) und auch bei Operationen von Stenosen der A. carotis sowie Becken- und Beinarterienverschlüssen wird die intraoperative Angiographie als Möglichkeit zur Qualitätskontrolle genannt. Wieviel Gefäßchirurgen sich an diese Empfehlungen halten, lässt sich nicht ermitteln. Ein Autor behauptet, dass viele Gefäßchirurgen bei Operationen der A. carotis kein intraoperatives Kontrollverfahren verwenden, weil sich wegen Methodenvielfalt und fehlendem Nachweis einer Relevanz der erhobenen Befunde kein Verfahren etablieren konnte (45), während ein anderer ganz entgegengesetzter Meinung ist und meint: „Die intraoperative Angiographie gehört seit Jahrzehnten zum unverzichtbaren Instrumentarium jedes Gefäßchirurgen“ (4).

Es scheint eher das erste Zitat zuzutreffen, denn trotz der Empfehlungen der AWMF gibt es wenige Artikel aus jüngerer Zeit über dieses Thema. Über Thrombembölektomien gibt es nur drei Studien mit relativ kleinen Fallzahlen, der jüngste Artikel über infrainguinale Bypässe ist schon 13 Jahre alt, die drei Artikel über die TEA der A. femoralis sind noch wesentlich älter, lediglich die TEA der A. carotis betreffend existieren etliche Untersuchungen über die Anwendung der intraoperativen Angiographie. Die Artikel, welche Kontrollangiogramme bei verschiedenen Operationsmethoden auswerten, sind ebenfalls schon sehr alt, von 1980 und früher.

Im Vivantes Klinikum im Friedrichshain in Berlin werden in der Abteilung Gefäß- und Thoraxchirurgie seit dem Jahr 2000 routinemäßig intraoperative Angiographien durchgeführt, welche nun einer Überprüfung unterzogen wurden. In dieser Dissertation werden die Daten von allen Operationen der Jahre 2003 und 2004 ausgewertet, in denen intraoperative Angiographien durchgeführt wurden.

## 2. Aufgabenstellung

Durch die Auswertung der 493 Operationen, bei denen intraoperative Angiographien durchgeführt wurden, sollte herausgefunden werden, in welcher Häufigkeit Befunde auftreten, die zur sofortigen intraoperativen Korrektur führen. Weiterhin war von Interesse, inwiefern diese Rate von den folgenden Faktoren abhängt:

- Operateur
- Art der Operation
- Prothesenverwendung
- Notfall- oder geplante Operation
- Bypassverlauf (anatomisch/extraanatomisch).

Außerdem wurde untersucht, welche Angiographiebefunde eine Revision zur Folge hatten und auf welche Weise die Korrektur durchgeführt wurde.

### 3. Material und Methoden

#### 3.1 Patienten

In den Jahren 2003 und 2004 wurden 587 Arterien rekonstruiert. In zwölf Fällen war die Akte nicht verfügbar, in 68 Fällen wurde keine intraoperative Angiographie durchgeführt und 14 Fälle wurden ausgeschlossen wegen geplanter Stent-Einlage. Es blieben 493 Operationen an 403 Patienten zur Auswertung.

Es wurden 317 Männer und 176 Frauen operiert. Der jüngste Patient war zum Zeitpunkt der Operation 29 Jahre alt, der älteste 90. Die jüngste Patientin war 33 Jahre, die älteste Patientin 94. Der Altersdurchschnitt lag bei 67,8 Jahren (Abb. a).

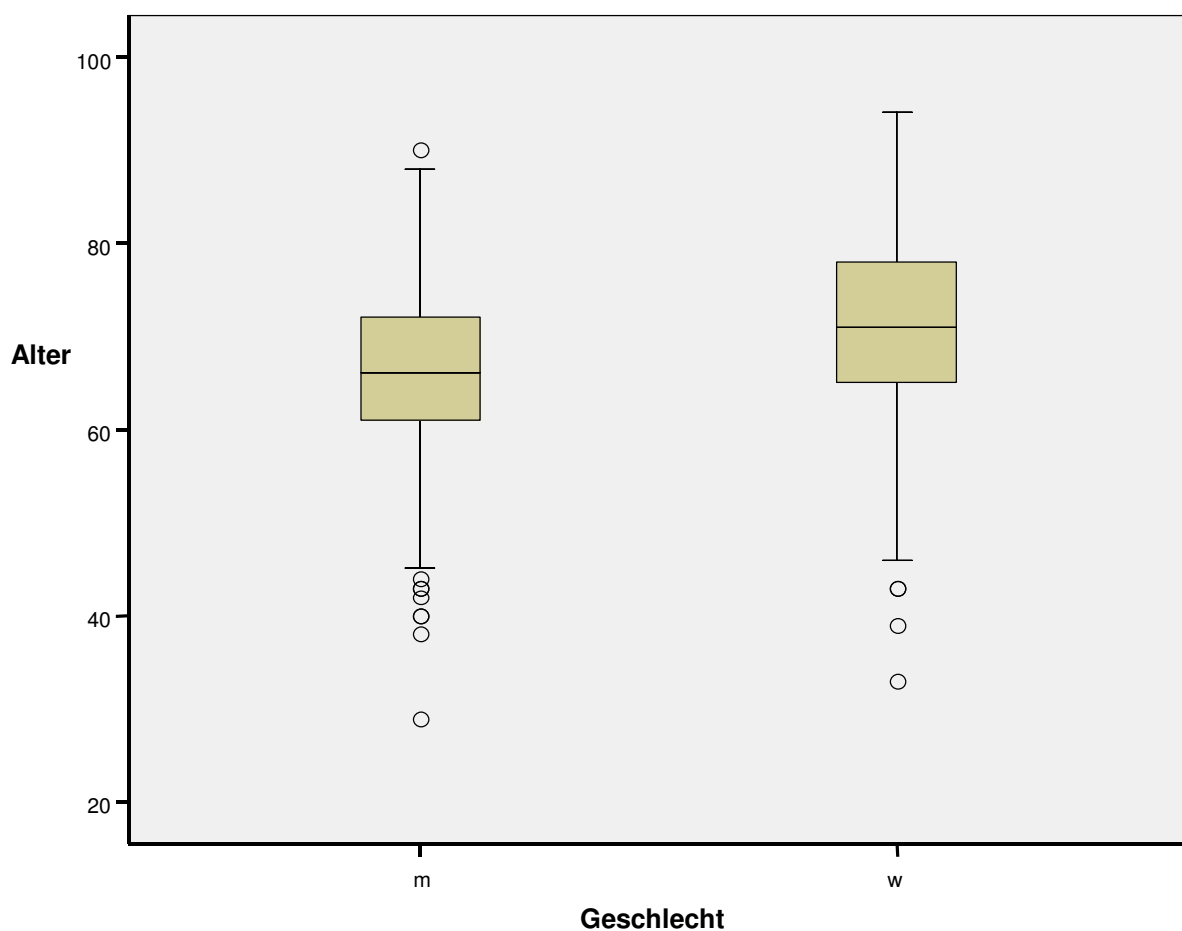


Abb. a: Geschlechts- und Altersverteilung

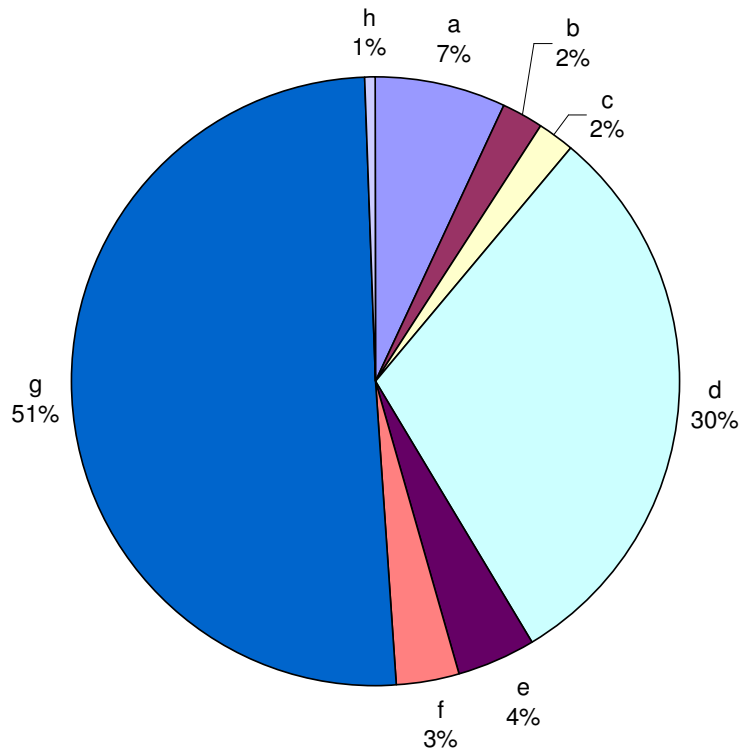
Legende: Der Kasten stellt den Interquartilsbereich (IQR) dar, der dicke Strich darin den Median. Die Werte, die maximal  $1.5 * IQR$  über oder unter der Box liegen, bilden die Linien, der Querstrich steht für den größten bzw. kleinsten tatsächlich vorhandenen Wert innerhalb dieses Bereichs. Werte außerhalb von  $1.5 * IQR$ , aber noch innerhalb von  $3 * IQR$  gelten als Ausreißer und sind mit einem Kreis eingezeichnet.

### 3.2 Operationsarten

Die 493 Operationen wurden in acht Gruppen unterteilt (Abb. b).

- a) Die erste Gruppe „Femoralsplastiken“ enthält 34 Thrombendarteriektomien (TEA) und Patchplastiken (PP) der A. femoralis communis, der A. profunda femoris, der A. femoralis sowie der Femoralisgabel. In 30 Fällen wurden TEA und PP gemacht, in einem Fall kam eine Interposition dazu und in drei Fällen wurde nur eine Patchplastik angelegt.
- b) Die zweite Gruppe „Embolektomien“ umfasst neun Operationen an der unteren und zwei an der oberen Extremität. Dreimal wurde eine Embolektomie und eine TEA durchgeführt, siebenmal war es eine reine Embolektomie und einmal eine TEA. Bei zwei Operationen in dieser Gruppe wurde auch eine Patchplastik angelegt.
- c) In der dritten Gruppe wurden zehn Revisionen von Dialyse-Shunts zusammengefasst. Dreimal waren es TEA und PP, viermal nur TEA, einmal nur Patch, einmal nur eine neue Interposition und einmal TEA und Interposition.
- d) 149 Operationen an der A. carotis interna (ACI) bzw. an der Carotidgabel bilden die vierte Gruppe. Neunmal wurde eine Eversionsendarteriektomie (EEA) durchgeführt, davon einmal in Kombination mit einer TEA. In vier Fällen wurde durch Kürzung und Reinsertion ein Kinking der ACI operiert. Fünfmal wurde nur ein Patch eingenäht, in 127 Fällen bestand die Operation aus einer Patchplastik und TEA und viermal wurde zusätzlich eine Interposition angelegt.
- e) Die fünfte Gruppe „Bypass-Thrombektomien und Bypass-Patchplastiken“ umfasst 20 Revisionen an verschiedenen Bypässen, bei denen neunmal nur eine Thrombektomie gemacht wurde, zweimal nur ein Patch und neunmal eine Kombination aus beiden Operationen.
- f) Gruppe sechs enthält 17 Ausschaltungen von Anastomosen- und Popliteaaneurysmen durch Interpositionen und Bypässe. Je eine Operation davon war mit einer TEA, einer Patchplastik bzw. einer Kombination von beidem verbunden.
- g) Mit 249 Operationen ist die siebte Gruppe die größte. Hierin sind die Bypässe und Interpositionen zusammengefasst, sowohl Erstoperationen, als auch die Fälle, in denen ein verschlossener Bypass neu angelegt wurde.
- h) Die achte Gruppe wird von drei Operationen gebildet, die sich nicht in eine der anderen Gruppen einordnen ließen. Die erste davon ist eine Operation (TEA und PP) am Truncus brachiocephalicus wegen Subclavian-Steal-Syndrom. Die zweite ist ein Reeingriff am selben Tag nach der Anlage eines aortofemorale Bypass und Embolektomie. In dieser Operation wurde zuerst eine Angiographie durchgeführt, die den Verdacht auf periphere Embolisation ergab. Zur Einstromverbesserung wurde deshalb eine Stent-PTA einer mittelgradigen Steno-

se der A. iliaca externa durchgeführt. Die dritte Operation der Gruppe ist eine Thrombektomie der A. iliaca.



Nr.	Operationsart	Anzahl
a	Femoralsplastiken	34
b	Embolektomien	11
c	Shunt-Revisionen	10
d	Operationen an der A. carotis	149
e	Bypass-Thrombektomien und Bypass-Patchplastiken	20
f	Aneurysmaausschaltungen	17
g	Bypässe und Interpositionen (Neuanlagen und Revisionen)	249
h	sonstige	3

Abb. b: Operationsarten

### 3.3 Bypassoperationen

Gruppe g der Operationsarten umfasst Bypässe mit sehr unterschiedlichem Verlauf (Tabelle 1).

Tabelle 1: Bypassverläufe

Proximale Anastomose	Distale Anastomose					
	-subclavial	-profundal	-femoral	-popliteal	-crural	-pedal
axillo-		2	1			
carotido	1					
aorto-		1				
iliaco-		3	2	1		
femoro-		5		117	71	2
popliteo-					8	5
profundo-					1	
protheto-		1	1	4	1	

Außer den in der Tabelle dargestellten Bypässen gehören in diese Gruppe noch sieben cross-over-Bypässe, neun Interpositionen und drei Bypassverlängerungen sowie jeweils ein Zweisprung-Bypass, ein Hepato-renaler Bypass und eine Operation, in der zwei Bypässe (ein iliaco-profundaler plus ein protheto-poplitealer) angelegt wurden.

### 3.4 Angiographie

Die Aufnahmen wurden mit einem Powermobil mit C-Bogen der Firma Siemens angefertigt. Für die intraoperative Digitale Subtraktionsangiographie (DSA) wurde überwiegend iodhaltiges Kontrastmittel verwendet, außer in sechs Fällen, wo die Angiographie mit CO<sub>2</sub> durchgeführt wurde. Als iodhaltige Präparate kamen Visipaque® und Ultravist® zum Einsatz. Die Punktion wurde immer zentral der Rekonstruktion gesetzt. Es wurde jeweils nur eine Ebene dargestellt.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Anteil der Sofortrevisionen

Während 493 Operationen in den Jahren 2003 und 2004 wurden intraoperative Angiographien durchgeführt. In 381 Fällen (77,3 %) erbrachte die Untersuchung ein einwandfreies Ergebnis, im OP-Bericht meist ausgedrückt mit der Formulierung „Die Angiographie ergibt korrekte Rekonstruktions- und Abflussverhältnisse.“ oder „Es stellt sich distal eine harmonisch verlaufende Anastomose dar.“. In 79 Fällen (16 %) führte die Angiographie aufgrund der Befunde zur sofortigen Revision. Elf Mal (2,2 %) wurde das Ergebnis der Digitalen Subtraktionsangiographie (DSA) im OP-Bericht nicht erwähnt; hier ist von einem einwandfreien Befund auszugehen. 22 Mal (4,5 %) war das Ergebnis zwar nicht einwandfrei, aber auch nicht korrekturbedürftig (Abb. c). Dies war z.B. der Fall bei langsamem Abstrom aus dem Bypass bzw. dem rekonstruierten Gefäß, oder bei Wandunregelmäßigkeiten und leichten Stenosen, bei denen distal ein guter Puls tastbar war.

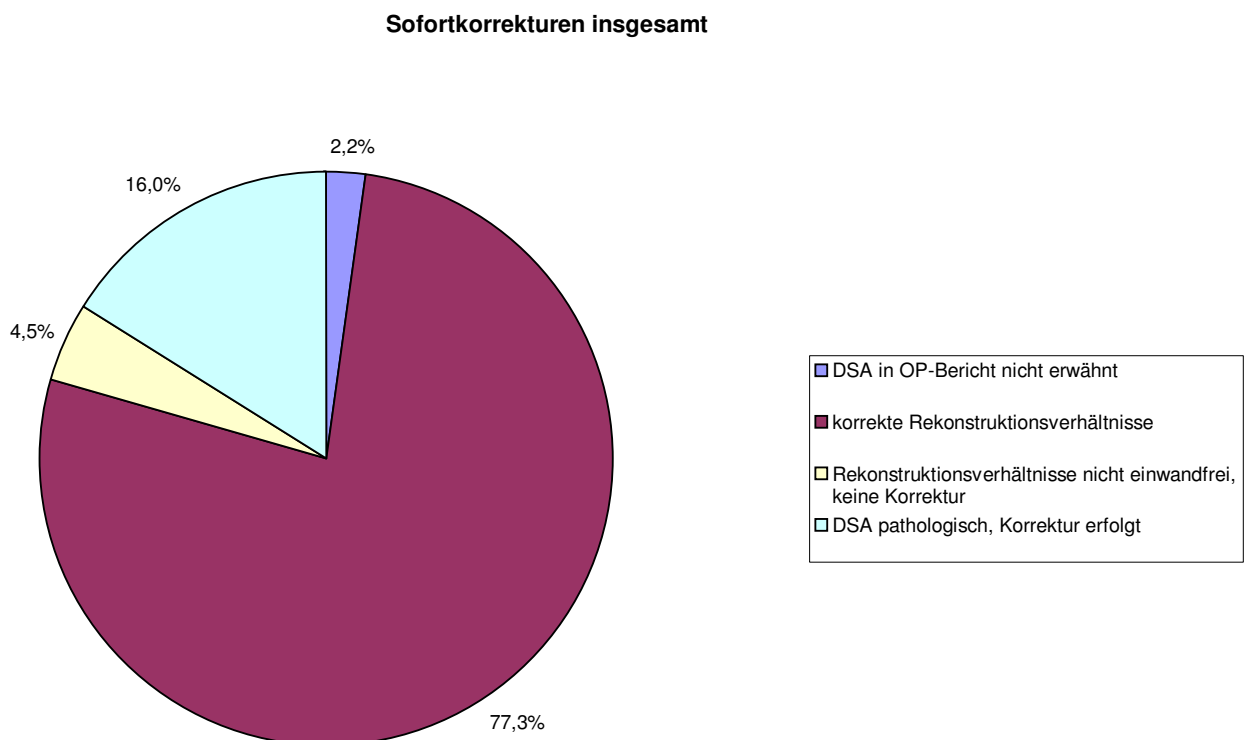


Abb. c: Anteil an Sofortkorrekturen

#### 4.2 Abhängigkeit der Sofortkorrekturrate von der Operationsart

Der Anteil sofort revisionsbedürftiger Befunde in den einzelnen Gruppen ist sehr unterschiedlich (Abb. d). Am niedrigsten ist er bei den ACI-Operationen, hier führten nur 6,7 % der intraoperativen Angiographien zur Sofortrevision. Am höchsten ist er mit 40 % in der Gruppe „Shunt-Revisionen“. Die Gruppe h ist hier wegen der geringen Fallzahl nicht auswertbar.

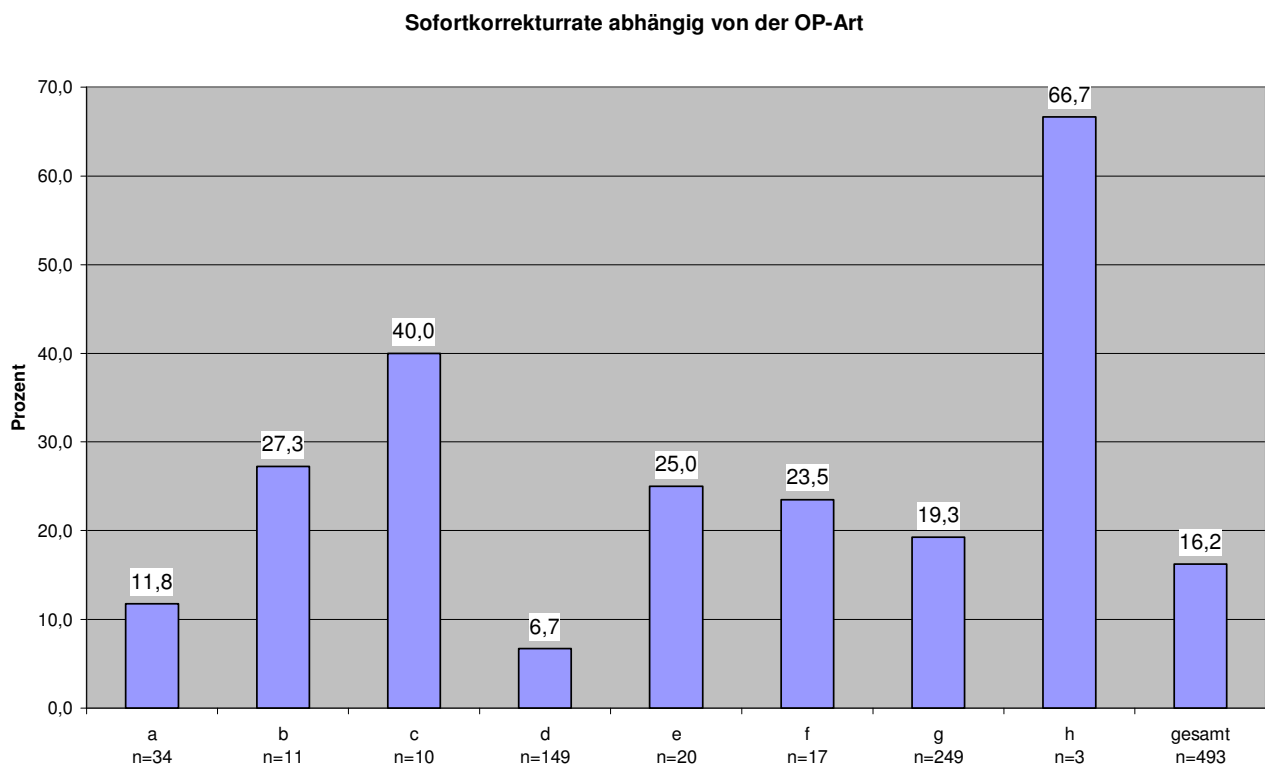


Abb. d: Sofortkorrekturrate bei unterschiedlichen Operationsarten

#### 4.3 Abhängigkeit der Sofortkorrekturrate vom Bypassverlauf

In Gruppe g wurden 171 Bypässe anatomisch und 46 extraanatomisch geführt, 13mal wurde dies nicht genau erwähnt, bei elf Bypässen wurde die Vene in-situ verwendet und in acht Fällen wurde eine Interposition angelegt. Diese waren am wenigsten korrekturbedürftig (ein Fall, entsprechend 12,5 %), gefolgt von den anatomischen Bypässen mit 15,8 % und den extraanatomischen mit 19,6 %. Die In-situ-Venen-Bypässe liegen mit 63,6 % weit darüber. Von den Bypässen, deren Verlauf im OP-Bericht nicht explizit erwähnt wurde, waren 30,8 % sofort korrekturbedürftig.



#### 4.4 Operationsdauer bei unterschiedlichen OP-Arten mit/ohne Sofortkorrektur

Die kürzeste Operation dauerte 30 Minuten, die zweitkürzeste 32 Minuten. Beide Operationen waren TEAs von Unterarm-Schleifen (Dialyse-Shunts). Die längste Operation dauerte 460 Minuten, hierbei wurde ein femoro-cruraler Composite-Bypass angelegt, der sich in der intraoperativen DSA nur flau anfärbte und einer sofortigen Revision unterzogen wurde. Die mittlere Operationsdauer lag bei 143,6 Minuten. In jeder Gruppe von Operationsarten führten die Sofortkorrekturen zu einer Verlängerung der Operationszeit (Abb. e).

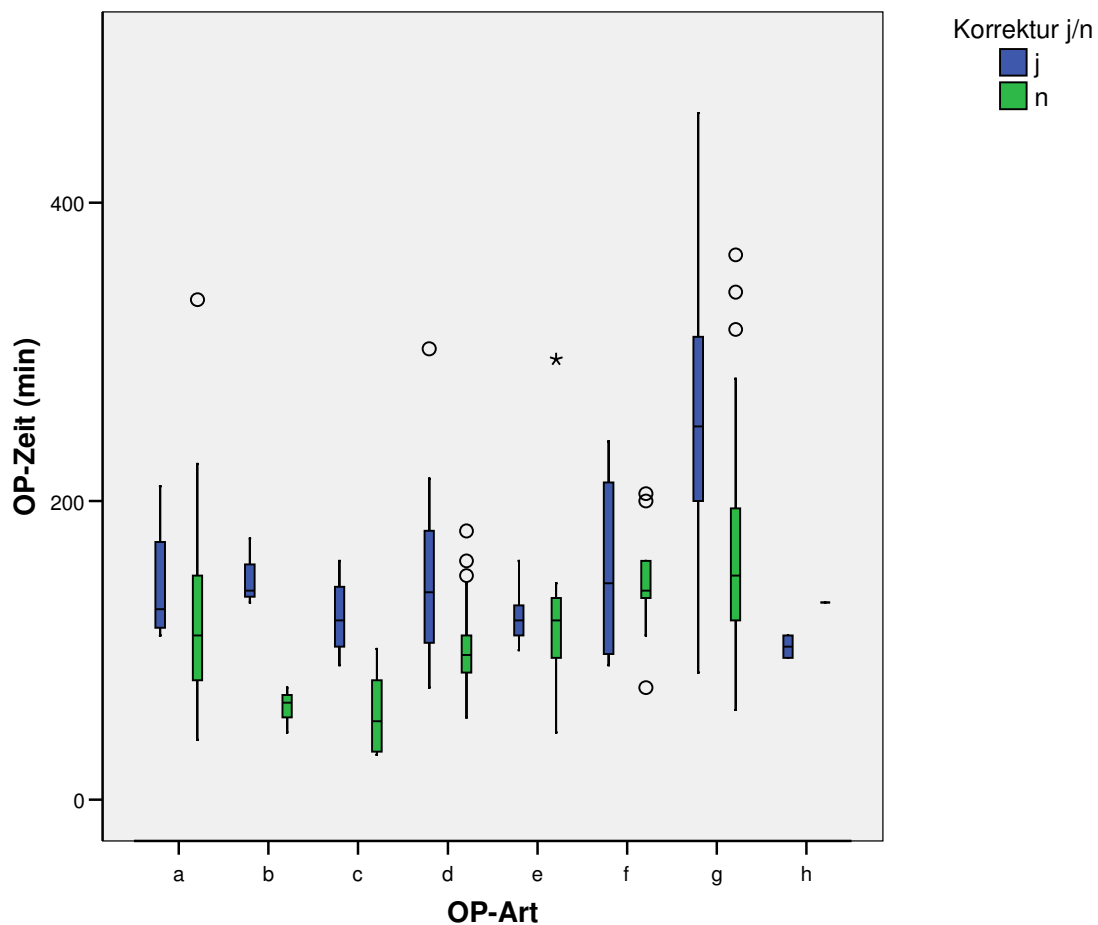


Abb. e: Operationszeiten

Legende: Der Kasten stellt den Interquartilsbereich (IQR) dar, der dicke Strich darin den Median. Die Werte, die maximal  $1.5 \cdot \text{IQR}$  über oder unter der Box liegen, bilden die Linien, der Querstrich steht für den größten bzw. kleinsten tatsächlich vorhandenen Wert innerhalb dieses Bereichs. Werte außerhalb von  $1.5 \cdot \text{IQR}$ , aber noch innerhalb von  $3 \cdot \text{IQR}$  gelten als Ausreißer und sind mit einem Kreis eingezeichnet. Extremwerte liegen mehr als  $3 \cdot \text{IQR}$  von der Box entfernt und werden durch Sterne markiert.

#### 4.5 Anteil an Notfalloperationen gesamt und in Gruppen

17 (3,5 %) Operationen wurden notfallmäßig durchgeführt, bei acht davon (47 %) führte die intraoperative Angiographie zur sofortigen Revision.

Der Anteil an Notfalleingriffen ist bei den verschiedenen Operationsarten sehr unterschiedlich. In den Gruppen „Shunt-Revisionen“, „Aneurysmaausschaltungen“ und „sonstige“ wurden keine Operationen notfallmäßig durchgeführt. In den Gruppen „Femoralisplastiken“, „ACI-Operationen“, „Bypass-TEAs und Bypass-PP“ und „Bypässe und Interpositionen“ lag die Rate an Notfalloperationen zwischen 1,3 und 5,9 %. In der Gruppe „Embolektomien“ waren es dagegen 63 %, d.h., dies waren die häufigsten Notoperationen, gefolgt von Bypässen und Femoralisplastiken (Abb. f).

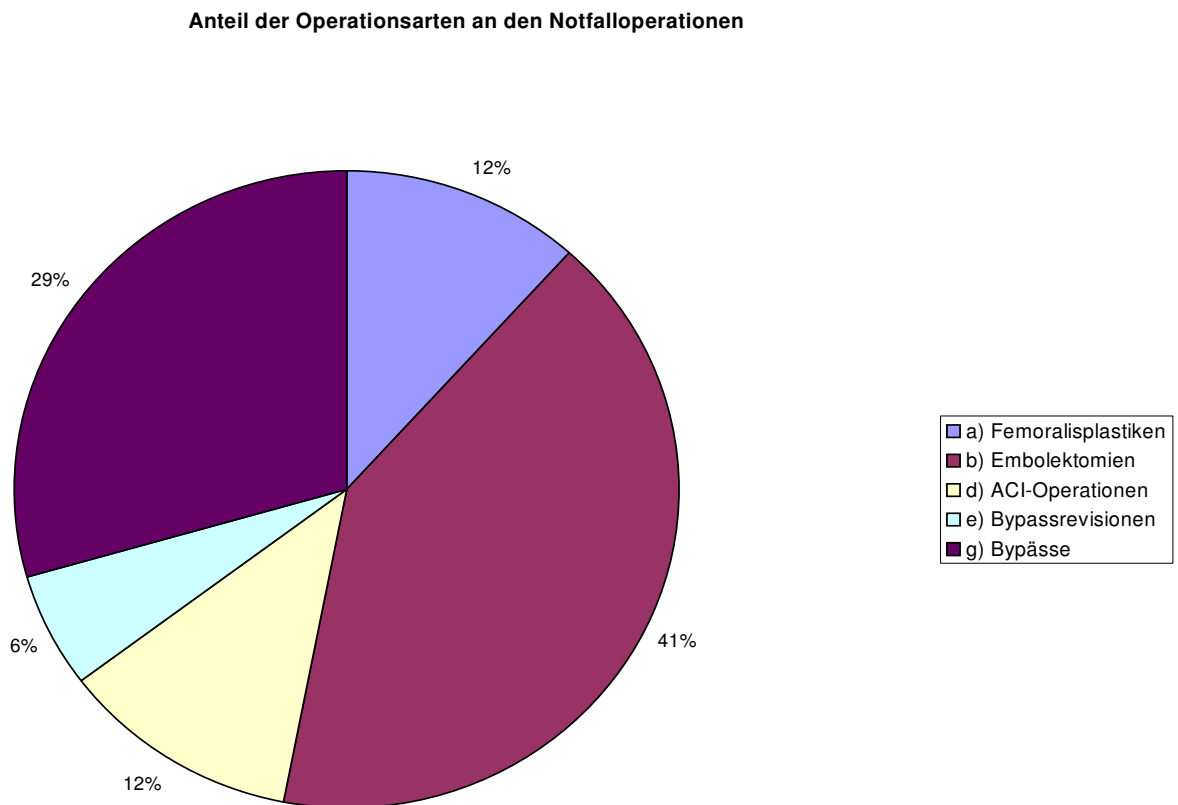


Abb. f: Anteil der Operationsarten an den Notfalloperationen

#### 4.6 Abhängigkeit der Sofortkorrekturrate vom Operateur

Die 493 Operationen wurden von zwölf verschiedenen Ärzten durchgeführt. Drei Operateure waren Assistenzärzte der Allgemeinchirurgie, die ein halbes Jahr zur Weiterbildung in der Klinik für Gefäß- und Thoraxchirurgie verbrachten. Sie führten insgesamt fünf Operationen durch, bei denen die intraoperative Angiographie jeweils ein einwandfreies Ergebnis brachte. Arzt 4, ein Assistenzarzt der Gefäßchirurgie, leitete drei Operationen, die ebenfalls eine einwandfreie intraoperative Angiographie erbrachten.

Bei den übrigen Ärzten, die jeweils zwischen neun und 115 mal operierten, führte die intraoperative Angiographie in 10 bis 24 % der Fälle zur sofortigen Revision (Abb. g).

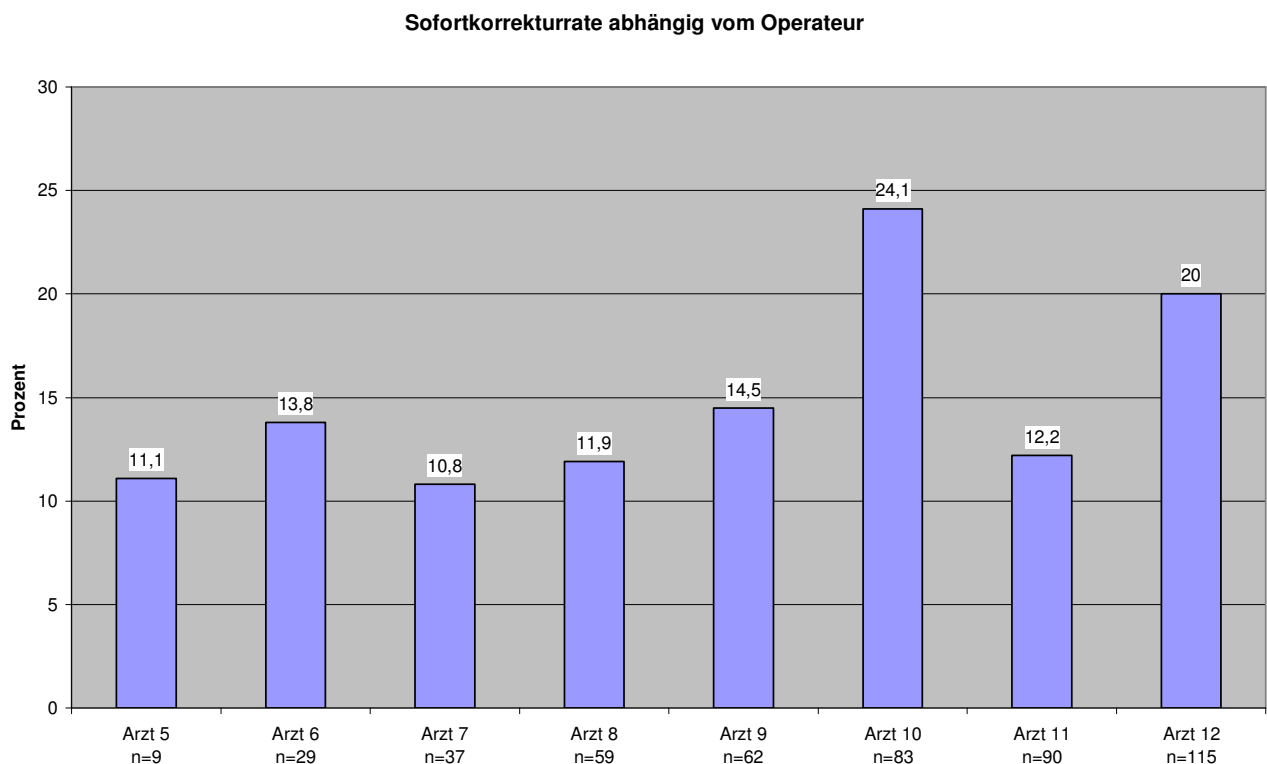


Abb. g: Sofortkorrekturrate bei den einzelnen Operateuren

#### 4.7 Abhängigkeit der Sofortkorrekturrate von der Prothesenverwendung

Für Bypässe und Patchplastiken wurde bei 346 Operationen Prothesenmaterial verwendet, z.T. in Kombination mit Venen. Bei 114 Operationen wurde ausschließlich körpereigenes Material benutzt, davon 113mal Vene, in einem Fall Arterie. Eine intraoperative Korrektur war bei 15,3 % der Operationen, in denen Prothesen gebraucht wurden, und bei 19,3 % der Operationen, bei denen organisches Material genutzt wurde, nötig. Allerdings war es bei den Operationen mit Prothesen häufiger der Fall (4,3 %) als in der anderen Gruppe (1,7 %), dass das angiographische Ergebnis nicht einwandfrei war, ohne eine Korrektur zu benötigen.

Von 246 infrainguinalen Bypässen wurden 96 ausschließlich mit Vene konstruiert, wovon 20,8 % intraoperativ korrekturbedürftig waren. Bei 150 infrainguinalen Bypässen wurde Prothesenmaterial verwendet. Von diesen waren 18,7 % bei der intraoperativen Angiographie auffällig.

#### 4.8 Angiographiebefunde

Die weitaus häufigste Ursache für eine Sofortkorrektur ist die Stenose. In 41 unterschiedlichen Operationen trat dieser Befund auf. Es kam vor, dass nach der intraoperativen Korrektur einer solchen Stenose bei der erneuten intraoperativen Angiographie wieder eine Stenose gefunden wurde. Diese Fälle wurden hier nicht mit gezählt.

Alle anderen Gründe für eine intraoperative Revision waren wesentlich seltener: Siebenmal wurden Seitenäste und Fisteln gefunden nach Anlage eines In-situ-Venen-Bypasses. Sechsmal kam es bei Operationen an der A. carotis interna bzw. Carotidgabel zu Verschlüssen der A. carotis externa. In fünf Fällen wurde eine Dissektion bzw. der Verdacht darauf entdeckt. Jeweils dreimal wurden folgende Befunde erhoben: Thromben, (V.a.) Verschlüsse und Wandveränderungen (bei Verwendung von Vene, bzw. arteriosklerotisch). In zwei Fällen von Bypassanlagen bzw. –revisionen ergab die intraoperative Angiographie eine Blutung und ebenfalls zweimal waren relative Zeichen der Bypassminderfunktion zu sehen. Jeweils einmal wurde eine Torquierung, ein Plaque sowie ein deutliches Einstromhindernis (Vene des Composite-Bypass kleinkalibrig) gefunden. In einem Fall zeigte die intraoperative Angiographie ein Aneurysma der A. prof. fem. distal der Protheseninterposition nach Patchplastik und einmal zeigte sich, dass die Aneurysma-ausschaltung nicht gelungen war und die Aneurysmen noch perfundiert wurden.

Häufig beschrieben die DSA-Befunde Flussprobleme:

- „Abstrom über A. profunda scheint nicht auszureichen“
- „nicht optimaler Abfluss über A. fibularis“
- „sehr langsamer Abfluss nach distal“
- „sehr deutliche Flow-Verzögerung“

Auch Nebenbefunde wurden häufig erhoben:

- „Darstellung der Arterie bis Mitte Unterschenkel, dann Abbruch“
- „Periphere Profundaäste stellen sich nicht dar“
- „Bypass stellt sich zeitgleich mit A. profunda dar“

Zwei Ergebnisse waren von ganz besonderer Art: Im ersten Fall wurde bei einem Bypass die distale Anastomose falsch angelegt, statt auf die A. tibialis anterior auf eine periphere Vene. Und im zweiten Fall stand im OP-Bericht folgende Beschreibung: „Stenose unmittelbar hinter proximaler Anastomose, sicher bedingt durch kleines BP-Kaliber. Zusätzlich wirkt Arterienwand i.S. eines Hypomochlions. Distal stellt sich die dünnkalibrige A. fibularis dar. Über Kollateralen jedoch auch die deutlich kräftigere A. tibialis ant. und post. Es ist klar, dass die angiographische Zuordnung der Gefäße nicht korrekt war.“

#### 4.9 Korrekturmethode

Die o.g. sieben Fälle von Seitenästen und Fisteln wurden mit Ligaturen versorgt. Die beiden Blutungen wurden umstochen bzw. übernäht und die beiden Aneurysmen wurden gerafft. Einmal wurde Actilyse gespritzt und ebenfalls einmal wurde ein Katheter zur locoregionären Lysetherapie eingelegt. Die übrigen Korrekturmethode lassen sich in acht Gruppen einteilen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Korrekturarten

<b>Nr.</b>	<b>Korrekturart</b>	<b>Anzahl</b>
1	Patch (inkl. Patchverlängerung)	19
2	TEA	17
3	Dilatation (einschl. 5 Einstromstents)	14
4	Interposition	11
5	Bypass(verlängerung)	9
6	Thrombektomie	8
7	Neuanastomosierung	7
8	Entfernung von äußeren Hindernissen (Detorquierung, Entfernung von Narbensträngen, Entfernung des paravenösen Gewebes)	4

Auch hier wurden Fälle, in denen in einer OP die gleiche Korrekturmethode mehrmals angewandt wurde, nur einmal gezählt.

## 5. Diskussion

### 5.1 Vergleich der Sofortkorrekturrate mit der Literatur

#### 5.1.1 Studien, welche verschiedene Operationsarten vergleichen

In dieser Dissertation wurde eine Häufigkeit von 16 % ermittelt, mit welcher die intraoperative Angiographie zur Sofortrevision führt. Alle vergleichbaren Studien, welche ebenfalls die intraoperative Angiographie bei verschiedenen Operationsarten untersuchen, sind wesentlich älter (Tabelle 3). Es gibt aber aktuellere Studien, die den Nutzen der intraoperativen Angiographie bei Carotis-Operationen, bei infrainguinalen Rekonstruktionen und bei Embolektomien untersuchen. Daher werden diese im folgenden einzeln diskutiert.

Die Artikel, welche die Sofortkorrekturrate bei unterschiedlichen Operationen untersuchten, stammen aus den Jahren 1972 bis 1980. Sie kommen mit Angaben zwischen 8,7 und 23,5 % zu ähnlichen Ergebnissen wie die aktuelle Untersuchung (Tabelle 3).

Tabelle 3: Sofortkorrekturrate in Studien mit unterschiedlichen Operationsarten

	<b>Zur Revision führend</b>	<b>n</b>
Plecha und Pories 1972	23,5 %	183
Dardik I et al. 1975	17,4 %	155
Dardik H et al. 1978	8,7 %	391
Bowald et al. 1978	14,7 %	136
Crowley 1980	17,5 %	131
Vorliegende Dissertation	16 %	493

Bei vier der fünf Studien führten alle pathologischen Angiogramme zur intraoperativen Sofortkorrektur, außer bei Bowald. Jener nennt 28,7 % der Angiogramme pathologisch, hat aber nur die Hälfte davon (14,7 %) sofortrevidiert. Er zieht nach dem follow-up dann auch die Schlussfolgerung, dass mehr Sofortkorrekturen gemacht hätten werden müssen, da von den unkorrigierten 19 Fällen 15 verschlossen waren. Von den 97 normalen Angiogrammen waren nur drei okkludiert (7).

Auch die Zahlen zweier anderer Studien (15, 16) sind nur eingeschränkt mit den übrigen vergleichbar, da bei den Operationen der brachiocephalen Region die intraoperative Angiographie nicht routinemäßig durchgeführt wurde, sondern elektiv.

Mehrere Autoren (15, 16, 17) kommen zu dem Ergebnis, dass je kleiner das Gefäß, desto höher die Fehlerrate sei und nennen als Fazit, dass sie nur noch bei Revaskularisierung der unteren Extremität die routinemäßige intraoperative Angiographie durchführen. Außerdem könne man bei der intraoperativen Angiographie der unteren Extremität den Run-off einschätzen und damit eine Aussage über die zukünftige Offenheit treffen (16).



### 5.1.2 Die intraoperative Angiographie bei Carotisoperationen

Die Spannweite der intraoperativen Korrekturrate nach intraoperativer Angiographie reicht bei Carotisoperationen von 1,2 bis 19 % (Tabelle 4).

Tabelle 4: Sofortkorrekturrate bei Carotisoperationen

	<b>Zur Revision führend</b>	<b>n</b>
Anderson et al. 1978	5,3 %	131
Scott et al. 1982	11,2 %	107
Alpert et al. 1984	10,0 %	40
Courbier et al. 1986	5,0 %	100
Bredenberg et al. 1989	16,0 %	50
Gruss 1992	6,0 %	Nicht genannt
Roon und Hoogerwerf 1992	2,1 %	535
Donaldson et al. 1993	16,1 %	410
Lohr et al. 1995	17,6 %	131
Westerband 1997	19,0 %	154
Sala et al. 2002	11,7 %	623
Wölfle et al. 2002	4,3 %	115
Pratesi et al. 2006	1,2 %	430
Vorliegende Dissertation	6,7 %	149

Die Studie mit der kleinsten Korrekturrate ist die neueste. Sie wurde prospektiv angelegt und verglich zwei Gruppen von Patienten: die erste umfasste 430 Patienten, welche alle intraoperativ angiographiert wurden, in der zweiten Gruppe von 484 Patienten wurde die Untersuchung nur durchgeführt, wenn der Operateur dies für nötig hielt (48 Fälle). Zur Sofortkorrektur kam es in der ersten Gruppe fünfmal, in der zweiten zweimal. Pratesi spricht sich gegen die routinemäßige intraoperative Angiographie aus, da bisher keine Korrelation zu sehen sei zwischen technischen Fehlern und früh-postoperativen neurologischen Komplikationen (35).

Andere Autoren (39, 13, 50, 43) verglichen Patientengruppen mit intraoperativer Angiographie mit solchen ohne diese, um den Einfluss derselben auf die perioperative Mortalität und perioperative Schlaganfall-Rate zu untersuchen. Dabei traten unterschiedliche Ergebnisse auf (Tabelle 5):

- Bei Wölfle sind die genannten Parameter in beiden Gruppen gleich,
- bei Roon und Hoogerwerf differieren sie, wobei nur der Unterschied in der Stroke-Rate statistisch signifikant ist,
- bei Scott sind beide Parameter in der Gruppe mit intraoperativer Untersuchung niedriger, allerdings ohne statistische Signifikanz ( $p < 0,05$ )
- und bei Courbier sind beide Parameter in der Gruppe mit intraoperativer Angiographie signifikant niedriger.

Tabelle 5: Einfluss der intraoperativen Angiographie auf Mortalität und Schlaganfall-Rate

		Courbier	Roon und Hoogerwerf	Scott	Wölfle
Mortalität	Ohne intraoperative Angiographie	<b>2,91%</b>	1,9%	4,8%	0%
	Mit intraoperativer Angiographie	<b>1%</b>	0,4%	1,5%	0%
Stroke-Rate	Ohne intraoperative Angiographie	<b>1,9%</b> <b>TIA 6,3%</b>	<b>4,5%</b>	6,8%	2,58%
	Mit intraoperativer Angiographie	<b>1%</b> <b>TIA 1%</b>	<b>1,1%</b>	3,6%	2,6%

**Fett** = statistisch signifikant

Roon und Hoogerwerf untersuchten auch, ob die Reduzierung der Stroke-Rate am Lerneffekt liegt oder an der intraoperativen Angiographie. Dazu wurden die Ergebnisse der ersten 100 Patienten mit den letzten 100 der 535 Patienten umfassenden Gruppe mit intraoperativer Angiographie verglichen: Bei den ersten 100 Patienten traten 4 % cerebrale Infarkte auf, bei der Vergleichsgruppe keine, wobei dieses Ergebnis statistisch nicht signifikant war. Den Autoren genügt dieser Befund aber, sie sprechen sich ebenso wie Scott für die intraoperative Angiographie bei der Carotischirurgie aus.

Courbier ist ebenfalls dafür und nennt noch folgende Argumente:

- a) Die intraoperative Angiographie hilft beim Management von Patienten mit postoperativem neurologischem Defizit: Wenn die intraoperative Angiographie ein perfektes technisches Ergebnis zeigt, kann man sicher sein, dass es unnötig ist, den Patienten nochmals zu operieren.
- b) Die Angiographie sei die einfachste Methode für den Chirurgen, da die originale operative Indikation auf einem Angiogramm beruhe.
- c) Ein Vorteil der intraoperativen Angiographie sei, dass im Fall der sekundären Restenose nachweisbar ist, dass diese Stenose nach der OP nicht da war, und sich sekundär entwickelt hat.

Wölfle dagegen meint, der Aufwand für die intraoperative Angiographie sei gering und der Nutzen sei mäßig. So könne man auf diese Qualitätskontrolle verzichten, wenn eine sichere und einfache chirurgische Technik vorhanden sei, womit die Standard-TEA mit Patch-Plastik gemeint ist, sowie die Verwendung eines Shunts. Denn dann scheine die Inzidenz von Abnormalitäten, welche sofortiger Korrektur bedürfen, selten zu sein. Wenn allerdings die Operation ohne Patch und Shunt, oder gar als EEA durchgeführt werde, dann sei die intraoperative Angiographie sinnvoll. Gestützt wird diese Position auch von Wack (45).

Diese Meinung erklärt auch die wesentlich höhere Sofortkorrekturrate in der Studie von Sala (40). Hier waren nämlich über die Hälfte der Operationen (353 von 623) TEAs ohne Patchplastik. Auch in der Studie von Westerband war ein Teil der TEAs (25 %) ohne Patchplastik (48). Ferner ist an dieser Untersuchung, welche unter den Carotisoperationen die höchste Sofortkorrekturrate aufweist (19%), auffällig, dass 56 % der Arteriotomien durch einen Venenpatch verschlossen wurden, während in den übrigen Studien und auch im Klinikum im Friedrichshain bei Carotisoperationen fast ausnahmslos Prothesenmaterial verwendet wird. In der Studie von Donaldson war es sogar die Ausnahme, dass die TEA mit Patchplastik durchgeführt wurde (91,5 % Operationen ohne Patch). Neben der relativ hohen Sofortkorrekturrate von 16,1 % zeigte diese Untersuchung auch, dass es häufiger zu Re-Verschlüssen kommt, wenn die Operation ohne Patch beendet wird (18): von den 410 operierten Patienten konnten 232 nach einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 14 Monaten per Ultraschall nachkontrolliert werden, wobei sich folgendes Ergebnis zeigte: (Tabelle 6)

Tabelle 6: Nachuntersuchungsergebnis bei Donaldson

Patch	n	Stenose > 80 %	verschlossen
Mit	32	0	0
Ohne	200	17	3

Auch in den Studien von Bredenberg und Lohr wurden die TEAs ohne bzw. nur in 3 % der Fälle mit Patchplastik durchgeführt, und auch hier sind hohe Sofortkorrekturraten von 16 bzw. 17,6 % zu sehen (8, 30).

Dagegen weisen die Untersuchungen von Alpert, Anderson und Gruss eher niedrige Sofortkorrekturraten auf (2, 3, 21). Gruss schreibt, dass bei den von ihm untersuchten Operationen eine deutliche Lernkurve zu erkennen war, von 20% Sofortkorrekturen in den ersten Jahren auf 6%. Er schlussfolgert, dass die intraoperative Angiographie bei Carotisoperationen angebracht sei (21).

Auch Alpert ist dieser Meinung, denn „die intraoperative Angiographie hilft beim Management von Patienten mit perioperativem neurologischem Defizit: Wenn die intraoperative Angiographie ein perfektes technisches Ergebnis zeigt, kann man sicher sein, dass es unnötig ist, den Patienten nochmals zu operieren.“ In dieser Studie fiel noch auf, dass bei Operationen an der A. carotis interna und communis sehr häufig Defekte an der A. carotis externa auftreten. (unvorhergesehene Defekte in der ACE 22 %, ACI 5 %). Daher sagt Alpert noch: „Visualisierung des Operationssitus hat uns besorgter gemacht über Läsionen in der ACE. Die Wichtigkeit der Offenheit der ACE, die als Kollateralgefäß dient, wurde besser klargestellt und wir geben uns jetzt größere Mühe, dieses Gefäß genauso zu reparieren.“ (2)

Der Autor der ältesten Studie (Anderson) spricht sich gegen die intraoperative Angiographie aus, weil dadurch in 2,3 % der Operationen Komplikationen auftraten, und damit das *primum non nocere* nicht gegeben sei (3).

Ebenfalls komplett dagegen sind die Autoren einer Studie, die nur Patienten ohne intraoperative Angiographie untersuchte (24). Bei diesen 455 Carotis-TEAs kam es in 3 % der Fälle zu neurologischen postoperativen Ereignissen, was genauso sei wie in Studien mit intraoperativer Angiographie. Darüber hinaus wurden die 14 Patienten, welche die neurologischen Ereignisse hatten, retrospektiv genau untersucht, wobei kein technischer Defekt zu erkennen war, der dazu geführt hatte und so sei es unwahrscheinlich, dass eine intraoperative Angiographie davor bewahrt hätte. Daher meinen die Autoren, dass intraoperative Untersuchungen nicht nur Verschwendung von Ressourcen bedeutet, sondern sogar eine Gefahr darstellen, da es bei der Angiographie theoretisch zu Gefäßverletzung, Mikroembolisation, Luftembolisation, Intimadissektion, Kontrastmittelexposition sowie Strahlenexposition fürs OP-Team kommen kann.

Auch der Artikel von Ricotta et al. spricht sich gegen die intraoperative Angiographie bei Carotis-Operationen aus, sagt aber auch, dass es dagegen bei infrainguinalen Bypässen sinnvoll sei, aus mehreren Gründen:

- Infrainguinale Bypäss werden oft in Gebieten gemacht, wo das Ausmaß der Arteriosklerose schlecht schätzbar ist,
- unvorhergesehene distale Arteriosklerose kann die Effektivität und Offenheit der Rekonstruktion begrenzen,
- die Zielarterien sind kleiner als die ACI, daher ist die Wahrscheinlichkeit von technischen Fehlern höher,
- Klemmen werden oft in Gebieten mit Arteriosklerose gesetzt, wo die Wahrscheinlichkeit von Intimaflaps oder anderen Gefäßschäden erhöht ist,
- meist wird die V. saphena genutzt, die in sich schon ein großes Fehlerpotential hat.

Im Gegensatz dazu stehen folgende Punkte:

- Die Arteriosklerose der Carotidgabel ist ein fokales Leiden,
- Der Durchmesser der dortigen Arterien ist > 4 mm,
- Meist ist das proximale und distale Ende des Leidens sichtbar,
- Der Plaque wird meist unter Sicht entfernt,
- Bypässe werden selten genutzt (37).

Bei der gesamten Auswertung ist zu beachten, dass von vielen Autoren keine Kriterien für Abnormalität festgelegt wurden, und falls doch, dass sie sich unterscheiden. Die Tabelle zeigt in der Gegenüberstellung die Kriterien der obengenannten Studie von Lohr, und diejenigen der Studie von Valenti, einem Autor, der die intraoperative Angiographie mit der intraoperativen Farbduplexuntersuchung verglichen hat (30, 45). (Tabelle 7)

Tabelle 7: Vergleich der Abnormalitätskriterien von Lohr und Valenti

	Lohr	Valenti
Stenose	> 30 %	> 50 %
Intimaflap	> 2 mm	> 3 mm
Kinking	Signifikantes Kinking oder „Angulation“	hämodynamische Kinkings > 45°
	Intraluminaler Füllungsdefekt	

Auch Burnett untersuchte eine alternative intraoperative Untersuchungsmethode bei Carotis-Operationen vor allem bezüglich der Kosten. Er meint, intraoperativer Ultraschall sei ebenso effektiv wie die Abschlussangiographie, dabei aber wesentlich kostengünstiger (10). Allerdings war der Untersuchungszeitraum der Studie auf die perioperative Periode begrenzt und ist damit eingeschränkt aussagefähig.

Eine sehr wichtige Arbeit wird von Zannetti zitiert: Die EVEREST-Studie zeigte, dass trotz chirurgischer Revision Patienten mit revisionsbedürftigen technischen Defekten mehr neurologische Komplikationen hatten, als Patienten ohne solche Defekte (Patienten mit intraoperativer Korrektur hatten eine 12fach erhöhte Wahrscheinlichkeit perioperativ einen ipsilateralen Schlaganfall zu erleiden verglichen mit Patienten mit normaler intraoperativer Untersuchung). Daher folgert Zanetti: „Chirurgische Vollkommenheit ist nötig, um bei der Endarteriektomie der A. carotis zufriedenstellende Ergebnisse zu erreichen und daher sollten kontinuierliche Anstrengungen unternommen werden, um initiale technische Perfektion zu erreichen, das ist besser als die Möglichkeit der späteren Revision.“ (52)

Eine weitere Entscheidungshilfe für oder gegen die intraoperative Angiographie bei Carotisoperationen ist die Möglichkeit, die Komplikationsrate der einzelnen Operateure zu überprüfen. Wer eine hohe Schlaganfallrate hat, sollte die intraoperative Angiographie nutzen, wer eine niedrige hat, kann darauf verzichten.

### 5.1.3 Infringuinale Rekonstruktionen

Die Untersuchungen der Sofortkorrekturrate bei infringuinalen Rekonstruktionen kommen zu Ergebnissen zwischen 4,6 und 27 % (Abb. h). Eine dieser Studien geht ein wenig über die Lokalisation hinaus und schließt Operationen an der Aorta und A. iliaca ein (12).

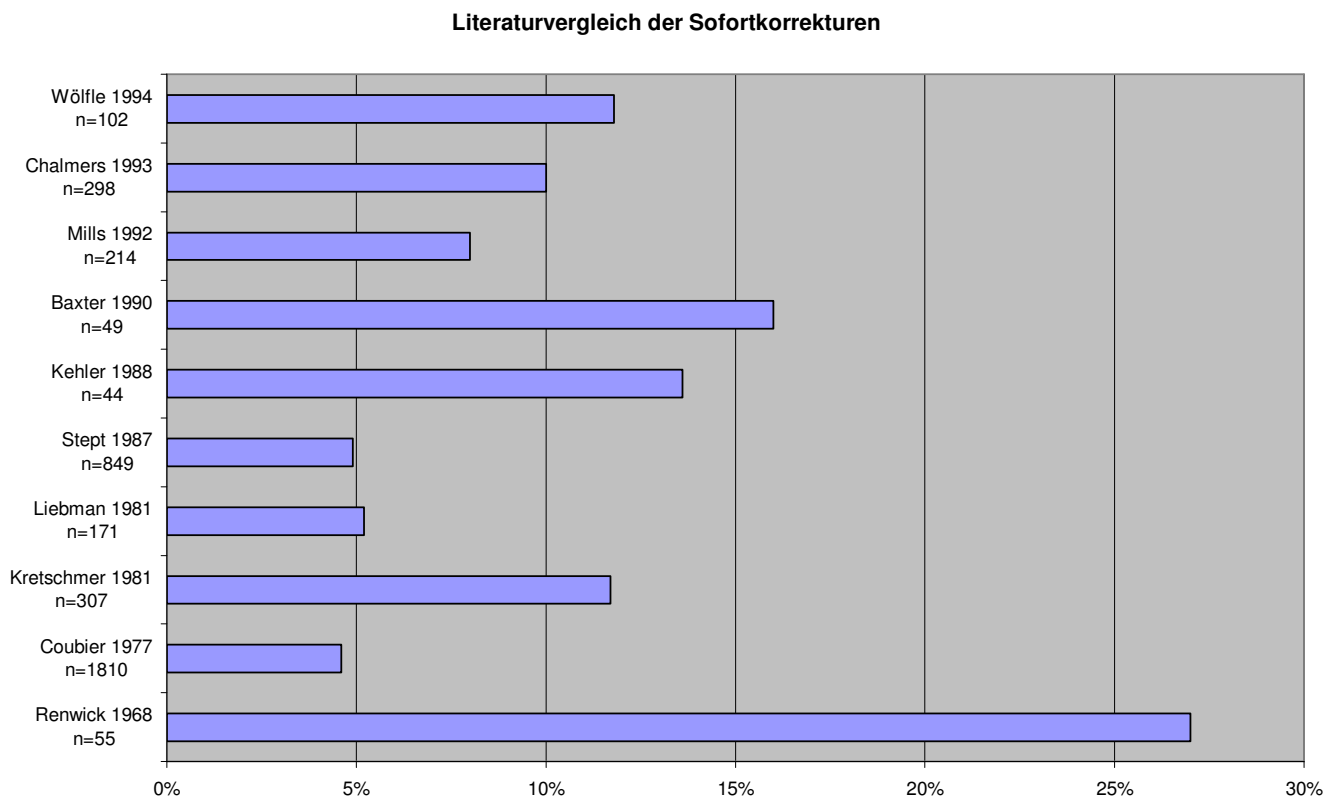


Abb. h: Die Sofortkorrekturrate bei infringuinalen Rekonstruktionen in der Literatur

Zum besseren Vergleich lassen sich diese Artikel unterteilen in

- Studien, die Bypässe und TEAs vergleichen (Tabelle 8) (13, 27),
- infringuinale Bypässe (Tabelle 9) (5, 29, 31, 44, 49, 51),
- In-situ-Venen-Bypässe (Tabelle 10) (11, 25),

wobei der Artikel von Renwick übrig bleibt. Dieser ist der älteste und weist mit 27 % die höchste Korrekturrate auf (36). Die Ursache hierfür liegt in der angewendeten Operationsart: In diese Studie wurden nur Endarteriektomien eingeschlossen, welche auch laut den Untersuchungen von Kretschmer und Courbier fehleranfälliger sind als Bypässe (Tabelle 8). Dies führt dazu, dass bei Studien, bei denen der Anteil an TEAs gegenüber den Bypässen niedrig ist, die Sofortkorrekturrate ebenfalls niedriger ist. Z.B. ist der Anteil an TEAs bei Courbier 16 %, bei Kretschmer 36 % und die Sofortkorrekturrate ist bei Courbier weniger als halb so groß (Tabelle 8). Denn der Trend

weg von der TEA hin zur Bypassoperation wirkt sich deutlich im Absinken der kumulativen Korrekturraten aus (27).

Die letztgenannten Artikel illustrieren auch den Einfluss der Lokalisation auf die Sofortkorrekturrate. Kretschmer hat nur infrainguinale Bypässe untersucht, Courbier auch aortoiliacale, aorto-femorale, und axillofemorale, ebenso hat er aortoiliacale TEAs dabei, während Kretschmers Studie nur infrainguinale einschließt. Daher nennt Kretschmer höhere Sofortkorrekturraten als Courbier, denn auch hier gilt, je kleiner das Gefäß, desto höher die Fehlerrate (15).

Tabelle 8: Vergleich der Studien von Courbier und Kretschmer

<b>Courbier et al. 1977</b>			<b>Kretschmer et al. 1981</b>		
<b>Operationsart</b>	<b>N</b>	<b>Korrekturrate</b>	<b>Korrekturrate</b>	<b>n</b>	<b>Operationsart</b>
gesamt	1810	4,6 %	11,7 %	296	Gesamt
TEAs	288	16,7 %	18,6 %	107	TEAs
Bypässe	1522	2,2 %	8,2 %	145	Venenbypässe
			6,8 %	44	Kunststoffbypässe

An den In-situ-Venen-Bypässen (Tabelle 9) lassen sich zwei weitere Gründe für Unterschiede in der Sofortkorrekturrate verdeutlichen:

- Der Autor der älteren Studie hat bei der intraoperativen Angiographie die proximale Anastomose mit untersucht (25), der andere Autor nicht (11), was zu einer höheren Sofortkorrekturrate beim ersten führt. Je größer der untersuchte Gefäßabschnitt, desto größer ist die Möglichkeit, Fehler zu entdecken.  
Andere haben sich bei ausgewählten Fällen dafür entschieden (31).
- Ferner sollte die Sofortkorrekturrate umso kleiner sein, je aktueller und je größer die Studie ist, denn mit zunehmender Erfahrung werden mögliche Fehler rechtzeitig vermieden (27), was zumindest auf diese beiden Studien zutrifft.

Tabelle 9: In-situ-Venen-Bypässe

	<b>Sofortkorrekturen (ohne AV-Fisteln)</b>	<b>n</b>	<b>Proximale Anastomose mit untersucht</b>
Kehler et al. 1988	13,6 %	44	ja
Chalmers et al. 1993	10 %	298	Nein



Bei den Artikeln, die infrainguinale Bypässe verschiedenen Materials untersuchen, bewegt sich die Sofortkorrekturrate zwischen 4,9 und 16 % (Tabelle 10).

Tabelle 10: Infrainguinale Bypässe

	<b>Sofortkorrekturen</b>	<b>n</b>
Liebman et al. 1981	5,2 %	171
Stept et al. 1987	4,9 %	849
Baxter et al. 1990	16 %	49
Mills et al. 1992	8 %	214
Wölfle et al. 1992	16 %	50
Wölfle et al. 1994	11,8 %	102

Die o.g. Gründe zur Erklärung dieser Variabilität lassen sich hier nicht anwenden:

- die Operationsart ist gleich, da diese Studien ausschließlich Bypässe untersucht haben,
- die Lokalisation ist nahezu gleich; die proximale Anastomose ist fast immer femoral, selten popliteal, die distale Anastomose popliteal oder crural, selten pedal
- die proximale Anastomose wurde nur von einem Autor generell mit untersucht (29), der allerdings die zweitniedrigste Korrekturrate nennt (5,2 %), statt, wie vermutet, eine höhere. Bei den anderen Studien wurde die proximale Anastomose nicht mit angiographiert, außer bei Mills, der sich in ausgewählten Fällen dafür entschied.
- Die Aktualität beeinflusst die Sofortkorrekturrate bei den infrainguinalen Bypässen nicht, während es bezüglich der Studiengröße eher so zu sein scheint: die größte Untersuchung hat die kleinste Sofortkorrekturrate zum Ergebnis, und umgekehrt.

Es kommen aber andere Ursachen in Frage, die im folgenden diskutiert werden.

- Der o.g. Vergleich zweier ähnlicher Studien (Tabelle 8) gibt einen Hinweis darauf, dass bei Bypässen das Material eine Rolle spielen könnte. Kretschmer nannte bei Venenbypässen eine Sofortkorrekturrate von 8,2 %, bei Kunststoffbypässen von 6,8 %. Der wiederum direkte Vergleich mit Courbier widerlegt diesen Verdacht allerdings, denn bei jenem ist es genau andersherum: Hier ist die Sofortkorrekturrate bei den Venenbypässen mit 1,3 % geringfügig niedriger als die der Kunststoffbypässe mit 2,9 %. Auch mit Hilfe der übrigen Studien lässt sich der Einfluss des Materials nicht belegen. Liebman, Mills und Wölfle haben alle über-

wiegend Venenbypässe untersucht, aber der erste hat eine niedrige Korrekturrate, der nächste eine mittlere und der letzte die höchste.

- Eine weitere Ursache der Differenzen könnte in den Operationsindikationen der in die Studien eingeschlossenen Patienten liegen: „Gangrän ist eine eigene Unterkategorie der kritischen Extremitätenischämie mit einer schlechteren Prognose als Ulzeration und Ruheschmerz und sollte in Berichten über infrainguinale Bypässe als solche klassifiziert werden.“ (30) Allerdings ist dies wahrscheinlich eher für die kurz- und längerfristigen Offenheitsraten wichtig, weniger für den Operationserfolg. Es lässt sich auch an den in Tabelle 10 genannten Studien nicht überprüfen, da es nur von einem Autor so explizit aufgeführt wurde, wie von Nasr gefordert. (49)
- Der ausschlaggebende Grund für die große Spannweite der Sofortkorrekturrate muss der Mangel an standardisierten Mitteln zur Kategorisierung angiographisch sichtbarer Defekte sein (11).

Die vorliegende Dissertation kommt im Bereich der infrainguinalen Rekonstruktionen zu anderen Ergebnissen als die Literatur: Die Sofortkorrekturrate ist bei TEAs niedriger als bei den Bypässen, sie ist wesentlich niedriger als die Angaben in der Literatur (Tabelle 11) und bei Bypässen ist das Ergebnis etwas höher als in der Literatur.

Tabelle 11: Vergleich zwischen Literatur und Dissertation bezüglich TEA

	<b>Korrekturrate</b>	<b>n</b>
Renwick 1968	27 %	55
Courbier 1977	16,7	288
Kretschmer 1981	18,6 %	107
Dissertation 2007	11,8 %	34

Die Ursache für den Unterschied die TEAs betreffend könnte in verbesserter Operationstechnik liegen, wahrscheinlicher ist aber auch hier, dass der Mangel an Standards zur Angiographieauswertung zu dieser Differenz führt.

Unter 4.2 wurde als Sofortkorrekturrate der Bypässe (Gruppe g) 19,3 % genannt. Hierin sind aber noch Bypässe enthalten, die nicht infrainguinal lokalisiert sind. Nach Abzug derselben bleiben 230 infrainguinale Bypässe mit einer Sofortkorrekturrate von 19,6 %. Bei Gruppe f (17 Aneurysmaausschaltungen) bleiben nach Wegnahme eines iliacaalen Bypasses 16 infraingui-

nale Bypässe, wovon 18,8 % intraoperativ korrigiert wurden. Insgesamt wurden in der Dissertation also 246 infrainguinale Bypässe untersucht, mit einem Ergebnis von 19,5 %, was etwas höher ist, als die 4,9-16 % der anderen Autoren. (Tabelle 10, S. 26).

Die Überprüfung der Lokalisation hilft bei der Erklärung der höheren Sofortkorrekturrate wenig weiter, denn sie ist den in der Literatur untersuchten Bypässen ähnlich (siehe 3.3).

Ebenso ist es, wenn die Sofortkorrekturrate bei Venen- und bei Prothesenbypässen betrachtet wird: diese weist mit 20,8 % bzw. 18,7 % nur einen kleinen Unterschied auf (siehe 4.7).

Es gibt allerdings zwei Punkte, die zur Erklärung dienen können. Der erste ist der individuelle Einfluss des Operateurs, der zweite, dass bei allen genannten Artikeln aus der Literatur nur Erstoperationen von Bypässen untersucht wurden und in der vorliegenden Dissertation auch Revisionen vorgenommen wurden. D.h., es wurden auch Patienten operiert, deren erster Bypass verschlossen oder stenosiert war oder bei welchen die fortschreitende Erkrankung einen neuen Bypass oder eine Bypassverlängerung erforderte. Von den 246 infrainguinalen Bypässen waren 86 Fälle Revisionen, bei welchen mit 20,9 % die Sofortkorrekturrate wesentlich höher ist als bei den Erstoperationen mit 15 %. Diese Rate liegt dann auch in dem von der Literatur vorgegebenen Rahmen von 4,9 – 16 % (Tabelle 10).

Dass die Sofortkorrekturrate bei verschiedenen Ärzten die große Spanne von 10,8 –24,1 % aufweist (siehe 4.6), zeigt den wichtigen Einfluss des Operateurs. Solange keine verbindlichen Standards existieren, welche Auffälligkeiten korrigiert werden müssen, und solange es keine aktuelle Studie darüber gibt, welche angiographischen Befunde später zu Verschlüssen führen, liegt es in der Hand des einzelnen Chirurgen zu entscheiden, ob er kleinere angiographische Auffälligkeiten korrigiert oder der Meinung ist, dass sie auf die spätere Offenheit des Bypasses keinen Einfluss haben. So kann man sagen, dass auch die Persönlichkeit des Operateurs über die Sofortkorrekturrate entscheidet, je nachdem, ob er mehr oder weniger perfektionistisch ist. Darüber hinausgehend sind andere Autoren dafür, die Durchführung einer intraoperativen Angiographie von den längerfristigen Operationsergebnissen der einzelnen Ärzte abhängig zu machen: „Ob eine intraoperative Qualitätskontrolle eines technisch adäquaten Ergebnisses durchgeführt werden muss, hängt eindeutig von der Komplikationsrate eines jeden Chirurgen ab.“ (46) Wieder andere Autoren sind dafür, eine intraoperative Qualitätskontrolle durchzuführen, bevorzugen aber andere Methoden. Insbesondere bei In-situ-Venen-Bypässen scheint die Angioskopie zunehmend in Konkurrenz zu treten. In mehreren Studien wurde sie direkt mit der Angiographie verglichen (5, 20, 45, 47, 49), mit dem Ergebnis, dass die Angioskopie besser als die Angiographie zur Erkennung unvollständig beseitigter Klappen und persistierender Fisteln geeignet ist. Natürlich hat die Angioskopie dafür aber auch Nachteile:

- eine Traumatisierung des Endothels durch das Instrument,
- die Gefahr der Volumenüberlastung,
- das Fehlen eines dynamischen Befundes zur Beurteilung der Flussverhältnisse,
- meist die Unmöglichkeit, das distale Anschlussgefäß einzuschätzen
- und es mangelt an einer Methode zur Ausmessung von Befunden.

Eine weitere Möglichkeit zur intraoperativen Qualitätskontrolle bietet die Duplex-Sonographie (42). Hier seien die geringeren Kosten ein wesentlicher Vorteil, außerdem sei diese Untersuchung weniger zeitintensiv und liefere außerdem Daten über die Flussdynamik. Auch andere Autoren bevorzugen diese Untersuchungsmethode gegenüber der Angiographie (4, 45). Als Nachteile gegenüber der Angiographie lassen sich hier folgende Punkte nennen:

- sterile Schallköpfe sind nicht immer verfügbar,
- die Steuerung des Gerätes von einem unsterilen Assistenten oder eine sterile Abdeckung von Schallkopf und Maschine sind z.T. umständlich,
- der Bypassverlauf ist nicht immer im vollständigen Verlauf darstellbar,
- die Methode ist vom Untersucher abhängig,
- es gibt die Tendenz der Überschätzung von intraluminalen Wandphänomenen.
- Der Vollständigkeit halber sei auch genannt, dass bei der Untersuchung an der Carotis keine Einschätzung der intracraniellen Strombahn möglich ist.

Ferner gibt es die Meinung, dass die intraoperative Angiographie nicht routinemäßig, sondern selektiv durchgeführt werden sollte, diese scheint aber veraltet zu sein. Die Artikel, welche diese Position stützen, sind alle älter als zwanzig Jahre (Hackler, 9, 41).

#### 5.1.4 Andere Operationsarten

Ergebnisse der intraoperativen Angiographie bei Dialyse-Shunts und Bypass-Revisionen sind in der Literatur nicht zu finden. Betreffend Embolektomien gibt es drei Artikel, einen über die obere und zwei über die untere Extremität (Tabelle 12).

Der älteste, aus Dänemark stammende Artikel, wertet Operationen an der unteren Extremität aus den Jahren 1985-88 aus. Er beschreibt 44 Thrombembölektomien, die zum Abschluss der Operation angiographiert wurden (33). Bei 26 (59 %) von diesen ergab die Untersuchung einen inkompletten run-off, der zu 18 (41 %) Sofortkorrekturen führte. Bei den restlichen acht Patienten, bei denen die intraoperative Angiographie ein auffälliges Ergebnis brachte, wurde von weiteren Maßnahmen abgesehen, da eine Verbesserung der distalen Durchblutung technisch unmöglich schien. Noch höher ist das Resultat der anderen Untersuchung, welche die untere Extremität betrifft. Bei dieser Studie aus den Niederlanden führten 68 % der 40 intraoperativen Angiographien zur sofortigen Korrektur (14).

Mit 19 Operationen war die Untersuchung über die obere Extremität nur halb so groß (19). Sie weist eine Sofortkorrekturrate von 32 % auf, welche nur geringfügig höher liegt als das o.g. Ergebnis von 27,3 % (siehe 4.2, Gruppe b).

Tabelle 12: Sofortkorrekturrate bei Thrombembölektomien

	<b>n</b>	<b>Sofortkorrektur</b>	<b>Extremität</b>
Palnaes Hansen 1991	44	41 %	Untere
Crolla 1995	40	68 %	Untere
Ebner 2004	19	32 %	Obere
Vorliegende Dissertation	11	27 %	Beide

Thrombembölektomien weisen also in Übereinstimmung mit der Literatur eine sehr hohe Korrekturrate auf im Vergleich zu den anderen Operationsarten. Dies liegt zum größten Teil daran, dass diese Eingriffe meistens Notfälle sind – in der vorliegenden Untersuchung zu 63 % – und Notfalloperationen aus den u.g. Gründen (siehe 5.3) eine hohe Sofortkorrekturrate aufweisen.

## 5.2 Bypassverlauf

Die Ergebnisse der Untersuchung des Bypassverlaufes zeigen, dass anatomische Bypässe weniger fehleranfällig sind, als extraanatomische (4.3). Interpositionen scheinen noch günstiger zu sein, allerdings ist hier die Zahl der Fälle zu klein, als dass man dieses Ergebnis als relevant bezeichnen könnte. Ebenso ist es bei den In-situ-Venen-Bypässen, hier kann man allenfalls die Tendenz erkennen, dass diese Bypässe häufiger intraoperativ korrigiert werden müssen. Dieses Ergebnis stimmt auch mit der Literatur überein, denn bei den in Tabelle 9 genannten Daten von 10 bzw. 13,6 % sind zu korrigierende AV-Fisteln nicht eingerechnet (11, 23). Wenn diese hinzugezählt werden, liegt das Ergebnis von Kehler mit 57 % nur knapp unter dem o.g. von 63,6 %. Die gleiche Rate (57 %) wird auch in einer anderen Studie genannt, deren Fallzahl (n = 14) auch vergleichbar klein ist (47), wie jene in der vorliegende Dissertation. Chalmers betont, dass in seiner Studie Seitenastfisteln nicht als angiographische Auffälligkeit gezählt wurden, weil es im Ermessen jedes Operateurs liege, an welchem Zeitpunkt der Operation er diese beseitige. Manche Chirurgen benutzen die intraoperative Angiographie direkt dazu, die Seitenastfisteln zu erkennen. Hierzu muss dann aber wieder gesagt werden, dass zur Erkennung von Seitenästen die Angioskopie besser geeignet ist (siehe 5.1.3, S. 29 oben). Zumindest werden mit dieser Methode quantitativ mehr Fisteln erkannt, welche aber kleinere Durchmesser haben, was dann wieder die Frage aufwirft, ob sie überhaupt relevant sind.

## 5.3 Notfalloperationen

Bei Operationen, die notfallmäßig durchgeführt wurden, zeigt nur jede zweite intraoperative Angiographie ein einwandfreies Ergebnis (siehe 4.5). Hierfür gibt es drei mögliche Gründe:

- Zum einen liegt es daran, welcher Art die durchgeführte Operation ist. Die Notfalloperationen waren sehr häufig – sieben von siebzehn Fällen – Embolektomien, welche im Vergleich der Operationsarten untereinander eine sehr hohe Sofortkorrekturrate aufweisen.
- Ferner treten Notfälle auch am Wochenende und nachts auf, wenn die personelle Ausstattung nicht optimal ist.
- Drittens gibt es bei Notfällen aufgrund des Zeitdrucks meistens keine präoperative Angiographie, so dass die intraoperative Angiographie oft Nebenbefunde zeigt, die behandelt werden müssen. In einem Fall lautete der Befund „gutes Embolektomieergebnis, A. poplitea (P3) und Truncus tibiofibularis verschlossen“, bei einem anderen Patienten hieß es: „embolektomierte Gefäße o.p.B., Beckenarterienverschluss“.

#### 5.4 Operateur

Obwohl in der Literatur hierzu keine Zahlen zu finden sind, beschreiben doch manche Autoren den großen Einfluss des Operateurs (46, 52; s.S. 28). Auch die vorliegenden Daten (siehe 4.6) zeigen, dass der Chirurg einen wesentlichen Anteil daran hat, wie hoch die Rate der intraoperativen Korrekturen ist. Ob ein Operateur bei jedem fünften oder nur jedem zehnten Patienten die Rekonstruktion verbessern muss, ist in Anbetracht des Einflusses auf die Operationszeit ziemlich wichtig.

Bei der Abhängigkeit der Sofortkorrekturrate vom Operateur spielen zwei Faktoren eine Rolle: Der erste ist die chirurgische Fähigkeit, die sich schlecht beurteilen lässt, solange der zweite Punkt, die Beurteilung der Angiographie nicht standardisiert ist. Solange keine Richtlinien für die Auswertung der intraoperativen Angiographie existieren, kann jeder Operateur selbst entscheiden, was er für korrekturwürdig hält. Es ist also nötig, Standards für die Interpretation der Angiographiebefunde festzulegen, damit weder zu großzügig mit Auffälligkeiten umgegangen wird, noch „Kosmetik“ betrieben wird, d.h. kleinere Befunde operiert, die für die Prognose der Rekonstruktion irrelevant sind. Dann erst könnte man auch versuchen, an den Sofortkorrekturraten der einzelnen Operateure die chirurgische Fähigkeit abzulesen.

#### 5.5 Prothesenverwendung

Die vorliegende Untersuchung ergab, dass die intraoperative Angiographie bei der Verwendung von Prothesenmaterial bei Bypassen und Patchplastiken weniger Auffälligkeiten zeigte, als bei der ausschließlichen Benutzung von Venen. Der Vergleich mit der Literatur ergibt ein widersprüchliches Bild. Ein Autor kommt zum gleichen Resultat (27), beim anderen ist es entgegengesetzt: die Sofortkorrekturrate bei Venenbypassen ist niedriger als bei Prothesenbypassen (12). Das vorliegende Ergebnis könnte seinen Ursprung darin haben, dass bei den Venenbypassen die In-situ-Venen-Bypässe mit ihrer sehr hohen Korrekturrate von 63,6 % enthalten sind. Höchstwahrscheinlich erhöhen diese trotz ihrer kleinen Fallzahl die Sofortkorrekturrate der Venenbypässe. Um den Einfluss des Materials auf die Sofortkorrekturrate herauszufinden, würde es einer erneuten Untersuchung bedürfen, bei der nicht nur erfasst wird, ob Dacron oder PTFE verwendet wurde, sondern auch, in welcher Form das Venenmaterial benutzt wurde, ob als In-situ-Venenbypass, als Reversed-Vene oder als Non-reversed-Vene.

## 5.6 Operationsart

Das Zustandekommen der Sofortkorrekturraten von ACI-Operationen, Embolektomien sowie infrainguinalen Rekonstruktionen wurde bereits unter 5.1.2 bis 5.1.4 erläutert. Offen ist noch, weshalb die Revisionen bei Dialyse-Shunts so häufig (40 %) intraoperativ revidiert werden müssen. Zunächst ist die Aussagekraft dieses Ergebnisses aufgrund der kleinen Fallzahl dieser Gruppe (n=10) eingeschränkt. Ausschlaggebend ist jedoch wahrscheinlich, dass es bei diesen Eingriffen üblicherweise keine präoperative Angiographie gibt, so dass sozusagen „blind“ operiert wird. Außerdem sind es Revisionen, d.h. Eingriffe in voroperiertem Gebiet, welche per se komplikationsreicher sind.



## 6. Zusammenfassung

Im Vivantes Klinikum im Friedrichshain in Berlin werden seit dem Jahr 2000 bei arteriellen Rekonstruktionen intraoperative Angiographien durchgeführt. Dahinter steht das Ziel, durch die noch intraoperative Aufdeckung relevanter Fehler diese sofort korrigieren zu können. Andernfalls könnten sie möglicherweise einen Gefäßverschluss verursachen oder würden erst bei einer postoperativen Kontrolluntersuchung erkannt und hätten somit einen Zweiteingriff zur Folge. In der vorliegenden Dissertation werden die Daten dieser Operationen aus den Jahren 2003 und 2004 ausgewertet. Das Hauptziel dieser Untersuchung war, die Häufigkeit zu ermitteln, mit der die intraoperative Angiographie zur sofortigen Korrektur führt. Darüber hinaus wurde geprüft, von welchen Faktoren diese Rate abhängen könnte, welche Befunde zur Sofortkorrektur führen und mit welchen Methoden die Korrektur erfolgte.

Die Auswertung umfasste 493 Operationen. Die Patienten waren im Alter zwischen 29 und 94 Jahren. Das Verhältnis von Männern zu Frauen lag bei 1,8 : 1. Die Operationsdauer lag zwischen 30 und 460 Minuten, die mittlere Operationsdauer betrug 143,6 Minuten.

Die Operationen wurden in acht Gruppen eingeteilt: a) Femoralisplastiken (n=34), b) Embolektomien (n=11), c) Shunt-Revisionen (n=10), d) Operationen an der A. carotis (n=149), e) Bypass-TEAs und Bypass-Patchplastiken (n=20), f) Aneurysmaausschaltungen (n=17), g) Bypässe und Interpositionen (Neuanlagen und Revisionen) (n=249), h) sonstige (n=3).

Bei 16 % der 493 Operationen führte die intraoperative Angiographie zur sofortigen Korrektur. Berechnet für die einzelnen Operationsarten ergaben sich große Unterschiede für die Sofortkorrekturrate: Am niedrigsten war sie mit 6,7 % bei den Operationen an der A. carotis, am höchsten mit 40 % bei den Shunt-Revisionen, in der größten Gruppe, den Bypässen, lag sie bei 19,4 %. Von den 493 Rekonstruktionen waren 17 Notfall-Operationen, von denen 47 % intraoperativ korrigiert werden mussten. Bei der Aufteilung der Operationen nach Chirurgen wurden Sofortkorrekturraten zwischen 10,8 und 24,1 % ermittelt. Im Hinblick auf die Verwendung von Prothesenmaterial war die Differenz nicht so groß: Eine intraoperative Korrektur war bei 15,3 % der Operationen, in denen Prothesen gebraucht wurden, und bei 19,3 % der Operationen, bei denen organisches Material genutzt wurde, nötig. Die Untersuchung des Bypassverlaufes ergab, dass anatomische Bypässe weniger fehleranfällig sind, als extraanatomische, und dass bei In-situ-Venen-Bypässen die intraoperative DSA am häufigsten zur Sofortkorrektur führt.

Unter den Angiographiebefunden, die zur intraoperativen Sofortkorrektur führten, war die Stenose deutlich am häufigsten. Die am meisten verwendeten Korrekturarten waren die Patchplastik, die TEA und die Dilatation.

In der Literatur über Studien, die verschiedene Operationsarten untersuchen, sind Sofortkorrekturraten zwischen 8,7 und 23,5 % zu finden, worin sich die o.g. 16 % gut einordnen. Werden die einzelnen Operationsarten betrachtet, sind nur über Carotis-Operationen, infrainguinale Rekonstruktionen und Embolektomien Artikel zu finden. Bei Carotis-Operationen liegen die Sofortkorrekturraten zwischen 2,1 und 19 %, auch hier fügt sich das o.g. Ergebnis von 6,7 % ein. Die infrainguinalen Bypässe betreffend übersteigt das in der Dissertation ermittelte Ergebnis von 19,5 % die in der Literatur genannten Raten von 4,9 – 16 %. Bei den infrainguinalen TEAs und den Embolektomien ist es umgekehrt, hier ergab die aktuelle Untersuchung niedrigere Resultate: 11,8 % bei den Femoralisplastiken gegenüber 16,7 – 27 % in der Literatur, 27 % die Embolektomien betreffend gegenüber 23-68 % in den Artikeln.

Ein Vergleich von anatomischen mit extraanatomischen Bypässen ist in der Literatur nicht zu finden, Untersuchungen von In-situ-Venen-Bypässen dagegen schon: Das Ergebnis der Dissertation stimmt mit der Literatur überein, wobei sie für diese Kategorie eine sehr kleine Fallzahl aufweist.

Als einen großen Einflussfaktor auf die Sofortkorrekturrate ergab die Dissertation das Merkmal, ob der Eingriff als Notfallbehandlung durchgeführt wurde oder nicht. Der Hauptgrund dafür, dass bei diesen Operationen die intraoperative Angiographie so häufig zur sofortigen Korrektur führte, ist das Fehlen einer präoperativen Untersuchung. Weitere Ursachen sind die suboptimale personelle Besetzung bei Notfällen am Wochenende und in der Nacht sowie der Einfluss der Operationsmethode, da die meisten Notfalleingriffe Embolektomien waren.

Ein weiter wichtiger Punkt, von dem die Sofortkorrekturrate abhängt, ist der Operateur. Daraus leitet sich die Notwendigkeit ab, Standards für die Interpretation der intraoperativen Angiographie zu formulieren, damit es nicht im Ermessen des Chirurgen liegt, was korrigiert wird. Der Einfluss des für die Rekonstruktion verwendeten Materials wurde durch die Dissertation nicht eindeutig geklärt, und auch die Literatur ergibt ein widersprüchliches Bild. Für diesen Punkt würde es einer erneuten Untersuchung bedürfen, bei der nicht nur erfasst wird, ob Dacron oder PTFE verwendet wurde, sondern auch, in welcher Form das Venenmaterial benutzt wurde, ob als In-situ-Venenbypass, als Reversed- oder als Non-reversed-Vene.

Was durch die Dissertation ermittelt wurde, ist, dass bei 16 % der beschriebenen Operationen die intraoperative Abschlussangiographie Auffälligkeiten zeigte, die sofort korrigiert wurden. Interessant wäre nun zu wissen, ob es bei allen diesen Eingriffen zu einem postoperativen Verschluss gekommen wäre, wenn die Sofortkorrektur nicht erfolgt wäre.

## 7. Literaturverzeichnis

1. Leitlinien zu Diagnostik und Therapie in der Gefäßchirurgie. Hrsg. vom Vorstand der Dt. Ges. f. Gefäßchirurgie; Deutscher Ärzteverlag, Köln 1998
2. Alpert J, Brener BJ, Parsonnet V, et al: Carotid endarterectomy and completion contact arteriography. *J Vasc Surg* 1984; Jul;1(4):548-54
3. Andersen CA, Collins GJ Jr, Rich NM: Routine operative angiography during carotid endarterectomy: a reassessment. *Surgery* 1978; 83(1):67-71
4. Balzer K: Intraoperative monitoring in vascular surgery. *Chirurg* 2005; Feb;76(2):183-94
5. Baxter BT, Rizzo RJ, Flinn WR, et al.: A comparative study of intraoperative angioscopy and completion arteriography following femorodistal bypass. *Arch Surg* 1990; Aug;125(8):997-1002
6. Blaisdell FW, Lim R, Hall AD: Technical result of carotid endarterectomy. Arteriographic assessment. *Am J Surg* 1967; Aug;114(2):239-46
7. Bowald S; Eriksson I; Fagerberg S: Intraoperative angiography in arterial surgery. *Acta Chir Scand* 1978; 144(7-8): 463-469
8. Bredenberg CE, Iannettoni M, Rosenbloom M, et al: Operative angiography by intraarterial digital subtraction angiography: a new technique for quality control of carotid endarterectomy. *J Vasc Surg* 1989; Apr;9(4):530-4
9. Brucke P; Piza F: On the criticism of preoperative and on the indication of intraoperative angiography of peripheral arterial stenosis. *Wiener Klinische Wochenschrift* 1967, 79(1): 21-23.
10. Burnett MG, Stein SC, Sonnad SS, et al.: Cost-effectiveness of intraoperative imaging in carotid endarterectomy. *Neurosurgery* 2005; Sep;57(3):478-85
11. Chalmers RT, Synn AY, Hoballah JJ, et al.: Is the use of intraoperative post-reconstruction angiography following in situ saphenous vein bypass redundant? *Am J Surg* 1993; 166(2):141-5

12. Courbier R, Jausseran JM, Reggi M: Detecting complications of direct arterial surgery: the role of intraoperative arteriography. *Arch Surg* 1977; Sep;112(9):1115-8
13. Courbier R, Jausseran JM, Reggi M: Routine intraoperative carotid angiography: its impact on operative morbidity and carotid restenosis. *J Vasc Surg* 1986; 3:343-350
14. Crolla RM, van de Pavoordt ED, Moll FL: Intraoperative digital subtraction angiography after thromboembolectomy: preliminary experience. *Journal of endovascular surgery : the official journal of the International Society for Endovascular Surgery* 1995; May;2(2):168-71
15. Crowley JG: Intraoperative angiography. *Am Surg* 1980; 46(6): 328-323
16. Dardik H, Ibrahim IM, Koslow A, et al.: Evaluation of intraoperative arteriography as a routine for vascular reconstructions. *Surg Gynecol Obstet* 1978; Dec;147(6):853-8
17. Dardik, II; Ibrahim, IB; Sprayregen, S, et al.: Routine intraoperative angiography. An essential adjunct in vascular surgery. *Arch Surg* 1975; 110(2) 184-190
18. Donaldson MC, Ivarsson BL, Mannick JA, et al.: Impact of completion angiography on operative conduct and results of carotid endarterectomy. *Ann Surg* 1993; Jun;217(6):682-7.
19. Ebner H, Zaraca; F; Randone, B: The role of intraoperative angiography in arterial thromboembolectomy for non-traumatic acute upper limb ischaemia. *Chirurgia italiana* 2004; 56(3): 345-350
20. Enzler M, Ruoss M, Heinzelmann M, et al: Quality control in peripheral vascular surgery. *Swiss Surg* 1995; (1):48-56
21. Gruss JD: What is the value of intraoperative angiography in carotid surgery? *Vasa suppl* 1992; 35. Jg. (1992), 71
22. Hackler, MT; Bunt, TJ: Negative impact of routine postreconstructive intraoperative angiography in lower extremity revascularization. *Am Surg* 1983; 49(1): 15-17
23. Henke PK, Blackburn S, Proctor MC, et al.: Patients undergoing infrainguinal bypass to treat atherosclerotic vascular disease are underprescribed cardioprotective medications: effect on graft patency, limb salvage, and mortality. *J Vasc Surg* 2004; Feb;39(2):357-65

24. Jain KM, Simoni EJ, Munn JS: Routine completion study during carotid endarterectomy is not necessary. *Am J Surg* 1994; Aug;168(2):163-7
25. Kehler M, Albrechtsson U, Alwmark A, et al.: Intra-operative digital angiography as a control of the in situ saphenous vein by-pass grafts. *Acta Radiol* 1988; Nov-Dec;29(6):645-8
26. Koch, G: Intraoperative angiography. *J Cardiovas Surg* 1975; 16(4), S. 359-361
27. Kretschmer G, Polterauer P, Wagner O, et al.: The value of intraoperative arteriography in detecting complications of vascular surgery in the femoro-popliteal and crural region. *Langenbecks Arch Chir* 1981; 354(2):89-100
28. Krüger BJ; Carozzo C; Stockmann U, et al.: Orthograde desobliteration and intraoperative angiography, a principle for femoropopliteal arterial reconstruction. *Chirurg* 1972; 43(2), S. 82-85
29. Liebman PR, Menzoian JO, Mannick JA: Intraoperative arteriography in femoropopliteal and femorotibial bypass grafts. *Arch Surg* 1981; 116;1019
30. Lohr JM, Albers B, Roat TW, et al.: Effects of completion angiography on the outcome of carotid endarterectomy. *Cardiovasc Surg* 1995; Jun;3(3):299-305
31. Mills JL, Fujitani RM, Taylor SM: Contribution of routine intraoperative completion arteriography to early infrainguinal bypass patency. *Am J Surg* 1992; Nov;164(5):506-10
32. Nasr MK, McCarthy RJ, Budd JS, et al.: Infrainguinal bypass graft patency and limb salvage rates in critical limb ischemia: influence of the mode of presentation. *Ann Vasc Surg* 2003; 17(2):192-7
33. Palnaes Hansen C, Rasch L, Holtveg H, et al.: The results of completion angiography after acute lower limb thromboembolism. *Ann Chir Gynaecol* 1991; ;80(3):271-3
34. Plecha FR, Pories WJ: Intraoperative angiography in the immediate assessment of arterial reconstructions. *Arch Surg* 1972; 105:902-6
35. Pratesi C, Dorigo W, Troisi N, et al.: Routine completion angiography during carotid endarterectomy is not mandatory. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2006; Oct;32(4):369-73

36. Renwick S, Royle JP, Martin P: Operative angiography after femoropopliteal artery reconstruction: Its influence on early graft failure. *Br J Surg* 1968: 555:134-6
37. Ricotta JJ, O'Brien-Irr MS: Completion angiography, is it really necessary? *Am J Surg* 1997: Aug;174(2):181-4
38. Rieger H, Schoop W (1998): *Klinische Angiologie*. Springer-Verlag Berlin. S. 414 ff.
39. Roon AJ, Hoogerwerf D: Intraoperative arteriography and carotid surgery. *J Vasc Surg* 1992: Aug;16(2):239-43
40. Sala F, Hassen-Khodja R, Bouillanne PJ, et al.: Importance of a arteriography for intraoperative quality control during carotid artery surgery. *Ann Vasc Surg* 2002: Nov;16(6):730-5
41. Salzmann P; Scherf P: Intraoperative angiography. *Thoraxchir Vask Chir* 1970: 18(6). 459-465
42. Sawaqed RS, Podbielski FJ, Rodriguez HE: Prospective comparison of intraoperative angiography with duplex scanning in evaluating lower-extremity bypass grafts in a community hospital. *Am Surg* 2001: Jun;67(6):601-4.
43. Scott SM, Sethi GK, Bridgman AH.: Perioperative stroke during carotid endarterectomy: the value of intraoperative angiography. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1982: Sep-Oct;23(5):353-8.
44. Stept LL, Flinn WR, McCarthy WJ, et al.: Technical defects as a cause of early graft failure after femorodistal bypass. *Arch Surg* 1987: 122:599
45. Valenti D, Gaggiano A, Berardi G, et al.: Intra-operative assessment of technical defects after carotid endarterectomy: a comparison between angiography and colour duplex scan. *Cardiovasc Surg* 2003: Feb;11(1):26-9
46. Wack C, Wolfle KD, Loeprecht H: Intraoperative quality control in carotid surgery. *Zentralbl Chir* 2000: 125(3):251-8
47. Wamser P, Holzenbein T, Gruber E, et al.: Angioscopy or angiography as quality control of in situ venous bypass. *Vasa suppl.* 1992: 35:78
48. Westerband A, Mills JL, Berman SS et al.: The influence of routine completion arteriography on outcome following carotid endarterectomy. *Ann Vasc Surg* 1997: Jan;11(1):14-9

49. Wölfle KD, Bruijnen H, Loeprecht H, et al.: Intraoperative quality control following vascular reconstruction. *Chirurg* 1992; Feb;63(2):82-9
50. Wölfle KD, Bruijnen H, Neu J, et al.: The role of intraoperative digital subtraction angiography for quality control of standard carotid endarterectomy using patch angioplasty. *Cardio-vasc Surg* 2002; Apr;10(2):116-22
51. Wölfle KD, Kugelmann U, Bruijnen H, et al.: Intraoperative imaging techniques in infrainguinal arterial bypass grafting: completion angiography versus vascular endoscopy. *Eur J Vasc Surg.* 1994; Sep;8(5):556-61
52. Zannetti S, Cao P: Intraoperative quality control of carotid endarterectomy. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2000; Oct;20(4):321-2.

## Erklärung

Ich, Rhena Dost, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: „Die Sofortkorrekturrate nach intraoperativer Angiographie bei arteriellen Rekonstruktionen“ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.



Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

## Danksagung

Ganz herzlich bedanken möchte ich mich bei Herrn CA PD Dr. med. Rimpler für die gute Betreuung und vor allem für die Überlassung dieses schönen, klinischen Themas, dessen Bearbeitung mir meistens richtig Spaß gemacht hat!

Ein ganz besonderer Dank gilt Frau Ludigkeit, Frau Klose und Frau Kuhn, den Mitarbeiterinnen des Krankenblattarchivs im Klinikum im Friedrichshain, für das Heraussuchen der über 500 Akten!

Dankeschön an Frau Tornow vom Sekretariat der Klinik für Gefäßchirurgie, für das Heraussuchen der OP-Berichte, die in den Akten fehlten.

Danke meinen Eltern für die reichliche Ermutigung und moralische Unterstützung!

Dank an meinen Mann für das Beschaffen der Literatur!

Danke meinen Kindern Theresa und Josias dafür, dass sie mir einerseits genug Zeit für die Dissertation gelassen haben, und andererseits geholfen haben auch mal abzuschalten und die Doktorarbeit zu vergessen.