

Aus dem  
Akademischen Lehrkrankenhaus der Universität Tübingen  
Klinikum Stuttgart  
Klinik für Gefäßchirurgie, Endovaskuläre Chirurgie und  
Transplantationschirurgie, Katharinenhospital

**Die Carotis- TEA im Wandel der Zeit an einem  
„High Volume“ Krankenhaus der Maximalversorgung**

**Inaugural- Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen**

**vorgelegt von**

**Kowalenko, Marie- Therese Luise geb. Hönle**

**2023**

Dekan: Professor Dr. B. Pichler

1. Berichterstatter: Prof. Dr. T. Hupp

2. Berichterstatter: Privatdozent Dr. S. Poli

Tag der Disputation: 29.03.2023

## **Widmung**

Gewidmet meiner Familie

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	6
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	7
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	9
<b>1. Einleitung</b> .....	10
<b>1.1 Epidemiologie und Ätiologie</b> .....	10
<b>1.2 Anatomie</b> .....	10
<b>1.3 Diagnostik</b> .....	11
<b>1.4 Behandlungsindikation</b> .....	12
<b>1.5 Stadieneinteilung</b> .....	14
<b>1.6 Offen-operative Therapie</b> .....	15
<b>1.7 Komplikationen</b> .....	18
<b>1.7.1 Intraoperative Komplikationen</b> .....	18
<b>1.7.2 Postoperative Komplikationen</b> .....	19
<b>1.8 Fragestellung</b> .....	20
<b>2. Material und Methoden</b> .....	22
<b>2.1 Patientenkollektiv</b> .....	22
<b>2.2 Datenerhebung</b> .....	23
<b>3. Ergebnisse</b> .....	25
<b>3.1 Allgemeine Patientendaten</b> .....	25
<b>3.2 Operative Daten</b> .....	28
<b>3.2.1 Seitenverteilung</b> .....	28
<b>3.2.2 Symptomatik zum Zeitpunkt der Operation</b> .....	29
<b>3.2.3 Narkoseverfahren</b> .....	30
<b>3.3.1 Postoperative Aufenthaltsdauer</b> .....	37
<b>3.3.2 Intra- und postoperative Komplikationen</b> .....	38
<b>3.4 Zusammenhang Narkoseformen/ Operationsmethoden und schwere postoperative Komplikationen</b> .....	40
<b>3.4.1 Zusammenhang Narkoseform und schwerwiegende perioperative Komplikationen</b> .....	41
<b>3.4.2 Zusammenhang Operationsmethode und schwere perioperative Komplikationen</b> .....	45
<b>3.5 Entlassarten</b> .....	52
<b>4. Diskussion</b> .....	59
<b>4.1 Allgemeine Daten</b> .....	59

<b>4.1.1 Operationszahlen</b> .....	59
<b>4.1.2 Geschlechterverteilung</b> .....	59
<b>4.1.3 Altersverteilung</b> .....	60
<b>4.1.4 Risikofaktoren</b> .....	61
<b>4.2 Operative Daten</b> .....	62
<b>4.2.1 Seitenverteilung</b> .....	62
<b>4.2.2 Symptomatik zum Zeitpunkt der Operation</b> .....	63
<b>4.2.3 Narkoseverfahren</b> .....	66
<b>4.2.4 Postoperative Komplikationen</b> .....	68
<b>4.2.4.1 Zusammenhang Narkoseform und postoperative Komplikationen</b>	74
<b>4.2.5 Operationsmethode</b> .....	77
<b>4.2.5.1 Zusammenhang durchgeführte Operationsmethode und schwerwiegende peri-/postoperative Komplikationen</b> .....	81
<b>4.2.6 Entlassarten</b> .....	84
<b>5. Zusammenfassung</b> .....	86
<b>6. Literaturverzeichnis</b> .....	90
<b>Erklärung zum Eigenanteil</b> .....	95
<b>Danksagung</b> .....	96

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anatomische Teilansicht rechtslateraler Hals von hinten nach (Tillmann,B. ,1997).....	10
Abbildung 2: Stenosegraduierung der A. carotis interna nach NASCET und ECST laut S3- Leitline (H. Eckstein et al., 2020).....	12
Abbildung 3: Modifizierte Klassifikation extrakranieller Carotisstenosen unter Berücksichtigung der Stadieneinteilung nach Vollmar(H.-H. Eckstein, 2004) ..	15
Abbildung 4: Schematische Darstellung der Carotis- Eversionsendarterektomie; a Carotidgabelung nach dem Ausklemmen; b Heraustrennen der A. carotis interna aus ihrer Gabelung und Einschneiden der Arterie zum Längenausgleich; c Eversionsendarterektomie; d mögliche Fixierung der distalen Plaque-Absetzungsstelle bei nicht auslaufendem Plaque; e+f Reinsertion der A. carotis interna in ihre Gabelung (Lin, 2018).....	17
Abbildung 5: Schematische Darstellung einer klassischen Thrombendarterektomie mit Patchplastik der Carotidgabelung; a Präoperativer Befund mit einliegendem Plaque; b nach Eröffnung des Gefäßes mit einliegendem Plaque; c nach erfolgter Thrombendarterektomie sowie bereits eingebrachter Patchplastik (Luther, 2014).....	18

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gesamtzahl Carotis- Operationen in den Jahren 2005 bis 2012 .....	26
Tabelle 2: Geschlechterverteilung der Patienten in den Jahren 2005 bis 2012	26
Tabelle 3: Durchschnittliches Alter der Patienten (in Jahren) zum Zeitpunkt der Operation in den Jahren 2005 bis 2012 .....	26
Tabelle 4: Prozentuelle Verteilung der bestehenden kardiovaskulären Risikofaktoren (CVRF) in Prozent (%) in den Jahren 2005 bis 2012.....	27
Tabelle 5: Seitenverteilung der durchgeführten Operation in den Jahren 2005 bis 2012.....	28
Tabelle 6: Verteilung der Symptomatik zum Zeitpunkt der Operation .....	29
Tabelle 7: Durchschnittlicher Zeitraum zwischen neurologischem Ereignis und der Operation .....	30
Tabelle 8: Durchgeführtes Narkoseverfahren in den Jahren 2005 bis 2012.....	31
Tabelle 9: Übersicht durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2005 .....	32
Tabelle 10: Übersicht durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2006 .....	32
Tabelle 11: Übersicht durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2007 .....	33
Tabelle 12: Übersicht durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2008 .....	34
Tabelle 13: Übersicht durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2009 .....	35
Tabelle 14: Übersicht durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2010 .....	35
Tabelle 15: Übersicht durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2011 .....	36
Tabelle 16: Überblick durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2012 .....	36
Tabelle 17: Übersicht Operationsmethoden 2005-2012 mit prozentuellem Mittelwert.....	37
Tabelle 18: Postoperative Aufenthaltsdauer von 2005 bis 2012.....	38
Tabelle 19: Prozentuelle Verteilung (in %) der postoperativen Komplikationen sortiert nach deren klinischer Bedeutung in den Jahren 2005 bis 2012 .....	39
Tabelle 20: Zusammenhang zwischen der durchgeführten Narkoseform und der perioperativen Apoplex- Rate (exakter Fisher- Test; N=2.117; $\alpha=0,05$ ) .....	41
Tabelle 21: Zusammenhang der durchgeführten Narkoseform und der perioperativen Myokardinfarkt- Rate (exakter Fisher- Test; N=2.117; $\alpha=0,05$ ).	42
Tabelle 22: Zusammenhang der durchgeführten Narkoseform und der perioperativen Mortalität (exakter Fisher- Test; N=2.117; $\alpha=0,05$ ) .....	43
Tabelle 23: Kombinierte Apoplex-/Todesrate (composed outcome) in Verbindung mit der durchgeführten Narkoseform in Prozent (exakter Fisher- Test; N= 2.117; $\alpha=0,05$ ) .....	44
Tabelle 24: Logistische Regression kombinierte Apoplex-/Todesrate („composed outcome“) und Narkoseform ( $\alpha=0,05$ ) .....	45
Tabelle 25: Zusammenhang der durchgeführten Operationsmethode und der perioperativen Apoplex- Rate (exakter Fisher- Test; N=2.117; $\alpha=0,05$ ) .....	46
Tabelle 26: Zusammenhang der durchgeführten Operationsmethode und der perioperativen Herzinfarktrate .....	48
Tabelle 27: Zusammenhang der durchgeführten Operationsmethode und der perioperativen Mortalität (exakter Fisher- Test; N=2.117; $\alpha=0,05$ ) .....	49

Tabelle 28: Kombinierte Apoplex-/Todesrate in Zusammenhang mit der durchgeführten Operations- Methode in Prozent sowie Analyse mittels exaktem Fisher- Test (N=2.117; $\alpha=0,05$ ) .....	50
Tabelle 29: Logistische Regression "composed outcome" kombinierte Apoplex-/Todesrate und durchgeführte Operationsmethode ( $\alpha=0,05$ ) .....	51
Tabelle 30: Die Entlassarten in den Jahren 2005 bis 2012 .....	52
Tabelle 31: Vergleich Stadieneinteilung bei symptomatischen Carotisstenosen: "Eigene Daten" mit vergleichbarer Literatur.....	65
Tabelle 32: Vergleich durchgeführte Narkoseform mit vergleichbaren Angaben in der Literatur .....	67
Tabelle 33: Vergleich postoperative Komplikationen mit vergleichbarer Literatur .....	73
Tabelle 34: Vergleich Zusammenhang Narkoseverfahren und postoperative Komplikationen mit vorliegender Literatur .....	76
Tabelle 35: Vergleich durchgeführte Operationsmethode mit vorliegender Literatur .....	79
Tabelle 36: Vergleich erfolgte Entlassarten mit vorliegender Literatur .....	85

## Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
ACC	A. carotis communis
ACE	A. carotis externa
ACI	A. carotis interna
BQS	Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherheit
EEA	Eversionsendarteriektomie
ICD 10	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme)
MW	Mittelwert
N.	Nervus
OP	Operation
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
Ref.	Referenz
SAP	„ <b>S</b> ysteme, <b>A</b> nwendungen und <b>P</b> rodukte in der Datenverarbeitung“ Verwendetes Datenverarbeitungssystem (Software) im Kathari- nenhospital Stuttgart
TEA	Thrombendarteriektomie
V.	Vena

## 1. Einleitung

### 1.1 Epidemiologie und Ätiologie

Die zweithäufigste Todesursache weltweit ist der Schlaganfall (Busch et al., 2013). Dieser ist in den meisten Fällen mit einer zerebrovaskulären Verschlusskrankheit verbunden (Bulbulia and Halliday, 2013).

Bei ca. 15% aller in Deutschland festgestellten cerebralen Ischämien liegt eine extrakranielle Stenose der A. carotis interna >50% vor (Eckstein et al., 2020).

Ein fortgesetzter Nikotinabusus, ein erhöhtes Lebensalter, das männliche Geschlecht sowie eine bereits vorliegende Gefäßerkrankung sind hierbei ausschlaggebend mit einer hochgradigen Carotisstenose assoziiert. Außerdem besteht ein Zusammenhang mit einem anhaltend erhöhten Blutdruck, Diabetes mellitus sowie einer bestehenden Fettstoffwechselstörung (Eckstein et al., 2020).

### 1.2 Anatomie

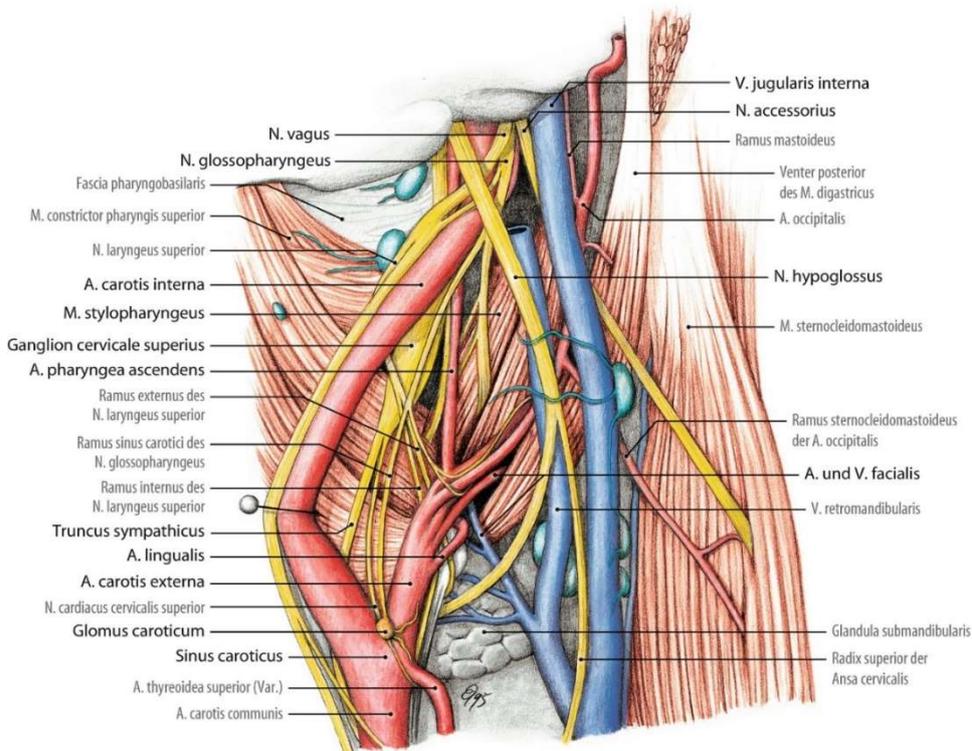


Abbildung 1: Anatomische Teilansicht rechtslateraler Hals von hinten nach Tillmann, B. 1997 (Tillmann B, 1997)

Die A. carotis communis entspringt rechtsseitig aus dem Truncus brachiocephalicus, auf der linken Seite geht die A. carotis communis direkt aus dem Aortenbogen ab. Auf Ihrem Verlauf nach kranial teilt sich die A. carotis in ca. 70% aller Fälle auf Höhe des 4 Halswirbels in die A. carotis interna und A. carotis externa auf.

Die A. carotis interna gibt im Normalfall in ihrem extrakraniellen Verlauf keine Äste ab, in lediglich 8% der Fälle kann es zu einer Variante eines Abganges der A. pharyngea ascendens aus der A. carotis interna kommen. Weiter kranial verläuft die A. carotis interna durch den Canalis caroticus bis in die mittlere Schädelgrube.

Die Äste der A. carotis externa versorgen die Organe des Halses sowie des Kopfes und das Gesicht. Nach Abgabe der Äste im Halsbereich zieht die A. carotis externa in die Parotisloge und teilt sich in etwa auf Höhe des Collum mandibulae in zwei Endäste: A. maxillaris und A. temporalis (Debus and Gross- Fengels, 2020).

Die A. carotis communis sowie die A. carotis interna und externa verlaufen in einer Gefäß- Nerven Scheide, der so genannten Karotisscheide. Zusätzlich zu den arteriellen Gefäßen verlaufen in der Gefäß- Nerven- Scheide auch die V. jugularis interna sowie der Nervus vagus und die Ansa cervicalis (Debus and Gross- Fengels, 2020).

### **1.3 Diagnostik**

Besteht der Verdacht auf eine hochgradige Carotisstenose besteht zunächst die Indikation zur duplexsonographischen Untersuchung, eine allgemeine Screening- Indikation besteht zum aktuellen Zeitpunkt nicht (H. Eckstein et al., 2020).

In der durchgeführten duplexsonographischen Untersuchung soll die Stenose- Definition anhand der NASCET- Definition erfolgen (H. Eckstein et al., 2020).

Stenosegrad (NASCET-Definition) [%]		≤ 10	20 bis 40	50	60	70	80	90	Verschluss
Stenosegrad alt (ECST-Definition) [%, Durchmesser]		≤ 45	50 bis 60	70	75	80	90	95	Verschluss
<b>Hauptkriterien</b>	1. B-Bild	+++	+						
	2. Farb-Doppler-Bild	+	+++	+	+	+	+	+	+++
	3. Systolische Spitzengeschwindigkeit im Stenosemaximum [V <sub>sys</sub> , cm/s], ca.			200	250	300	350 bis 400	100 bis 500	
	4. Systolische Spitzengeschwindigkeit poststenotisch [V <sub>sys</sub> , cm/s]					> 50	> 50	< 30	
	5. Kollateralen und Vorstufen (A. supratrochlearis/ACA)					(+)	++	+++	+++
<b>Zusatzkriterien</b>	6. Diastolische Strömungsverlangsamung prästenotisch (ACC)					(+)	++	+++	+++
	7. Strömungsstörungen poststenotisch			+	+	++	+++	(+)	
	8. Enddiastolische Strömungsgeschwindigkeit im Stenosemaximum [cm/s], ca.			bis 100	bis 100	über 100	über 100		
	9. Konfetti-Zeichen				(+)	++	++		
	10. Stenoseindex ACI/ACC			≥ 2	≥ 2	≥ 4	≥ 4		

Abbildung 2: Stenosengraduierung der A. carotis interna nach NASCET und ECST laut S3- Leitlinie (Eckstein et al., 2020)

Sollte im Rahmen dieser duplexsonographischen Untersuchung keine zweifelsfreie Gradeinteilung möglich sein wird eine bildgebende Diagnostik mittels MR-Angiographie oder CT- Angiographie erfolgen (H. Eckstein et al., 2020).

## 1.4 Behandlungsindikation

Prinzipiell besteht nicht bei jeder festgestellten Stenose/Engstelle der A. carotis interna eine invasive Behandlungsindikation. Die Indikation ergibt sich im Allgemeinen anhand der notwendigen Wiederherstellung der Blutstrombahn bei hochgradiger Einengung (Heberer and van Dongen, 2004). Die Behandlungsindikation wird hierbei anhand des Stenose- Stadiums (asymptomatisch oder symptomatisch) sowie des Stenose- Grades (in Prozent) gestellt:

Asymptomatische Stenose <60%: Konservative Therapie

- gesunde Ernährung, Nikotinkarrenz, körperliche Aktivität
- Einstellung der kardiovaskulären Risiken (Diabetes mellitus, arterieller Hypertonus)
- ASS (Acetylsalicylsäure) 100 mg/d falls keine vermehrte Blutungsneigung besteht

- Zusätzliche Therapie mittels Statinen zur Langzeitprävention kardiovaskulärer Ereignisse (LDL- Spiegel- Kontrolle)

Asymptomatische Stenose 60-99%: operative/interventionelle Therapie

- medikamentöse Therapie (s. asymptomatische Stenose <60%)
- Indikation zur offenoperativen Therapie, falls kein erhöhtes OP- Risiko besteht; alternativ kann eine interventionelle Therapie mittels Stent erwogen werden.

Symptomatische Stenose:

- <50%: konservative Therapie (s. oben)
- 50-69%: Bei keinem erhöhte OP- Risiko sollte eine offenoperative Therapie durchgeführt werden. V.a. bei männlichem Geschlecht mit nachgewiesenem hemisphärischem Symptom
- 70-99%: Unabhängig vom bestehenden OP- Risiko besteht die Indikation zur offenoperativen Therapie
- 50-99%: bei normalem OP- Risiko kann ebenfalls eine interventionelle Therapie mittels Stentimplantation erfolgen.

In folgenden Fällen kann die offenoperative Therapie der interventionellen Therapie gegenüber vorteilhaft sein:

- Alter > 70. Lebensjahr
- frühelektive Versorgung nach einem Indexereignis (innerhalb 3 bis 14 Tage)
- komplizierende Stenose- Kriterien (langstreckig, ulzerierend, elongiert, stark verkalkt)
- erschwerter anatomisch oder arteriosklerotisch bedingter interventioneller Zugang

Im Umkehrschluss gibt es ebenfalls Situationen, in welchen die interventionelle Therapie mittels Stentimplantation gegenüber der offenoperativen Therapie vorteilhaft ist:

- Rezidiv- Eingriff

- Tandemstenose mit vor- oder nachgeschalteter hochgradiger Stenose
- Radiogene Stenosen
- Hochzervikale Stenosen
- Kontralaterale Läsion des N. laryngeus recurrens (Eckstein et al., 2020)

## 1.5 Stadieneinteilung

Prinzipiell kann man die extrakraniellen Stenosen der A. carotis interna in asymptomatische sowie in symptomatische Stenosen einteilen. Hierfür wird ein Zeitraum von 6 Monaten vor der durchgeführten Operation zu Rate gezogen. Die asymptomatische Stenose der extrakraniellen A. carotis interna wird hierbei als Stadium I betitelt. Im Stadium II handelt es sich um passagere reversible Ischämien. Dieses wird zusätzlich in das Stadium IIa mit passagerer Amaurosis fugax und in das Stadium IIb mit passagerer Hemisymptomatik im Sinne einer TIA (transitorische ischämische Attacke) unterteilt. Als Stadium III wird ein unmittelbar drohender Schlaganfall („stroke in evolution“) und ein akuter Schlaganfall bezeichnet. Ein Stadium IV besteht bei einem bereits stattgefundenen Schlaganfall (H.-H. Eckstein, 2004).

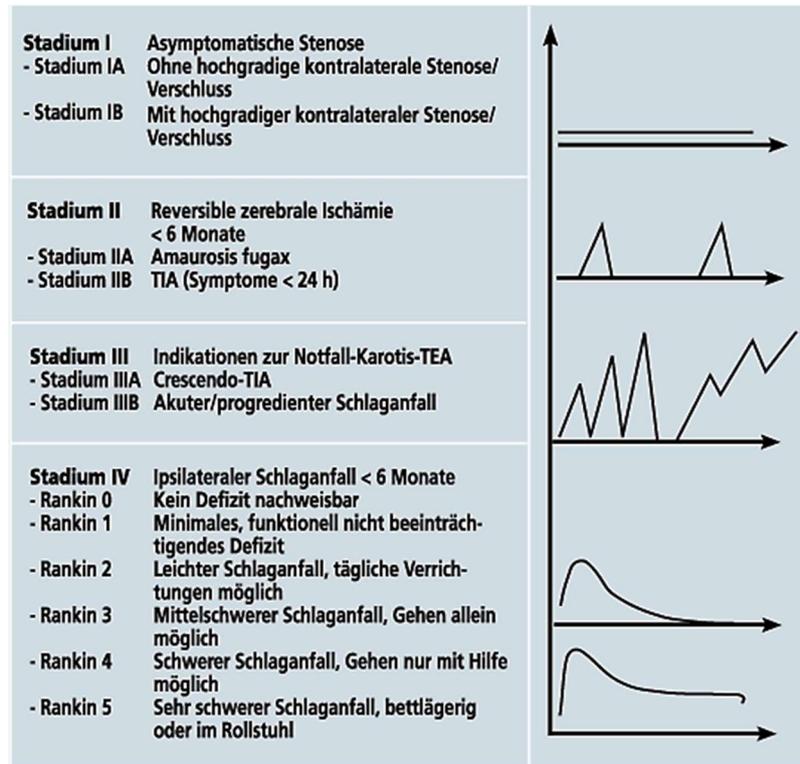


Abbildung 3: Modifizierte Klassifikation extrakranieller Carotisstenosen unter Berücksichtigung der Stadieneinteilung nach Vollmar (Eckstein et al., 2004)

## 1.6 Offen-operative Therapie

Die am häufigsten durchgeführte offen-operative Therapie stellt hierbei die Eversionsendarteriektomie (EEA) als biologisches Verfahren ohne Fremdmaterial und die Thrombendarteriektomie (TEA) mit Patchplastik dar (Stölzel, 2012). Hierbei erfolgt die Lagerung in Rückenlage mit nach kontralateral gedrehtem und nach dorsal gebeugtem Kopf (Heberer and van Dongen, 2004).

Die Operation selbst wird entweder in Plexus-/Lokalanästhesie oder in Allgemeinanästhesie mit zusätzlichem Neuromonitoring durchgeführt. Diesbezüglich wurden bislang keine wesentlichen Unterschiede bezüglich der Komplikations-/Apoplexrate festgestellt (H. Eckstein et al., 2020; Rundshagen, 2004).

Zunächst sind die Operationsschritte sowohl bei der Eversionsendarteriektomie als auch bei der Thrombendarteriektomie gleich:

Der Hautschnitt erfolgt, um eine ausreichende Übersicht zu erreichen, am Vorderrand des Musculus sternocleidomastoideus. Nach Durchtrennung des Platysmas und der vorderen Halsfaszie erfolgt im Weiteren eine Mobilisierung des Musculus sternocleidomastoideus nach lateral. Im Anschluss wird der Vorderrand der Vena jugularis interna freipräpariert, hierfür ist in den meisten Fällen eine Durchtrennung der V. facialis notwendig. Bei nun möglicher Mobilisation der V. jugularis interna wird diese nach lateral gelegt. Das Lymphknotenbündel wird geschont und lateralisiert. Medial der V. jugularis verläuft in den meisten Fällen die Ansa des N. hypoglossus. Wenn möglich ist diese zu schonen, bei Platzmangel kann diese aber auch problemlos durchtrennt werden. In der Tiefe ist nun die Arteria carotis communis sowie der Nervus vagus ersichtlich. Es erfolgt eine Freilegung der Arteria carotis communis mit möglichst geringer Manipulation. Zur Reduktion eines Embolierisikos erfolgt dann die Gabe von niedermolekularem Heparin intravenös. Anschließend wird zunächst die Arteria carotis externa (ggf. incl. der Arteria thyroidea superior) und dann die Arteria carotis interna gabelfern freipräpariert. Nach Anheben des systolischen Blutdruckes auf >160mmHg wird nun die Carotisgabelung ausgeklemmt. Ab diesem Punkt unterscheiden sich die beiden Operationsmethoden nun.

Bei der **Eversionsendartheriektomie (EEA)** erfolgt nun eine Stichinzision in die distale Arteria carotis communis sowie das Absetzen der Arteria carotis interna. Nach Aufsuchen einer geeigneten Schicht zur Entfernung der Plaque wird dann eine Eversion durchgeführt und anschließend wird die Arteria carotis interna wieder in die Carotisgabelung reinsertiert.

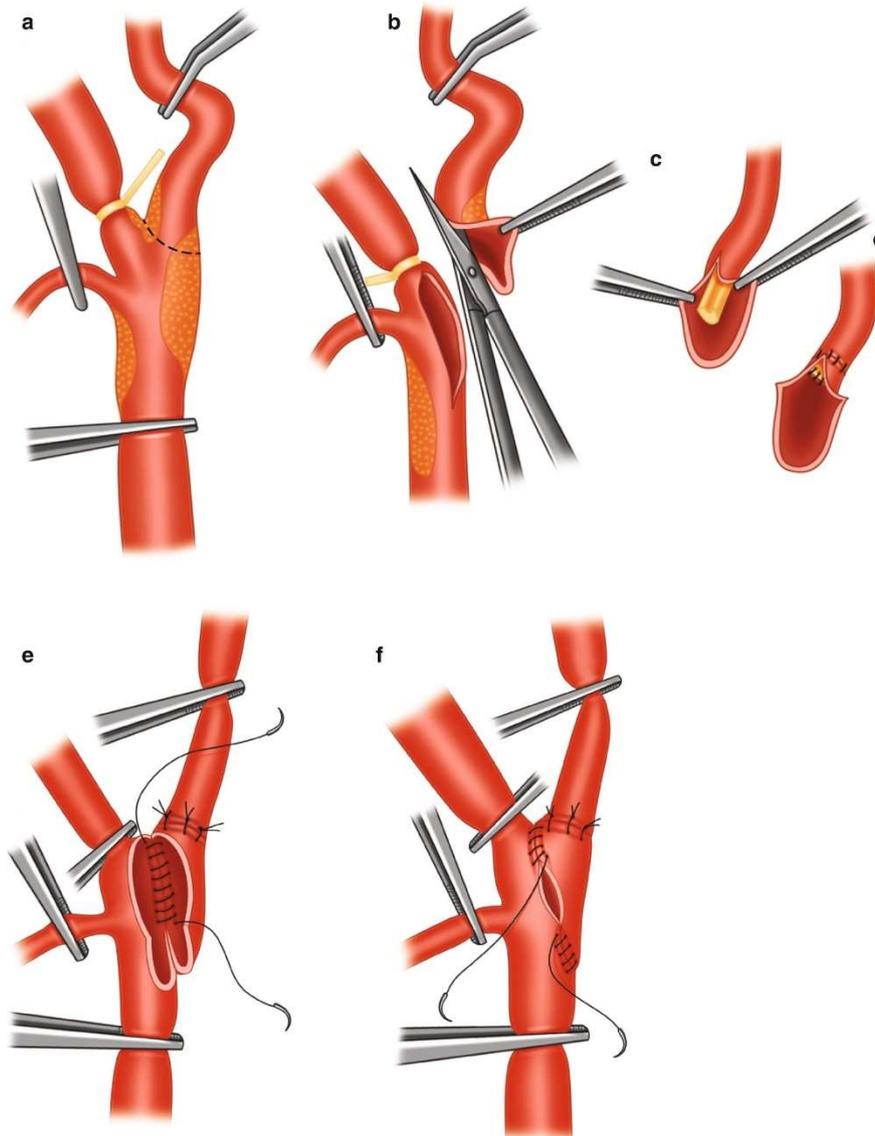


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Carotis-Eversionsendarterektomie;

**a** Carotisgabelung nach dem Ausklemmen; **b** Heraustrennen der A. carotis interna aus ihrer Gabelung und Einschneiden der Arterie zum Längenausgleich; **c** Eversionsendarterektomie; **d** mögliche Fixierung der distalen Plaque-Absetzungsstelle bei nicht auslaufendem Plaque; **e+f** Reinsertion der A. carotis interna in ihre Gabelung (Lin, 2018)

Bei der **Thrombendarterektomie (TEA)** erfolgt eine Stichinzision in die distale A. carotis communis sowie eine Längsarteriektomie bis in die Arteria carotis interna reichend. Nach Schaffen einer geeigneten Schicht wird der Plaque entfernt und das Gefäß mittels Patchplastik wieder verschlossen. Anschließend wird der Blutfluss wieder freigegeben.

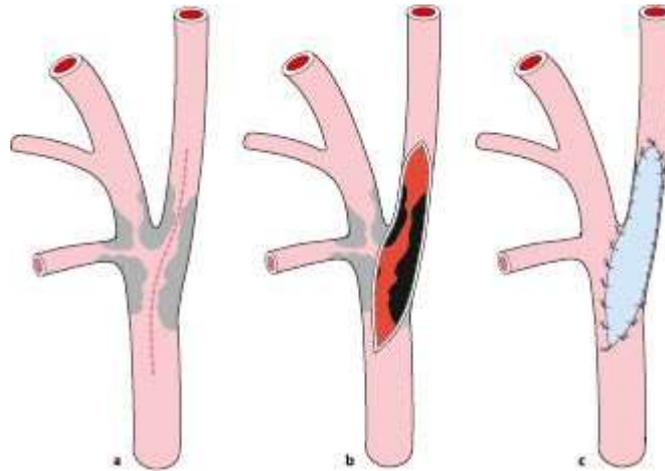


Abbildung 5: Schematische Darstellung einer klassischen Thrombendarteriektomie mit Patchplastik der Carotisgabelung;

*a* Präoperativer Befund mit einliegendem Plaque; *b* nach Eröffnung des Gefäßes mit einliegendem Plaque; *c* nach erfolgter Thrombendarteriektomie sowie bereits eingebrachter Patchplastik (Luther, 2014)

Zur intraoperativen Qualitätssicherung wird eine Darstellung der extrakraniellen Carotis mittels digitaler Subtraktionsangiographie durchgeführt. Ein Verschluss der Operationswunde erfolgt anschließend mittels Naht des Platysmas sowie Verschluss der Haut (Heberer and van Dongen, 2004; Stölzel, 2012).

## 1.7 Komplikationen

Bei der offenoperativen Therapie der Carotisstenose kann es prinzipiell sowohl intraoperativen als auch postoperativen Komplikationen kommen.

### 1.7.1 Intraoperative Komplikationen

Zu den intraoperativen Komplikationen gehört die Nervenschädigung. Hierbei kann es in seltenen Fällen in Folge einer Läsion des N. vagus (meistens durch akzidentielles Klemmen beim Ausklemmen der A. carotis communis) zu einer Schädigung des N. recurrens kommen. Diese zeigt sich klinisch in einer anhaltenden Heiserkeit sowie einem HNO-ärztlich nachweisbaren

Stimmbandstillstand.

Des Weiteren besteht die Möglichkeit einer Schädigung oder Durchtrennung des N. hypoglossus, welche eine Zungendeviation nach sich zieht. Kam es zu einem vorübergehenden Nervenschaden z.B. durch Hakenzug sind die Symptome nur temporär (Heberer and van Dongen, 2004).

Zu den weiteren intraoperativen Komplikationen gehört die so genannte intraoperative „Clamping- Ischämie“. Hierbei handelt es sich um eine durch das Ausklemmen der Carotisgabelung bedingte cerebrale Minderperfusion mit neurologischer Symptomatik. Kommt es intraoperativ zu einer solchen Symptomatik besteht die Indikation zur temporären Shuntanlage (H.-H. Eckstein, 2004).

### **1.7.2 Postoperative Komplikationen**

Die häufigste Komplikation nach einer offenoperativen Therapie der Carotisgabelung ist die postoperative Blutung. Auf Grund der anatomischen Bedingungen kommt es bei einer Blutung aus dem OP- Gebiet zu einer raschen Verlagerung der Halsweichteile mit Kompression der Trachea, aus diesem Grund handelt es sich bei einer Nachblutung nach Carotis- Operation oft um eine Notfallsituation mit notwendiger Intubation und sofortiger Revision. Auf Grund der ausgeprägten Vaskularisierung im gesamten Halsbereich, sowie der postoperativ vermehrten Blutdruckkrisen, stammen die meisten Nachblutungen aus der Haut, nur selten kommt es zu einer Blutung aus der Anastomose bzw. Patchplastik (Heberer and van Dongen, 2004).

Die am meisten gefürchtete postoperative Komplikation ist der postoperative Apoplex. Dieser kann zum einen durch eine arterielle Thrombose im OP- Gebiet bedingt sein, als auch durch einen akuten intrakraniellen Gefäßverschluss. Zur Detektion der Ursache empfiehlt sich zunächst eine sonographische Kontrolle sowie eine anschließende bildgebende Diagnostik mit Darstellung der Hals- und Kopfgefäße. Sollte es zu einer akuten arteriellen Thrombose im OP- Gebiet kommen ist eine sofortige operative Revision anzustreben. Bei intrakranieller

Gefäßproblematik empfiehlt sich auf Grund der anatomischen Erreichbarkeit eine interventionelle Versorgung (Eckstein et al., 2020).

Sehr selten kommt es zu einer Infektion nach einer durchgeführten Karotisrekonstruktion. Im Falle einer Patchplastik oder eines Interponates besteht hier die Indikation zur Revision mit Entfernung des Fremdmaterials sowie Ersatz durch körpereigenes Material (Venen- Patchplastik/ Venen- Interponat) (Heberer and van Dongen, 2004).

## 1.8 Fragestellung

Die arteriosklerotisch bedingte Stenose der extrakraniellen Hirngefäße stellt weiterhin eine nicht unerhebliche Ursache von Morbidität und Mortalität in Deutschland dar. Aufgrund der Komplexität und Diffizilität der notwendigen therapeutischen Maßnahmen an der pathologisch veränderten extrakraniellen Arteria carotis interna gibt es verbindliche Qualitätskriterien, die es einzuhalten gilt. Diese werden in Deutschland in Anlehnung an die in der Literatur vorliegenden Leitlinien im Auftrag des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) durch das Institut für Qualität und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTiG) festgelegt und überprüft (Geraedts et al., 2021).

So gilt z.B. für die Behandlung einer asymptomatischen Carotis-Stenose, unabhängig von der Behandlungsmethode, ein festgelegter Schwellenwert für einen peri-/post-therapeutischen Apoplex/Tod von < 3% für die asymptomatische Carotis-Stenose und < 5% für die symptomatische Carotis-Stenose (IQTiG, 2014-2020).

Wenn die Indikation zur Aufhebung einer Carotis-Stenose gestellt ist, sowohl bei einer hochgradigen, verschlussgefährden asymptomatischen als auch bei einer symptomatischen Carotis-Stenose, stellt in Deutschland aktuell die chirurgische Carotis-TEA (CEA) die am häufigsten angewandte Therapieform dar. In Baden-Württemberg (BW 2013-2018) wurde die Carotis-TEA (CEA) in der

überwiegenden Mehrzahl, in 73,64% aller Therapieformen durchgeführt. Die kombinierte Apoplex- und Todesrate, als schwerwiegende peri-therapeutische Komplikationsrate, lag bei der chirurgischen Behandlung einer asymptomatischen und symptomatischen Carotis-Stenose in BW für den Zeitraum 2013-2018 bei 2,4%. Zum Vergleich lag bei der interventionellen Therapie der Carotis (Stent oder PTA (CAS)) die Komplikationsrate bei 4,87%. Im Jahr 2019 wurde in Deutschland die Carotis-TEA in 75,03% der Fälle durchgeführt. Bei einer Gesamtmenge von 24.549 Carotis-TEA's lag die perioperative kombinierte Apoplex- und Todesrate bei 3,68% (Carotis-Stent/PTA: 6,77%) (IQTiG, 2014-2020).

Das Ziel der chirurgischen Carotis-TEA ist, das durch die Stenose bedingte Risiko eines potentiellen Apoplexes, sowohl bei symptomatischen als auch bei asymptomatischen Patienten zu senken. Dies trotz des bekannten periprozedural bestehenden Apoplex-/Todesrisikos. Für die chirurgische Entfernung einer Carotis-Stenose konnte gezeigt werden, dass diese chirurgische Therapie in Subgruppen-Analysen einer reinen medikamentösen Therapie („Best Medical Treatment“) überlegen ist. Somit ist der Stellenwert der chirurgischen Entfernung einer Carotis-Stenose zur Apoplex-Prophylaxe unverändert hoch (Halliday et al., 2010).

Nach Angaben in der Literatur von auffallend niedrigen perioperativen Apoplexraten in „Single Centre“-Studien mit einem hohen Operationsaufkommen (sog. „High Volume Hospital“) wurde in Meta-Analysen und Systemischen Review's die Beziehung zwischen „High Volume“ Krankenhäusern und niedrigen periprozeduralen Apoplex- und Todesraten bestätigt.

Seit einigen Jahren wird daher die Beziehung zwischen dem sog. „Hospital Volume“, der Prozedurenmenge in einem Krankenhaus, und dem „Outcome“, dem Prozeduren-Ergebnis nach einer Carotis-TEA (CEA) in Bezug auf die Verfahrensqualität offen diskutiert (Holt et al., 2007; Kuehnl et al., 2016; Poorthuis et al., 2019).

Ziel dieser Studie ist, die Ergebnisse der Prozeduren „Carotis-Thrombendarteriektomie (TEA) und Carotis- Eversionsarteriektomie (EEA)“ in einer Klinik mit

einem hohen Patienten-/Operationsaufkommen zu analysieren. Es soll die Hypothese überprüft werden, ob die Operationsergebnisse in Bezug auf eine geringe periprozedurale Apoplex- und Todesrate in einem sog. „single-center“-Hospital mit einem „high-volume“-Operationsaufkommen im Vergleich zu gepoolten Daten aus Multicenter-Studien /Meta-Analysen zutreffen. Die „Outcome“-Ergebnisse sollen hierfür mit bundesdeutschen und europäischen Daten verglichen werden.

## **2. Material und Methoden**

Vor Durchführung der vollständigen Datenerhebung und Analyse erfolgte ein Beratungsgespräch mit der Ethik-Kommission an der Medizinischen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität am Universitätsklinikum Tübingen (Pr.Nr. 310/2017BO2).

### **2.1 Patientenkollektiv**

Für die vorliegende statistische Doktorarbeit wurden 2.117 Patienten retrospektiv untersucht, welche im Zeitraum vom 01.01.2005 bis zum 31.12.2012 auf Grund einer Stenose der A. carotis interna in der Klinik für Gefäßchirurgie am Klinikum Stuttgart operiert wurden.

Zur übersichtlichen Darstellung erfolgte die Erstellung einer Excel-Datei. Folgende Daten lagen zu Beginn der Arbeit bereits an Hand des OP-Buches vor: Name des Patienten, Geburtsdatum des Patienten, Fallnummer, Beginn und Ende der stationären Therapie, Verschlüsselungscode der operativen Prozedur (OPS-Code) und ICD-10 Code der verschlüsselten Hauptdiagnose des stationären Aufenthaltes.

## 2.2 Datenerhebung

Anhand der vorhandenen Rohdaten erfolgte eine Analyse der Patientendaten über das Softwareprogramm SAP, welches im Klinikum Stuttgart verwendet wird. Hierfür wurden Arztbriefe, OP- Berichte sowie neuroradiologische Befunde und Konsildokumente gesichtet. Folgende Daten wurden recherchiert und dokumentiert:

- Geschlecht des Patienten
- Alter des Patienten bei OP
- Seite der durchgeführten Operation
- Aufenthaltsdauer in der Klinik
- Entlassform
- Besonderheiten während des stationären Aufenthaltes
- Intraoperative Revision notwendig, Rezidiveingriff
- Operationsmethode
- Stadium der Stenose bei OP (symptomatisch oder asymptomatisch)
- Anästhesieform bei der durchgeführten Operation (Vollnarkose oder Lokalanästhesie)
- Tage seit der letzten stattgehabten Symptomatik bei symptomatischen Carotisstenosen
- Begleitende kardiovaskuläre Risikofaktoren (arterielle Hypertonie, Fettstoffwechselstörung, Nikotinabusus, Diabetes mellitus, pAVK, KHK)

Sämtliche neu erhobenen Daten wurden anschließend erneut in eine Excel- Tabelle übertragen, um eine bessere Übersicht zu erzielen.

Um eine weitere Bearbeitung der Daten zu vereinfachen, wurde die Tabelle mit den nun erhaltenen Stammdaten anschließend in einzelne Jahres- Tabellen unterteilt.

Zur weiteren Analyse der Daten wurde das Programm IBM SPSS Statistics (Version 27) verwendet.

Hierbei wurde für die einzelnen Daten- Bereiche wie folgt unterschieden:

- Geschlecht des Patienten: männlich oder weiblich
  - Alter des Patienten bei OP: Alter in Jahren
  - Begleitende kardiovaskuläre Risikofaktoren: arterielle Hypertonie, Fettstoffwechselstörung, Nikotinabusus, Diabetes mellitus, pAVK, KHK
  - Seite der durchgeführten Operation: rechts oder links
  - Stadium der Stenose zum Zeitpunkt der Operation: asymptomatische Stenose (Stadium I) oder symptomatische Stenose (Stadium IIa, IIb, III, IV)
  - Durchgeführtes Narkoseverfahren: Plexusnarkose, Vollnarkose, intraoperative Konversion von Plexusnarkose zu Vollnarkose
  - Durchgeführte Operationstechnik: Eversionsendarteriektomie (biologische Rekonstruktion), Thrombendarteriektomie mit Patchplastik (Dacronpatch, Rinderperikardpatch, Venenpatch), Interponateinlage
  - Gesamte Aufenthaltsdauer in der Klinik: Dauer in Tagen
  - Intra- und Postoperative Komplikationen (sortiert nach der Schwere der Komplikation): Postoperativer Tod, postoperativer Apoplex (Symptomatik 24 Stunden, mit Nachweis in der bildgebenden Diagnostik), postoperative TIA (Symptomatik <24 Stunden), postoperative revisionsbedürftige Nachblutung, postoperativ nachgewiesen Recurrensparese, postoperative passagere Heiserkeit ohne Nachweis einer Recurrensparese, postoperative kardiale Akutsituation (z.B. NSTEMI), postoperativer Hypertonus, keine Komplikationen
- Entlassform: Entlassung nach Hause, postoperative Verlegung auf die Stroke Unit, Direktverlegung Neurologische Rehabilitation, Verlegung in eine andere Abteilung (z.B. Kardiologie), heimatnahe Verlegung, verstorben

Mit Hilfe des oben genannte Statistikprogramms erfolgte eine deskriptive Statistik, hierfür erfolgte zunächst eine Bestimmung der Häufigkeiten sowie eine Mittelwertbestimmung. Die jeweiligen erhaltenen Daten wurden sowohl in numerischen Werten als auch in prozentualen Verteilungen ermittelt. Als

Signifikanztestung erfolgte ein exakter Test nach Fisher mit einem 95%igen Konfidenzintervall. Nach Erhalt von mehreren signifikanten Zusammenhängen erfolgte zur genaueren Analyse eine logistische Regression. Mit Hilfe der logistischen Regression ist es möglich bei den ermittelten signifikanten Zusammenhängen eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens einer Komplikation zu tätigen. Zur Verifizierung der Tests sowie Besprechung der Ergebnisse wurde das Statistikbüro der Universität Tübingen (Institut für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie) hinzugezogen.

Um die einzelnen Merkmale darzustellen, wurden zum einen Tabellen erstellt, zum anderen wurden zur besseren Anschaulichkeit Balken- und Liniendiagramme angefertigt.

Anschließend erfolgte eine Literaturrecherche mit Hilfe von PubMed sowie Thieme-Online um eine evidenzbasierte Diskussion zu ermöglichen. Die Literaturverwaltung erfolgte mit dem Programm Mendeley Cite.

### **3. Ergebnisse**

#### **3.1 Allgemeine Patientendaten**

Zur Bestimmung der allgemeinen Patientendaten wurden zunächst die Gesamtzahlen der operierten Patienten ermittelt. Anhand der ermittelten Daten wurde anschließend zur Dokumentation der allgemeinen Patientendaten eine Geschlechterbestimmung, die Bestimmung des Alters zum Zeitpunkt der Operation sowie eine Bestimmung der vorbestehenden Risikofaktoren durchgeführt.

Das gesamte ausgewertete Patientenkollektiv umfasste 2.117 Patienten, welche sich in einem 8- Jahres Zeitraum vom 01.01.2005 bis zum 31.12.2012 in der Klinik für Gefäßchirurgie im Katharinenhospital des Klinikum Stuttgart einer Carotis-Operation unterzogen haben.

**Tabelle 1: Gesamtzahl Carotis- Operationen in den Jahren 2005 bis 2012**

<b>OP- Jahr</b>	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>OP-Zahlen</b>	183	288	336	310	237	217	274	272

Hierunter waren insgesamt 1.479 Männer (70%) und 638 Frauen (30%).

**Tabelle 2: Geschlechterverteilung der Patienten in den Jahren 2005 bis 2012**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Männlich</b>	133	207	235	215	168	153	196	172
<b>Weiblich</b>	50	81	101	95	69	64	78	100

Das durchschnittliche Alter der Patienten lag zum Zeitpunkt der durchgeführten Operation zwischen 69 und 74 Jahren mit einem Mittelwert von 70,66 Jahren.

**Tabelle 3: Durchschnittliches Alter der Patienten (in Jahren) zum Zeitpunkt der Operation in den Jahren 2005 bis 2012**

<b>OP- Jahr</b>	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>ø Alter</b>	69	70	70	74	70	71	70	72

Ergänzend zu den allgemeinen Patientendaten wurden bei dem untersuchten Patientenkollektiv die vorbestehenden kardiovaskulären Risikofaktoren bestimmt. Dazu gehörten der arterielle Hypertonus, eine Fettstoffwechselstörung, ein bestehender Nikotinabusus, eine Erkrankung an Diabetes mellitus oder das Vorliegen einer peripheren Arteriellen Verschluss Krankheit (pAVK) oder einer koronaren Herzkrankheit (KHK).

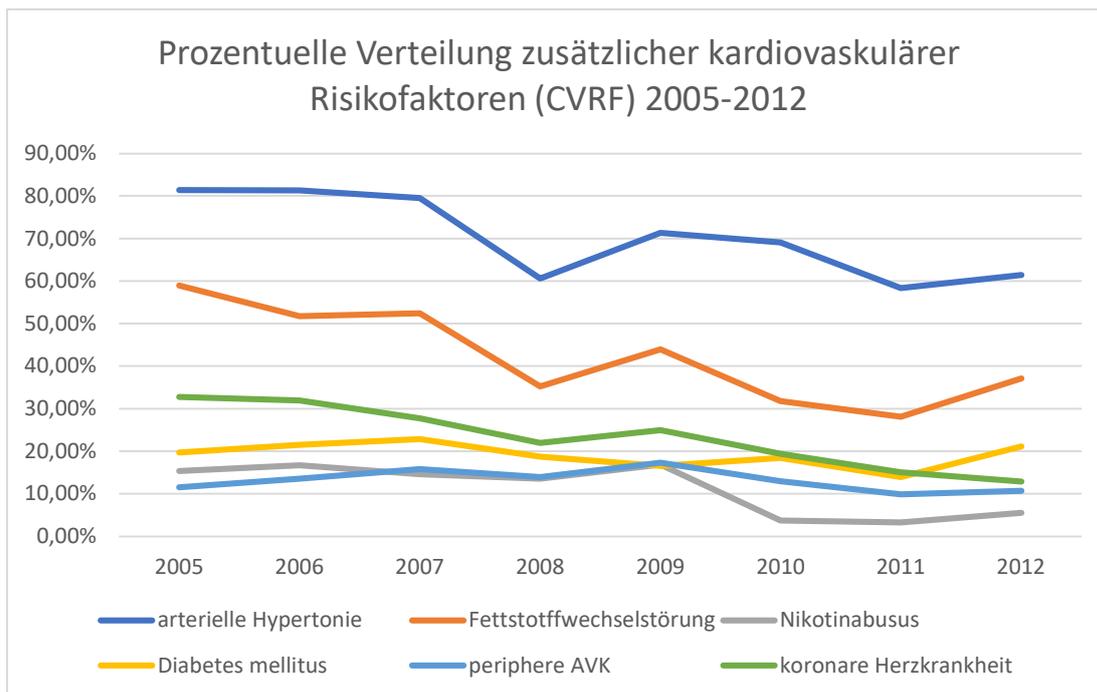
Hierbei ergab sich folgende Übersicht:

- Durchschnittlich hatten 70,4% aller Patienten, welche an einer Stenose der Halsschlagader operiert wurden, einen arteriellen Hypertonus (58,4%-81,4%).
- Im Durchschnitt waren 42,4% (28,1%- 59,0%) aller Patienten an einer Fettstoffwechselstörung erkrankt.

- 23,3% (12,9%-32,8%) der Patienten hatten eine zusätzliche koronare Herzkrankheit.
- 19,1% (13,9%- 22,9%) der Patienten hatten einen Diabetes mellitus.
- Vergleichsweise niedrig zeigte sich der prozentuelle Anteil (13,2%) der Patienten mit einer zusätzlichen peripheren Arteriellen Verschlusskrankheit (9,9%-17,3%).
- Nur 11,2% der Patienten gaben zum Behandlungszeitpunkt einen bestehenden Nikotinabusus an (3,3%- 16,9%).

**Tabelle 4: Prozentuelle Verteilung der bestehenden kardiovaskulären Risikofaktoren (CVRF) in Prozent (%) in den Jahren 2005 bis 2012**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	MW
<b>Arterielle Hypertonie</b>	81,40	81,30	79,50	60,60	71,30	69,10	58,40	61,40	<b>70,38</b>
<b>Fettstoffwechsel Störung</b>	59,00	51,70	52,40	35,20	43,90	31,80	28,10	37,10	<b>42,40</b>
<b>Nikotinaabusus</b>	15,30	16,70	14,60	13,50	16,90	3,70	3,30	5,50	<b>11,19</b>
<b>Diabetes mellitus</b>	19,70	21,50	22,90	18,70	16,50	18,40	13,90	21,10	<b>19,09</b>
<b>periphere AVK</b>	11,50	13,50	15,80	13,90	17,30	12,90	9,90	10,70	<b>13,19</b>
<b>koronare Herzkrankheit</b>	32,80	31,90	27,70	21,90	24,90	19,40	15,00	12,90	<b>23,31</b>



Tendenziell zeigt sich eine Abnahme aller kardiovaskulären Risikofaktoren im Laufe der Jahre.

## 3.2 Operative Daten

### 3.2.1 Seitenverteilung

In den Jahren 2005 bis 2012 wurde insgesamt bei 1.072 Fällen (51%) die rechte Seite operiert und in 1.045 Fällen (49%) die linke Seite.

**Table 5: Seitenverteilung der durchgeführten Operation in den Jahren 2005 bis 2012**

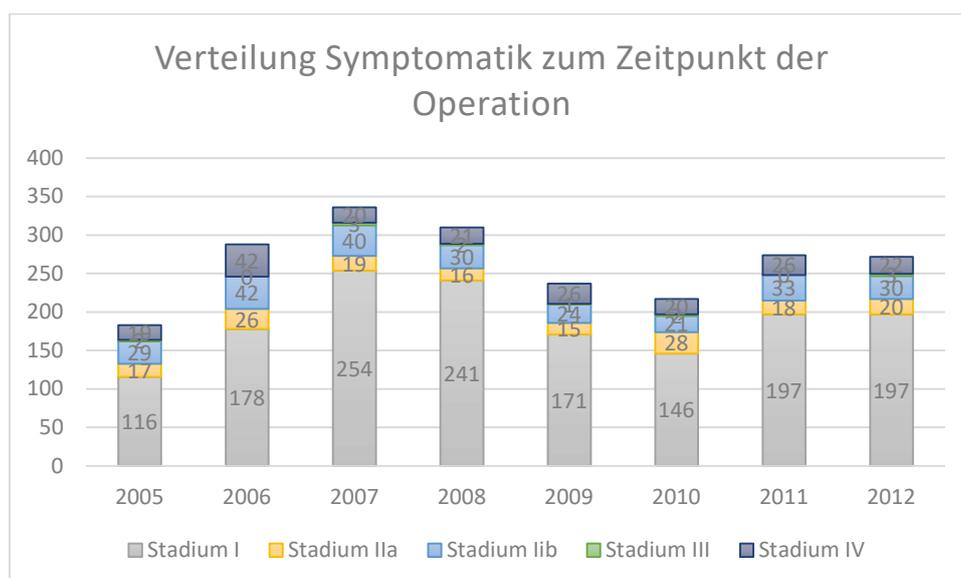
	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
<b>rechts</b>	91	174	165	125	124	104	151	138
<b>links</b>	92	114	171	185	113	113	123	134

### 3.2.2 Symptomatik zum Zeitpunkt der Operation

Bezüglich der Symptomatik zum Zeitpunkt der Operation wurde eine Aufteilung nach den Stadien I bis IV innerhalb der letzten 6 Monate durchgeführt (Eckstein et al., 2020). Hierbei zeigte sich, dass die Mehrzahl der Patienten bei asymptomatischer Carotisstenose operiert wurde.

**Tabelle 6: Verteilung der Symptomatik zum Zeitpunkt der Operation**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Gesamt
<b>Stadium I</b> (asymptomatisch)	116	178	254	241	171	146	197	197	<b>1.500</b> <b>(71%)</b>
<b>Stadium IIa</b> (symptomatisch, Amaurosis fugax)	17	26	19	16	15	28	18	20	<b>159</b> <b>(8%)</b>
<b>Stadium IIb</b> (symptomatisch, TIA)	29	42	40	30	24	21	33	30	<b>249</b> <b>(11%)</b>
<b>Stadium III</b> (symptomatisch, Crescendo- TIA)	2	0	3	2	1	2	0	3	<b>13</b> <b>(1%)</b>
<b>Stadium IV</b> (symptomatisch, Apoplex)	19	42	20	21	26	20	26	22	<b>196</b> <b>(9%)</b>



Die Berechnung der prozentuellen Verteilung der Stadien zum Zeitpunkt der Operation in den Jahren von 2005 bis 2012 ergab bei 71% aller operierter Patienten ein vorliegendes Stadium I, also eine asymptomatische Carotisstenose.

Somit lag bei 29% aller Patienten als OP- Indikation eine symptomatische Carotisstenose vor, mit neurologischem Ereignis innerhalb der letzten 6 Monate vor Op. Hiervon lag bei 8% ein Stadium IIa vor mit Z.n. Amaurosis fugax und bei 11% ein Stadium IIb mit Z.n. Hemisymptomatik (TIA). Zum Zeitpunkt der Operation lag bei 1% der Patienten als OP- Indikation eine Crescendo- TIA („stroke in evolution“) und bei 9% ein manifester bildmorphologisch nachgewiesener Apoplex vor.

Durchschnittlich lag bei den symptomatischen Patienten zwischen dem Zeitpunkt der Operation und der zurückliegenden Symptomatik eine Zeitspanne von 28 Tagen vor.

**Tabelle 7: Durchschnittlicher Zeitraum zwischen neurologischem Ereignis und der Operation**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Mittelwert
<b>Tage seit Neurologie</b>	30	28	39	34	23	28	23	19	28

### 3.2.3 Narkoseverfahren

Bei den durchgeführten Narkoseverfahren wurde zwischen einer Operation in Lokal-/ bzw. Plexusanästhesie oder einer Operation in Vollnarkose unterschieden. Zusätzlich musste bei einigen wenigen Fällen das Anästhesieverfahren intraoperativ gewechselt werden. Hier wurde die Operation in Lokalanästhesie begonnen und intraoperativ in eine Vollnarkose konvertiert. Der Hauptgrund für das Konvertieren des Anästhesieverfahrens waren Angstzustände des Patienten, begleitet von zunehmender Unruhe oder Dyspnoe, was das Fortsetzen der Operation im Wachzustand in Lokalanästhesie unmöglich machte. Das Anästhesieverfahren der ersten Wahl stellte in dieser Arbeit in den Jahren 2005 bis 2012 die Lokal-/ bzw. Plexusanästhesie dar. Insgesamt wurde bei 94,7% aller operierten Patienten die Operation in Lokal-/ bzw. Plexusanästhesie durchgeführt, bei 4,7% der

Fälle in ITN (Intubationsnarkose) bzw. Vollnarkose und bei 0,7% der Fälle war eine intraoperative Konversion notwendig.

**Tabelle 8: Durchgeführtes Narkoseverfahren in den Jahren 2005 bis 2012**

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Lokalanästhesie (LA) primär	2.004	94,7	94,7	94,7
LA mit Konversion in ITN	14	0,7	0,7	95,4
ITN primär	99	4,7	4,7	100,0
Gesamt	2.117	100,0	100,0	

### 3.2.4 Operationsmethode

Die unterschiedlich gewählten Operationsmethoden stellten sich sortiert nach Operationsjahr wie folgt dar:

Im Jahr **2005** wurde in 79,2% der Fälle eine EEA durchgeführt, in 10,9% der Fälle erfolgte eine TEA mit intraoperativer Shuntanlage und anschließender Dacron-patchplastik. In 7,7% der Fälle wurde eine EEA mit intraoperativer Shuntanlage ohne Patchplastik durchgeführt. In 1,1% der Fälle erfolgte eine TEA mit Venen-patchplastik und in ebenfalls 1,1% der Fälle erfolgte die Implantation eines Interponates.

**Tabelle 9: Übersicht durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2005**

	Häufig- keit	Prozent	Gültige Pro- zente	Kumulierte Prozente
Gültig EEA	145	79,2	79,2	79,2
EEA+ Shunt	14	7,7	7,7	86,9
TEA+ Dacronpatch- plastik	20	10,9	10,9	97,8
TEA+ Venenpatch- plastik	2	1,1	1,1	98,9
Interponat	2	1,1	1,1	100,0
Gesamt	183	100,0	100,0	

Im Jahr **2006** zeigte sich folgende Verteilung:

Bei 83% der Fälle erfolgte eine EEA, bei 8,7% der Fälle wurde eine TEA mit Dacronpatchplastik durchgeführt, bei 7,6% der Fälle erfolgte eine EEA mit intraoperativer Shuntanlage ohne Patchplastik und in 0,7% der Fälle eine TEA mit und anschließender Venenpatchplastik. 2009 wurde kein Interponat implantiert.

**Tabelle 10: Übersicht durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2006**

	Häufig- keit	Prozent	Gültige Pro- zente	Kumulierte Prozente
Gültig EEA	239	83,0	83,0	83,0
EEA+ Shunt	22	7,6	7,6	90,6
TEA+ Dacronpatch- plastik	25	8,7	8,7	99,3
TEA+ Venenpatch- plastik	2	,7	,7	100,0
Gesamt	288	100,0	100,0	

Eine ähnliche prozentuelle Verteilung zeigte sich im Jahr **2007**:

Bei 81,0% der Fälle erfolgte eine EEA, bei 14% der Fälle wurde eine TEA mit Dacronpatchplastik durchgeführt, 4,8% der Fälle erhielten eine EEA mit intraoperativer Shuntanlage ohne Patchplastik und bei 0,3% der Fälle erfolgte eine TEA mit Venenpatchplastik. 2007 wurde ebenfalls kein Interponat implantiert.

**Tabelle 11: Übersicht durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2007**

	Häufig- keit	Prozent	Gültige Pro- zente	Kumulierte Prozente
Gültig EEA	272	81	81	81
EEA+ Shunt	16	4,8	4,8	85,8
TEA+ Dacronpatch- plastik	47	14	14	99,8
TEA+ Venenpatch- plastik	1	,3	,3	100,0
Gesamt	336	100,0	100,0	

Eine Veränderung der durchgeführten Operationsmethode zeichnete sich im Jahr **2008** ab:

Zusätzlich zu den bisher verwendeten Patches aus Dacron wurden nun ebenfalls xenogene Patches (Rinderperikardpatches) verwendet. Weiterhin erfolgt aber in einer Mehrzahl der Fälle eine rein biologische Rekonstruktion mittels EEA (78,1%), bei 12,3% der Fälle erfolgte eine TEA mit Dacron-Patchplastik. In 4,2% der Fälle erfolgte dann eine TEA mit Rinderperikardpatchplastik, bei 4,2% der Fälle eine reine EEA mit intraoperativer Shuntanlage ohne Patchplastik und bei 1,3% der Fälle eine TEA mit Venenpatchplastik. Es erfolgte keine Interponatimplantation.

**Tabelle 12: Übersicht durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2008**

	Häufig- keit	Prozent	Gültige Pro- zente	Kumulierte Prozente
Gültig EEA	242	78,1	78,1	78,1
EEA+ Shunt	13	4,2	4,2	82,3
TEA+ Dacronpatch- plastik	38	12,3	12,3	94,6
TEA+ Venenpatch- plastik	4	1,3	1,3	95,9
TEA+ Rinderperikard- patch-plastik	13	4,2	4,2	100,0
Gesamt	310	100,0	100,0	

In den folgenden Jahren (2009-2012) zeigte sich eine weitestgehend konstante Verteilung der durchgeführten Operationsverfahren.

Die EEA wurde **2009** in 80,2% der Fälle, **2010** in 77,4% der Fälle sowie **2011** in 79,2% und **2012** in 83,5% der Fälle durchgeführt. Eine TEA mit Dacronpatch-plastik wurde zwischen 9,9% und 15% der Fälle durchgeführt (2009: 14,8%, 2010: 12,4%, 2011:15% und 2012: 9,9%). Eine EEA mit intraoperativer Shuntanlage ohne Patchplastik erfolgte 2009 in 3,4% der Fälle, 2010 in 8,3% der Fälle sowie 2011 in 5,8% der Fälle und 2012 in 5,1% der Fälle. Anhaltend selten erfolgte auch in den Jahren 2009 bis 2012 eine TEA mit anschließender Venenpatchplastik, 2009 in 1,3% der Fälle, 2010 in 1,8% der Fälle, 2011 in 0% der Fälle und 2012 in 0,7% der Fälle. 2009 erfolgte zusätzlich bei 0,4% der Patienten die Anlage eines Interponates und 2012 bei 0,7% der Fälle.

**Tabelle 13: Übersicht durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2009**

		Häufig- keit	Prozent	Gültige Pro- zente	Kumulierte Prozente
Gültig	EEA	190	80,2	80,2	80,2
	EEA+ Shunt	8	3,4	3,4	83,6
	TEA+ Dacronpatch- plastik	35	14,8	14,8	98,4
	TEA+ Venenpatch- plastik	3	1,3	1,3	99,7
	Interponat	1	0,4	0,4	100
	Gesamt	237	100	100	100

**Tabelle 14: Übersicht durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2010**

		Häufig- keit	Prozent	Gültige Pro- zente	Kumulierte Prozente
Gültig	EEA	168	77,4	77,4	77,4
	EEA+ Shunt	18	8,3	8,3	85,7
	TEA+ Dacronpatch- plastik	27	12,4	12,4	98,2
	TEA+ Venenpatch- plastik	4	1,8	1,8	100,0
	Gesamt	217	100,0	100,0	

**Tabelle 15: Übersicht durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2011**

	Häufig- keit	Prozent	Gültige Pro- zente	Kumulierte Prozente
Gültig EEA	217	79,2	79,2	79,2
EEA+ Shunt	16	5,8	5,8	85
TEA+ Dacronpatch- plastik	41	15	15	100,0
Gesamt	274	100,0	100,0	

**Tabelle 16: Überblick durchgeführte Operationsverfahren im Jahr 2012**

	Häufig- keit	Prozent	Gültige Pro- zente	Kumulierte Prozente
Gültig EEA	227	83,5	83,5	83,5
EEA+ Shunt	14	5,1	5,1	88,6
TEA+ Dacronpatch- plastik	27	9,9	9,9	98,5
TEA+ Venenpatch- plastik	2	0,7	0,7	99,2
Interponat	2	,7	,7	100,0
Gesamt	272	100,0	100,0	

Zusammengefasst für den gesamten Beobachtungszeitraum von 8 Jahren zeigt sich somit folgende Verteilung:

**Tabelle 17: Übersicht Operationsmethoden 2005-2012 mit prozentuellem Mittelwert**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Summe
<b>EEA</b>	145	239	272	242	190	168	217	227	<b>1.700 (80,3%)</b>
<b>EEA+ Shunt</b>	14	22	16	13	8	18	16	14	<b>121 (5,7%)</b>
<b>TEA+ Dacronpatchplastik</b>	20	25	47	38	35	27	41	27	<b>260 (12,3%)</b>
<b>TEA+ Venenpatchplastik</b>	2	2	1	4	3	4	0	2	<b>18 (0,9%)</b>
<b>TEA+ Rinderperikardpatchplastik</b>	0	0	0	13	0	0	0	0	<b>13 (0,6%)</b>
<b>Interponatimplantation</b>	2	0	0	0	1	0	0	2	<b>5 (0,2%)</b>

Somit zeigt sich in der Gesamtverteilung die **EEA** mit **80,3%** als am häufigsten durchgeführte Operationsmethode, gefolgt von der **TEA mit Dacronpatchplastik** mit **12,3%** der durchgeführten Operationsmethoden. Die **EEA mit passagerer Shunteinlage** wurde in **5,7%** der Fälle durchgeführt. Mit jeweils unter 1% der Fälle hingegen die **TEA mit Venenpatchplastik (0,9%)**, die **TEA mit Rinderperikardpatchplastik (0,6%)** und die **Interponateinlage (0,2%)**.

### 3.3 Postoperative Daten

#### 3.3.1 Postoperative Aufenthaltsdauer

Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer im Rahmen der durchgeführten Revaskularisationen an der Halsschlagader lag in den Jahren 2005 bis 2012 zwischen 5,5 und 6,5 Tagen mit einer tendenziell kürzeren Aufenthaltsdauer in den aktuelleren Fällen von 2010 bis 2012 als in den Fällen von 2005 bis 2009.

**Tabelle 18: Postoperative Aufenthaltsdauer von 2005 bis 2012**

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
6,0	6,4	6,1	6,1	6,5	5,9	5,7	5,5

### 3.3.2 Intra- und postoperative Komplikationen

Im Folgenden sind die Komplikationen nach deren klinischen Bedeutung aufgelistet:

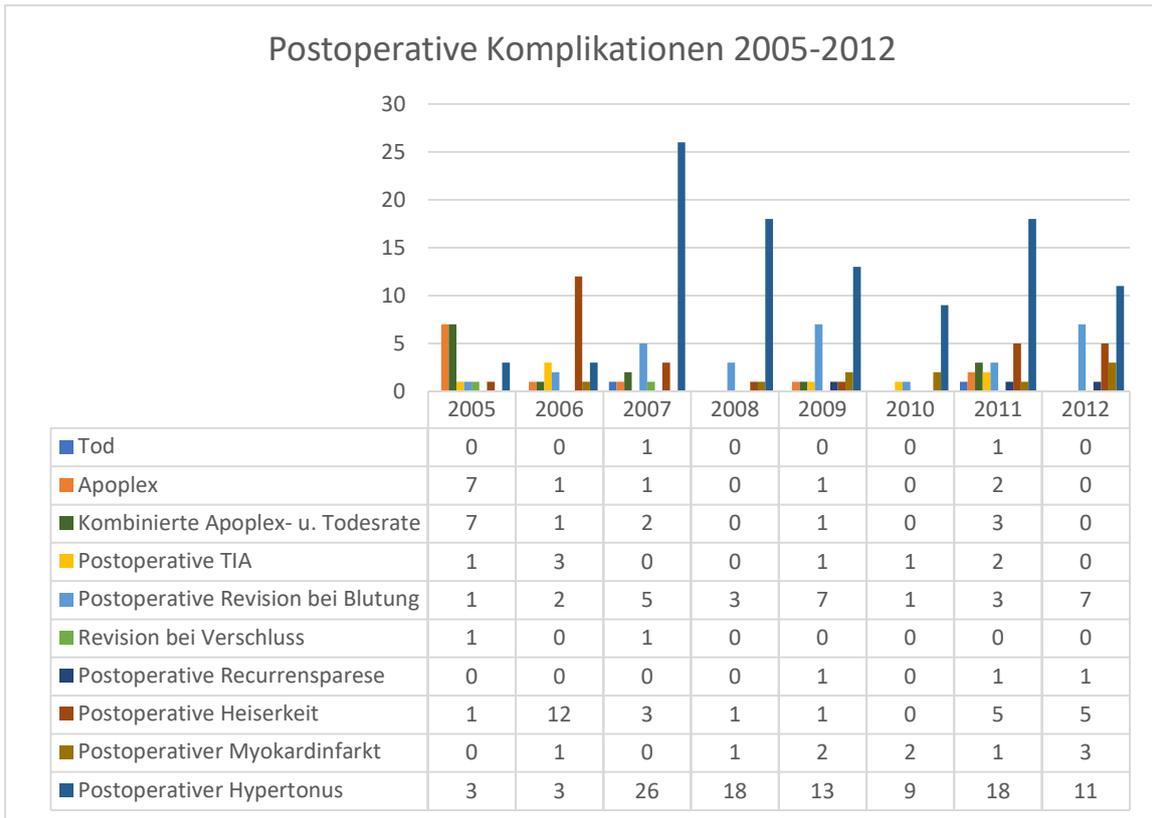
- Eine zum **Tode** führende postoperative Komplikation (Apoplex u./o. kardialer Ursache) bestand in **0,1%** der Fälle (0,0-0,4%).
- In durchschnittlich **0,6%** (0,0%- 3,8%) kam es postoperativ zu einem **Apoplex** mit über 24 Stunden anhaltender neurologischer Symptomatik mit bildmorphologisch nachweisbarem intracerebralem Infarktareal.
- Die **kombinierte Apoplex- und Todesrate** lag bei **0,7%** (0,0%- 3,8%)
- Postoperative reversible neurologische Komplikationen (**TIA**) traten durchschnittlich in **0,4%** der Fälle (0,0%- 0,7%) mit einer neurologischen Symptomatik von bis zu 24 Stunden auf.
- Zu einer postoperativ revisionsbedürftigen **Nachblutung** im OP-Gebiet kam es durchschnittlich in **1,4%** aller untersuchten Fälle (0%- 3,0%).
- Bei durchschnittlich **0,1%** der Fälle war eine operative oder interventionelle **Revision** des OP-Gebietes auf Grund eines postoperativen Verschlusses/Reststenose der operierten A. carotis (0,0%- 0,5%) erforderlich.
- Eine postoperative, HNO-ärztlich dokumentierte **Recurrensparese** durch eine intraoperativ präparationsbedingte Recurrensverletzung trat in **0,2%** (0%- 0,4%) der Fälle auf.
- In **1,3%** (0,0%- 4,2%) der Patienten trat eine durch das Operationstrauma und die postoperative Schwellung und Hämatombildung bedingte **passagere Heiserkeit** auf.
- Ein postoperativer Myokardinfarkt trat in **0,5%** (0,0%- 1,1%) auf.
- Die häufigste dokumentierte postoperative Komplikation war ein postoperativer **Hypertonus** mit einer daraus resultierenden

Medikamentenanpassung. Diese Art der Komplikation trat in durchschnittlich **4,5%** der Fälle auf (1%- 7,7%).

- Bei **91,2%** aller Patienten wurde **keine** postoperative Komplikation dokumentiert.

**Tabelle 19: Prozentuelle Verteilung (in %) der postoperativen Komplikationen sortiert nach deren klinischer Bedeutung in den Jahren 2005 bis 2012**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Mittelwert
<b>Tod</b>	0%	0%	0,3%	0%	0%	0%	0,4%	0%	0,1%
<b>Postop. Apoplex</b>	3,8%	0,3%	0,3%	0%	0,4%	0%	0,7%	0%	0,6%
<b>Komb. Apoplex u. Todesrate</b>	3,8%	0,3%	0,6%	0%	0,4%	0%	1,1%	0%	0,7%
<b>Postop. TIA</b>	0,5%	1,0%	0%	0%	0,4%	0,5%	0,7%	0%	0,4%
<b>Postop. Revision bei Blutung</b>	0,5%	0,7%	1,5%	1,0%	3,0%	0,5%	1,1%	2,6%	1,4%
<b>Revision bei Verschluss</b>	0,5%	0%	0,5%	0%	0%	0%	0%	0%	0,1%
<b>Postop. Recurrensparese</b>	0%	0%	0%	0%	0,4%	0%	0,4%	0,4%	0,2%
<b>Postop. Heiserkeit (keine Recurrensparese)</b>	0,5%	4,2%	0,9%	0,3%	0,4%	0%	1,8%	1,8%	1,3%
<b>Postop. Myokardinfarkt</b>	0%	0,3%	0%	0,3%	0,8%	0,9%	0,4%	1,1%	0,5%
<b>Postop. Hypertonus</b>	1,0%	1,0%	7,7%	5,8%	5,5%	4,1%	6,6%	4,0%	4,5%
<b>Keine Komplikationen</b>	94,0%	92,4%	89,3%	92,6%	89,0%	94,0%	88,0%	90,1%	91,2%



### 3.4 Zusammenhang Narkoseformen/ Operationsmethoden und schwere postoperative Komplikationen

Mittels Kreuztabellen konnten die Daten auf einen möglichen bedeutsamen Zusammenhang untersucht werden. Von Interesse ist dabei, ob es einen Zusammenhang einerseits zwischen der Narkoseform und schwerwiegenden perioperativen Komplikationen (Myokardinfarkt, Apoplex und Tod), sowie andererseits zwischen der Operations-Methode und schwerwiegenden perioperativen Komplikationen (Myokardinfarkt, Apoplex und Tod) gibt.

### 3.4.1 Zusammenhang Narkoseform und schwerwiegende perioperative Komplikationen

Da es sich bei der Narkoseform um eine kategoriale Variable mit drei verschiedenen Ausprägungen handelt (lokale, lokale mit Konversion in ITN, ITN) wurde zur Ermittlung eines Zusammenhanges zwischen den Variablen ein exakter Fisher-Test durchgeführt (Nullhypothese= es besteht kein Zusammenhang; Alternativhypothese= es besteht ein Zusammenhang).

Das Signifikanzlevel ( $\alpha$ -Wert) wurde auf  $\leq 0,05$  festgelegt. Somit weist ein p-Wert  $\leq 0,05$  auf einen signifikanten Zusammenhang zwischen der durchgeführten Narkoseform und perioperativ aufgetretenen schwerwiegenden Komplikationen hin.

**Tabelle 20: Zusammenhang zwischen der durchgeführten Narkoseform und der perioperativen Apoplex-Rate (exakter Fisher-Test; N=2.117;  $\alpha=0,05$ )**

	<b>Lokale</b> <b>(n= 2.004)</b>	<b>Lokale dann ITN</b> <b>(n=14)</b>	<b>ITN</b> <b>(n=99)</b>
<b>Ja</b>	9 (0,4%)	2 (14,3%)	1 (1,0%)
<b>Nein</b>	1.995 (99,6%)	12 (85,7%)	98 (99,0%)

<b>p-Wert</b>	0,001
<b>Freiheitsgrad</b>	2

Bezüglich der perioperativen Apoplex-Rate zeigte sich im Zusammenhang mit der durchgeführten Narkoseform somit folgende Verteilung:

- Von allen vollständig in **Lokalanästhesie** durchgeführten Operationen kam es in **0,4%** der Fälle zu einem perioperativen Apoplex.
- Bei den Patienten, welche in **Intubationsnarkose** (ITN) operiert wurden kam es bei **1,0%** der Fälle zu einem perioperativen Apoplex.

- Die höchste Rate für einen perioperativen Apoplex zeigte sich bei den Patienten, welche in Lokalanästhesie begonnen wurden und anschließend in ITN **konvertiert** wurden mit **14,3%** der Fälle.
- Der Fisher- Test zeigte einen **signifikanten Zusammenhang (p=0,001; df=2)**. Demnach ist die Nullhypothese zurückzuweisen. Es besteht somit ein signifikanter Zusammenhang zwischen der durchgeführten Narkoseform und perioperativ aufgetretenem Apoplex.

**Tabelle 21: Zusammenhang der durchgeführten Narkoseform und der perioperativen Myokardinfarkt- Rate (exakter Fisher- Test; N=2.117;  $\alpha=0,05$ )**

	<b>Lokale (n= 2.004)</b>	<b>Lokale dann ITN (n=14)</b>	<b>ITN (n=99)</b>
<b>Ja</b>	9 (0,4%)	0 (0%)	1 (1%)
<b>Nein</b>	1.995 (99,6%)	14 (100%)	98 (99%)

<b>p-Wert</b>	0,423
<b>Freiheitsgrad</b>	2

Auf die gleiche Weise wurde der Zusammenhang zwischen einem postoperativ stattgehabten perioperativen Myokardinfarkt und der durchgeführten Narkoseform untersucht, hier zeigten sich folgende Ergebnisse:

- Bei **0,4%** aller in **Lokalanästhesie** durchgeführten Operationen kam es perioperativ zu einem nachgewiesenen Myokardinfarkt.
- Bei den Patienten, deren Operation zunächst in Lokalanästhesie begonnen wurde und anschließend in Intubationsnarkose **konvertiert** wurde kam es bei **0%** zu einem perioperativen Myokardinfarkt.
- Die höchste Rate an perioperativen Myokardinfarkten wurde bei Patienten festgestellt, welche primär in **Intubationsnarkose** operiert wurden (**1%**).

- Der ermittelte **p- Wert** lag bei **0,423** (und somit  $>0,05$ ). Die Nullhypothese kann somit nicht zurückgewiesen werden. Somit zeigt sich **kein statistischer Zusammenhang** zwischen der durchgeführten Narkoseform und einem perioperativ stattgefundenen Myokardinfarkt.

**Table 22: Zusammenhang der durchgeführten Narkoseform und der perioperativen Mortalität (exakter Fisher- Test;  $N=2.117$ ;  $\alpha=0,05$ )**

	<b>Lokale (n= 2.004)</b>	<b>Lokale dann ITN (n=14)</b>	<b>ITN (n=99)</b>
<b>Ja</b>	1 (0,05%)	0 (0%)	1 (1,30%)
<b>Nein</b>	2.003 (99,95%)	14 (100%)	98 (98,70%)

Gleich wurde auch mit den erhobenen Daten bezüglich der perioperativen Mortalität verfahren.

Folgendes konnte ermittelt werden:

- Bei den Patienten, welche in **Lokalanästhesie** operiert wurden, sind **0,05%** der Fälle im direkten Zusammenhang mit der Operation verstorben.
- Bei denjenigen Patienten, welche in Lokalanästhesie begonnen wurden und schließlich in ITN **konvertiert** werden mussten, kam es zu keinem (**0%**) peri-/ oder postoperativen Todesfall
- Die höchste perioperative Todes- Rate, **1%** aller Patienten, zeigte sich bei den Patienten, welche in **Intubationsnarkose** operiert wurde.
- Eine statistische Zusammenhangsberechnung zur Ermittlung einer Signifikanz war auf Grund der niedrigen Gesamtanzahl mit 2 Patienten nicht mit ausreichender Aussagekraft möglich.

Um eine bessere Vergleichbarkeit unserer Ergebnisse mit der vorhandenen Literatur zu schaffen, wurde die perioperative Rate an Apoplex- und Todes- Fällen zusammengefasst, hier zeigte sich folgendes Ergebnis:

**Tabelle 23: Kombinierte Apoplex-/Todesrate (composed outcome) in Verbindung mit der durchgeführten Narkoseform in Prozent (exakter Fisher-Test; N= 2.117;  $\alpha=0,05$ )**

	<b>Lokale (n=2004)</b>	<b>Lokale, dann ITN (n=14)</b>	<b>ITN (n=99)</b>
<b>Ja</b>	10 (0,5%)	2 (14,3%)	2 (2%)
<b>Nein</b>	1994 (99,5%)	12 (85,7%)	97 (98%)

<b>p-Wert</b>	<0,001
<b>Freiheitsgrad</b>	2

Hieraus lässt sich dann folgende Verteilung feststellen:

- Die höchste Rate an kombinierten Apoplex- und Todesfällen zeigte sich bei denjenigen Patienten, welche zunächst in Lokalanästhesie begonnen wurden und im weiteren Verlauf in eine Vollnarkose bzw. Intubationsnarkose **konvertiert** wurden, mit einer Rate von **14,3%**.
  - Die zweithöchste Rate besteht bei den Patienten, welche primär in **Vollnarkose** operiert wurden mit **2,0%**.
  - Die niedrigste Rate wurde bei den Patienten festgestellt, welche durchgehend in **Lokalanästhesie** operiert wurden mit **0,5%**.
  - Der berechnete p- Wert liegt unter 0,001 und ist somit <0,05. Auf Grund dieses Ergebnisses kann die Nullhypothese verworfen werden, im Umkehrschluss ist somit für die kombinierte Apoplex-/Todesrate im Zusammenhang mit der durchgeführten Narkoseform von einem **signifikanten Zusammenhang** auszugehen.
- Zusammengefasst besteht somit ein signifikanter Zusammenhang sowohl zwischen der durchgeführten Narkoseform und der reinen perioperativen Apoplexrate als auch zwischen der durchgeführten Narkoseform und dem „composed outcome“ Apoplex- und Todesrate. Zur weiteren Analyse der jeweiligen

Narkoseform sowie zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses erfolgte eine logistische Regression.

**Tabelle 24: Logistische Regression kombinierte Apoplex-/Todesrate („composed outcome“) und Narkoseform ( $\alpha=0,05$ )**

	<b>OR</b>	<b>95% CI</b>	<b>P value</b>
ITN	1 (ref)		
Lokale	0.243	0.053 – 1.125	0.070
Erst Lokale dann ITN	8.083	1.041 – 62.77	0.046

Anhand der logistischen Regression lässt sich ein **statistisch signifikanter Zusammenhang** zwischen der Narkoseform „erst lokale dann ITN“ und der kombinierten Apoplex-/ Todesrate erkennen.

Es besteht ein **8-fach** höheres Risiko für Patienten deren Operation in lokaler begonnen wurde und anschließend in ITN konvertiert werden musste, an einem perioperativen Apoplex zu erkranken und/oder zu versterben als für Patienten welche direkt in ITN operativ versorgt wurden.

### **3.4.2 Zusammenhang Operationsmethode und schwere perioperative Komplikationen**

Wie bereits in der durchgeführten Zusammenhangs- Untersuchung zwischen der durchgeführten Narkoseform und den schweren perioperativen Komplikationen Apoplex, Myokardinfarkt und Mortalität, erfolgte ebenfalls eine Untersuchung eines möglichen Zusammenhangs zwischen der durchgeführten Operationsmethode und der schwerwiegenden perioperativen Komplikationen.

Wie bereits in der vorherigen Untersuchung handelt es sich bei den durchgeführten Operationsmethoden um eine kategoriale Variable (sechs verschiedene Ausprägungen). Es wurde der exakte Fisher Test ermittelt, um einen möglichen signifikanten Zusammenhang zwischen den Variablen zu ermitteln. Als Nullhypothese wurde kein signifikanter Zusammenhang zwischen den beiden

kategorialen Variablen festgelegt. Die Alternativhypothese ist somit ein bestehender Zusammenhang zwischen den Variablen.

Als Signifikanzlevel wurde erneut  $\alpha=0,05$  festgelegt. Bei  $p \leq 0,05$  ergäbe sich somit eine Verwerfung der Nullhypothese und somit ein signifikanter Zusammenhang.

**Table 25: Zusammenhang der durchgeführten Operationsmethode und der perioperativen Apoplex-Rate (exakter Fisher-Test; N=2.117;  $\alpha=0,05$ )**

	<b>EEA</b> (n=1.700)	<b>EEA+ Shunt</b> (n=121)	<b>TEA+ Dacron-Patch-Plastik</b> (n=260)	<b>TEA+ Venen-Patch-Plastik</b> (n=18)	<b>TEA+ Rinder-Perikard-Patch</b> (n=13)	<b>Interponat</b> (n=5)
<b>Ja</b>	5 (0,3%)	1 (0,8%)	5 (1,9%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (20%)
<b>Nein</b>	1.695 (99,7%)	120 (99,2%)	255 (98,1%)	18 (100%)	13 (100%)	1 (80%)

<b>p-Wert</b>	0,001
<b>Freiheitsgrad</b>	5

Anhand der durchgeführten Analyse zeigten sich folgende Ergebnisse:

- Bei Patienten, welche einer reinen **EEA** mit biologischer Rekonstruktion unterzogen wurden (N=1.700) lag das Risiko an einem perioperativen Apoplex zu leiden bei **0,3%**.
- Eine etwas höhere Wahrscheinlichkeit zeigte sich bei denjenigen Patienten, welche eine **EEA mit** intraoperativer passagerer **Shuntanlage** erhielten (N=121), mit **0,8%**.
- Die zweithöchste Rate an perioperativen Apoplex- Ereignissen zeigte sich bei Patienten, welche eine **TEA** mit Dacronpatchplastik erhielten, hier betrug der prozentuelle Anteil **1,9%**.

- Kein perioperativer Apoplex konnte nach durchgeführter TEA mit Venen- oder Rinderperikard- Patchplastik festgestellt werden.
- Der höchste prozentuelle Anteil an perioperativen Schlaganfällen wurde bei Patienten festgestellt, welche einen kompletten Gefäßersatz mittels **Interponat** erhielten (**20%**). Wobei dieses Ergebnis sicherlich mit Vorsicht zu interpretieren ist, bei einer Gesamtanzahl von nur 5 Patienten, welche mittels Interponat therapiert wurden.
- Anhand der durchgeführten statistischen Berechnung des Zusammenhanges mit einem **p- Wert** von **0,001** lässt sich hier die Nullhypothese verwerfen, es ist somit von einem **statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der durchgeführten Operationsmethode und einem perioperativen Apoplex** auszugehen.

**Tabelle 26: Zusammenhang der durchgeführten Operationsmethode und der perioperativen Herzinfarktrate**

	<b>EEA</b>  (n=1.700)	<b>EEA+ Shunt</b>  (n=121)	<b>TEA+ Dacron-patchplastik</b>  (n=260)	<b>TEA+ Venenpatchplastik</b>  (n=18)	<b>TEA+ Rinderperikard-patchplastik</b>  (n=13)	<b>Interponat</b>  (n=25)
<b>Ja</b>	7 (0,4%)	0 (0%)	3 (1,2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Nein</b>	1.693 (99,6%)	121 (100%)	257 (98,8%)	18 (100%)	13 (100%)	25 (100%)

<b>p-Wert</b>	0,345
<b>Freiheitsgrad</b>	5

Bezüglich eines Zusammenhanges zwischen der durchgeführten Operationsmethode und eines perioperativ eingetretenen Myokardinfarktes ließen sich folgende Ergebnisse feststellen:

- Insgesamt zeigten sich prozentual gesehen die häufigsten perioperativen Myokardinfarkte nach einer durchgeführten **TEA** mit **Dacron-patchplastik** mit **1,2%** (N=3).
- Nach einer durchgeführten biologischen Rekonstruktion mittels **EEA** wurde in **0,4%** (N=7) der Fälle ein perioperativer Myokardinfarkt festgestellt.
- Weder nach EEA mit perioperativer Shuntanlage, noch nach TEA mit Venen- oder Rinderperikardpatchplastik oder Interponateinlage konnten perioperative Myokardinfarkte festgestellt werden.
- Anhand der ermittelten Ergebnisse wurde anschließend der **p- Wert (0,345)** berechnet, da dieser größer 0,05 ist wird die Nullhypothese somit bestätigt, es besteht **kein signifikanter Zusammenhang**

zwischen der durchgeführten Operationsmethode und einem perioperativen Myokardinfarkt.

**Tabelle 27: Zusammenhang der durchgeführten Operationsmethode und der perioperativen Mortalität (exakter Fisher- Test; N=2.117;  $\alpha=0,05$ )**

	EEA (n=1.700)	EEA+ Shunt (n=121)	TEA+ Dacron- patchplastik (n=260)	TEA+ Venen- patchplastik (n=18)	TEA+ Rinder- Perikard- patchplastik (n=13)	Interponat (n=5)
<b>Ja</b>	1 (0,1%)	0 (0%)	1 (0,4%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Nein</b>	1.699 (99,9%)	121 (100%)	259 (99,6%)	18 (100%)	13 (100%)	5 (100%)

Die Analyse der perioperativen Mortalität in Zusammenhang mit der durchgeführten Operationsmethode zeigte folgendes Ergebnis:

- Bei Patienten welche mittels **TEA** mit **Dacronpatchplastik** kam es in **0,4%** (N=1) der Fälle zu einem perioperativen Todesfall.
- Patienten, welche mittels **EEA** behandelt wurden, verstarben zu **0,1%** (N=1).
- In der durchgeführten Analyse kam es weder bei Patienten welche mittels EEA mit passagerer Shuntanlage noch bei Patienten mit TEA+ Venen- oder Rinderperikardpatchplastik oder Interponateinlage zu einem Todesfall.
- Auf Grund der niedrigen Mortalitätsrate von insgesamt 2 Patienten ist eine aussagekräftige Berechnung des p- Wertes mittels exaktem Fisher- Test nicht möglich. Aus diesem Grund erfolgte eine Bestimmung des „composed outcome“ (kombinierte Rate Apoplex- und Todesfälle) sowie einer anschließend erneuten Analyse.

**Tabelle 28: Kombinierte Apoplex-/Todesrate in Zusammenhang mit der durchgeführten Operations- Methode in Prozent sowie Analyse mittels exaktem Fisher- Test (N=2.117;  $\alpha=0,05$ )**

	<b>EEA</b>  (n=1.700)	<b>EEA+ Shunt</b>  (n=121)	<b>TEA+ Dacron-patch-plastik</b>  (n=260)	<b>TEA+ Venen-patchplastik</b>  (n=18)	<b>TEA+ Rinder-perikard-patchplastik</b>  (n=13)	<b>Interponat</b>  (n=5)
<b>Ja</b>	6 (0,4%)	1 (0,8%)	6 (2,3%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (20%)
<b>Nein</b>	1.694 (99,6%)	120 (99,2%)	254 (97,7%)	18 (100%)	13 (100%)	4 (80%)

<b>p-Wert</b>	0,002
<b>Freiheitsgrad</b>	5

Nach Zusammenfassung der Apoplex- und Todesrate in Zusammenhang mit der durchgeführten Operations- Methode zeigt sich folgende Verteilung:

- Der höchste prozentuelle Anteil zeigte sich in der Gruppe der implantierten **Interponate**, hier kam es in **20%** (N=1) der Fälle zu einem Apoplex- oder Todesfall. Sicherlich ist hier bei der weiteren Diskussion zu berücksichtigen, dass insgesamt nur 5 Fälle mit intraoperativer Interponateinlage festgestellt wurden.
- In der weiteren Verteilung zeigten sich die zweithäufigsten Apoplex- bzw. Todesfälle nach Durchführung einer **TEA mit Dacronpatch-plastik** mit **2,3%** (N=6), gefolgt von der **EEA mit temporärer Shunt-anlage** mit **0,8%** (N=1) sowie anschließend die reine biologische Rekonstruktion mittels **EEA** mit **0,4%** (N=6).

- Weder bei den Patienten mit durchgeführter TEA und Rinderperikardpatchplastik noch den Patienten mit durchgeführter TEA mit Venenpatchplastik konnte ein Fall mit Apoplex- oder Todesfall festgestellt werden.
- In der Berechnung des kombinierten p- Wertes zeigte sich nun ein Wert von 0,002 und somit  $<0,05$ . Somit kann bei der Analyse des „composed outcome“, der kombinierten Apoplex- und Todesrate die Nullhypothese verworfen werden. Es ist von einem **statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der kombinierten Apoplex- und Todesrate sowie der durchgeführten Operationsmethode** auszugehen.

Bei nun nachgewiesenem statistisch signifikantem Zusammenhang erfolgte zur genaueren Analyse ebenfalls eine logistische Regression:

**Tabelle 29: Logistische Regression "composed outcome" kombinierte Apoplex-/Todesrate und durchgeführte Operationsmethode ( $\alpha=0,05$ )**

	OR	95% CI	P value
EEA	1 (ref)		
EEA + Shunt	2.353	0.281 – 19.701	0.430
TEA + Venenpatch	0.000	non converge	
TEA + Dacronpatch	6.669	2.135 – 20.838	0.001
Interponat	70.583	6.845 – 727.86	$<0.001$
TEA – Rinderperikardpatch	0.000	non converge	

In der durchgeführten logistischen Regression der kombinierten Apoplex- und Todesrate zeigte sich bezüglich der durchgeführten Operationsmethode folgendes Ergebnis:

- Es besteht ein **statistisch signifikanter Zusammenhang** zwischen der Durchführung einer **TEA mit Dacronpatchplastik** sowie einem perioperativen **Apoplex bzw. Todesfall** ( $p=0,001$ ). Im Vergleich zur rein biologischen Rekonstruktion mittels **EEA** besteht ein ca. **6,7-fach** erhöhtes Risiko.
- Es besteht ebenfalls ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Durchführung einer **Interponat- Implantation** sowie einem perioperativen

**Apoplex bzw. Todesfall** ( $p < 0,001$ ). Hier besteht ein **70,6-fach** erhöhtes Risiko im Vergleich zur alleinigen **EEA**. Hier ist jedoch das große Konfidenzintervall von 6,8- 727,86 zu berücksichtigen (du Prel et al., 2009).

- Zwischen der Durchführung einer **EEA mit Shuntanlage** und der perioperativen Apoplex-/ Todesrate im Vergleich zur alleinigen EEA besteht in Zusammenhang, bei  $p = 0,430$  besteht jedoch kein signifikanter Zusammenhang.
- Für die TEA mit Rinderperikardpatchplastik sowie die TEA mit Venenpatchplastik konnte kein Zusammenhang mit der perioperativen Apoplex- und Todesrate festgestellt werden.

### 3.5 Entlassarten

Nach der durchgeführten operativen Versorgung der Halsschlagaderstenose wurden die Entlassarten in folgende Kategorien unterteilt:

1. Entlassung nach Hause
2. Postoperative Verlegung in die Abteilung für Neurologie
3. Direktverlegung in die Neuro-Reha
4. Verlegung in eine andere Abteilung/andere Klinik
5. Heimatnahe Verlegung
6. Verstorben.

Das „worst case“- Ereignis, der **peri-/ postoperative Tod**, trat durchschnittlich nur **in 0,1%** der Fälle auf.

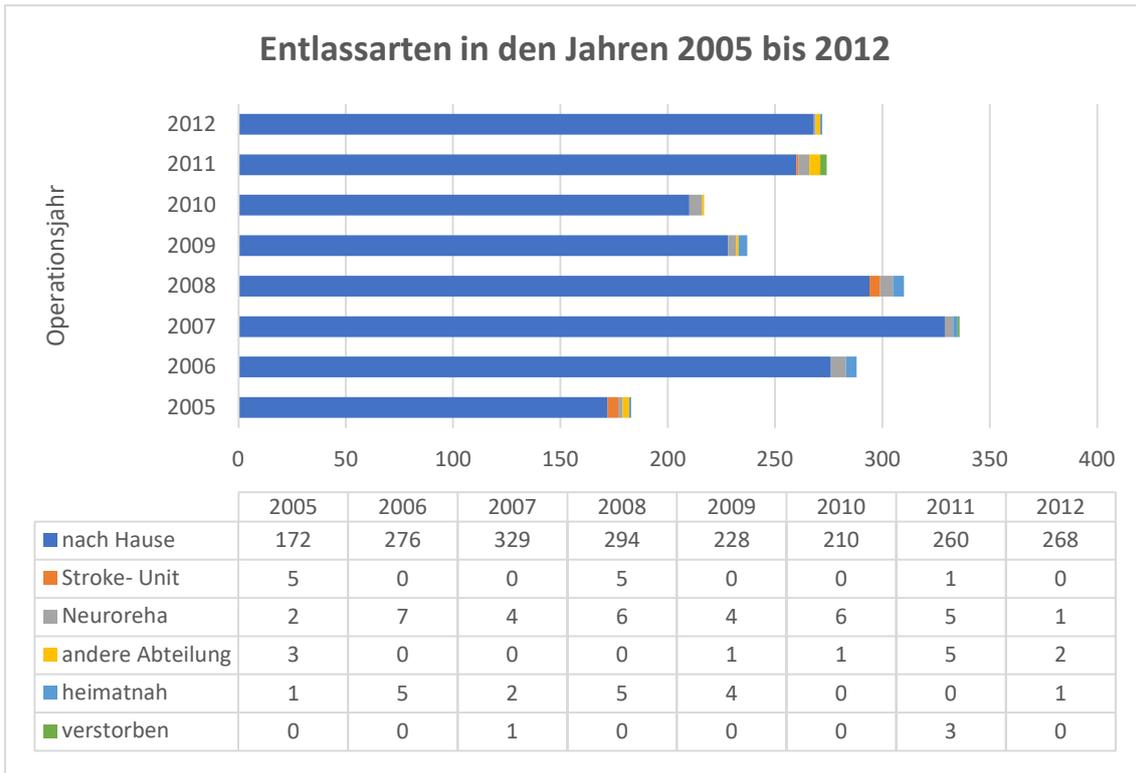
Auf diejenigen Patienten welche perioperativ verstorben sind wurde bereits im Abschnitt der postoperativen Komplikationen näher eingegangen, sodass diese in diesem Abschnitt nicht erneut separat betrachtet werden.

Die häufigste Entlassart in den untersuchten Jahren 2005 bis 2012 war mit durchschnittlich **96,1%** aller Patienten die planmäßige Entlassung **direkt nach Hause**. In durchschnittlich **0,6%** der Fälle kam es postoperativ zu einer Verlegung auf die

**Stroke Unit** zur akuten neurologischen Therapie. Hierbei wurde nicht zwischen einer Rückverlegung auf die Stroke Unit bei Z.n. präoperativem Apoplex oder Verlegung bei intra-/postoperativ neu aufgetretenem Apoplex unterschieden. Bei im Durchschnitt **1,7%** der Patienten erfolgte nach durchgeführter Revaskularisation der A. carotis interna eine Direktverlegung in eine **Neurologische Rehabilitation**. Eine postoperative **Verlegung in eine andere Abteilung** war lediglich in **0,6%** aller Fälle notwendig, hierbei handelt es sich größtenteils um eine Verlegung in die Abteilung für Kardiologie oder Abteilung für Innere Medizin. Eine **heimatnahe Verlegung** auf Wunsch des Patienten oder der Angehörigen erfolgte in insgesamt 18 Fällen (**0,8%**), dies lässt sich auf das bestehende überregionale Einzugsgebiet zurückführen.

**Tabelle 30: Die Entlassarten in den Jahren 2005 bis 2012**

	nach Hause	Stroke Unit	Neurol. Reha.	andere Klinik/ Abteilung	Heimatnah	Verstorben
<b>2005</b>	172 (94,0%)	5 (2,7%)	2 (1,1%)	3 (1,6%)	1 (0,5%)	0 (0%)
<b>2006</b>	276 (95,8%)	0 (0%)	7 (2,4%)	0 (0%)	5 (1,7%)	0 (0%)
<b>2007</b>	329 (97,9%)	0 (0%)	4 (1,2%)	0 (0%)	2 (0,6%)	1 (0,3%)
<b>2008</b>	294 (94,8%)	5 (1,6%)	6 (1,9%)	0 (0%)	5 (1,6%)	0 (0%)
<b>2009</b>	228 (96,2%)	0 (0%)	4 (1,7%)	1 (0,4%)	4 (1,7%)	0 (0%)
<b>2010</b>	210 (96,8%)	0 (0%)	6 (2,8%)	1 (0,5%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>2011</b>	260 (94,9%)	1 (0,4%)	5 (1,8%)	5 (1,8%)	0 (0%)	3 (1,1%)
<b>2012</b>	268 (98,5%)	0 (0%)	1 (0,4%)	2 (0,7%)	1 (0,4%)	0 (0%)
<b>Mittelwert</b>	<b>96,10%</b>	<b>0,60%</b>	<b>1,70%</b>	<b>0,60%</b>	<b>0,80%</b>	<b>0,18%</b>



**Detail- Angaben zu den Entlassarten nach Jahren:**

- **2005** wurden 5 Patienten (**2,7%**) postoperativ auf die **Stroke- Unit** (Schlaganfall- Station) verlegt. Hiervon erfolgte dies bei zwei Patienten als postoperative Rückverlegung bei bereits präoperativ stattgehabtem ausgeprägtem Apoplex (Stadium IV). Bei drei Patienten kam es postoperativ zu einer Hemiparese, sodass eine Verlegung auf die Stroke- Unit (Schlaganfall- Station) zur weiteren Therapie indiziert war. Bei diesen 3 Patienten lag präoperativ jeweils eine symptomatische Carotis- Stenose mit TIA (Stadium IIb) vor. Eine Direktverlegung in die **Neurologische Rehabilitation** erfolgte bei 2 Patienten (**1,1%**). Hierbei lag bei einem Patienten bereits präoperativ ein Apoplex vor. Bei einem weiteren Patienten kam es zu einer intraoperativen Thrombus- Bildung mit Hemiparese, sodass eine anschließende operativer Revision notwendig wurde. Auf Grund der postoperativ persistierenden Symptomatik bestand die Indikation zur postoperativen Neurologischen Rehabilitation (präoperativ lag bereits eine symptomatische Carotis- Stenose mit TIA (Stadium IIb) vor). Insgesamt wurden

- 3 Patienten (**1,6%**) in eine **andere Abteilung/Klinik** verlegt. Hiervon 1 Patient bei postoperativem NSTEMI in die Abteilung für Kardiologie, 1 Patient wurde bei bestehender Indikation zur koronaren Bypassanlage in die Herzchirurgie verlegt und 1 Patient wurde nach Tracheostoma-Anlage in die Abteilung für Hals- Nasen- Ohren- Krankheiten verlegt. Bei einem weiteren Patienten (**0,5%**) erfolgte eine **heimatnahe Verlegung**.
- **2006** war keine postoperative Verlegung auf die Stroke-Unit (Schlaganfall-Station) notwendig. Bei insgesamt 7 Patienten (**2,4%**) erfolgte eine postoperative Direktverlegung in die **Neurologische Reha**. Hiervon lag bei 6 Patienten initial eine symptomatische Carotis- Stenose im Stadium IV mit Apoplex vor. Der postoperative Verlauf gestaltete sich komplikationslos, sodass eine planmäßige Verlegung in die Reha erfolgen konnte. 5 Patienten (**1,7%**) wurden **heimatnah verlegt**.
  - **2007** war ebenfalls keine postoperative Verlegung auf die Stroke-Unit (Schlaganfall- Station) notwendig. Es wurden insgesamt 4 Patienten (**1,2%**) per Direktverlegung in die **Neurologische Rehabilitation** verlegt. Bei 3 dieser Patienten lag bereits präoperativ ein Stadium IV (präoperativer Apoplex) vor und der weitere postoperative Verlauf zeigte sich komplikationslos. Bei einem Patienten lag präoperativ eine TIA (Stadium IIb) vor, zusätzlich kam es postoperativ im Rahmen einer Blutdruckentgleisung zu einer passageren Neurologie (Hemiparese), welche nach Einstellung des Blutdruckes komplett rückläufig war. In der durchgeführten bildgebenden Diagnostik zeigte sich kein Hinweis auf ein intracerebrales Geschehen. 2 Patienten (**0,6%**) wurden **heimatnah verlegt**. 1 Patient (**0,3%**) **verstarb** im weiter perioperativen Verlauf.
  - **2008** gab es insgesamt 5 (**1,6%**) postoperative Verlegungen auf die **Stroke-Unit** (Schlaganfall- Station). Hiervon waren 3 Patienten präoperativ bei symptomatischer Carotis- Stenose (Stadium IIb, TIA) bereits auf der Stroke-Unit (Schlaganfall- Station) behandelt worden und wurden postoperativ dorthin zurückverlegt. Bei 1 zusätzlichen Patienten kam es zu einem intraoperativen Apoplex, sodass postoperativ eine neurologische Überwachung und Therapie notwendig wurde. Bei diesem Patienten lag

bereits präoperativ eine symptomatische Carotisstenose im Stadium IV mit nachgewiesenem Apoplex vor.

Ein Patient wurde notfallmäßig bei hochgradiger symptomatischer Carotisstenose aus einem anderen Krankenhaus zur operativen Therapie übernommen und anschließend dorthin zurückverlegt. Insgesamt wurden 2008 6 Patienten direkt (**1,9%**) von der gefäßchirurgischen peripheren Station in eine **Neurologische Rehabilitation** verlegt. Bei allen dieser Patienten lag bereits präoperativ eine symptomatische Carotis- Stenose im Stadium IV (präoperativer Apoplex) vor. Insgesamt 5 Patienten (**1,6%**) wurden **heimatnah verlegt**.

- **2009** war bei keinem Patienten eine postoperative Verlegung auf die Stroke-Unit (Schlaganfall- Station) notwendig. Insgesamt wurden 4 Patienten (**1,7%**) nach erfolgreicher Carotis-Revascularisation direkt von der peripheren gefäßchirurgischen Station in die **Neurologische Rehabilitation** verlegt. Bei 3 dieser Patienten lag bereits präoperativ eine symptomatische Carotisstenose vor, bei 2 Patienten eine passagere TIA (Stadium IIb) und bei einem Patienten ein Apoplex (Stadium IV). Bei einem weiteren Patienten kam es postoperativ zu einer Dissektion der A. carotis interna, sodass eine interventionelle Therapie mittels transfemoraler Stentimplantation notwendig wurde. Nach der erfolgten Stentimplantation kam es zu einem Aneurysma spurium. Im weiteren postoperativen Verlauf kam es dann zu einem prolongierten Verlauf mit Pneumonie und verlängerter Beatmungsphase bis hin zur Anlage eines Tracheostomas. Nach Stabilisierung des Patienten wurde dieser schließlich in eine neurologische Rehabilitationseinrichtung verlegt. Bei 1 Patient (**0,4%**) kam es postoperativ zu einem NSTEMI mit anschließender **Verlegung** des Patienten in die Abteilung für **Kardiologie**.

4 weitere Patienten (**1,7%**) wurden **heimatnah verlegt**.

- **2010** keine postoperativen Verlegung auf die Stroke-Unit. Insgesamt wurden 6 Patienten (**2,8%**) postoperativ in eine **Neurologische Rehabilitation** verlegt. Hierbei lag bereits bei 4 Patienten präoperativ eine symptomatische Carotisstenose vor (bei 3 Patienten bestand ein

präoperativer Apoplex, bei 1 Patienten eine passagere TIA), sodass die Patienten bei regelhaftem postoperativem Verlauf in die neurologische Rehabilitation verlegt wurden. Bei 2 Patienten fiel im Rahmen der intraoperativen Kontroll-DSA eine Dissektion der distalen A. carotis interna bzw. der A. cerebri media auf, sodass eine anschließende neuroradiologische Intervention indiziert war. Nach aufgehobener/behandelter Dissektion hatten die Patienten posttherapeutisch keine neurologischen Symptome. Bei beiden Patienten erfolgte anschließend eine Verlegung zur neurologischen Rehabilitation. Bei 1 Patienten (**0,5%**) kam es postoperativ zu einem NSTEMI, sodass eine **Verlegung** in die Abteilung für **Kardiologie** erfolgte.

- **2011** wurde 1 Patient (**0,4%**) postoperativ auf die **Stroke-Unit** verlegt. Bei dem Patienten war es postoperativ zu einer neu aufgetretenen Hemiparese gekommen. In der notfallmäßig durchgeführten bildgebenden Diagnostik zeigten sich in der distalen A. carotis interna Thromben, sodass eine neuroradiologische Intervention notwendig wurde. Postinterventionell wurde der Patient auf die Stroke Unit verlegt. Insgesamt wurden 5 Patienten (**1,8%**) 2011 postoperativ in eine **Neurologische Rehabilitation** verlegt. Bei 4 der 5 Patienten lag präoperativ bereits ein Apoplex (Stadium IV) vor, bei 1 Patienten eine TIA (Stadium IIb). Der postoperative Verlauf zeigte keine weiteren Auffälligkeiten. Eine **Verlegung** in eine **andere Abteilung** erfolgte bei insgesamt 5 Patienten (**1,8%**). Bei 2 Patienten lag bereits präoperativ die Indikation zur Koronar- Bypass-Anlage vor, sodass eine postoperative Verlegung in die Herzchirurgie planmäßig erfolgte. Bei einem Patienten kam es postoperativ zu einem NSTEMI, sodass eine Verlegung in die Abteilung für Kardiologie indiziert war. Ein weiterer Patient wurde präoperativ aus der Klinik für Psychiatrie übernommen und wurde postoperativ nach komplikationsfreiem Verlauf planmäßig bei Bipolarer Störung dorthin zurückverlegt. Bei einem Patienten lag postoperativ eine beidseitige Recurrensparese vor, sodass die Anlage eines Tracheostomas notwendig wurde. Bei dem Patienten war es zuvor auf Grund einer Tumorerkrankung im Rahmen einer

Neck-Dissektion auf der Gegenseite zu einer Verletzung des N. recurrens mit Parese gekommen. Im Rahmen der erforderlichen Carotis-Operation auf der kontralateralen Seite ist es ebenfalls zu einer Recurrensparese gekommen, sodass es so zu einer beidseitigen Recurrensparese gekommen ist. Zur weiteren Versorgung wurde der Patient zur weiteren Versorgung in die Klinik für Hals- Nasen- Ohren- Krankheiten verlegt. 3 Patienten (**1,1%**) sind im Jahr 2011 perioperativ **verstorben**.

- **2012** gab es erneut keine postoperative Verlegung auf die Stroke-Unit. Bei 1 Patienten (**0,4%**) erfolgte eine postoperative **Verlegung** in eine **Neurologische Rehabilitation**. Bei dem Patienten lag präoperativ bereits eine symptomatische Carotisstenose (Stadium IIa) vor, perioperativ kam es zu keinen weiteren Auffälligkeiten. 2 Patienten (**0,7%**) wurden in eine **andere Fachabteilung verlegt**. Bei einem dieser Patienten bestand bereits präoperativ die Indikation zur Koronarby-pass- Anlage, sodass eine Verlegung in die Herzchirurgie erfolgte. Bei dem anderen Patienten fiel intraoperativ ein Oropharynx- Karzinom auf, sodass im weiteren postoperativen Verlauf eine Verlegung in die Hals- Nasen- Ohren Klinik zur weiteren Abklärung und Therapie erfolgte. 1 Patient (**0,4%**) wurde **heimatnah verlegt**.

## 4. Diskussion

### 4.1 Allgemeine Daten

Bezüglich des Patientenkollektives, bestehend aus 2.117 Patienten, bei denen in einem 8-Jahreszeitraum zwischen dem 01.01.2005 und dem 31.12.2012 in der Klinik für Gefäßchirurgie im Katharinenhospital des Klinikum Stuttgart eine Operation bei Carotis-Stenose durchgeführt wurde, können nachfolgende Aussagen getätigt werden:

#### 4.1.1 Operationszahlen

Bei stabilen Operationszahlen von  $259,5 \pm 76,5$  Operationen pro Jahr handelt es sich, gestützt auf Literaturangaben, um ein sog. „high-volume“-Hospital mit  $> 80$  Operationen pro Jahr (Kuehnl et al., 2016).

#### 4.1.2 Geschlechterverteilung

Bei der Geschlechterverteilung fiel in dieser Studie eine deutlich erhöhte Prävalenz von Patienten mit männlichem Geschlecht auf (männlich vs. weiblich; 70% vs. 30%).

Dasselbe Bild zeigte sich ebenfalls in der deutschlandweiten sekundären Datenanalyse von 2016 von Kuehnl et al. Hier wurde bei einer Fallzahl von 161.448 Patienten eine Verteilung männlich vs. weiblich von 67,9% zu 32,1% festgestellt (Kuehnl et al., 2016). Ebenfalls zeigte sich eine ähnliche Verteilung in einer schwedischen Studie von 2004, welche bei 1.518 Patienten eine Verteilung von 65,5% zu 34,5% (männlich vs. weiblich) aufwies (Kragsterman et al., 2004). Auch zeigte sich dieses ungleiche Geschlechterverhältnis bei einer finnischen Studie aus dem Jahr 1998, welche bei einer Patientenanzahl von 1.600 eine Verteilung von 71% zu 29% (männlich vs. weiblich) aufwies (Kantonen et al., 1998).

Somit zeigt sich zum einen, dass die im Rahmen dieser Arbeit ermittelte Geschlechterverteilung mit einer deutlich erhöhten Prävalenz für das männliche Geschlecht absolut vergleichbar mit den europaweit ermittelten Zahlen ist, und zum anderen, dass dieses ungleiche Geschlechterverhältnis bei der Behandlung von arteriosklerotisch bedingten Carotis-Stenosen im Verlauf der letzten 2 Dekaden weitestgehend stabil geblieben ist. Eine Ursache hierfür ist sicherlich die generell erhöhte Prävalenz der Atherosklerose bei männlichen Patienten (Debus et al., 2013).

#### 4.1.3 Altersverteilung

Ein ebenfalls vergleichbarer Wert zeigt sich bei der ermittelten Altersverteilung zum Zeitpunkt der Operation. In dieser Arbeit wurde ein mittleres Alter zum Zeitpunkt der Operation von 70,7 Jahren festgestellt. Ähnliche Werte ergaben sich auch in vergleichbaren Studien europaweit. In der europäischen Studie von 2016 zeigte sich eine Altersverteilung von  $76,7 \pm 9,1$  Jahren (Kuehnl et al., 2016), in vergleichbaren Studien aus England ein durchschnittliches Alter von 70,2 Jahren (Holt et al., 2007) und aus Schweden ein durchschnittliches Alter bei OP von 68,8 Jahren (Kragsterman et al., 2004).

Auch hier lässt sich eine Ursache für eine europaweit ähnliche Verteilung in der bekannten steigenden Prävalenz der Atherosklerose im fortgeschrittenen Alter sehen. Diese lässt sich auf eine altersbedingte Zunahme/Wirkung der Risikofaktoren für die Pathogenese einer Arteriosklerose, wie z.B. eine zunehmende Plaquebildung in den Gefäßen, die abnehmende Elastizität der Gefäßwand, sowie die in fortschreitendem Alter bestehende Verdickung der Gefäßwand zurückführen (Debus et al., 2013).

Somit lässt sich auf ein erhöhtes Erkrankungsrisiko um bzw. ab dem 70. Lebensjahr schließen.

#### 4.1.4 Risikofaktoren

Bezüglich der Risikofaktoren, die für die Entstehung einer generalisierten Arteriosklerose ursächlich sind, zeigte sich in unserer Arbeit eine überdurchschnittliche Häufigkeit an Patienten mit einer arterieller Hypertonie sowie einer Fettstoffwechselstörung, sodass hier von einer Koinzidenz ausgegangen werden kann. Die genauere Analyse der Risikofaktoren erbrachte im Rahmen unserer „single hospital“- Analyse, dass durchschnittlich 70,4% (58,4%-81,4%) aller Patienten, welche an der Halsschlagader operiert wurden, ebenfalls eine behandlungsbedürftige und/oder therapierte arterielle Hypertonie hatten. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch Bonati et al. im Rahmen des ICSS- Trials mit einem prozentuellen Anteil von 70% an Patienten mit parallel bestehender arterieller Hypertonie (Bonati et al., 2015). Im Vergleich zu einer retrospektiven Studie aus Schweden zeigt unsere Datenanalyse einen deutlich höheren prozentuellen Anteil des Risikofaktors arterielle Hypertonie, 70,4% vs 52% in Schweden, wobei auch hier der arterielle Hypertonus der häufigste koinzident auftretende Risikofaktor ist (Kragsterman et al., 2004).

Der Hypertonus scheint somit europaweit die am häufigsten bestehende Komorbidität bei der Diagnose Carotis-Stenose zu sein.

Bezüglich der Hyperlipidämie waren in unserem Krankengut im Durchschnitt 42,4% (28,1%- 59%) aller Patienten an einer Fettstoffwechselstörung erkrankt. Im Literaturvergleich zeigte sich im Rahmen des ICSS- Trials ebenfalls eine erhöhte Rate an Patienten mit bestehender Hyperlipidämie mit 64% (Bonati et al., 2015), somit ist auch hier von einer erhöhten Komorbidität auszugehen.

Diese bestehende hohe Koinzidenz dieser Risikofaktoren mit der Diagnose Carotis- Stenose zeigt erneut den hohen Stellenwert einer adäquaten Einstellung der Risikofaktoren z.B. mittels antihypertensiver Therapie sowie einer zusätzlichen Therapie mit Statinen bei nachgewiesener cAVK (Eckstein et al., 2020).

Betrachtet man nun alle erhobenen Risikofaktoren in dieser Arbeit, so zeigt sich im Verlauf der Jahre 2005 bis 2012 eine tendenzielle Abnahme sämtlicher Risikofaktoren im Laufe der Zeit. Dies spiegelt sich vor allem in dem Risikofaktor „Arterieller Hypertonus“, „Fettstoffwechselstörung“ als auch „Nikotinabusus“ wider. Der Anteil an Patienten, welche ebenfalls an einem arteriellen Hypertonus leiden, verringerte sich von ca. 80% in den Jahren 2005 bis 2007 auf ca. 60% in den Jahren ab 2011. Ein ähnliches Bild zeigte sich bei den Patienten mit zusätzlicher Fettstoffwechselstörung, hier reduzierte sich die Rate von durchschnittlich 54% in den Jahren 2005 bis 2007 auf 32% in den Jahren 2010 bis 2012. Oder auch in Bezug auf einen fortgesetzten Nikotinabusus mit einer Reduktion um durchschnittlich 12 % (Durchschnittswert 2005-2007 16% vs. Durchschnittswert 2010-2012 4%). Diese deutliche tendenzielle Abnahme der beeinflussbaren Risikofaktoren lassen sich auf ein zunehmendes Bewusstsein für eine gesunde Lebensweise mit notwendiger Kontrolle möglicher Risikofaktoren zurückführen. Offensichtlich zeigen die bundesweiten Aufklärungskampagnen auch bezüglich der Gefahren des Nikotinkonsums Wirkung.

## **4.2 Operative Daten**

### **4.2.1 Seitenverteilung**

In unserer Arbeit zeigte sich eine weitestgehend ausgeglichene Verteilung bezüglich der Seitenverteilung der durchgeführten Operation mit 51% rechtsseitig durchgeführten Operationen und 49% linksseitig durchgeführten Operationen. Somit lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass keine Seitenpräferenz bei der Entstehung einer Halsschlagader-Stenose vorliegt.

#### 4.2.2 Symptomatik zum Zeitpunkt der Operation

Bezüglich der OP-Indikationen bei asymptomatischen oder symptomatischen Carotisstenose-Patienten, welche im untersuchten Zeitraum an der Halsschlagader operiert wurden, zeigte sich zum Zeitpunkt der Operation in unserer „single hospital“- Analyse eine Verteilung von durchschnittlich 71% Operationen bei asymptomatischen Carotis-Stenosen im Vergleich zu 29% bei symptomatischen Carotis-Stenosen. Zum Vergleich liegen Daten aus Deutschland vor mit vergleichbaren Daten aus den Jahren 2009 bis 2014. Deutschlandweit wurden in diesem Zeitraum 53,1% asymptomatische Patienten und 46,9% symptomatische Patienten operiert (Kuehnl et al., 2016).

Ähnliche Zahlen zeigen sich in der Auswertung des IQTiG (Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen) bezüglich der Behandlungsdaten von Karotis- Stenosen. In den Jahren 2015 bis 2020 wurden hier im Durchschnitt 55,90% Patienten elektiv an einer asymptomatischen Stenose der Halsschlagader operiert. Symptomatische Stenosen wurden elektiv im Durchschnitt in 36,25% der Fälle operativ behandelt (nicht berücksichtigt wurden notfallmäßig operierte Patienten sowie Patienten, welche simultan kardial operiert werden mussten (IQTiG, 2014-2020).

Im Vergleich dazu sehen die Daten der Skandinavischen Länder anders aus. Der Anteil an präoperativ asymptomatischen Carotis-Stenosen ist mit einem prozentualen Anteil von 11% an asymptomatischen Stenosen in Schweden (Kragsterman et al., 2004) oder 14% bei einer Studie aus Finnland (Kantonen et al., 1998) deutlich niedriger als in den anderen europäischen Ländern.

Dieser deutliche Unterschied lässt sich sicherlich darauf zurückführen, dass die Arbeiten aus Schweden (1994-1996) und Finnland (1998) frühere Daten erfasst haben als die vergleichbaren Arbeiten aus Deutschland (unsere Daten-Analyse von 2005-2012; Kuehnl et al. 2016; IQTiG- Daten von 2014-2020).

Zum anderen ist davon auszugehen, dass auf Grund der zwischenzeitlich flächendeckenden ambulanten Screening-Untersuchungen der Halsschlagadern

auf das Vorliegen einer Carotis-Stenose in Deutschland, eine hohe Detektionsrate bei hochgradigen asymptomatischen Stenosen der Halsschlagader besteht. Hinzu kommt das sicherlich differente Gesundheitssystem in den Skandinavischen Ländern.

Die relative hohe Operationsrate bei asymptomatischen Carotis-Stenosen in Deutschland stellt heute bei nachgewiesener zunehmender Effektivität der medikamentösen Behandlung der Risikofaktoren (sog. „best medical treatment“) und besonders im Vergleich zum Vorgehen in angloamerikanischen und nordeuropäischen Ländern einen diskussionswürdigen Punkt dar (Amarenco et al., 2004; Eckstein et al., 2020; Halliday et al., 2010). Nach der Datenlage überwiegt in Deutschland die Indikation zur chirurgischen (und endovaskulären) Therapie bei einer asymptomatischen Carotis-Stenose ab 60% zur Reduktion eines potentiellen Apoplexrisikos. Die deutschlandweit dokumentierten niedrigen perioperativen Komplikationsraten, sowie die in unserer „single“-und „high volume hospital“-Studie an 2.117 Patienten dokumentierten Werte stellen berechnete Argumente dar, dass eine chirurgische Beseitigung einer hochgradigen asymptomatischen Carotis-Stenose ein sicheres und vertretbares Instrument zur Apoplexprophylaxe darstellt (IQTiG, 2014-2020; Kuehnl et al., 2016).

Wirft man nun ein spezielles Augenmerk auf das jeweilige Stadium der Symptomatik zum Zeitpunkt der Operation, zeigt sich in unserer Analyse folgende Verteilung: 8% mit einer Amaurosis fugax (Stadium IIa), 11% mit einer TIA mit Halbseitensymptomatik (Stadium IIb), 1% mit einem „stroke in evolution“ mit Crescendo- TIA- Symptomatik (Stadium III), 9% mit einem präoperativen Apoplex mit bildmorphologischem cerebralen Korrelat (Stadium IV).

Im Vergleich zur Literatur ergibt sich folgende Verteilung:

**Table 31: Vergleich Stadieneinteilung bei symptomatischen Carotisstenosen: "Eigene Daten" mit vergleichbarer Literatur**

	Stadium IIa (Amaurosis fugax)	Stadium IIb (TIA)	Stadium IV (Apoplex)	Stadium III (stroke on evolution)
<b>Eigene Daten</b>	<b>8%</b>	<b>11%</b>	<b>9%</b>	<b>1%</b>
IQTiG 2014-2020	5,2%	8,68%	15,71%	-
Kuehnl et al.	34,9%			12%
Kragsterman et al.	18%	34%	34%	3%

Hier zeigt sich nun prozentual gesehen eine ähnliche Unter- und Verteilung der symptomatischen Stenosen im Vergleich zu deutschlandweit durchgeführten Untersuchungen (IQTiG, 2014-2020; Kuehnl et al., 2016)

In den Studien aus Nordeuropa (Schweden und Finnland) liegt, wie zuvor bereits beschrieben, ein insgesamt höherer Anteil an symptomatischen Stenosen vor. Betrachtet man die Verteilung zu den unterschiedlichen symptomatischen Stadien im Detail, kann man hier jedoch eine vergleichsweise ähnliche Verteilung erkennen. Der niedrigste prozentuale Anteil liegt bei den Patienten im Stadium III („stroke in evolution“), gefolgt von Patienten mit einer präoperativen Amaurosis fugax (Stadium IIa). Prozentual ähnliche Anteile zeigten sich für Patienten im Stadium IIb (passagere TIA) und Stadium IV (Apoplex).

Eine mögliche Erklärung für die relativ niedrige Rate an Patienten mit einer reinen Augensymptomatik ist sicherlich, dass Patienten mit einer vorübergehenden Amaurosis fugax primär beim niedergelassenen Ophthalmologen vorstellig werden und nicht beim Neurologen oder Gefäßchirurgen, welche nach zielführender Diagnostik eine zeitnahe operative oder interventionelle Behandlung in die Wege leiten könnten. Im Gegensatz hierzu ist eine Vorstellung von Patienten mit

passagerer Hemiparese im Sinne einer TIA oder einem akuten Apoplex beim niedergelassenen Neurologen oder direkt in einer neurologischen Klinik sehr wahrscheinlich. Hier kann dann eine zeitnahe operative oder interventionelle Therapie in die Wege geleitet werden.

Die Datenanalyse unserer Patienten zeigte ein Intervall von durchschnittlich 28 Tage zwischen dem initialen neurologischen Ereignis bei symptomatischen Stenosen bis zum Tag der Operation. Im Verlauf der Jahre zeigte sich hier eine tendenzielle Abnahme von maximal 39 Tagen auf 19 Tage. Aus heutiger Sicht ist dies ein deutlich zu langes Zeitintervall. Empfohlen wird zwischenzeitlich eine operative Therapie innerhalb von 14 Tagen nach dem Indexereignis (Eckstein et al., 2020; Pavlos, 2017).

Erklärbar und spekulativ ist ein solch verlängerter Zeitraum zwischen Indexereignis und Operation durch eine in aller Regel primäre Vorstellung nach dem Indexereignis bei niedergelassenen Hausärzten / Internisten / Ophthalmologen, die bei eventueller Unkenntnis der aktuellen Leitlinien zur Behandlungsdringlichkeit einer symptomatischen Carotis-Stenose eine Überweisung zu spezialisierten gefäßmedizinischen Fachärzten oder direkt in eine Klinik für Neurologie oder Gefäßchirurgie nicht für dringlich oder notwendig erachten.

### **4.2.3 Narkoseverfahren**

In unserer Klinik wird die Revaskularisation der Halsschlagader bereits seit Jahren mehrheitlich in lokoregionärer Anästhesie (modifizierte cervikale Plexus-Anästhesie) durchgeführt. Dieses spiegelt sich ebenfalls in unserer Datenanalyse von 2005 bis 2012 wider, mit einer deutlichen Mehrheit der angewandten lokoregionären Anästhesie von durchschnittlich 94,7%.

**Tabelle 32: Vergleich durchgeführte Narkoseform mit vergleichbaren Angaben in der Literatur**

	<b>Lokalanästhesie</b>	<b>Konversion in Vollnarkose</b>	<b>Vollnarkose</b>
<b>Eigene Daten</b>	94,70%	0,70%	4,70%
<b>Review 10 years Portugal</b> (Lobo et al., 2015)	74%	1,7%	24,3%
<b>QS 2003-2013</b> (Kallmayer et al, 2015)	21%		81%

Diese Narkoseform wird in unserer Klinik auf Grund der durchgehenden und besseren neurologischen Beurteilbarkeit favorisiert. Nur in wenigen speziellen Fällen ist eine Konversion von der begonnenen Lokalanästhesie in eine Vollnarkose mit Intubation oder Einbringen einer Larynxmaske notwendig (0,7%). Diese wären zum Beispiel eine progrediente Dyspnoe nach Lokalanästhesie mit oder ohne Panikattacke des Patienten, oder eine zunehmende selbstgefährdende Unruhe im Rahmen der intraoperativen Clamping- Ischämie, welche eine sichere Fortsetzung der Operation verhindert. Eine primäre Vollnarkose (4,7%) mit Intubationsnarkose wird bei Patienten präferiert, welche intraoperativ nicht neurologisch beurteilt werden können (z.B. auf Grund einer Sprachbarriere, einer Aphasie oder bei Z.n. behinderndem Schlaganfall), oder bei denjenigen Patienten, bei welchen bereits eine Recurrensparese der Gegenseite vorliegt. In diesem Fall würde eine cervikale Plexus- Anästhesie ggf. zu einer beidseitigen Recurrensparese führen mit daraus resultierendem beidseitigem Stimmlippenstillstand mit akuter Dyspnoe.

Vergleichbare Zahlen zeigen sich auch in einer retrospektiven Studie aus dem Jahr 2014 aus Portugal mit einer Verteilung von 74% Operationen in Lokalanästhesie, 1,7% Operationen mit Konversion von Lokalanästhesie in Vollnarkose und 24,3% Operationen in Vollnarkose (Lobo et al., 2015).

Im Gegenteil hierzu liegen Zahlen der deutschlandweiten Qualitätssicherung der Jahre 2003 bis 2013 vor. Hier wurden im Durchschnitt mehrheitlich Operationen in Vollnarkose durchgeführt (81%). 21% wurden im Durchschnitt in Lokalanästhesie operiert. Eine zusätzliche Unterteilung in Operationen, welche in Lokalanästhesie begonnen wurden und anschließend in eine Vollnarkose konvertiert werden mussten, folgte in dieser Analyse nicht (Kallmayer et al, 2015).

Diese grundlegend unterschiedlichen Ergebnisse lassen sich sicherlich dadurch erklären, dass zu keinem Zeitpunkt in Deutschland eine Festlegung oder Empfehlung zu einer der genannten Narkoseformen vorlag (Eckstein et al. 2020). Das Hauptaugenmerk während der Operation, und besonders während der Clampingphase, sollte darauf gerichtet werden, eine drohende Hirnischämie frühzeitig zu erkennen und wenn möglich hirnpotektive Maßnahmen einzuleiten. Ob dies nun anhand einer unmittelbaren Beurteilung des neurologischen Status bei wachem Patienten oder Anhand von somatosensorisch evozierten Potentialen im Rahmen einer Vollnarkose erfolgt, scheint zu keinem signifikanten Unterschied zu führen (Rundshagen, 2004). In der bisherigen vorliegenden Literatur ließ sich auch in großen randomisierten Studien wie der GALA- Studie bezüglich der Morbidität und Mortalität zwischen den beiden Narkoseformen Lokalanästhesie und Vollnarkose ebenfalls kein signifikanter Unterschied feststellen (Gough, 2008).

Auch in der aktuellen Leitlinie bezüglich der Behandlung von Stenosen der Halsschlagader wird keine konkrete Empfehlung bezüglich der Narkoseform ausgesprochen. Diese soll anhand der vorliegenden individuellen Erfahrung und Kompetenz des behandelnden Teams aus Gefäßchirurg und Anästhesist ausgewählt werden, hierbei sollte der Wunsch des Patienten, wenn möglich berücksichtigt werden (Eckstein et al., 2020).

#### **4.2.4 Postoperative Komplikationen**

Bei der Untersuchung der postoperativen Komplikationsrate lagen in unserer Untersuchung aus den Jahren 2005 bis 2012 durchschnittlich weiterhin sehr niedrige prozentuale Werte vor. Bei 91,2% der Fälle kam es postoperativ sogar zu keinerlei Komplikationen. Gefolgt wird diese von den nicht-

interventionsbedürftigen Komplikationen, der postoperativen Blutdruckschwankung (4,5%) sowie der postoperativen Heiserkeit ohne Nachweis einer Recurrensparese (1,3%).

Bei den interventionsbedürftigen postoperativen Komplikationen liegt folgende Reihenfolge vor:

Die häufigste interventionsbedürftige Komplikation stellt mit 1,4% die revisionsbedürftige Nachblutung dar, gefolgt von der postoperativen Apoplexrate mit 0,6%. Im Weiteren folgt der postoperative Myokardinfarkt mit 0,5% der Patienten und die postoperative TIA mit 0,4% der Patienten. Ein nachweislicher Nerven-schaden (Recurrens, Vagus, Hypoglossus) lag postoperativ bei 0,2% der Patienten vor. Die niedrigste Komplikationsrate lag bei den postoperativen Todesfällen mit 0,1% der Fälle.

Vergleicht man dies nun mit den vorliegenden Zahlen aus Literatur und den Daten aus den bundesdeutschen Qualitätssicherungs-Maßnahmen, fällt folgendes auf:

- Mit einer Rate von **1,4%** liegt die revisionsbedürftige **Nachblutung** deutlich unter den deutschlandweiten Zahlen von 2014-2016 (2,5%, 2,4%, 2,16%) (IQTiG, 2014-2020). Ähnlich verhält es sich mit der dokumentierten Rate an revisionsbedürftigen Nachblutungen in dem GALA- Trial mit 2,5% (Gough, 2008) und der ICSS- Trial mit 3,4% (Doig et al., 2014). Somit liegen hier durchaus vergleichbar niedrige Raten an revisionsbedürftig Nachblutungen vor. Die kleineren Unterschiede können auch auf die unterschiedlich konsequente Umsetzung der Revision bei Blutung zurückgeführt werden. So wird diese in vielen Häusern schon bei zunehmender Schwellung durchgeführt, um eine mögliche Dyspnoe zu verhindern, in anderen Häusern erfolgt eine Revision nur bei absoluter Indikation wie bereits bestehendem Stridor, da auch das Risiko einer sekundären Nervenläsion bei einer hämatombedingten Revision nicht vernachlässigt werden sollte (Kakisis et al., 2017).
- Ein ähnliches Verhältnis zeigt sich bezüglich der **Apoplexrate (0,6%)**. In den vorliegenden Zahlen der IQTiG wurde in den Jahren 2014 bis 2020

durchschnittlich eine Apoplexrate von 1,5% (0,14%- 1,85%) dokumentiert (IQTiG, 2014-2020) Ebenfalls deutlich höhere Apoplexraten zeigten sich in dem GALA- Trial mit 3,8% (Gough, 2008) und dem CREST- Trial mit 1,5% (Hye et al., 2016). Des weiteren liegen vergleichbare Metaanalysen vor, in einer amerikanischen Metaanalyse zeigten sich Apoplexraten von 2,6% (Cole et al., 2020), in einer weiteren weltweiten Metaanalyse von 2,1% (Lokuge et al., 2018). Arbeiten aus den skandinavischen Ländern zeigten ebenfalls deutlich höhere Apoplexraten als in unserer Arbeit mit 2,1% in Finnland (Kantonen et al., 1998) sowie sogar 4,9% in Schweden (Kragsterman et al., 2004). Eine identische Apoplexrate mit ebenfalls 0,6% wurde im ACST-1- Trial erfasst. Die zum Teil bestehenden, jedoch geringen Unterschiede bezüglich der Apoplexrate lassen sich sicherlich zum einen durch die teilweise sehr unterschiedlichen Studiendesigns (randomisiert prospektiv, Metaanalysen, retrospektiv) erklären, auf der anderen Seite sind auch die Ausschlusskriterien vieler Studien zu beachten (nur asymptomatische Stenosen, Ausschluss von Hochrisikopatienten, etc.,...).

- Bezüglich der **Myokardinfarkt- Rate** liegen sowohl national als auch international weitestgehend ähnliche Ergebnisse vor. In unserer Arbeit liegt die Rate bei **0,5%**, in der deutschlandweiten Qualitätssicherung sind 2014 bis 2016 Werte zwischen 0,35% und 0,42% dokumentiert (IQTiG, 2014-2020), im Rahmen des GALA- Trial wurden 0,37% festgestellt (Gough, 2008) und im Rahmen der ACST- 1- Studie 0,7% (Halliday et al., 2010). In der weltweiten Metaanalyse von 2018 wurde eine doppelt so hohe Rate mit 1,01% festgestellt (Lokuge et al., 2018), in der CREST- Studie sogar eine 5-fach höhere Rate mit 2,7% (Hye et al., 2016). Zusammengefasst lassen sich somit deutschlandweit absolut vergleichbare Werte bezüglich der Myokardinfarkt- Rate feststellen. Bezüglich der vorliegenden internationalen Studien besteht ein geringgradiger Unterschied zugunsten unserer Daten, welche sicherlich auch auf die unterschiedlichen Studiendesigns und Patientenkollektive zurückzuführen sind.

- Bei der Betrachtung der Fälle mit **postoperativer TIA** zeigt sich ein ähnliches Verhältnis. Im Vergleich zu den durchschnittlich deutschlandweit dokumentierten Fällen mit 0,65% (IQTiG, 2014-2020) oder den in der ACST-1- Studie dokumentierten 1,2% (Halliday et al., 2010) zeigt sich in unserer Arbeit (**0,4%**) ein vergleichsweise niedriger Anteil. Dies lässt sich sicherlich ebenfalls auf die oben genannten Kriterien zurückführen, hinzu kommt jedoch auch, dass eine TIA auf Grund der temporären Symptomatik nicht in jedem Fall zurückzuverfolgen ist und in manchen Fällen sicherlich nicht als eine solche identifiziert wird.
- Eine Dokumentation von **postoperativen Nervenläsionen** erfolgte in nur wenigen Studien. Im Rahmen der deutschlandweiten Qualitätssicherung wurden z.B. Nervenläsionen nur bis zum Jahr 2016 dokumentiert. In den Jahren 2014-2016 wurde hier in 1,26% der Fälle eine Nervenläsion dokumentiert (IQTiG, 2014-2020), im Vergleich zu unserer Studie mit **0,2%** ein ca. 5-facher Anteil. Noch höhere Werte wurden im ICSS- Trial (Doig et al., 2014) oder dem GALA- Trial (Gough, 2008) mit 5,5% bzw. 11% dokumentiert. Somit wurden in den multizentrischen Studien vergleichsweise mehr Nervenläsionen festgestellt. Zusätzlich muss erneut das eingeschlossene Patientenkollektiv beachtet werden, so wurden beispielsweise im ICSS- Trial nur symptomatische Patienten eingeschlossen. Zu beachten ist außerdem die überdurchschnittliche Vergesellschaftung von postoperativen Hämatomen und postoperativen Nervenschäden, welche im ICSS- Trial einen signifikanten Zusammenhang zeigten (Gough, 2008).
- Die wichtigste und gleichzeitig erfreulicherweise seltenste Komplikation, der **postoperative Tod** trat in unserer Arbeit lediglich in **0,1%** der Fälle auf. Somit liegt hier im Vergleich zu den deutschlandweit dokumentierten Fällen mit 0,89% ein deutlich niedrigerer Wert vor (IQTiG, 2014-2020). Ebenfalls höhere Werte ergaben sich in den randomisierten Studien (GALA und ACST-1) mit 0,45% (Gough, 2008) und 1,06% (Halliday et al., 2010). Die höchsten perioperativen Todesfälle wurden in den skandinavischen Studien mit 1,2% (Kantonen et al., 1998) und 1,4% (Kragsterman et al., 2004) festgestellt. Hierbei ist sicherlich das dortige Gesundheitssystem zu

berücksichtigen, da in den skandinavischen Ländern fast ausschließlich symptomatische Stenosen behandelt werden.

Zur übersichtlicheren Darstellung vergleichbarer Daten in der Literatur:

**Tabelle 33: Vergleich postoperative Komplikationen mit vergleichbarer Literatur**

	<i>TIA</i>	<i>Apoplex</i>	<i>Myokard- infarkt</i>	<i>Tod</i>	<i>Revisions- bedürftige Nach- blutung</i>	<i>Nerven- schaden</i>
<b>Eigene Daten</b>	<b>0,40%</b>	<b>0,60%</b>	<b>0,50%</b>	<b>0,10%</b>	<b>1,40%</b>	<b>0,20%</b>
<b>IQTiG 2014</b>	0,82%	1,57%	0,42%	0,82%	2,50%	1,19%
<b>IQTiG 2015</b>	0,84%	1,79%	0,36%	0,85%	2,40%	1,34%
<b>IQTiG 2016</b>	0,79%	1,69%	0,35%	0,86%	2,16%	1,24%
<b>IQTiG 2017</b>	0,61%	1,85%		0,98%		
<b>IQTiG 2018</b>	0,12%	0,14%		0,91%		
<b>IQTiG 2019</b>	0,70%	1,82%		0,87%		
<b>IQTiG 2020</b>	0,69%	1,77%		0,91%		
<b>GALA- Trial</b> (Gough, 2008)		3,80%	0,37%	0,45%	2,50%	11,00%
<b>Metaanalyse USA 2010-2015</b> (Cole et al., 2020)		2,60%		0,80%		
<b>ACST-1 – Trial</b> (Halliday et al., 2010)	1,20%	0,60%	0,70%	1,06%		
<b>CREST- Trial</b> (Hye et al., 2016)		1,50%	2,70%	0,10%		
<b>Schweden 1994-1996</b> (Kragsterman et al., 2004)	1,20%	4,90%		1,40%		
<b>Metaanalyse weltweit bis 2016</b> (Lokuge et al., 2018)		2,11%	1,01%	0,83%		
<b>Finnland 1991-1997</b> (Kantonen et al., 1998)		2,10%		1,20%		
<b>ICSS- Trial</b> (Doig et al., 2014)					3,40%	5,50%

#### 4.2.4.1 Zusammenhang Narkoseform und postoperative Komplikationen

Die statistischen Berechnungen unseres Krankengutes bezüglich eines potentiellen Zusammenhanges zwischen den Narkoseverfahren und den perioperativen Komplikationen ergaben statistisch signifikante Zusammenhänge der peri- und postoperativen Komplikationen bei Anwendung der Lokalanästhesie (LA) im Vergleich zur Intubationsnarkose (ITN).

Bezüglich der „**Apoplexrate**“ wurde ein signifikanter Zusammenhang mit der durchgeführten Narkoseform festgestellt ( $p=0,001$ ).

- Die höchste Apoplexrate trat bei den Patienten auf, die intraoperativ konvertiert werden mussten mit 14,3%.
- Bei 1% der in Vollnarkose operierten Patienten kam es ebenfalls zu einem Apoplex. Die niedrigste Apoplexrate lag mit 0,4% bei den Patienten vor, die in Lokalanästhesie operiert wurden.

Bei der „**Myokardinfarktrate**“ lässt sich ebenfalls eine höhere prozentuale Rate bei den Patienten erkennen, welche in Vollnarkose operiert wurden, gegenüber denen, die in Lokalanästhesie operiert wurden (0,4% vs. 1%). Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Myokardinfarkt und Narkoseform wurde jedoch nicht festgestellt ( $p=0,432$ ).

Bei der „**postoperativen Todesrate**“ lag die Verteilung bei 1% (Vollnarkose) zu 0,05% (Lokalanästhesie). Bei der separaten Betrachtung konnte auf Grund der niedrigen Anzahl an verstorbenen Patienten kein p- Wert bestimmt werden.

Auf Grund der vorliegenden Berechnungen (logistische Regression) zur genaueren Beurteilung, welche Narkoseform einen signifikanten Zusammenhang mit der peri-/postoperativen „kombinierten Apoplex- und Todesrate“ aufweist, zeigte sich für die Patienten, welche intraoperativ konvertiert werden mussten, ein um das 8fache erhöhtes Risiko ( $p=0,046$ ;  $OR=8,083$ ).

Zum Vergleich wurden folgende Arbeiten hinzugezogen:

- **CREST- Trial:** Bei den Ergebnissen des CREST- Trials zeigte sich eine nicht signifikante Tendenz zu erhöhten Apoplex- und Todesraten in der Gruppe der Patienten, welche in Vollnarkose operiert wurden (2,10% vs. 0,9% und 0,2% vs.0%). Bezüglich der postoperativen Myokardinfarktrate zeigte sich hier ein signifikant höherer Anteil in der Gruppe der Patienten, welche in Vollnarkose operiert wurden (Hye et al., 2016). Bei einem direkten Vergleich dieser Daten mit unseren Ergebnissen ist sicherlich zu bedenken, dass im Rahmen des CREST- Trials lediglich 111 Patienten in LA und 1.038 Patienten in VN operiert wurden (im Vergleich zu unseren Daten mit 2.004 Patienten in LA vs. 99 Patienten in VN). Eine zusätzliche Kategorisierung in Patienten mit intraoperativer Konversion erfolgte nicht, sodass hier kein direkter Vergleich möglich ist.
- **GALA- Trial:** Im Rahmen des GALA- Trials (1.771 Patienten in LA vs. 1.752 in VN) zeigten sich zwar insgesamt höhere prozentuale Anteile an Komplikationen, jedoch ebenfalls kein signifikanter Unterschied bezüglich Apoplex (3,7% vs. 3,9%), Tod (0,3% vs. 0,6%) oder Myokardinfarkt (0,51% vs. 0,23%) zwischen Patienten, die in Lokalanästhesie operiert wurden und Patienten, die in Vollnarkose operiert wurden. Tendenziell zeigten sich jedoch, wie in unseren Daten, erhöhte prozentuale Werte in der Gruppe der in Vollnarkose operierten Patienten bezüglich Apoplex und Tod, sowie erhöhte Werte für Myokardinfarkt in der Gruppe der in Lokalanästhesie operierten Patienten (Gough, 2008). Der GALA- Trial ist im Gegensatz zu unserer Arbeit eine randomisierte Studie und somit geeignet, um auf die Bevölkerung übertragen zu werden.

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass im Rahmen unserer Arbeit ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Narkoseform sowie der Apoplexrate separat besteht, als auch mit der kombinierten Apoplex- und Todesrate. In den vergleichbaren Studien wurde ebenfalls eine erhöhte Rate an Apoplex- und/oder Todesraten in der Gruppe der Patienten in Vollnarkose festgestellt, jedoch ohne einen statistisch signifikanten Zusammenhang. Diese unterschiedlichen Ergebnisse bezüglich der Signifikanz lassen sich sicherlich zum einen anhand des

Studiendesigns erklären (randomisiert vs. „single- hospital- Outcome“), zum anderen durch die doch unterschiedliche Anzahl an untersuchten Patienten.

In der genaueren Analyse der durchgeführten Narkoseformen zeigte sich in unserer Daten-Analyse, dass die höchste Rate an perioperativen Apoplex- und Todesfällen in unserer Studie bei den Patienten aufgetreten ist, die intraoperativ von Lokalanästhesie in Vollnarkose konvertiert wurden. Hier zeigte sich in unserer Arbeit ein signifikanter Zusammenhang ( $p=0,046$ ). Diese Sonderform der Narkose wurde in vergleichbaren Studien nicht separat betrachtet, sodass hier kein direkter Vergleich gezogen werden kann.

***Tabelle 34: Vergleich Zusammenhang Narkoseverfahren und postoperative Komplikationen mit vorliegender Literatur***

	<b>Eigene Daten 2005-2012</b>	<b>CREST- Trial (Hye et al., 2016)</b>	<b>GALA- Trial (Gough, 2008)</b>
<b>LA- Apoplex</b>	0,40%	0,90%	3,70%
<b>LA- Tod</b>	0,05%	0%	0,30%
<b>LA- Apoplex+ Tod</b>	0,50%		
<b>LA- Myokardinfarkt</b>	0,40%	1,80%	0,51%
<b>Konvertiert- Apoplex</b>	14,30%		
<b>Konvertiert- Tod</b>	0%		
<b>Konvertiert- Apoplex+ Tod</b>	14,30%		
<b>Konvertiert- Myokardinfarkt</b>	0,00%		
<b>VN- Apoplex</b>	1%	2,10%	3,90%
<b>VN- Tod</b>	1%	0,20%	0,60%
<b>VN- Apoplex+ Tod</b>	2%		
<b>VN Myokardinfarkt</b>	1%	3,40%	0,23%

#### 4.2.5 Operationsmethode

Im Rahmen dieser Arbeit erfolgte eine genaue Unterscheidung und Dokumentation der durchgeführten Operationsmethoden. Dabei zeigte sich, dass in den Jahren 2005 bis 2012 mehrheitlich eine reine Eversions- Endarteriektomie (EEA) durchgeführt wurde (80,3%). Der Vorteil einer EEA liegt sicherlich darin, dass eine rein biologische Rekonstruktion ohne Hinzufügen von Fremdmaterial möglich ist. Des Weiteren kann bei einer EEA die Operationszeit meist kürzer gehalten werden als bei der klassischen TEA mit einer erforderlichen Patchplastik, bei welcher ein zusätzlicher Patch aus Kunststoff, Vene oder xenogenem Material mit entsprechend größerem Zeitaufwand eingenäht werden muss. Eine EEA mit intraoperativer passagerer Shuntanlage war mit 5,7% selten notwendig. Sollte es intraoperativ zu der Notwendigkeit einer passageren Shuntanlage auf Grund einer neurologischen Symptomatik kommen, wird durch die meisten Operateure das OP-Verfahren „TEA mit Patchplastik“ bevorzugt. Im Rahmen der klassischen TEA kann zum einen die distale Absetzungsstelle des Plaques gut eingesehen werden, und zum anderen ist das Einbringen des passageren Shuntes nach Längsarteriektomie technisch einfacher und sicherer. Dies vor allem auch um eine iatrogene Dissektion im Rahmen der Shunt-Einbringung zu vermeiden. Dies ist der Hauptgrund, warum es in unserem Patientengut nur in wenigen Fällen zu einer reinen EEA mit Shunt-Einlage gekommen ist. Eine EEA mit Shunt kam meistens nur zur Anwendung, wenn ein neurologisches Ereignis nach Clamping deutlich verzögerten aufgetreten ist und/oder eine Konversion in eine TEA mit Patch technisch nur sehr schwer möglich oder bei fortgeschrittenem OP-Ablauf nicht mehr nötig war.

Die am zweithäufigsten durchgeführte Operation war in unserem Krankengut eine klassische Thrombendarterektomie (TEA) mit anschließendem Verschluss des Gefäßes mittels Dacron- Patchplastik (12,3%). Dahingegen erfolgte nur selten eine Patchplastik mit Vene (0,9%) oder Rinderperikard (0,6%). Da eine vollständige Umstellung von Dacronpatches auf Rinderperikardpatches im

Katharinenhospital Stuttgart erst nach dem Jahr 2012 erfolgte, das Patchmaterial jedoch schon vorher auf dem Markt erhältlich war, sind diese Werte sicherlich nicht deutschlandweit übertragbar.

Hingegen deutlich seltener wurde eine TEA mit Venenpatchplastik durchgeführt (0,9%). Da für eine Venenpatchplastik zumeist die V. saphena magna oder die V. cephalica verwendet wird, handelt es sich hierbei um eine deutlich aufwändigere Operation mit verlängerter Operationszeit. Die Indikation zur Venenpatchplastik wird somit nur in Ausnahmefällen gestellt, z.B. bei Revision mit Infekt des einliegenden Fremdmaterials oder bei erhöhtem Risiko für eine postoperative Wundheilungsstörung, z.B. nach vorangegangener Bestrahlung.

Die am seltensten durchgeführte Operationsmethode stellt die Implantation eines Interponats dar und somit ein kompletter Ersatz des Gefäßes durch Kunststoff oder Vene (0,2%). Dieses ist z.B. notwendig bei bestehender transmuraler Arteriosklerose, sodass hier nach erfolgter Entfernung des stenosierenden Plaque-Materials nicht mehr ausreichend restliches Gefäßwandmaterial vorhanden ist, um einen sicheren Verschluss der Gefäßwand und somit eine stabile Gefäßrekonstruktion zu gewährleisten.

Vergleicht man nun die erhaltenen Daten mit den deutschlandweit dokumentierten Daten von 2003 bis 2016, zeigt sich folgende Entwicklung:

**Tabelle 35: Vergleich durchgeführte Operationsmethode mit vorliegender Literatur**

	<b>EEA</b>	<b>TEA+ Dacron- Patch</b>	<b>TEA+ Rinderperikard- Patch</b>	<b>TEA+ Venen- Patch</b>	<b>Interponat</b>
<b>Eigene Daten 2005</b>	79,2%	10,9%	0%	1,1%	1,1%
<b>Eigene Daten 2006</b>	83%	8,7%	0%	0,7%	0%
<b>Eigene Daten 2007</b>	81%	14%	0%	0,3%	0%
<b>Eigene Daten 2008</b>	78,1%	12,3%	4,2%	1,3%	0%
<b>Eigene Daten 2009</b>	80,2%	14,8%	0%	1,3%	0,4%
<b>Eigene Daten 2010</b>	77,4%	12,4%	0%	1,8%	0%
<b>Eigene Daten 2011</b>	79,2%	15%	0%	0%	0%
<b>Eigene Daten 2012</b>	83,5%	9,9%	0%	0,7%	0,7%
<b>Eigene Daten Mittelwert</b>	<b>80,3%</b>	<b>12,3%</b>	<b>0,6%</b>	<b>0,9%</b>	<b>0,2%</b>
<b>BQS 2003</b>	37%	36,49%	-	8,33%	3,30%
<b>BQS 2004</b>	36,40%	36,96%	-	7,83%	3,00%
<b>BQS 2005</b>	37,70%	37,78%	-	6,69%	2,50%
<b>BQS 2006</b>	38,00%	37,42%	-	6,51%	3,00%
<b>BQS 2007</b>	39,80%	34,79%	-	6,51%	2,60%
<b>BQS 2008</b>	40,80%	34,51%	-	5,96%	2,20%
<b>BQS 2009</b>	40,50%	32,27%	-	4,69%	2,40%
<b>BQS 2010</b>	41,30%	31,69%	-	4,75%	2,30%
<b>BQS 2011</b>	41,30%	28,24%	-	3,76%	2,10%
<b>BQS 2012</b>	40,40%	27,52%	-	3,61%	1,90%
<b>BQS 2013</b>	41,20%	26,26%	-	3,28%	2,30%
<b>IQTiG 2014</b>	41,55%	25,40%	-	2,69%	2,10%
<b>IQTiG 2015</b>	40,52%	24,15%	19,55%	2,23%	2,06%
<b>IQTiG 2016</b>	40,58%	21,87%	23,65%	2,69%	2,69%
<b>Mittelwert Deutsch- land</b>	<b>40%</b>	<b>31,10%</b>	<b>21,60%</b>	<b>4,97%</b>	<b>2,46%</b>

(IQTiG, 2014-2020.; Kallmayer et al, 2015)

Somit zeigt sich im Rahmen der Datenanalyse aus IQTiG (Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen) und BQS (Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung) bezüglich der OP-Methode mit einer Eversions- Endarteriektomie (EEA) zum einen bis einschließlich 2014 eine sukzessive Zunahme von ca. 37% auf 41,5% aller durchgeführten Operationen, zum anderen ist die Eversions- Endarteriektomie im Vergleich der Mittelwerte, wie auch in unserer Studie, die am häufigsten durchgeführte Operationsmethode (40% vs. 80,3%) (IQTiG, 2014-2020; Kallmayer et al, 2015).

Analysiert man die Ergebnisse aus IQTiG und BQS zeigt sich im Weiteren folgende Reihenfolge:

- Die am zweithäufigsten deutschlandweit durchgeführte Operation ist die TEA mit Dacronpatchplastik (31,10%), gefolgt von der TEA mit Rinderperikardpatchplastik (21,60%), der TEA mit Venenpatchplastik (4,97%) und schließlich der Implantation eines Interponates (2,46%).
- In der genaueren Betrachtung der Werte zeigt sich über die Jahre 2003 bis 2016 eine sukzessive Abnahme der durchgeführten TEA mit Dacronpatchplastik (von 36,49% zu 21,87%) sowie der TEA mit Venenpatchplastik (von 8,33% auf 2,69%).
- Eine gegenläufige Entwicklung zeigt sich hingegen bei den Patienten, welche mittels TEA mit Rinderperikardpatchplastik operiert wurden. Hier zeigt sich in den Jahren 2015 und 2016 eine Zunahme von 19,55% auf 23,65%. Da es sich hierbei nur um zwei dokumentierte Jahre handelt ist sicherlich diesbezüglich noch keine klare Tendenz ableitbar.

Vergleicht man diese Entwicklung nun mit der Entwicklung in den von uns erhobenen Daten, so zeigen sich hier relativ stabile Ergebnisse bzgl. der EEA (79,2%-83,3%) sowie der TEA mit Dacronpatchplastik (11,5%- 9,6%) der TEA mit Venenpatchplastik (1,1%-1,1%) und der Implantation von Interponaten (0,5%-0,4%) im Verlauf der Jahre von 2005 bis 2012. Da die TEA mit Rinderperikardpatchplastik nur in einem Jahr erfasst wurde, ist hier keine Tendenz ableitbar. In Zusammenschau der Befunde lässt sich jedoch eine ähnliche Reihenfolge der durchgeführten Operationsmethoden erkennen.

- Die am häufigsten in unserer Klinik durchgeführte Operationsmethode sowie auch durchschnittlich deutschlandweit ist die EEA gefolgt von der TEA mit Dacronpatchplastik.
- Die TEA mit Venenpatchplastik sowie die Implantation eines Interponates erfolgt in unserer Klinik, aber auch deutschlandweit, nur sehr selten und ist somit als „Ausnahmeverfahren“ zu werten.
- Eine zunehmende Bedeutung ist sicherlich der TEA mit Rinderperikardpatchplastik zuzuweisen, auch wenn diesbezüglich nur wenige Daten vorliegen, da nach dem Jahr 2016 im bundesdeutschen Register die durchgeführte Operationsmethode nicht mehr erfasst wurde. Nichts desto trotz ist der Umstieg von Fremdmaterial (Dacron) auf ein xenogenes Material (Rinderperikard) im Sinne der Infektvermeidung und/oder Fremdkörperreaktionsvermeidung als sinnvoll anzusehen.

#### 4.2.5.1 Zusammenhang durchgeführte Operationsmethode und schwerwiegende peri-/postoperative Komplikationen

Die durchgeführte statistische Auswertung, ob ein Zusammenhang zwischen den unterschiedlich angewandten OP- Verfahren und einer peri-/postoperativen Komplikationsrate besteht, zeigt tatsächlich signifikante Unterschiede bzw. Zusammenhänge.

So liegt im Vergleich der OP- Methoden mit der perioperativen „**Apoplexrate**“ ein signifikanter Unterschied vor ( $p=0,001$ ).

- bei der **EEA** traten bei insgesamt 1.700 Operationen 5 Ereignisse auf (**0,3%**),
- bei der **TEA mit Dacronpatchplastik** ebenfalls 5 Ereignisse jedoch bei 260 Operationen (**1,9%**).
- Bei 1 Patienten von 121 welche mit **EEA+ Shunt** operiert wurden kam es ebenfalls zu einem Apoplex (**0,8%**).

- Die vergleichsweise höchste Apoplexrate zeigte sich wie zu erwarten bei den Patienten, welche mittels **Interponat** therapiert wurden mit **20%** (1/5).

Kein signifikanter Zusammenhang ließ sich im Vergleich der OP- Methoden mit der perioperativen „**Myokardinfarktrate**“ feststellen ( $p=0,345$ ).

- **0,4%** der Patienten erlitten nach „**EEA**“ einen Myokardinfarkt (7/1700).
- Im Vergleich hierzu erlitten durchschnittlich dreifach so viele (**1,2%**) Patienten nach „**TEA mit Dacronpatchplastik**“ einen Myokardinfarkt (3/260).

Bei der „**kombinierten Apoplex- und Todesrate**“ hingegen wurde erneut ein signifikanter Zusammenhang festgestellt ( $p=0,002$ ).

- Bei der alleinigen Eversions- Endarteriektomie („**EEA**“) als biologische Rekonstruktion ohne Fremdmaterial erlitten 6 von 1.700 Patienten einen Apoplex oder verstarben (**0,4%**). Diese niedrige Rate sticht hierbei besonders heraus.
- Die mehr als 5-fache Rate traf für die Patienten nach „**TEA mit Dacronpatchplastik**“ auf mit **2,3%** (6/260). In der Berechnung der logistischen Regression zeigte sich hier eine Risikosteigerung um das 6,7-fache im Vergleich zur alleinigen EEA.
- Die höchste Rate trat bei der Gruppe der „**Interponate**“ auf mit **20%** (1/5). In der Berechnung der logistischen Regression zeigte sich hier eine Steigerung um das 70,6-fach im Vergleich zur alleinigen EEA.

Somit lässt sich in Betrachtung der Gesamtberechnung ein genereller signifikanter Zusammenhang zwischen der Operationsmethode und der perioperativen „Apoplex- und/oder Todesrate“ feststellen. Im Speziellen zeigte sich für die „TEA mit Dacronpatchplastik“ ein signifikanter Zusammenhang mit einer Risikosteigerung um das 6,7-fache im Vergleich zur alleinigen „EEA“. Außerdem zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang für die „Interponat-Implantation“ mit einer Risikosteigerung um das 70,6-fache im Vergleich zur alleinigen „EEA“.

Im Rahmen der aktuellen Literaturrecherche fiel auf, dass es nur wenig Daten gibt, welche einen direkten Vergleich der offenen Operationsmethoden mit den postoperativen Komplikationsraten anstrengt. Häufiger wurde ein Vergleich

zwischen offener Operation und interventioneller Therapie in Bezug auf die postoperativen Komplikationen durchgeführt.

Eine Publikation, welche sich mit unterschiedlichen Operationsarten und postoperativen Komplikationsraten beschäftigt hat, ist die Arbeit von S. Bier aus dem Jahr 2012 welche sich mit der Auswertung perioperativer Embolien im Rahmen der Carotisoperation beschäftigte. Hier wurde ein direkter Vergleich zwischen Patienten gezogen welche mittels „TEA+ Patchplastik“, mittels alleiniger „EEA“ oder mittels „TEA+ Direktnaht“ therapiert wurden. Als Komplikationen wurden Patienten mit Apoplex, TIA, Nachblutung, Hypoglossusparesie (passager oder anhaltend), Hämatombildung, Hyperperfusionssyndrom und Kopfschmerzen eingeschlossen. Die erwartungsgemäß höchste allgemeine postoperative Komplikationsrate lag hier mit 50% (2/4) bei den Patienten welche mittels „TEA+ Direktnaht“ therapiert wurden. Am zweithäufigsten traten Komplikationen nach „TEA+ Patchplastik“ (19%) auf und am seltensten bei der alleinigen „EEA“ mit 11%. Eine weitere Aufteilung, um welche Art an postoperativen Komplikationen es sich hier handelte, erfolgte nicht (Bier, 2012).

Andere Arbeiten beschäftigten sich hingegen mit der Frage, ob es einen Unterschied bezüglich der postoperativen Komplikationsrate gibt, wenn intraoperativ geplant eine Shunteinlage durchgeführt wurde, oder wenn diese bei akuter neurologischer Verschlechterung notfallmäßig erfolgen musste. Hier zeigte sich in einem Cochrane Review von 2014 kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Methoden, bezogen auf die postoperative Apoplex- und Todesrate (Chongruksut et al., 2014).

Vergleicht man nun allgemein die postoperative Komplikationsrate nach operativer Therapie sowie nach interventioneller Therapie, so lässt sich in der ACST-2 Studie bei der Therapie der asymptomatischen Carotisstenosen bezüglich der Apoplex- und Todesrate ein höherer prozentualer Anteil bei den Patienten nach interventioneller Stentimplantation erkennen (OP vs. Stent: 2,7% vs. 3,7%) (Bulbulia and Halliday, 2013). Bei symptomatischen Stenosen zeigte sich im Rahmen der ICSS- Studie ebenfalls ein höheres Risiko für einen postoperativen Apoplex bei den Patienten, welche mittels Stent versorgt wurden (OP vs. Stent: 9,4% vs.

15,2%) (Bonati et al., 2015). In den aktuelleren Zahlen von Cole et al zeigt sich bei der Therapie von symptomatischen Stenosen ein widersprüchliches Ergebnis mit einem erhöhten Risiko für einen postoperativen Apoplex bei/nach offener Operation im Vergleich zur interventionellen Therapie (OP vs. Stent: 8,1% vs. 5,6%). Betrachtet man nun erneut das komplette Patientenkollektiv (symptomatische und asymptomatische Stenosen) revidiert sich dieses Ergebnis, sodass hier erneut eine erhöhte Apoplexrate bei den Patienten vorliegt, welche mittels Stent therapiert wurden (OP vs. Stent: 1,2% vs. 1,9%) (Cole et al., 2020).

Somit ist ein direkter Literaturvergleich auf Grund der niedrigen Anzahl an Vergleichsdaten bezüglich dieses Aspektes nicht möglich. Festzuhalten ist jedoch eine vergleichsweise niedrigere Apoplex- und/oder Todesraten im Rahmen unserer Studie sowie in der Arbeit aus Homburg bei der „EEA“ sowie der „TEA mit Patchplastik“. Eine „TEA mit Direktnaht“ oder die Implantation eines „Interponates“ scheint mit einer erhöhten Komplikationsrate in Zusammenhang zu stehen. Ebenfalls auffallend ist die insgesamt niedrige Komplikationsrate im Rahmen unserer Patienten-Daten-Analyse, diese lässt die Aussage zu, dass, wie bereits in früheren Arbeiten festgestellt, bei „high volume“ Häusern eine im Vergleich zu „low volume“ Häusern niedrigere Apoplex- und Todesrate festgestellt werden kann (Holt et al., 2007; Kuehnl et al., 2016; Poorthuis et al., 2019). Somit sollte die Diskussion einer möglichen Zentralisierung der Carotisoperation oder Festlegung von Mindestmengen im Weiteren, wie von Boeckler et al bereits 2018 empfohlen, sicherlich erneut erwogen werden (Boeckler et al., 2018; Phillips et al., 2017).

#### **4.2.6 Entlassarten**

Eine Diskussion der Entlassarten ist sinnvoll, da sie ebenfalls eine Aussage über das „Outcome“ der Operation ermöglicht, welche die reine postoperative Komplikationsrate übertrifft. Sie spiegelt zusätzlich das „Outcome“ derjenigen Patienten wider, welche bereits präoperativ neurologisch auffällig wurden,

ebenso wie diejenigen Patienten, welche auf Grund internistischer Komplikationen zur Weiterbehandlung in eine andere Fachabteilung verlegt wurden. Zum Vergleich liegen die Daten der Qualitätssicherung ab dem Jahr 2014 vor. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden bei unseren Daten die Patienten, welche in eine andere Klinik verlegt wurden und die Patienten welche heimatnah verlegt wurden, zusammengefasst.

**Table 36: Vergleich „erfolgte Entlassarten“ mit vorliegender Literatur**

	<b>Eigene Daten</b>	<b>IQTiG 2014</b>	<b>IQTiG 2015</b>	<b>IQTiG 2016</b>	<b>IQTiG 2017</b>	<b>IQTiG 2018</b>	<b>IQTiG 2019</b>	<b>IQTiG 2020</b>
<b>Reguläre Entlassung</b>	<b>96,10%</b>	82,55%	82,58%	82,52%	82,52%	82,78%	82,94%	82,93%
<b>Hausinterne Verlegung</b>	<b>0,60%</b>	0,07%	0,04%	0,12%	0,12%	0,06%	0,04%	0,05%
<b>Verlegung in eine andere Klinik</b>	<b>1,40%</b>	3,38%	3,11%	3,28%	3,60%	3,51%	3,33%	3,44%
<b>Entlassung in die Reha</b>	<b>1,70%</b>	4,57%	4,67%	4,59%	4,54%	4,31%	4,01%	4,27%

(IQTiG, 2014-2020)

Anhand der vergleichbaren Daten der Qualitätssicherung lässt sich, wie zu erwarten, die klare Tendenz erkennen, dass durchgehend mehr als 80% der Patienten postoperativ regulär nach Hause entlassen werden können. In unserer Klinik sogar weit über 96%.

Bei denjenigen Patienten, welche nicht elektiv nach Hause entlassen werden konnten, wurde der größte Anteil sowohl in unserer Klinik als auch deutschlandweit, in eine Anschlussheilbehandlung verlegt bzw. entlassen (1,7% vs. 4,4%). Gefolgt von den Verlegungen in andere Kliniken bzw. heimatnahe Verlegungen (1,4% vs. 3,4%). Eine hausinterne Verlegung z.B. auf die Neurologische Intensivstation musste hingegen in unserer Klinik, aber auch deutschlandweit, nur selten erfolgen (0,6% vs. 0,07%). Somit kann bei den in unserer Klinik ermittelten Entlassarten von deutschlandweit vergleichbaren Zahlen ausgegangen werden.

## 5. Zusammenfassung

Der Schlaganfall auf Grund einer arteriosklerotischen Stenose der Halsschlagader stellt weiterhin eine der häufigsten Todesursachen weltweit dar. Somit ist die Behandlung einer hämodynamisch wirksamen Carotis-Stenose weiterhin ein zentraler Punkt zur Verhinderung eines solchen cerebrovasculär bedingten Schlaganfalles.

Bei der chirurgischen Therapie einer hämodynamisch wirksamen oder symptomatischen Carotis-Stenose geht es im Wesentlichen um die absolute Risikoreduktion in Bezug auf die Vermeidung eines perioperativen Apoplexes oder die Abwendung eines postoperativen Apoplexes im Langzeitverlauf.

Für das Therapieergebnis ist dabei ganz entscheidend, je geringer die perioperative Komplikationsrate in Bezug auf Tod und Apoplex ist, desto größer ist die absolute Risikoreduktion. Die Möglichkeit einer maximalen Risikoreduktion ist hierbei abhängig von der bestehenden Pathologie der Carotis-Stenose, z.B. die Plaque-Morphologie, dem bestehenden klinischem Stadium (symptomatisch oder asymptomatisch), den Vorerkrankungen, der vorherrschenden Infrastruktur in der therapierenden Klinik, der Erfahrung und Versiertheit der operierenden Abteilung und im Speziellen der operativen Erfahrung des jeweiligen Operateurs. Die Frage, welche hierzu immer wieder auftritt ist, ob Zentrumsbildungen zu Gunsten der sog. „high volume“-Hospitäler im Sinne der peri-therapeutischen Komplikations-Risikoreduktion sinnvoll sind.

Hierfür soll mit Hilfe unserer Daten-Analyse gezeigt werden, wie sich die Zahlen für perioperativ aufgetretene Komplikationen, v.a. die perioperative Apoplexrate sowie die kombinierte Apoplex- und Todesrate, in einem „high volume“-Hospital der Maximalversorgung darstellen oder im Verlauf der Jahre sich verändern und wie diese im Vergleich zu den vorliegenden multizentrischen randomisierten Studien und den vorliegenden deutschlandweiten Daten der Qualitätssicherung (Modul 10/2 Karotis-Revaskularisation) zu werten sind.

Im Zeitraum vom 01.01.2005 bis zum 31.12.2012 wurden in der Klinik für Gefäßchirurgie, Endovaskuläre Chirurgie und Transplantationschirurgie 2.117 Patienten bei hämodynamisch wirksamer asymptomatischer oder symptomatischer Stenose an der Halsschlagader operiert. Dabei lagen bei 1.500 Patienten (71%) asymptomatische Stenosen vor und bei 617 Patienten (29%) eine symptomatische Stenose. Es wurden hierbei 80,3% der Patienten mit einer Eversions-Endarteriektomie („EEA“), eine biologischen Rekonstruktion ohne Verwendung von Fremdmaterial, 12,3% mittels „TEA mit Kunststoff- (Dacron)-Patchplastik“, 5,7% mittels „EEA+ temporärer Shuntanlage“ und jeweils unter 1% mittels „TEA mit Venenpatchplastik“ oder „TEA mit Rinderperikard-Patchplastik“ oder mittels Einsatz eines „Kunststoff-Interponats“ operiert. Die Operationen erfolgten zu 94,7% in Lokalanästhesie, 4,7% erfolgten in Vollnarkose und bei 0,7% war eine intraoperative Konversion von Lokalanästhesie in Vollnarkose notwendig.

Bei 91,2% der Operationen kam es postoperativ zu keinerlei Komplikationen. Als schwerwiegende peri- u. postoperative Komplikation trat bei 0,6% der Patienten ein Apoplex auf, bei 0,5% wurde ein postoperativer Myokardinfarkt festgestellt und lediglich 0,1% der Patienten verstarben perioperativ. Die kombinierte Apoplex- und Todesrate lag unter Einbeziehung aller klinischer Stadien, OP-Methoden und Anästhesie-Verfahren bei nur 0,7%. Die in der Literatur angegebenen Daten zeigen deutschlandweit eine perioperative Komplikations-Rate in Bezug auf „Apoplex und Tod“ von 2,4% (Kuehnl et al., 2016) und europaweit von 2% (Phillips et al., 2017) auf. In den großen randomisierten Studien wie der ACST- 1-Studie, der GALA- Studie oder der CREST- Studie zeigten sich kombinierte Komplikations-Raten (Apoplex und Tod) von 1,7% (Halliday et al., 2010), 4,2% (Gough, 2008) und 1,6% (Hye et al., 2016). Somit zeigt sich nicht nur, dass in der Klinik für Gefäßchirurgie des Klinikum Stuttgart die Grenzwerte für „good clinical practice“ von peri-/post-therapeutischen Apoplex-/Todesfällen von < 3% für die asymptomatische Carotis-Stenose und < 5% für die symptomatische Carotis-Stenose (IQTiG, 2014-2020) problemlos erfüllt wurden, sondern auch, dass die deutschlandweiten, die europaweiten und auch die in den vorliegenden großen randomisierten Studien dokumentierten Komplikationsraten unterschritten wurden.

Ein wichtiger Aspekt dieser Arbeit stellt die Abklärung der Hypothese dar, gibt es einen Zusammenhang zwischen den durchgeführten unterschiedlichen Operationsmethoden und der postoperativen kombinierten Apoplex- u. Todesrate. Die Daten-Analyse zeigt bei der kombinierten Apoplex- u. Todesrate einen signifikanten Unterschied bezüglich der OP-Methoden ( $p=0,002$ ). Bei der alleinigen „Eversions-Endarteriektomie“ (EEA) als biologische Rekonstruktion ohne Fremdmaterial erlitten 6 von 1.700 Patienten (0,4 %) das kombinierte Ereignis Apoplex und Tod als perioperative Komplikation. Bei der „TEA mit Dacron-Patchplastik“ erhöht sich das perioperative Komplikations-Risiko um das 5-fache auf 2,3 % (6 von 230 Patienten). Bei dem selten (5 / 2.117 Pat.) zur Anwendung gekommenem Gefäßersatz durch ein Kunststoff-Interponat ist das perioperative kombinierte Komplikations-Risiko „Apoplex u. Tod“ sogar auf das 70-fache erhöht (1 von 5 Pat.). Somit lässt sich ein genereller signifikanter Zusammenhang zwischen angewandter OP-Methode und der perioperativen Apoplex- u. Todesrate feststellen.

Des Weiteren wurde ein Zusammenhang zwischen der durchgeführten Narkoseform mit den peri- und postoperativen Komplikationen Apoplex, Myokardinfarkt, Tod und dem kombinierten Komplikations-Risiko „Apoplex u. Tod“ geprüft. Hierbei konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der durchgeführten Narkoseform und der Apoplexrate ( $p=0,001$ ) sowie ebenfalls zwischen der kombinierten Apoplex- und Todesrate ( $p<0,001$ ) nachgewiesen werden. Es wurde ein um das 8-fache erhöhtes Risiko für einen Apoplex oder Tod bei den Patienten festgestellt, welche intraoperativ von Lokalanästhesie in eine Vollnarkose konvertiert werden mussten ( $p=0,046$ , OR 8,083).

Für den postoperativ aufgetretenen Myokardinfarkt konnte weder für die durchgeführte Narkoseform ( $p=0,423$ ) noch für die durchgeführten Operationsmethoden ( $p=0,345$ ) ein signifikanter Zusammenhang ermittelt werden.

Einen signifikanten Unterschied der Komplikations-Raten im Verlauf des Analysezeitraums (2005 – 2012) gab es nicht. Lediglich auffallend war im Verlauf des Beobachtungszeitraums eine deutliche Abnahme der Risikofaktoren bei den Patienten.

In der Literatur gibt es zu den perioperativen Komplikations-Raten bei Carotis-Revaskularisationen auch unterschiedliche Angaben, alle aber erhoben im Rahmen von prospektiven randomisierten Multicenter- Studien. Auf Grund der unterschiedlichen Studiendesigns und Patientenkollektive in den randomisierten Studien und unserer „single center“-Studie sind die Ergebnisse nicht vergleichbar. Aber im Vergleich zu Multicenter-Studien sind unsere sog. „real world“-Ergebnisse aus einem „high volume“- Hospital wertvoll, da auch so selten. Besonders im Hinblick auf den Vergleich der peri-therapeutischen Komplikationsraten im Zusammenhang mit der durchgeführten Behandlungsmethode und der Narkoseform zwischen der operativen Therapie (EEA, TEA) und der endovaskulären Therapie (Stent/PTA) der Carotis-Stenose sind solche Daten aus einem „high volume“-Hospital unter dem Aspekt der sog. „real world“-Ergebnissen bei der Diskussion um Mindestmengen und der Zulassungs- Diskussion von Behandlungsmethoden wichtig.

## 6. Literaturverzeichnis

- Amarenco, P., Labreuche, J., Lavallée, P., Touboul, P.J., 2004. Statins in stroke prevention and carotid atherosclerosis: Systematic review and up-to-date meta-analysis. *Stroke*.  
<https://doi.org/10.1161/01.STR.0000147965.52712.fa>
- Bier, S., 2012. Operative Therapie der A. carotis interna Stenose: Ursachen und klinische Auswirkungen (Bedeutung/Wertigkeit) perioperativer Embolien dargestellt mittels diffusionsgewichteter Kernspintomographie sowie Einflussfaktoren auf das postoperative Langzeitergebnis. Homburg.
- Boeckler, D., Peters, A.S., Demirel, S., Wieker, C.M., 2018. Personalisierte, evidenzbasierte Gefäßchirurgie. *Gefäßchirurgie* 23, 318–324.
- Bonati, L.H., Dobson, J., Featherstone, R.L., Ederle, J., van der Worp, H.B., de Borst, G.J., Mali, W.P.T.M., Beard, J.D., Cleveland, T., Engelter, S.T., Lyrer, P.A., Ford, G.A., Dorman, P.J., Brown, M.M., 2015. Long-term outcomes after stenting versus endarterectomy for treatment of symptomatic carotid stenosis: The International Carotid Stenting Study (ICSS) randomised trial. *The Lancet* 385, 529–538. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61184-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61184-3)
- Bulbulia, R., Halliday, A., 2013. ACST-2 - Ein update. Eine große, einfache randomisierte studie zum vergleich der karotisendarterektomie mit dem karotisstenting zur schlaganfallprävention bei asymptomatischen patienten. *Gefasschirurgie* 18, 626–632.  
<https://doi.org/10.1007/s00772-013-1237-2>
- Busch, M.A., Schienkiewitz, A., Nowossadeck, E., Gößwald, A., 2013. Prävalenz des Schlaganfalls bei Erwachsenen im Alter von 40 bis 79 Jahren in Deutschland: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*. <https://doi.org/10.1007/s00103-012-1659-0>
- Chongruksut, W., Vaniyapong, T., Rerkasem, K., 2014. Routine or selective carotid artery shunting for carotid endarterectomy (and different methods of monitoring in selective shunting). *Cochrane Database of Systematic Reviews*.  
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD000190.pub3>
- Cole, T.S., Mezher, A.W., Catapano, J.S., Godzik, J., Baranoski, J.F., Nakaji, P., Albuquerque, F.C., Lawton, M.T., Little, A.S., Ducruet, A.F., 2020. Nationwide Trends in Carotid Endarterectomy and Carotid Artery Stenting in the Post-CREST Era. *Stroke* 579–587.  
<https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.119.027388>
- Debus, E.S., Gross-Fengels, W., 2020. Operative und interventionelle Gefäßmedizin, 2nd ed.
- Debus, E.S., Torsello, G., Schmitz-Rixen, T., Flessenkämper, I., Storck, M., Wenk, H., Grundmann, R.T., 2013. Ursachen und risikofaktoren der arteriosklerose. *Gefasschirurgie* 18, 544–550. <https://doi.org/10.1007/s00772-013-1233-6>
- Doig, D., Turner, E.L., Dobson, J., Featherstone, R.L., de Borst, G.J., Brown, M.M., Richards, T., 2014. Incidence, impact, and predictors of cranial nerve palsy and haematoma following carotid endarterectomy in the international carotid stenting study. *European Journal of*

Vascular and Endovascular Surgery 48, 498–504.  
<https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2014.08.002>

du Prel, J.B., Hommel, G., Röhrig, B., Blettner, M., 2009. Konfidenzintervall oder p-wert? Teil 4 der serie zur bewertung wissenschaftlicher publikationen. Deutsches Arzteblatt.  
<https://doi.org/10.3238/arztebl.2009.0335>

Eckstein, H., Kühnl, A., Berkefeld, J., Dörfler, A., Kopp, I., Langhoff, R., Lawall, H., Ringleb, P., Sander, D., Storck, M., Czerny, M., Engelhard, K., Fraedrich, G., Fründ, A., George, S., Görtz, H., Gross-Fengels, W., Hanl, J., Hörstgen, A., Huppert, P., Litz, R., Lüdeking, C., Mudra, H., Na-vabi, D., Ploenes, C., Rantner, B., Rittig, K., Schamberger, R., Schnell, O., Schulte, S., Schwerdtfeger, K., Steinbauer, M., Stingele, R., Zeller, T., Fachgesellschaften, B., der Steuergruppe, M., 2020. S3-Leitlinie zur Diagnostik, Therapie und Nachsorge der extracraniellen Carotisstenose 2. Auflage.

Eckstein, H.-H., Heider, P., Wolf, O., 2004. Chirurgische Therapie extrakranieller Karotisstenosen. Deutsches Arzteblatt 41, 2753–2762.

Geraedts, M., Ebbeler, D., Timmesfeld, N., Kaps, M., Berger, K., Misselwitz, B., Günster, C., Dröge, P., Schneider, M., 2021. Quality assurance measures and mortality after stroke. Deutsches Arzteblatt international. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2021.0339>

Gough, M.J., 2008. The GALA Trial - A Summary of the Findings. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery 36, 505–506. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2008.09.001>

Halliday, A., Harrison, M., Hayter, E., Kong, X., Mansfield, A., Marro, J., Pan, H., Peto, R., Potter, J., Rahimi, K., Rau, A., Robertson, S., Streifler, J., Thomas, D., Fraedrich, G., Schmidauer, C., Hölzenbein, T.H., Huk, I., Haumer, M., Kretschmer, G., Metz, V., Polterauer, P., Teufelsbauer, H., Cras, P., Hendriks, J., Lauwers, P., van Schil, P., de Souza, E.B., Emilio Dourado, M., Gurgel, G., Myrian Rocha, G., Petrov, V., Slabakov, G., Cooper, M.E., Gubitza, G., Holness, R., Howes, W., Langille, R., Legg, K., Nearing, S., MacKean, G., MacKay, M., Phillips, S.J., Sullivan, J., Wood, J., Erdelez, L., Sosa, T., Angelides, N.S., Christopoulos, G., Malikidou, A., Pesta, A., Ambler, Z., Mracek, J., Polivka, J., Rohan, V., Sevcik, P., Siman, J., Beneš, V., Kramr, F., Kaste, M., Lepntalo, M., Soinnie, L., Cardon, J.M., Legalou, A., Gengenbach, B., Pfadenhauer, K., Wölfle, K.D., Flessenkmper, I., Klumpp, B.F., Marsch, J., Kolvenbach, R., Pfeiffer, T., Sandmann, W., Beyersdorf, F., Hetzel, A., Sarai, K., Schöllhorn, J., Spillner, G., Lutz, H.J., Böckler, D., Maeder, N., Busse, O., Grönniger, J., Haukamp, F., Balzer, K., Knoob, H.G., Roedig, G., Virreira, L., Franke, S., Moll, R., Schneider, J., Dayantas, J., Sechas, M.N., Tsiaya, S., Kiskinis, D., Apor, A., Dzinich, C., Entz, L., Hüttl, K., Jrnyi, Z., Mogan, I., Nagy, Z., Szabo, A., Varga, D., Juhsz, G., Mtys, L., Hutchinson, M., Mehigan, D., Aladjem, Z., Harah, E., Elmakias, S., Gurvich, D., Yoffe, B., Ben-Meir, H., Dagan, L., Karmeli, R., Keren, G., Shimony, A., Weller, B., Avrahami, R., Koren, A., Streifler, J.Y., Tabachnik, S., Zelikovski, A., Angiletta, D., Federico, F., Impedovo, G., Marotta, V., Pascazio, L., Regina, G., Andreoli, A., Pozzati, E., Bonardelli, S., Giuliani, S.M., Guarneri, B., Caiazzo, P., Mascoli, F., Becchi, G., Masini, R., Santoro, E., Simoni, G., Ventura, M., Scarpelli, P., Spartera, C., Arena, O., Collice, M., Puttini, M., Romani, F., Santilli, I., Segramora, V., Sterzi, R., Deriu, G., Verlato, F., Cao, P.G., Cieri, E., de Rango, P., Moggi, L., Ricci, S., Antico, A., Spigonardo, F., Malferrari, G., Tusini, N., Vecchiati, E., Cavallo, A., Kasemi, H., Marino, M., Sbarigia, E., Speziale, F., Zinicola, N., Al, F.P., Bartolini,

M., Carbonari, L., Caporelli, S., Grili-Cicilioni, C., Lagalla, G., Ioannidis, G., Pagliariccio, G., Silvestrini, M., Palombo, D., Peinetti, F., Adovasio, R., Chiodo-Grandi, F., Mase, G., Zamolo, F., Fregonese, V., Gonano, N., Mozzon, L., Blair, R., Chuen, J., Ferrar, D., Garbowski, M., Hamilton, M.J., Holdaway, C., Muthu, S., Shakibaie, F., Vasudevan, T.M., Kroese, A., Slagsvold, C.E., Dahl, T., Johnsen, H.J., Lange, C., Myhre, H.O., Gniadek, J., Andziak, P., Elwertowski, M., Leszczynski, J., Malek, A.K., Mieszkowski, J., Noszczyk, W., Szostek, M., Toutouchi, S., Correia, C., Pereira, M.C., Akchurin, R.S., Flis, V., Miksic, K., Stirn, B., Tetickovic, E., Cairols, M., Capdevila, J.M., Iborra-Ortega, E., Obach, V., Riambau, V., Vidal-Barraquer, F., Vila-Coll, R., Diaz-Vidal, E., Iglesias-Negreia, J.I., Tovar-Pardo, A., Segura Iglesias, R.J., Alfageme, A.F., Barba-Velez, A., Estallo-Laliena, L., Garcia-Monco, J.C., Rodriguez Gonzalez, L., Corominas, C., Julia, J., Lozano, P., Marti-Masso, J.F., Porta, R.M., Rosendo Carrera, A., Gomez, J., Blomstrand, C., Gelin, J., Holm, J., Karlström, L., Mattsson, E., Bornhov, S., Dahlstrom, J., de Pedis, G., Jensen, S.M., Pärsson, H., Plate, G., Qvarfordt, P., Arvidsson, B., Brattström, L., Forssell, C., Potemkowski, A., Skiöldebrand, C., Stoor, P., Blomqvist, M., Calander, M., Forssell, C., Lundgren, F., Almqvist, H., Norgren, L., Norrving, B., Ribbe, E., Thörne, J., Gottsäter, A., Mätzsch, T., Nilsson, M.E., Forssell, C., Lonsson, M., Lundgren, F., Stahre, B., Norgren, L., Stenberg, B., Konrad, P., Jarl, L., Lundqvist, L., Ol-ofsson, P., Rosfors, S., Skiöldebrand, C., Swedenborg, J., Takolander, R., Bergqvist, D., Ljungman, C., Pärsson, H., Kniemeyer, H.W., Widmer, M.K., Kuster, R., Kaiser, R., Nagel, W., Sege, D., Weder, B., de Nie, J., Doelman, J., Yilmaz, N., Buth, J., Stultiens, G., Boiten, J., Boon, A., van der Linden, F., Busman, D.C., Sinnige, H.A.W., Yo, T.I., de Borst, G.J., Eikelboom, B.C., Kappelle, L.J., Moll, F., van Reedt Dortland, R.W.H., Westra, T.E., Jaber, H., Manaa, J., Meftah, R.B., Nabil, B.R., Sraieb, T., Bateman, D., Budd, J., Horrocks, M., Kivela, M., Shaw, L., Walker, R., D'Sa, A.A.B.B., Simms, M., Baird, R., Campbell, M., Cole, S., Ferguson, I.T., Lamont, P., Mitchell, D., Sassano, A., Smith, F.C.T., Blake, K., Kirkpatrick, P.J., Martin, P., Turner, C., Clegg, J.F., Crosley, M., Hall, J., de Cossart, L., Edwards, P., Fletcher, D., Rosser, S., McCollum, P.T., Davidson, D., Levison, R., Bradbury, A.W., Chalmers, R.T.A., Dennis, M., Murie, J., Ruckley, C. v., Sandercock, P., Campbell, W.B., Frankel, T., Gardner-Thorpe, C., Gutowski, N., Hardie, R., Honan, W., Niblett, P., Peters, A., Ridler, B., Thompson, J.F., Bone, I., Welch, G., Grocott, E.C., Overstall, P., Aldoori, M.I., Dafalla, B.E.A., Bryce, J., Clarke, C., McCollum, P.T., Ming, A., Wilkinson, A.R., Bamford, J., Berridge, D., Scott, J., Abbott, R.J., Naylor, R., Harris, P., Humphrey, P., Adiseshiah, M., Aukett, M., Baker, D., Bishop, C.C.R., Boutin, A., Brown, M., Burke, P., Burnand, K.G., Colchester, A., Coward, L., Davies, A.H., Espasandin, M., Giddings, A.E.B., Hamilton, G., Judge, C., Kakkos, S., McGuinness, C., Morris-Vincent, P., Nicolaidis, A., Padayachee, T.S., Riordan, H., Sullivan, E., Taylor, P., Thompson, M., Wolfe, J.H.N., McCollum, C.N., O'Neill, P.A., Welsh, S., Barnes, J., Cleland, P., Davis, M., Gholkar, A., Jones, R., Jaykishnam, V., Mendelow, A.D., O'Connell, J.E., Siddique, M.S.S., Stansby, G., Vivar, R., Ashley, S., Cosgrove, C., Gibson, J., Wilkins, D.C., Chant, A.D.B., Frankel, J., Shearman, C.P., Williams, J., Hall, G., Holdsworth, R., Davies, J.N., McLean, B., Woodburn, K.R., Brown, G., Curley, P., Loizou, L., Chaturvedi, S., Diaz, F., Radak, D., Todorovic, P.R., Kamugasha, D., Baxter, A., Berry, C., Burrett, J., Collins, R., Crowther, J., Davies, C., Farrell, B., Godwin, J., Gray, R., Harwood, C., Hirt, L., Hope, C., Knight, S., Lay, M., Munday, A., Murawska, A., Peto, C.G., Radley, A., Richards, S., 2010. 10-year stroke prevention after successful carotid endarterectomy for asymptomatic stenosis (ACST-1): A multicentre randomised trial. *The Lancet* 376, 1074–1084. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61197-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61197-X)

- Heberer, G., van Dongen, R.J.A.M., 2004. Gefäßchirurgie; Aus der Kirschnerschen allgemeinen und speziellen Operationslehre. Springer- Verlag, Berlin.
- Holt, P.J.E., Poloniecki, J.D., Loftus, I.M., Thompson, M.M., 2007a. The Relationship between Hospital Case Volume and Outcome from Carotid Endarterectomy in England from 2000 to 2005. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 34, 646–654. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2007.07.021>
- Holt, P.J.E., Poloniecki, J.D., Loftus, I.M., Thompson, M.M., 2007b. Meta-Analysis and Systematic Review of the Relationship between Hospital Volume and Outcome Following Carotid Endarterectomy. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2007.01.014>
- Hye, R.J., Voeks, J.H., Malas, M.B., Tom, M., Longson, S., Blackshear, J.L., Brott, T.G., 2016. Anesthetic type and risk of myocardial infarction after carotid endarterectomy in the Carotid Revascularization Endarterectomy versus Stenting Trial (CREST). *Journal of Vascular Surgery* 64, 3-8.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.01.047>
- IQTIG, n.d. Bundesauswertung 2014-2020 [WWW Document]. 2014-2020. URL <https://www.iqtig.org>
- iqtig, n.d. Qualitätsreport BW 2014-2019 [WWW Document]. URL [https://www.iqtig.org/Qualitätsreport BW 2014/2015/2016/2017/2018/2019/Gefaesschirurgie/Karotis-Revaskularisation](https://www.iqtig.org/Qualitätsreport%20BW%202014/2015/2016/2017/2018/2019/Gefaesschirurgie/Karotis-Revaskularisation)
- Kakisis, J.D., Antonopoulos, C.N., Mantas, G., Moulakakis, K.G., Sfyroeras, G., Geroulakos, G., 2017. Cranial Nerve Injury After Carotid Endarterectomy: Incidence, Risk Factors, and Time Trends. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2016.12.026>
- Kallmayer et al, 2015. Trends und Ergebnisse der Karotischirurgie in Deutschland 2003-2013. *Gefäßchirurgie* 20, 289–298. <https://doi.org/10.1007/s00772-015-0040-7>
- Kantonen, I., Lepäntalo, M., Salenius, J.-P., Mätzke, S., Luther, M., Ylänen, K., Group, F.S., 1998. Influence of Surgical Experience on the Results of Carotid Surgery, *Eur J Vasc Endovasc Surg*.
- Kragsterman, B., Logason, K., Ahari, A., TroengTroeng, T., Parsson, H., Bergqvist, D., 2004. Risk factors for complications after carotid endarterectomy - A population-based study. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 28, 98–103. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2004.03.016>
- Kuehnl, A., Tsantilas, P., Knappich, C., Schmid, S., König, T., Breitzkreuz, T., Zimmermann, A., Mansmann, U., Eckstein, H.H., 2016. Significant Association of Annual Hospital Volume with the Risk of Inhospital Stroke or Death Following Carotid Endarterectomy but Likely Not after Carotid Stenting: Secondary Data Analysis of the Statutory German Carotid Quality Assurance Database. *Circulation: Cardiovascular Interventions* 9. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.004171>

- Lin, J.C., 2018. Eversion Carotid Endarterectomy: Indications, Techniques, Pitfalls, and Complications, in: *Extracranial Carotid and Vertebral Artery Disease*. Springer International Publishing, Cham, pp. 151–157. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-91533-3\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91533-3_12)
- Lobo, M., Mourão, J., Afonso, G., 2015. Carotid endarterectomy: review of 10 years of practice of general and locoregional anesthesia in a tertiary care hospital in Portugal. *Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)* 65, 249–254. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2014.03.011>
- Lokuge, K., de Waard, D.D., Halliday, A., Gray, A., Bulbulia, R., Mihaylova, B., 2018. Meta-analysis of the procedural risks of carotid endarterectomy and carotid artery stenting over time. *British Journal of Surgery*. <https://doi.org/10.1002/bjs.10717>
- Luther, B., 2014. *Techniken der offenen Gefäßchirurgie*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-21266-6>
- Pavlos, T., 2017. *Günstigster OP- Zeitpunkt von symptomatischen Carotisstenosen nach neurologischem Indexereignis*.
- Phillips, P., Poku, E., Essat, M., Woods, H.B., Goka, E.A., Kaltenthaler, E.C., Shackley, P., Walters, S., Michaels, J.A., 2017. Systematic review of carotid artery procedures and the volume–outcome relationship in Europe. *British Journal of Surgery*. <https://doi.org/10.1002/bjs.10593>
- Poorthuis, M.H.F., Brand, E.C., Halliday, A., Bulbulia, R., Bots, M.L., de Borst, G.J., 2019. High Operator and Hospital Volume Are Associated With a Decreased Risk of Death and Stroke After Carotid Revascularization: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann Surg* 269, 631–641. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002880>
- Rundshagen, I., 2004. Carotischirurgie: Lokalanästhesie oder Neuromonitoring, in: *Anesthesiologie Intensivmedizin Notfallmedizin Schmerztherapie*. pp. 110–112. <https://doi.org/10.1055/s-2004-818800>
- Stölzel, S., 2012. Operative Therapie der hochgradigen, asymptomatischen Karotisstenose. *Zentralblatt für Chirurgie* 137, 411–413.
- Tillmann B, 1997. *Farbatlas der Anatomie. Zahnmedizin-Humanmedizin, Kopf- Hals- Rumpf*. Thieme, Stuttgart/New York.

## **Erklärung zum Eigenanteil**

Das Konzept der Studie wurde in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. med. Thomas Hupp, ehemaliger Ärztlicher Direktor der Klinik für Gefäßchirurgie, Endovaskuläre Chirurgie und Transplantationschirurgie des Klinikum Stuttgart ausgearbeitet. Die Ausführung und Verfassung der Arbeit erfolgte durch mich selbst und in Zusammenarbeit und Betreuung mit Prof. Dr. med. Thomas Hupp durchgeführt.

Die statistische Auswertung erfolgte nach Beratung durch das Institut für Biometrie sowie nach Anleitung durch Frau Serna Higuita (Institut für Biometrie) durch mich.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

## Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. med. Thomas Hupp, ehemaliger Ärztlicher Direktor der Klinik für Gefäßchirurgie, Endovaskuläre Chirurgie und Transplantationschirurgie des Katharinenhospital, Klinikum Stuttgart, für die durchgehende Begleitung, konstruktive Kritik und Anregung. Vor allem durch seine stetige Unterstützung und Motivation hat er maßgeblich zu der Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen.

Für alle Unterstützung und Aufmunterung und vor allem grenzenlose Unterstützung über die letzten Jahre danke ich meinen Eltern Rudi und Brunhilde Hönle, aber auch vor allem meinem Mann, Heiko Kowalenko.