

Aus der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und Transplantationschirurgie
der Medizinischen Fakultät
der Otto-von-Guericke-Universität zu Magdeburg

**Ein Vergleich der offenen mit der endovaskulären Therapie von
infrarenalen Bauchaortenaneurysmen am Beispiel des
Patientenklientel der Gefäßchirurgie zur Therapie-Stratifizierung**

(Kurztitel: OAR vs. EVAR für das infrarenale Aortenaneurysma)

DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades

Dr. med.

(doctor medicinae)

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

vorgelegt von:

Feroza Ulfat

aus Mashhad, Iran

Magdeburg, 2025

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Definition abdomineller Aortenaneurysmen	1
1.2	Epidemiologie	3
1.3	Lokalisation.....	3
1.4	Pathogenese und Risikofaktoren	4
1.5	Diagnostik.....	7
1.6	Verfahrenswahl in der operativen Versorgung	7
1.7	Therapie	8
1.8	Komplikationen.....	13
2	Fragestellung und Zielsetzung	16
3	Material und Methoden	17
3.1	Datenerhebung	17
3.2	Patientenkollektiv	18
3.3	Statistik und Auswertung	18
3.4	Ethische Betrachtung.....	19
4	Ergebnisse.....	22
4.1	Patientenkollektiv	22
4.1.1	Alter und Geschlecht	22
4.1.2	Risikofaktoren und Begleiterkrankungen	24
4.1.3	BMI	31
4.1.4	Hausmedikation	33
4.1.5	Laborwerte	36
4.2	Befundbezogene Aspekte zum infrarenalen Aortenaneurysma	41
4.2.1	Maximaler Querdurchmesser des BAA	41
4.2.2	Anatomie	42
4.3	Interventionsassoziierte Parameter	48
4.3.1	Operationsdauer	48
4.3.2	Transfundierte Erythrozytenkonzentrate	49

4.3.3	Prä-/postoperative Krankenhausverweildauer	51
4.3.4	ITS-Aufenthalt nach OP	53
4.3.5	Prothese-Arten	54
4.3.6	Re-Interventionen	54
4.4	Outcome	59
4.4.1	Krankheitslast	59
4.4.2	Letalität	61
5	Diskussion	68
5.1	Demografische Daten	68
5.2	BMI	69
5.3	Komorbiditäten	70
5.4	Anatomie	72
5.5	Maximaler AAA-Querdurchmesser	72
5.6	OP-Dauer	73
5.7	Erythrozytenkonzentrate	74
5.8	Postoperative Krankenhausverweildauer	74
5.9	ITS-Aufenthalt	75
5.10	Prothese-Arten	76
5.11	Re-Intervention	76
5.12	Morbidität	78
5.13	Letalität	78
5.14	Gesamtheitliche Betrachtung	79
5.14.1	Medikamente	79
5.14.2	Laborwerte	80
5.15	Stärken	81
5.16	Limitationen	81
5.17	Ausblick	82
6	Zusammenfassung	83
	Literaturverzeichnis	85

<i>Ehrenerklärung</i>	90
<i>Erklärung zur strafrechtlichen Verurteilung</i>	91
<i>Danksagung</i>	92
<i>Curriculum Vitae</i>	93
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	96
<i>Tabellenverzeichnis</i>	98

Abkürzungsverzeichnis

A	Arterie
AAA	abdominales Aortenaneurysma
iAAA	inaktes abdominales Aortenaneurysma
ACE	Angiotensin-Converting-Enzyme
ASS	Azetylsalizylsäure
AT2	Angiotension 2
BAA	Bauchaortenaneurysma
BMI	body mass index
COPD	"chronic obstructive pulmonary disease"
CT	Computertomographie
DGG	Deutsche Gesellschaft für Gefäßchirurgie und Gefäßmedizin
EKs	Erythrozytenkonzentrate
ESVS	European Society of Vascular Surgery
EVAR	Endovascular Aortic Repair
- fEVAR	fenestriertes Endovascular Aortic Repair
- chEVAR	chimney Endovascular Aortic Repair
HTC	Hydrochlorothiazid
ITS	Intensivstation
KH	Krankenhaus
KHK	koronare Herzkrankheit
LWK(s)	Lendenwirbelkörper
MMP	Matrix-Metalloproteinase(n)
MRT	Magnetresonanztomographie
NSAR	nichtsteroidale Antirheumatika
OAR	Open Aortic Repair
Op	Operation
Quer max.	maximaler Querdurchmesser
PPI	Protonenpumpeninhibitor
SVS	Society of Vascular Surgery
TIMP	tissue inhibitors of metalloproteinases
ZNS	zentrales Nervensystem

1 Einleitung

1.1 Definition abdomineller Aortenaneurysmen

Die Aorta abdominalis beginnt im Bauchraum in Zwerchfellebene und verläuft auf der linken Seite der Wirbelkörper, wo sie sich auf der Höhe des 4. LWKs über die Bifurkation in die rechte und linke A. iliaca communis teilt (siehe Abb. 1).¹

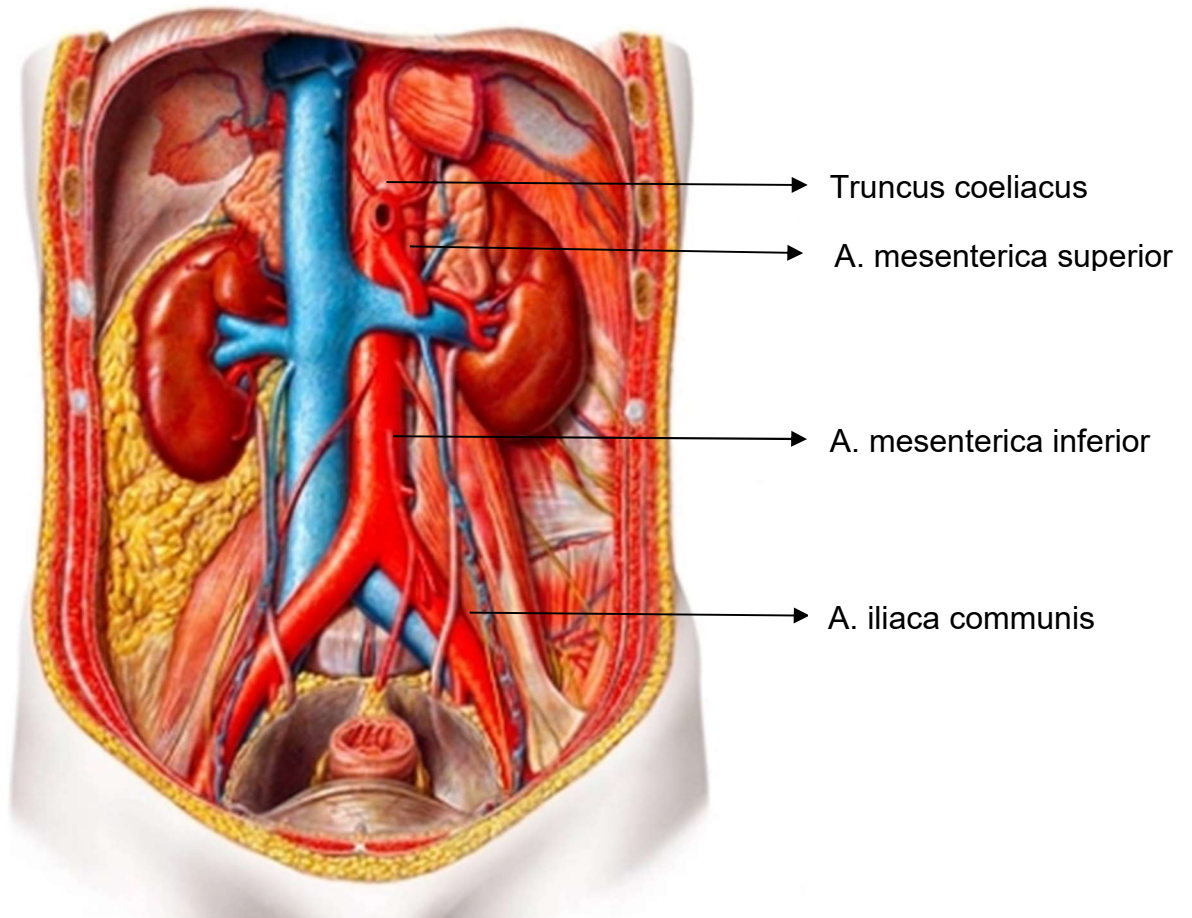


Abb. 1: Aorta abdominalis mit Abgängen¹

Die A. mesenterica superior entspringt ca. 1cm unterhalb des Truncus coeliacus und der Nierenarterien in Höhe des ersten und zweiten Lendenwirbels. Die A. renalis dextra liegt jedoch meist etwas tiefer als die A. renalis sinistra. Die in der Regel

¹ Quelle: <https://www.webop.de/Gefaesschirurgie/aorta-und-beckenstrombahn/abdominales-aortenaneurysma-endovaskulaere-therapie/Anatomie>) - Aufrufdatum: 01.03.2025

schwächere A. mesenterica inferior entspringt etwa 5cm oberhalb der Bifurkation der Aorta.¹

Die Länge der abdominalen Aorta beträgt $15\text{cm} \pm 5\text{cm}$. Ihr Durchmesser liegt bei ca. 1,7cm bis 2,6cm.

Das Aortenaneurysma wird als Erweiterung der Aorta um mindestens 50 % des ursprünglichen gesunden Gefäßes definiert.² Es sind verschiedene Formen des Aortenaneurysmas möglich (vgl. Abb. 2).

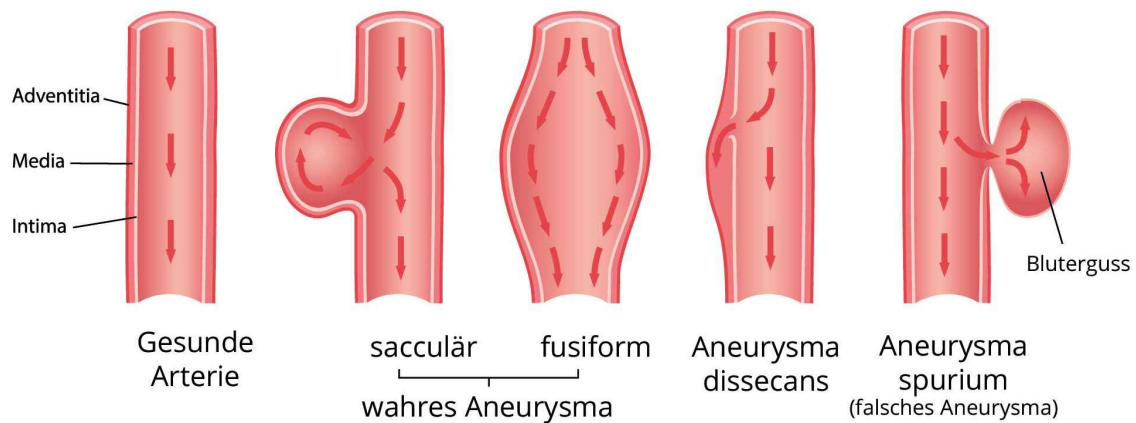


Abb. 2: Aneurysma-Formen²

Unterschieden wird zwischen echten und falschen Aneurysmen (Aneurysma verum und falsum) sowie dem Aneurysma dissecans. Das Aneurysma falsum kann durch ein Trauma entstehen und führt zu einer Perforationsstelle in der Aortenwand, aus der Blut austritt und ein Hämatom entsteht. Dieses Hämatom wird durch das umliegende Gewebe abgekapselt und enthält somit keine weiteren Wandschichten der Aorta.³

Die echten Aneurysmen (Aneurysma verum) betreffen alle drei Wandschichten (Adventitia, Media und Intima). Sie werden nochmals unterschieden in sacculäre und fusiforme Aneurysmen.⁴ Bei fusiformen Aneurysmen ist der gesamte Umfang erweitert. Die sacculäre Form ist gekennzeichnet durch eine asymmetrische sackförmige Erweiterung.³

² <https://www.shutterstock.com/de/image-vector/types-aneurysm-true-saccular-fusiform-false-1559076611> - Aufrufdatum: 01.03.2025

1.2 Epidemiologie

Die Prävalenz (Häufigkeit einer Krankheit oder eines Symptoms in einer Bevölkerung zu einem bestimmten Zeitpunkt) beträgt:

- bei Männern ab 65 Jahren: 4 – 8 %,
- bei Frauen ab 65 Jahren: 0,5 - 1,5 %⁵.

Das Statistische Bundesamt gibt an, dass die Prävalenz im Zeitraum von 2006 bis 2016 zunahm⁶:

- bei Männern ab 65 Jahren um 282.934 pro Jahr,
- bei Frauen ab 65 Jahren um 95.301 pro Jahr.

Die Operationshäufigkeit von intakten abdominellen Aortenaneurysmen (iAAA) lag im Jahr 2020 in der BRD bei 4.228 Patienten³ und im Jahr 2021 bei 3.795 Patienten. Aufgrund fehlender Angaben von Alter, Operationsverfahren sowie der Angabe, ob intakt oder rupturiert, wurden im Jahr 2020 insgesamt 3.023 und im Jahr 2021 3.312 Patienten berücksichtigt. Zusammengefasst, wurden in den beiden Jahren 4.990 (78,8 %) aller Patienten mit einem endovaskulären Aortenrepair (EVAR) behandelt und 1.345 (21,2 %) aller Patienten mit einem offenen Aortenrepair (OAR).⁷ Tendenziell zeigen die Zahlen, dass die EVAR die bevorzugte Methode bei iAAA ist.

Die Operationshäufigkeit von rupturierten abdominellen Aortenaneurysmen (rAAA) lag im Jahr 2020 bei 279. Das waren 8,4 % der Gesamtzahl der abdominellen Aortenaneurysmen (AAA). Hingegen lag im Jahr 2021 der Anteil der rAAA bei 295 (8,2 %) von insgesamt 3.607 AAA. Von insgesamt 574 rAAA wurden 40,2 % mit EVAR und 59,8 % mit OAR versorgt.⁸ Laut diesen Zahlen könnte man rückschließen, dass die OAR die bevorzugte Methode bei rAAA ist. Allerdings stehen diese Zahlen im Widerspruch zu den Jahren 2018/2019. In diesen beiden Jahren wurden insgesamt 530 Patienten mit einem rAAA registriert, von denen 272 (51,3 %) Patienten endovaskulär und 258 (48,7 %) offen versorgt wurden.⁸

1.3 Lokalisation

Die Inzidenz (Rate neu diagnostizierter Erkrankter) wird bei AAA auf 21/100.000 Personenjahre geschätzt und bei thorakalen auf 6/100.000 Personenjahre.⁹ Da die

³ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in der gesamten Arbeit nur eine Geschlechtsform genutzt, stets sind jedoch alle Formen gemeint.

AAA häufiger sind und in der vorliegenden Studie untersucht werden, wird im Folgenden lediglich diese Variante weiter analysiert.

Die AAA können anhand der Lage zu den Nierenarterien unterscheiden werden (siehe Abb. 3).

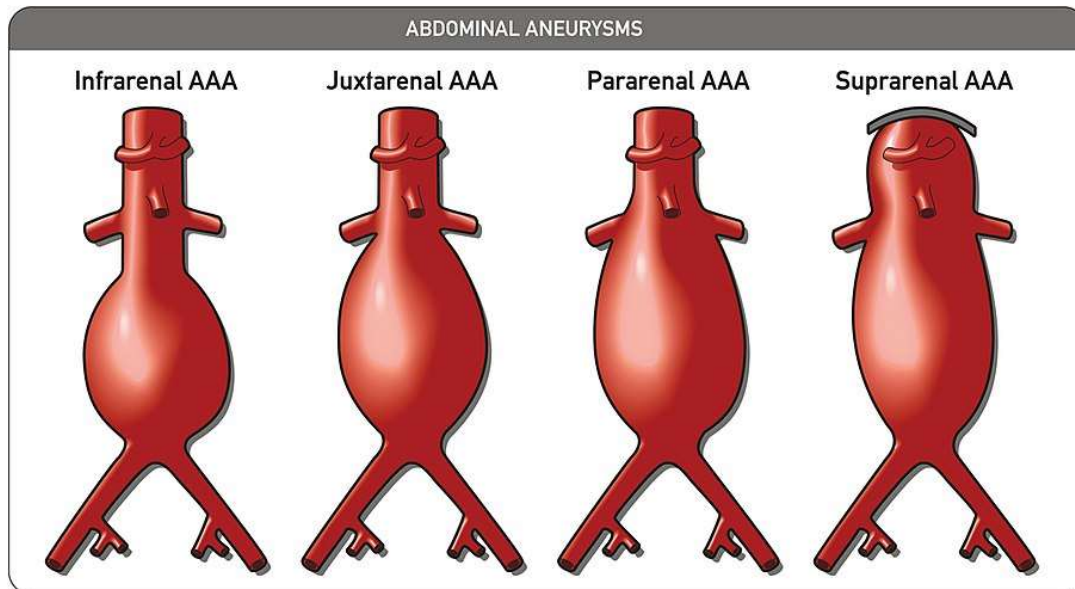


Abb. 3: Aneurysma-Arten⁴

Die infra- und juxtarenale Aortenaneurysmen beginnen unterhalb und im Bereich der Nierenarterienabgänge. Die para- und suprarenalen Aortenaneurysmen befinden sich auf Höhe der Nierenarterien bzw. beginnen bereits kranial.⁹ Mehr als 90 % aller AAA entstehen unterhalb der Nierenarterien und ca. 5 % aller AAA entstehen juxtarenal.¹⁰ Lediglich 3 % sind pararenal und 2 % sind suprarenale Aortenaneurysmen.¹¹

1.4 Pathogenese und Risikofaktoren

Die Gefäßwand der Aorta besteht aus den drei Schichten

- innere Schicht (Intima)
- mittlere Schicht (Media, Tunica media)
- äußere Schicht (Adventitia, Tunica externa)²

Die Aorta gehört zu den Arterien vom elastischen Typ. Dies bedeutet, dass die mittlere Schicht besonders kräftig ist und viele elastische Fasern enthält.

⁴ <https://storymd.com/journal/4m8gyd4fpw-aneurysms> - Aufrufdatum: 01.03.2025

Die Strukturproteine Kollagen und Elastin stärken die Tunica media der Aorta. Sämtliche Veränderungen in dieser Schicht führen zu einer Schwäche der Gefäßwand und somit zu einer aneurysmatischen Erweiterung. So kann die Degradation des Kollagens durch erhöhte Werte von Matrix-Metalloproteinasen (MMP) nachgewiesen werden.¹² MMP sind Enzyme, die Proteine der extrazellulären Matrix der Tunica media abbauen können. Die MMP-Aktivität wird durch die „tissue inhibitors of metalloproteinases“ (TIMP) gehemmt. Eine Dysregulation des MMP/TIMP-Verhältnisses kann zu einer Erhöhung der proteolytischen Aktivität führen, welches in der Aorta einen vermehrten Abbau von Elastin und eine Akkumulation von Kollagen bedeutet. Dies beraubt der Aorta ihrer physiologischen Eigenschaften. In der Endopeptidasefamilie von MMP spielen MMP-2 und MMP-9 eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Bauchaortenaneurysmen. Die MMP-2 scheint die Aneurysmabildung zu fördern, da sie bei der Entstehung des Aneurysmas vermehrt nachgewiesen wird, aber nicht mehr in der Endphase der Aortenwanddegeneration. Die Aktivität von MMP-9 scheint vor allem bei der Progression des Aneurysmas ein essenzieller Faktor zu sein, welcher die Expansion der Aortenwand beeinflusst.¹³

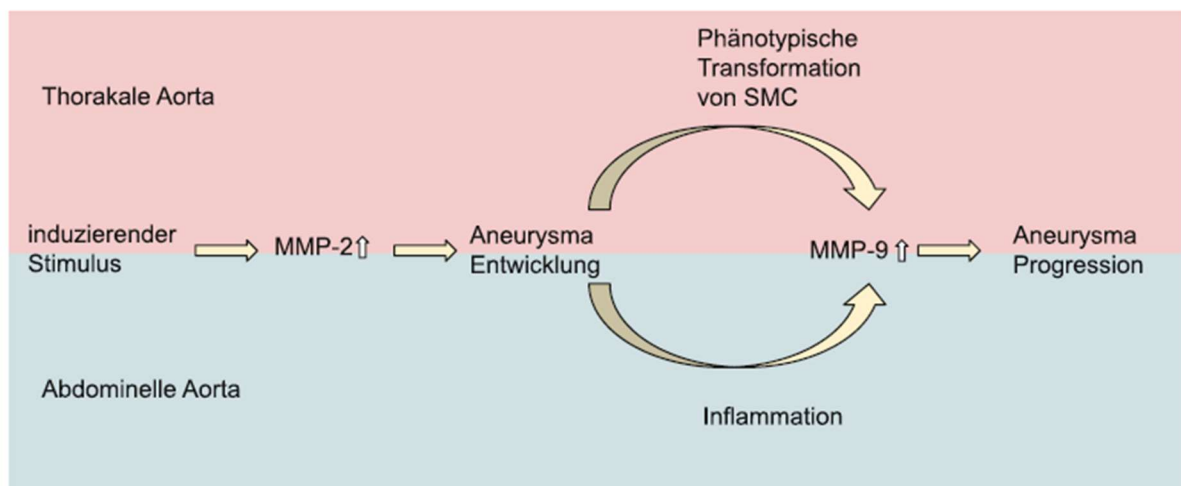


Abb. 4: MMP-vermittelte Entstehung und Wachstum von TAA und BAA13

Zusätzlich zu der oben genannten Veränderung, können folgende Risikofaktoren ein Aortenaneurysma begünstigen:¹¹

- männliches Geschlecht
- Alter
- Arteriosklerose

- Nikotinabusus
- familiäre Häufung
- arterielle Hypertonie
- Hypercholesterinämie

Die Tabelle Tab. 1 veranschaulicht die im Zusammenhang stehenden Ursachen eines Aortenaneurysmas¹⁴.

Tab. 1: Ursachen und Häufigkeiten von Aortenaneurysmen¹⁴

Formen	Ursachen	Häufigkeit
arteriosklerotisch	Nikotin, Hypertonus, Diabetes mellitus, Hyperlipidämie, Entzündungen, familiäre Häufung	90 % m:w = 6:1
bakteriell	hämatogen oder <i>per continuitatem</i>	< 5 %
poststenotisch	Atrophie der Media	< 5 %
posttraumatisch	scharfe oder stumpfe Gewalt	< 5 %
inflammatorisch	abakterielle Entzündung	< 5 %
konnatal und kongenital	Marfan-Syndrom Ehlers-Danlos-Syndrom Morgagni-Turner-Albright-Syndrom	< 5 %
schwangerschaftsassoziiert	hormonbedingte Auflockerung des Bindegewebes	< 5 %
Naht-/Prothesenaneurysma	Komplikationen des Gefäßersatzes	< 5 %

Wie oben dargestellt, waren die Risikofaktoren tatsächlich die Hauptursachen für die meisten Aortenaneurysmen. Die familiäre Häufung beträgt allerdings lediglich 15 % der dargestellten 90 % aller AAA. Die Reduktion anderer Faktoren wie z.B. des Nikotinabusus spielt eine essenzielle Rolle in der Vermeidung der Krankheit.⁴

Auf die Risikofaktoren und deren Korrelation zum Aortenaneurysma wird in den folgenden Kapiteln weiter eingegangen.

Beim Erreichen einer kritischen Expansionsgröße der Aorta steigt das Risiko einer Ruptur. Dies wird auf das Laplace-Gesetz zurückgeführt, das die Beziehung zwischen Wandspannung, Wanddicke und dem transmuralen Druck beschreibt (Gleichung 1).¹⁵

$$K = \frac{P_{tm} \times r}{d}$$

K = Wandspannung

P_{tm} = transmuraler Druck

r = Gefäßradius

d = Wanddicke

Gleichung 1: Laplace-Gesetz

Die Wandspannung ist das Produkt aus transmuraler Druck und Gefäßradius im Verhältnis zur Wanddicke. Durch den steigenden Gefäßradius wird die Wandspannung erhöht. Dies kann durch eine unbehandelte arterielle Hypertonie auftreten.

1.5 Diagnostik

Eine frühe Diagnostik und Therapie sind ausschlaggebend für das Überleben des Patienten.¹⁶ Eine ausführliche Anamnese kann die oben genannten Risikofaktoren erfassen. Bei der körperlichen Untersuchung kann ein pulsierender Tumor im Mittelbauch ein deutlicher Hinweis auf ein behandlungswürdiges Aneurysma sein. Dies ist bei entsprechender Größe des Aneurysmas und einem schlanken Patienten meist ein Zufallsbefund.¹⁷

Bei dem Verdacht auf ein AAA sollte eine Ultraschalluntersuchung durchgeführt werden, um den Aneurysma-Durchmesser und die Lage zu den Nierenarterien zu erfassen. Die apparative Diagnostik mittels Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) gehört zum Goldstandard. Allerdings sollten Kontraindikationen im Vorfeld ausgeschlossen werden. Die Kontrastmittelgabe sollte bei Patienten mit chronischer Niereninsuffizienz vermieden werden. Personen mit Klaustrophobie oder einem Schrittmacher sind nicht geeignet für eine Untersuchung mittels MRT.⁹

1.6 Verfahrenswahl in der operativen Versorgung

Um das geeignete Verfahren für den Patienten zu finden, sollten folgende Entscheidungsparameter berücksichtigt werden:

- allgemeines körperliches Risikoprofil
- Lebenserwartung sowie Begleiterkrankungen, die diese beeinflussen
- Gefäßanatomie

- Notwendigkeit einer Langzeitantikoagulation
 - Dringlichkeit der Therapie
 - Langzeitergebnisse des jeweiligen Verfahrens
 - Erfahrung des Behandlers in der Therapieform¹⁸
- a) Bei bestehender präterminaler Niereninsuffizienz und sauerstoffpflichtiger COPD kann kein Verfahren eindeutig empfohlen werden, da beides prognostisch ungünstige Risikofaktoren sind. Jedoch kann aufgrund des geringeren Blutverlusts sowie einer intakt belassenen Bauchdecke und dadurch besserer Atemtechnik die EVAR bei hohem Risikoprofil empfohlen werden.¹⁸
- b) Für eine EVAR sollten die Gefäße möglichst große Diameter haben sowie ohne wesentliches Kinking sein. Mit dem „Anatomic Severity Grading Score“ kann die anatomische Voraussetzung klassifiziert werden. Je niedriger dieser Score ist, desto besser ist das Langzeitüberleben.¹⁸
- c) Bei der Notwendigkeit einer Langzeitantikoagulation muss bedacht werden, dass nach einer EVAR die spätauftretenden Komplikationen rechtzeitig entdeckt werden müssen und ein solcher Patient eine lebenslange Nachsorge einzuhalten hat. Dies ist u.a. von der Compliance des Patienten abhängig.¹⁸
- d) Bei einer Ruptur ist die Dringlichkeit einer Therapie unumstritten. Die symptomatischen AAA sind nach operativer Versorgung mit mehr Komplikationen verbunden und haben eine schlechtere Prognose als die asymptomatischen. Allerdings kann bei einer EVAR, die in Lokalanästhesie erfolgt, das Risiko eines hämodynamischen Schocks verhindert werden, welcher bei OAR bei der Narkose aufgrund der Relaxation nach schmerzbedingter Anspannung und Gegendruck gegen die Expansion des rupturierten Aneurysmas entsteht.¹⁸
- e) Langzeitergebnisse über höhere Mortalität und Morbidität nach OAR und mehr Folgeinterventionen und Komplikationen nach EVAR zeigen eine Überlegenheit der OAR über einen Langzeitverlauf.¹⁸
- f) Die Erfahrung des Operateurs muss auch in der Entscheidungsfindung eine Rolle spielen.¹⁸

1.7 Therapie

Eine operative Therapie kann erwogen oder sollte empfohlen werden, wenn der Querdurchmesser der Aorta zwischen 5 - 5,5cm liegt, da das Rupturrisiko exponentiell

ansteigt. Auch ab einer Wachstumsrate von 0,5cm pro Halbjahr sollte die Operationsindikation überprüft werden.¹⁶

Die Leitlinien der nordamerikanischen Society of Vascular Surgery (SVS) und der European Society of Vascular Surgery (ESVS) empfehlen eine elektive Aneurysma-Behandlung bei Frauen ab AAA \geq 5cm und bei Männern ab AAA \geq 5,5cm.^{19,20}

Die Therapie mittels OP kann einerseits mit einer Rohr- oder Bifurkationsprothese in einem offenen Aortenersatz (OAR) erfolgen oder mit einer Stentprothese in einem endovaskulären Aortenersatz (EVAR).¹⁰

Der operative Ablauf eines **offenen Aortenersatzes (OAR)** soll am Beispiel der Implantation einer Rohrprothese kurz erläutert werden. In der offenen Operation wird die mediane Laparotomie durch die Linea alba vom Xyphoid bis zur Symphyse mit einer Linksumschneidung des Nabels angewandt (siehe Abb. 5). Dies hat den Vorteil, dass alle Bauchorgane relativ einfach zu erreichen sind. Zu den alternativen Zugängen gehört die transversale subkostale Schnittführung links unterhalb des Brustkorbs, der einen guten Zugang zu den juxtarenalen und suprarenalen Abschnitten der Aorta ermöglicht. Der linke retroperitoneale Zugang ermöglicht den Zugang bei proximaler Aneurysma-Erkrankung, entzündlichen Aneurysmen oder in einen Abdominalsitus, bei dem aufgrund von Voroperationen schwere Adhäsionen bestehen könnten.¹⁹

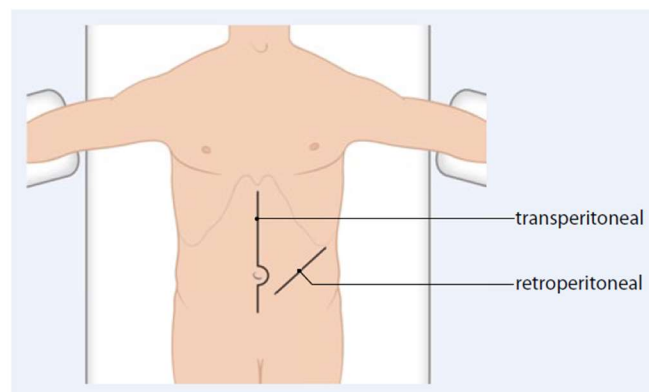


Abb. 5: Lagerung und Zugangswege 21

In Kürze: Das Omentum majus und der Dünndarm werden nach rechts eventriert, sodass die infrarenale Aorta mit Aneurysma zugänglich ist. Die linke Nierenvene wird zur besseren Übersicht komplett freipräpariert. Dann erfolgt die Präparation der Aorta bis auf die Wirbelsäule, was zur Vorbereitung des Aneurysma-Halses auf die sagittale Klemmung dient, die in enger Absprache mit dem Anästhesiologen

durchzuführen ist. Die sagittale Klemmung der Aorta erfolgt unmittelbar unterhalb der Nierenarterienabgänge mit der geraden Aortenklemme (siehe Abb. 6). Die distale Klemmung der Aorta bzw. der Beckenachse wird entweder ebenfalls mithilfe gerader Klemmen oder endoluminal vorgenommen. Das Aneurysma wird durch einen Längsschnitt geöffnet.

Die offene A. mesenterica inferior wird zunächst am Abgang geklemmt. Thrombotisches Material muss entfernt werden und etwaige rückblutende Lumbalarterien werden mit nichtresorbierbarem Nahtmaterial übernäht. Die Aorta wird ca. 5mm distal der Klemme durchtrennt, um die proximale Anastomose herzustellen. Die Inzision des Aneurysma-Sacks wird distal bis kurz vor die Bifurkation T-förmig geführt. Nach Ausmessen einer geeigneten Rohrprothese erfolgt die Durchführung der proximalen End-zu-End-Anastomose mit einem nichtresorbierbaren Faden in fortlaufender Nahttechnik. Die Anastomose wird auf Dichtigkeit getestet und bei Erfolg wird die Aortenklemme gelöst und die Prothese mit einer entsprechenden Prothesenklemme anastomosenah abgeklemmt. Zuvor wird sie mit heparinierter Kochsalzlösung gefüllt. Die distale Anastomose wird ebenfalls mit einem nichtresorbierbaren Faden fortlaufend genäht. Um ggf. thrombembolisches Material zu entfernen, wird vor dem Knüpfen der Naht nacheinander aus der Peripherie und aus der Aorta/Prothese Kochsalzlösung geflutet. Nach Fertigstellen der Naht und mithilfe der Anästhesie-Kollegen kann schrittweise die Freigabe des Blutflusses in die unteren Extremitäten erfolgen. Wenn eine Dichtigkeit an der Anastomose herrscht, erfolgt die Kontrolle des beidseitigen Leistenpulses. Nach abschließender Kontrolle auf Bluttrockenheit und Dichtigkeit aller Anastomosen wird die „Activated Clotting Time“ (ACT) bestimmt. Zur Erreichung des Zielwerts von etwa 100s wird eine Antagonisierung der Heparindosis mithilfe einer Protamingabe vorgenommen. Nach Entfernen aller Tücher und des Retraktors wird der Dünndarm reponiert, das Retroperitoneum verschlossen und der Bauchdeckenverschluss durchgeführt. Die Inspektion der peripheren Perfusion (Fußpulse, Kapillarfüllung) bildet den Abschluss der Operation.²¹

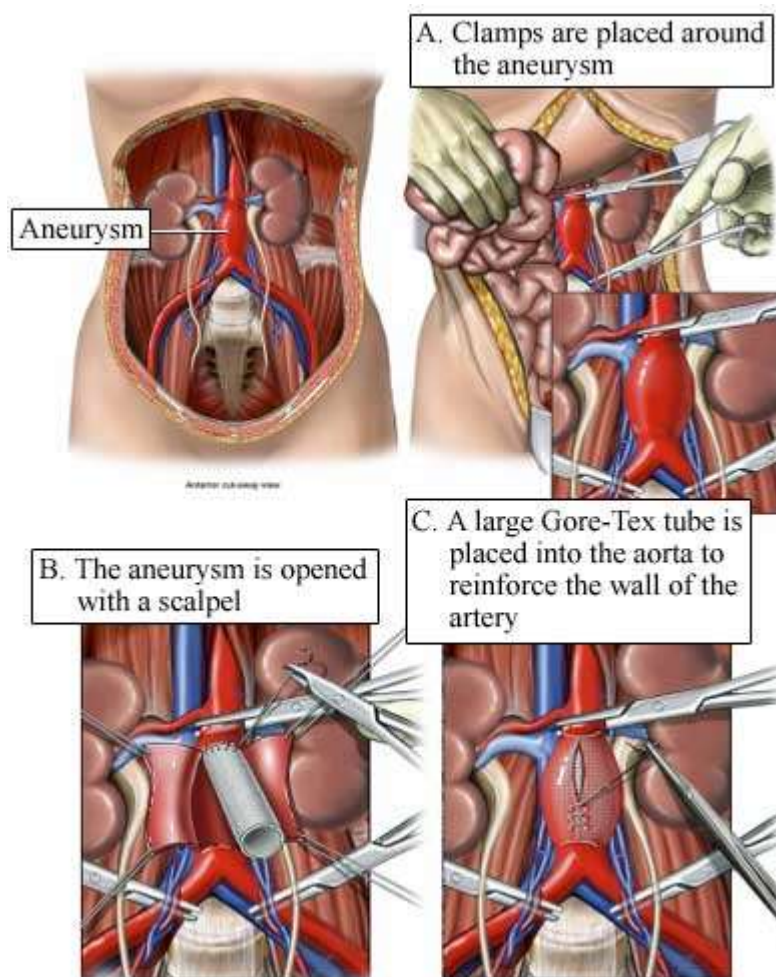


Abb. 6: Darstellung der Prozedur einer offenen OP⁵

Die **EVAR** benötigt eine infrarenale proximale und distale Befestigungsstelle oder Dichtungszone, die in einem nicht-aneurysmatischen Bereich liegt. Die meisten Transplantate benötigen eine proximale Dichtungszone von mindestens 15mm Länge, einen Halsdurchmesser von <32mm und einen infrarenalen Tangentenwinkel von <60Grad. Sollten die Maße außerhalb der gerätespezifischen Anweisungen („Instruction for Use“) liegen, besteht ein erhöhtes Risiko für ein Endoleak Typ IA oder eine Ruptur des Aneurysmas.²⁰

Im Gegensatz zur OAR ist bei der EVAR das Implantat dazu vorgesehen, den Aneurysma-Sack von der Innenseite des Aneurysmas abzudichten, während die Aneurysma-Wand unberührt bleibt. Das Ziel ist daher nicht, das Aneurysma aus dem

⁵ <https://nmal.nucleusmedicalmedia.com/repair-of-abdominal-aortic-aneurysm/view-item?ItemID=4824>
- Aufrufdatum: 01.03.2025

systemischen Kreislauf auszuschließen. Deshalb müssen die Verankerungssegmente sowohl eine ausreichende Abdichtung gewährleisten als auch eine Fixierung. Die meisten Implantate sind daher auf eine gewisse Expansion angewiesen, um die Abdichtung und Fixierung zu gewährleisten. Der Grad der erforderlichen Expansion, der zwischen 10 % und 25 % liegt, variiert je nach Modell. Die meisten Stentgrafts haben mittlerweile ein Design mit zwei oder drei separaten Komponenten einschließlich eines gegabelten Hauptkörpers und ein oder zwei Beckengliedern (siehe Abb. 7).¹⁹

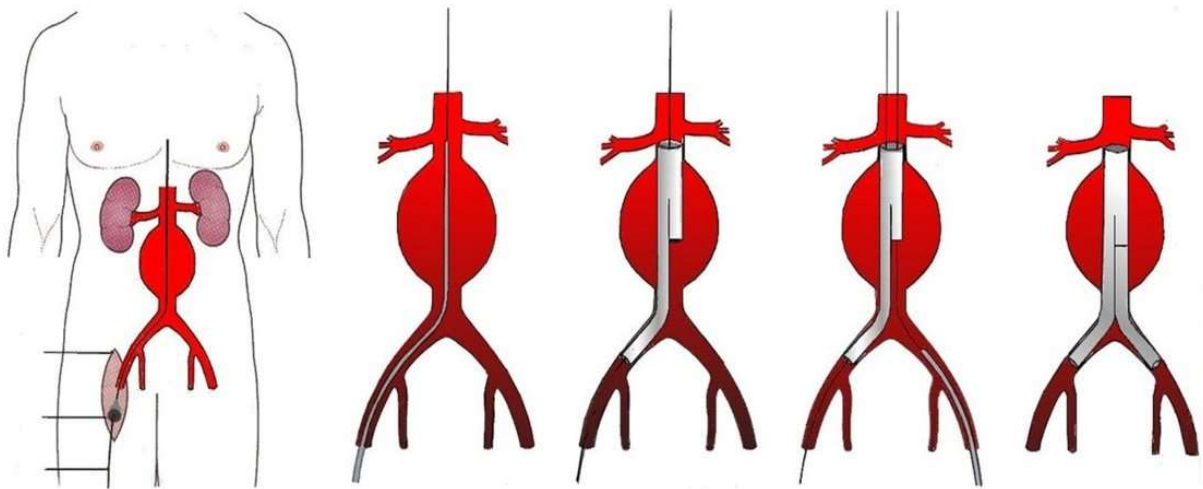


Abb. 7: EVAR bei infrarenalem abdominalem Aortenaneurysma²²

Das hat verschiedene wichtige Vorteile. Zum einen kann man mit einem geringen Bestand an Implantat-Modellen, diese exakt auf die Durchmesser und Längen der Gefäße des einzelnen Patienten zuschneiden. Darüber hinaus ergibt die Überlappung zwischen den Komponenten ein großes Maß an Flexibilität in der Planung. Zusätzliche Funktionen, die für einzelne Typen spezifisch sind, bieten die Möglichkeit, den proximalen Teil des Implantats während des Einsatzes neu zu positionieren. Weiterhin gibt es reine proximale Stents für die suprarenale Fixierung und Haken oder Widerhaken für eine zusätzliche Fixierung.

Stentgrafts werden im Allgemeinen durch die Oberschenkelarterie eingeführt, entweder durch einen chirurgischen Schnitt oder perkutan. Eine chirurgische Freilegung kann mittels eines Längs- oder Querschnitts erfolgen (unter Allgemein-, Regional- oder Lokalanästhesie) und hat den Vorteil der direkten Kontrolle der Arterie und der freien Wahl einer idealen Einstichstelle. Der perkutane Ansatz ist weniger

invasiv und beruht auf arteriellen Verschlusssystemen, die normalerweise zuerst eingeführt werden müssen. Eine Verkalkung der A. femoralis kann einen Grund darstellen, welche zum Scheitern des perkutanen Zuganges führen könnte. Zusätzliche Nierenarterien sind bei 9 % - 16 % der Patienten vorhanden, die sich einer EVAR unterziehen. Mögliche Konsequenzen sind Niereninfarkt mit dem Risiko einer Verschlechterung der Nierenfunktion (insbesondere bei vorbestehender Niereninsuffizienz) und das Risiko eines persistierendes Typ-2-Endoleaks. Daher sprechen aktuelle Studien für die Embolisation der zusätzlichen Nierenarterien, die sich in der proximalen Fixierungszone befinden. Dadurch wird eine gute Abdichtung über den gesamten Aortenhals gewährleistet trotz geringer Einbußen der zusätzlichen Nierenarterien. Es wird jedoch empfohlen große zusätzliche Nierenarterien (≥ 4 mm Durchmesser) zu erhalten, insbesondere bei präoperativer Niereninsuffizienz, oder solche, die als bedeutend angesehen werden (Versorgung von mehr als 1/3 des Nierenparenchyms). Bei Patienten, die nicht für eine OAR geeignet sind, bilden ein fenestriertes (maßgeschneidertes) fEVAR oder chimney-EVAR (chEVAR) eine mögliche Option zum Erhalt der zusätzlichen Nierenarterien.¹⁹

Laut einer randomisierten Studie beträgt die 30-Tage-Letalitätsrate nach einem EVAR-Verfahren lediglich 1,5 % und ist somit signifikant geringer als nach einer OAR mit 4,6 % Letalität.²³ Allerdings zeigen weitere Studien, dass die Langzeit-Überlebensrate bei beiden Verfahren gleiche Ergebnisse liefern.²⁴

1.8 Komplikationen

Eine zentrale Bedeutung bei der Wahl des geeigneten Behandlungsverfahrens spielen die möglichen Komplikationen, die, bezogen auf das individuelle Risiko, auftreten können.²⁵ Hierzu gehören Faktoren wie Narbenbrüche, erektile Dysfunktion oder reduzierte Lebensqualität, die spezifisch nach offenen OPs angeführt werden. Allerdings empfiehlt die Leitlinie bei niedrigem Alter, großem Aneurysma sowie ggf. atopen Nierenarterien bzw. dominanter A. mesenterica inferior die offene Operation.²⁵ Die vier prospektiv randomisierten Studien (EVAR-1, DREAM, ACE-Studie, OVER-Studie) zeigten, dass die 30-Tage-Letalität bei OAR bei 4,2 % lag und bei EVAR lediglich bei 1,4 %. Dieser Vorteil ist jedoch nach 5 Jahren wieder ausgeglichen (OR=0,92; $p=0,4$).²⁵

Bezüglich der erektilen Dysfunktion kann anhand aktueller Daten kein sicherer Vorteil von EVAR oder OAR angegeben werden. Die Narbenhernie kann lediglich nach OAR

aufzutreten, sodass eine präventive Netzverstärkung der Mittellappenlaparotomie in Sublay-Technik empfohlen wird. Bei Aneurysmen $> 6,5\text{cm}$ sollte der OAR bevorzugt werden, da nach EVAR das Überleben der Patienten signifikant schlechter ist. Bezüglich atoper Nierenarterien bzw. dominanter A. mesenterica inferior empfiehlt die Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie und Gefäßmedizin (DGG) eine Reimplantation durch eine offene OP bei einem Durchmesser von $> 3\text{mm}$.

Die Lebensqualität ist innerhalb der ersten 4 Wochen nach OAR deutlich niedriger als bei EVAR. Dies ändert sich jedoch im Langzeitverlauf, sodass die bessere Lebensqualität nach EVAR lediglich für < 1 Jahr gilt. Das Kriterium „unfit for open“ wurde von den ESVS-Guidelines mit $\text{FEV1} < 70\%$ und Serum-Kreatinin ($\mu\text{mol/l}$) $> 1,9\text{mg/ml}$ definiert.²⁵

Die häufigsten Komplikationen nach Eingriffen waren Nierenversagen, die sich in einem Serum-Kreatinin-Anstieg ($\mu\text{mol/l}$) um 30% und einem eGFR-Abfall um 50% zeigten.²⁶

Eine Komplikation, die durch die Prothesen entstehen kann, ist ein Endoleak. Hierbei handelt es sich um eine Undichtigkeit des Transplantats. Dieses kann man in fünf verschiedene Typen unterteilen (vgl. Abb. 8):²⁷

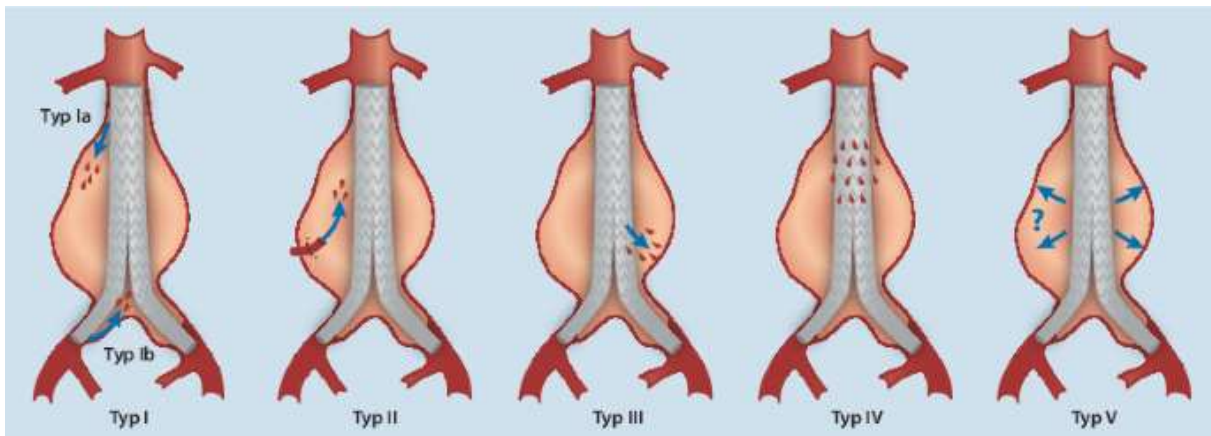


Abb. 8: Arten von Endoleaks²⁸

- Typ I: Unzureichende Fixierung am proximalen (Ia) oder distalen (Ib) Ende des Transplantats an der Gefäßwand, wodurch eine unvollständige Abdichtung entsteht.
- Typ II: Retrograde Füllung des Aneurysma-Sacks aus Zweiggefäßen.
- Typ III: Undichtigkeit durch einen Defekt im Transplantatgewebe oder unzureichende Opposition oder Trennung der modularen Komponenten.

- Typ IV: Durchsickern des Transplantatmaterials.
- Typ V: Endotension. Das Aneurysma-Sack dehnt sich aus, ohne dass Anzeichen einer Undichtigkeit vorliegen.²⁷

Die meisten Re-Interventionen treten nach einem EVAR auf.²⁹ Die Endoleaks der Typen I und III sind versorgungspflichtig, da eine potenzielle Gefahr der Zunahme des Aneurysma-Durchmessers besteht und somit die Gefahr einer Ruptur. Bei Typ Ia und Ib ist eine sofortige Re-Intervention notwendig, da eine insuffiziente Prothesenadaption am proximalen (Typ Ia) oder distalen (Typ Ib) Prothesenende besteht. Bei dieser Konstellation ist Handlungsbedarf geboten, da oftmals weiterhin ein systemischer Blutdruck im Aneurysma-Sack mit konsekutiver Rupturgefahr besteht.³⁰

Bei einem Typ-III-Endoleak liegt bei der Prothese eine Diskonnektion zwischen Fenestrierung/Verzweigung und Verbindungsstentgraft vor. Dies sollte durch die erneute Implantation eines Stentgrafts über die defekte Stelle behandelt werden.³¹

Die Typen II und IV müssen mittels kurzfristiger Kontrollen untersucht und bei Größenzunahmen des Aneurysmas behandelt werden.²⁹ Insbesondere bei einem Typ-II-Endoleak mit wachsendem Aneurysma-Sack, wodurch aufgrund einer Verkürzung des Aneurysma-Halses ein sekundäres Typ-I-Endoleak droht, wird eine Intervention notwendig.³¹

2 Fragestellung und Zielsetzung

Das Ziel der retrospektiven Studie war es, die Operationsverfahren OAR und EVAR bei AAA zu vergleichen mit der Zielsetzung, perioperative Einflussfaktoren zur Wahl des Operationsverfahren zu ermitteln:

1. Gab es signifikante Einflussfaktoren auf das früh- und Langzeit-postoperative Outcome?
2. Können demographische Daten, Aneurysma-bezogene Daten und behandlungsbezogene Daten zur Wahl des Operationsverfahrens herangezogen werden?
3. Unterscheiden sich die Patientenkollektive hinsichtlich der Risikofaktoren oder Morbidität?

3 Material und Methoden

3.1 Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte durch Einsicht in die Patientenakten und durch Extraktion aus dem klinischen Informationssystem CGM MEDICO[®] (Koblenz, Deutschland).

Berücksichtigt wurden folgende Parameter:

Demographische Daten:

- Geschlecht
- Alter bei der Operation

Daten in Bezug auf die Kohorte:

- BMI
- Hausmedikation
- Vorerkrankungen
- präoperatives Labor
- ASA-Score

Aneurysma-bezogene Daten:

- Lage (infrarenal, juxtarenal)
- Durchmesser des Aneurysmas in mm

Behandlungsbezogene Daten:

- OP-Methode
- OP-Datum
- Dauer des operativen Eingriffes
- Nachbeatmung
- Clavien-Dindo-Klassifikation
- Morbidität
 - allgemeine Komplikationsrate
 - spezielle Komplikationsrate
- 30-Tage-Letalität
- präoperative Krankenhausverweildauer
- postoperative Krankenhausverweildauer
- Intensivstationsaufenthalt
- Re-Interventionsmaßnahmen

- verwendete Prothesenart bei Patienten mit endovaskulär versorgtem Aneurysma

3.2 Patientenkollektiv

Im Zeitraum vom 01.01.2006 bis 31.12.2016 wurden insgesamt 324 konsekutive Patienten mit einem nicht-rupturierten AAA im Arbeitsbereich Gefäßchirurgie (Leiter: Prof. Dr. med. Zuhir Halloul) der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und Transplantationschirurgie des Universitätsklinikums Magdeburg behandelt.

Einschlusskriterien waren:

- nicht-rupturiertes, mittels EVAR oder OAR behandeltes AAA
- Dispensaire über die gefäßchirurgische Sprechstunde des Universitätsklinikums

Ausschlusskriterien waren:

- rupturiertes AAA
- Non-compliance des Patienten

3.3 Statistik und Auswertung

Die statistische Analyse erfolgte mit IBM[®] SPSS[®], Version 29.0.2.0 (Copyright 198 2023, SPSS Inc.).

Der Zusammenhang von kategorischen oder nominalen Variablen wurde mit dem exakten Test nach Fisher geprüft. Die Unterschiede zwischen zwei nominalen oder kategorischen Gruppen in Bezug auf ein metrisches Merkmal wurden mit dem *T*-Test oder Wilkoxon-Test statistisch geprüft. Die Auswahl des angewandten Tests hing davon ab, ob die Annahmen des *T*-Tests erfüllt wurden. Die Annahme der Normalverteilung wurde mit dem Shapiro-Wilk-Test geprüft. Mit dem Levene-Test wurden die Annahmen der Homogenität der Varianzen geprüft und die ausreißenden Fälle wurden mit Box-Plot-Methode identifiziert. Der *p*-Wert und die Effektgröße werden hier stets berichtet.

Durch die Analyse der Zeit-zu-Ereignis-Daten wurden die kumulativen Inzidenzkurven nach der Kaplan-Meier-Methode berechnet. Dazu gehörte: Zeit bis zum Ende der OP (OP-Dauer), Zeit bis Entlassung (KH-Aufenthalt), Zeit bis zur Entlassung von Intensivstation (ITS-Aufenthalt), Zeit bis Re-Intervention und Zeit bis zum Tod. Die Ereignis-Kurven wurden zwischen 2 Methoden (offen, endovaskulär) mit dem Log-

Rank-Test verglichen. Wenn die Abhängigkeit von Zeit-zu-Ereignis von einem metrischen Merkmal analysiert wurde, dann wurde die Cox-Regression berechnet und der Likelihood-Ratio-Test angewandt. Dazu gehörte z.B. die Analyse von Sterbeinzidenzen abhängig vom BMI (body mass index).

Der Zusammenhang zwischen zwei metrischen Variablen wurde mit der gewöhnlichen Regression geprüft. Als Schwierigkeiten mit den Annahmen der Regression vorlagen, insbesondere bei den ausreißenden Residuen, wurde die robuste Regression angewandt. Hier wurden die ausreißenden Fälle gewichtet, um ihren starken Einfluss auf die Schätzung zu verhindern. Dazu gehören die Analysen von BMI und BAA.

Die Änderung von Laborwerten wurde mit gemischter Regression geprüft.³² Diese Methode ist adäquat für ein mehrschichtiges Design (Messungen innerhalb der Patienten), wenn fehlende Werte vorhanden sind und wenn die Gruppen (*offen* und *endovaskulär*) nicht gleich sind („unbalanced design“). Hier konnte auch der Effekt vom Alter kontrolliert werden. Somit wurde je ein Modell pro Laborwert angepasst mit *Patienten* als Zufallseffekt („random effect“) und *Behandlung* und *Alter* als fixe Effekte („fixed effects“). Die Signifikanz der Effekte wurde mit ANOVA berechnet. Die paarweisen Vergleiche (*endovaskulär* vs. *offen* zu jedem Zeitpunkt bzw. Änderungen pro Gruppe) wurden mittels *T*-Verteilung und der nach dem gemischten Modell berechneten Kovarianz-Struktur durchgeführt. Die *p*-Werte wurden mit der Tukey-Methode angepasst. Grafisch wurden die Verläufe in einer Interaktionsgrafik gezeigt.³³ Bei der Analyse der EK-Anzahl und KH-Aufenthalt wurde die Poisson-Regression angewandt, denn das ist die Methode zur Modellierung der Anzahl. Eine Gleichung für die Voraussage der EK-Anzahl wurde abgeleitet und der Effekt vom KH-Aufenthalt statistisch geprüft. Zusätzlich wurde Pseudo- R^2 nach McFadden berechnet.

Die angewandten grafischen Darstellungen sind Balken-Diagramme, Box-Plots, kumulative Häufigkeiten und Streudiagramme. Die blauen und gelben Farben wurden für die endovaskuläre Gruppe (blau) und offene Gruppe (gelb) reserviert.

Der *p*-Wert unter 0.05 wurde als Hinweis auf einen statistisch signifikanten Effekt interpretiert. Alle Berechnungen wurden mit **R**, Version 4.4.1, überprüft und dargestellt.

3.4 Ethische Betrachtung

Datengenerierung, Dokumentation und Auswertung wurden entsprechend der Erfordernisse der Datenschutzgesetze der Bundesrepublik Deutschland und des Bundeslandes Sachsen-Anhalt vorgenommen. Die Studie wurde entsprechend den

Vorgaben der “Declaration of Helsinki for Biomedical Research” von 1964 des “Weltärztebundes” und ihrer Revisionen und Novellierungen als auch der Instruktionen des institutionellen Ethikkomitees durchgeführt.

Hinsichtlich des Studienkonzepts ist festzustellen, dass keine (auch keine potenzielle) Gefahr für Studienteilnehmer besteht.

Eine weiterführende Stellungnahme erscheint nicht erforderlich, da lediglich allgemeine Patienten-assoziierte Daten registriert werden unabhängig von (spezifischen Interessen einzelner) Patienten. Es besteht kein unwägbares Risiko oder irgendwelche Nebenwirkungen für die Patienten, wie es möglicherweise im Gebrauch einer Medikation der Fall ist.

Weiterhin wurde das Patienten-assoziierte Datenregister entsprechend den Bestimmungen des deutschen “Landes- und Bundesdatenschutzgesetzes” geführt; daneben wurden die Daten pseudonym erfasst und anonym ohne einen möglichen Rückschluss auf einen individuellen Patienten ausgewertet.

Des Weiteren wurden die Daten einem Monitoring, einer Validierung und Auswertung an einer Einrichtung unterzogen, die Teil eines Universitätsklinikums, einem tertiären Zentrum und einer Medizinischen Fakultät (der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität zu Magdeburg) darstellt; eine der basalen Aufgaben ist es (entsprechend des “Hochschulmedizingesetzes” in Deutschland), klinische Forschung neben der klinischen Patientenversorgung durchzuführen. Nicht zuletzt kann das Anlegen und Führen des oben angegebenen Registers nahe von epidemiologischen Studien eingestuft werden, was kein Votum eines Ethik-Komitees erfordert und den “Allgemeinen Vertragsbedingungen“ eines lokalen Behandlungsvertrages (“Arzt-Patienten-Vertrag“) in seiner aktuellen Version von 2006, Artikel [§] 16, Paragraph [Absatz] 4, entspricht, was ausdrücklich nicht verbietet, anonyme Daten auszuwerten.

Mit allen Patienten wurde im elektiven Setting eine OP-Aufklärung unter adäquater Aufführung der einschlägigen Komplikationsmöglichkeiten unter Einholung der Unterschrift am Vortag vor dem OP-Zeitpunkt vorgenommen und dem Patienten wunschgemäß eine Kopie entsprechend den Vorgaben des Patientenrechtegesetzes zur Verfügung gestellt. Im Notfallsetting wurde entweder mit dem Patienten selbst gesprochen, mit den zu verständigenden Angehörigen hinsichtlich des mutmaßlichen Willens Rücksprache genommen bzw. bei Nichterreichbarkeit entsprechend der

Vorgaben der „Good Clinical Practice“ mit dem befundspezifisch angezeigten Vorgehen verfahren.

4 Ergebnisse

4.1 Patientenkollektiv

Die Patientenklientel umfasste insgesamt 324 Patienten mit einem asymptomatischen oder symptomatischen, infrarenalen AAA, welche elektiv oder dringlich operiert wurden. Die Gruppe der endovaskulär versorgten Patienten (EVAR) mit einem AAA umfasste 207 Patienten und die Gruppe der offen-chirurgisch (OAR) versorgten Patienten 117 Fälle.

Im gesamten Zeitraum von 2006-2016 wurden offene OPs immer seltener angewandt als endovaskuläre OPs (vgl. Abb. 9).

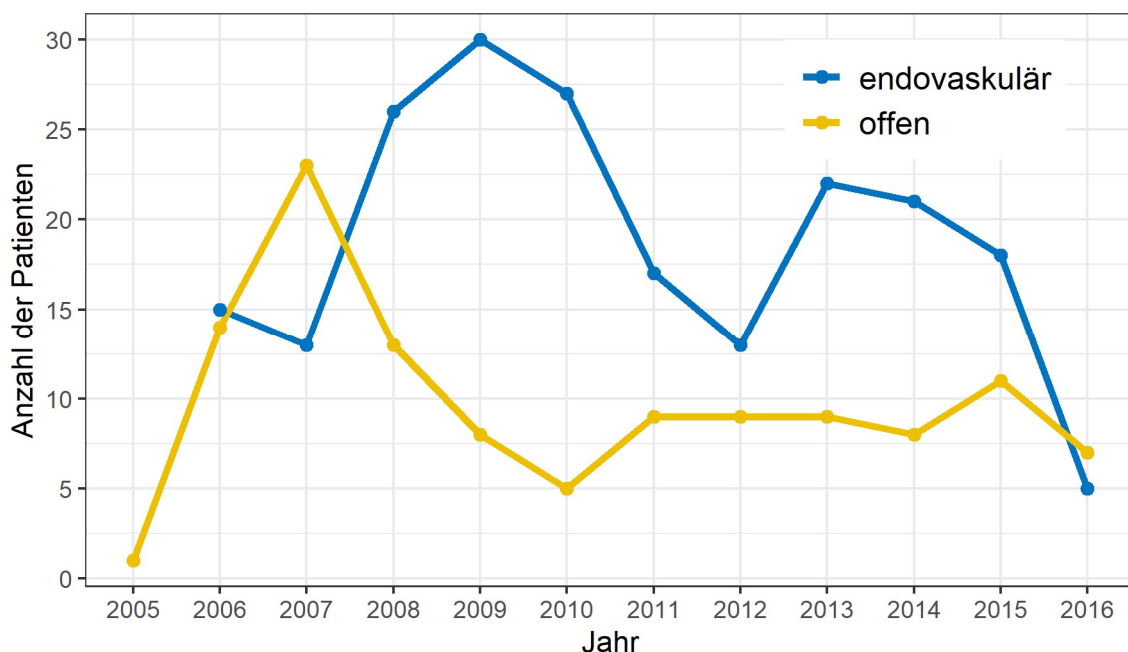


Abb. 9: Trend für OP-Methode

Die Daten im Jahr 2016 reichen bis einschließlich August 2016.

4.1.1 Alter und Geschlecht

Das Alter der Patienten am Tag der Operation lag zwischen 48 und 95 Jahren. Das mittlere Alter betrug 71,13 Jahre. Die Anzahl der über 80-jährigen Patienten lag im gesamten Patientenkollektiv bei $n=41$ (12,6 %), von denen $n=8$ (6,8 %) offen-gefäßchirurgisch und $n=33$ (15,9 %) mit einer endovaskulären Intervention versorgt wurden. Die genaue Altersverteilung ist in Abb. 10 dargestellt. Bei den männlichen

Patienten liegt der Median (Q1; Q3) des Alters bei 72 (66; 77) Jahren und bei den weiblichen Patientinnen bei 76 (70; 80) Jahren mit einem signifikanten Unterschied ($p=0,007$; u -Test nach Mann & Whitney). Männliche Patienten mit einem versorgten AAA sind in dieser Kohorte somit 4 Jahre jünger am OP-Tag als weibliche Patienten. Das Geschlechterverhältnis aller operierten Patienten betrug 293 Männer zu 31 Frauen (9,45 : 1).

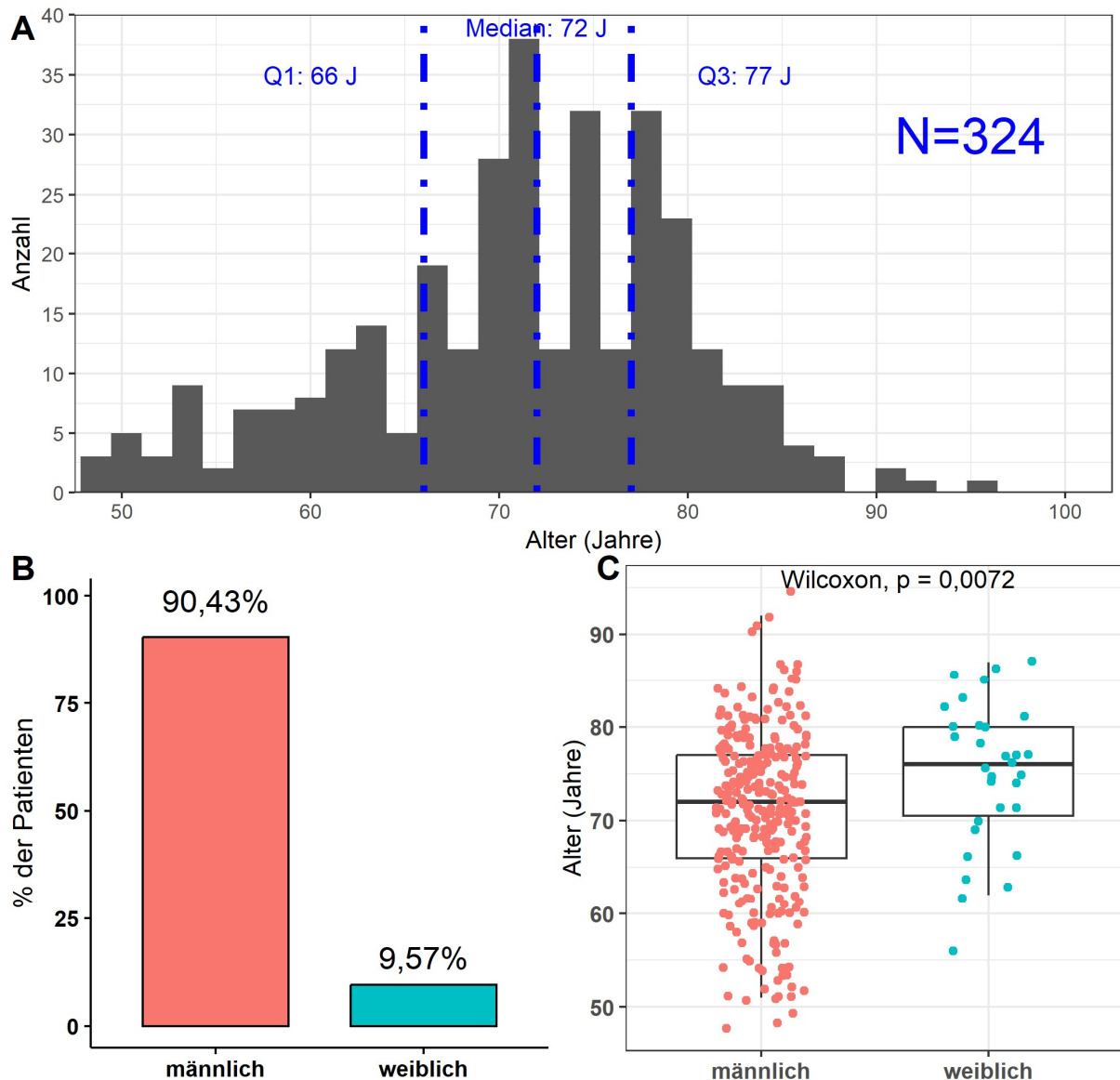


Abb. 10: Verteilung der Patienten: A) nach Anzahl in Abhängigkeit vom Alter; B) prozentual nach Geschlecht; C) nach Alter am OP-Tag, getrennt in Geschlechter

Abb. 11 unterteilt das Geschlecht und das Alter der Patienten nach offener und endovaskulärer OP-Methode. In der EVAR-Gruppe befinden sich 7,73 % Frauen (95

% KI: 4,5 - 12,2 %) und in der OAR-Gruppe 12,8 % Frauen (95 % KI: 7,3 - 20,3 %) ohne signifikanten Unterschied ($p=0,168$). Das mediane Alter (Q1; Q3) in der endovaskulären Gruppe betrug 72 (67; 78) Jahre und in der offenen, gefäßchirurgisch versorgten Gruppe 71 (66; 76) Jahre und unterschied sich damit nur tendenziell ($p=0,097$).

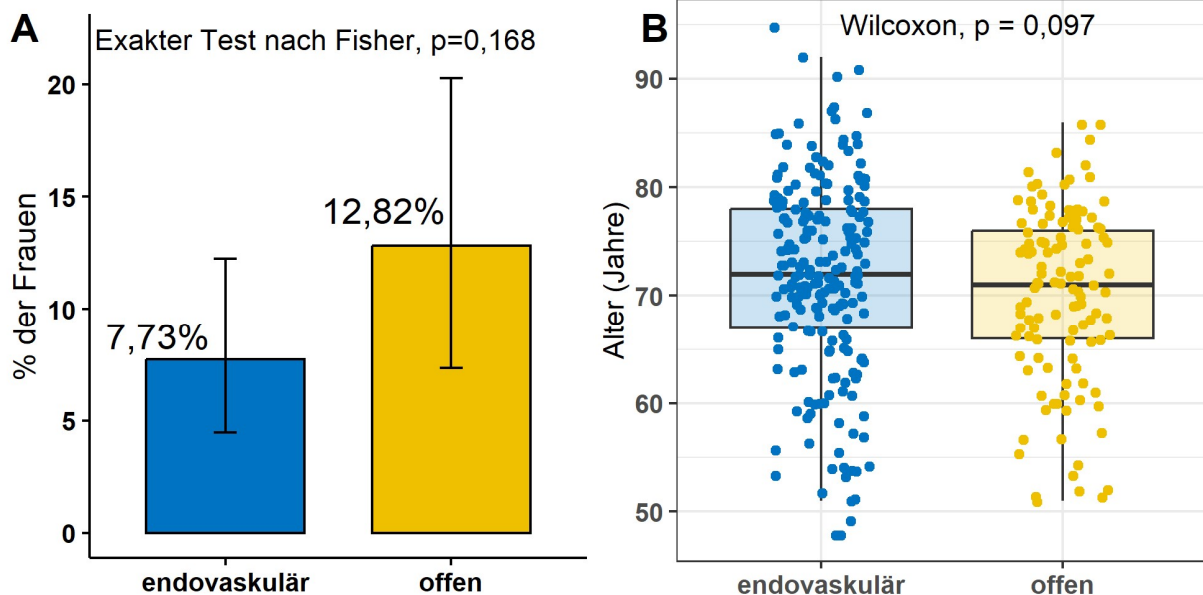


Abb. 11: A) Säulendiagramm mit Anteil der Frauen pro Gruppe. Whiskers stellen die 95 % Konfidenzintervalle dar. B) Box-Plot. Die Box repräsentiert den Interquartilsabstand (IQR), d. h. den Mittelbereich der Daten, und wird von den ersten (Q1) und dritten Quartilen (Q3) begrenzt. Die Linie, die die Box teilt, repräsentiert den Median (Q2). Die Punkte stellen die individuellen Patienten dar.

4.1.2 Risikofaktoren und Begleiterkrankungen

Die nachfolgende Tabelle Tab. 2 zeigt die Patientencharakteristik anhand von Risikofaktoren und Begleiterkrankungen in der EVAR-Gruppe und der OAR-Gruppe.

Tab. 2: Einfluss diverser Variablen (Signifikanzniveaus), bezogen auf die OP-Methode

	endovaskulär ($n=207$)	offen ($n=117$)	total ($n=324$)	Teststatistik
Alter [Jahre]				$p=0,097$; $r=-0,092a$
<i>n</i> fehlend	0	0	0	
range	48 - 95	51 - 86	48 - 95	
Mittelwert (SA)	72 (9)	70 (8)	71 (9)	
Median (Q1,Q3)	72 (67; 78)	71 (66; 76)	72 (66; 77)	
Gewicht [kg]				$p=0,134$; $r=-0,083a$

	endovaskulär (n=207)	offen (n=117)	total (n=324)	Teststatistik
<i>n</i> fehlend	0	0	0	
range	40 - 128	52 - 143	40 - 143	
Mittelwert (SA)	84 (16)	82 (15)	83 (16)	
Median (Q1,Q3)	83 (75; 92)	80 (72; 90)	81 (73; 92)	
BMI [kg/m²]				<i>p</i> =0,512; <i>r</i> =-0,036a
<i>n</i> fehlend	0	0	0	
range	15,2 - 38,9	18,3 - 41,3	15,2 - 41,3	
Mittelwert (SA)	27,2 (4,1)	27,1 (4,1)	27,2 (4,1)	
Median (Q1,Q3)	26,9 (24,4; 30,1)	26,5 (24,4; 29,4)	26,9 (24,4; 29,7)	
Nikotin jemals	149 (72 %)	87 (74 %)	236 (73 %)	<i>p</i> =0,697; OR=1,1b
Nikotin aktuell				<i>p</i> =0,615; OR=1,2b
<i>n</i> fehlend	1	1	2	
nein	145 (70 %)	78 (67 %)	223 (69 %)	
ja	61 (30 %)	38 (33 %)	99 (31 %)	
Hypertonie	190 (92 %)	111 (95 %)	301 (93 %)	<i>p</i> =0,371; OR=1,7b
Diabetes				<i>p</i> =0,091; OR=0,6b
<i>n</i> fehlend	1	1	2	
Nein	143 (69 %)	91 (78 %)	234 (73 %)	
Ja	63 (31 %)	25 (22 %)	88 (27 %)	
COPD				<i>p</i> =0,543; OR=0,8b
<i>n</i> fehlend	1	0	1	
nein	168 (82 %)	99 (85 %)	267 (83 %)	
ja	38 (18 %)	18 (15 %)	56 (17 %)	
KHK				<i>p</i> =0,486; OR=1,2b
<i>n</i> fehlend	1	1	2	
nein	109 (53 %)	56 (48 %)	165 (51 %)	
ja	97 (47 %)	60 (52 %)	157 (49 %)	
Hyperlipidämie	178 (86 %)	99 (85 %)	277 (85 %)	<i>p</i> =0,745; OR=0,9b
Niereninsuffizienz				<i>p</i> =0,113; OR=1,5b
<i>n</i> fehlend	3	4	7	
Nein	155 (76 %)	76 (67 %)	231 (73 %)	
Ja	49 (24 %)	37 (33 %)	86 (27 %)	
Herzinsuffizienz	3 (1 %)	2 (2 %)	5 (2 %)	<i>p</i> =1,000; OR=1,2b
AAA				<i>p</i> =0,002, <i>r</i> =-0,175a
<i>n</i> fehlend	2	5	7	
range	25,0 - 95,5	29,4 - 121,6	25,0 - 121,6	
Mittelwert (SA)	51,0 (13,0)	56,8 (16,6)	53,1 (14,6)	
Median (Q1,Q3)	49,0 (42,5; 57,7)	54,2 (46,0; 62,4)	50,6 (43,5; 60,0)	

	endovaskulär (n=207)	offen (n=117)	total (n=324)	Teststatistik
Op-Dauer				$p < 0,001$; $r = -0,600a$
<i>n</i> fehlend	0	0	0	
range	54 - 405	100 - 410	54 - 410	
Mittelwert (SA)	124 (49)	195 (61)	149 (64)	
Median (Q1,Q3)	110 (93; 140)	185 (152; 225)	134 (104; 180)	
KH-Aufenthalt post-Op				$p < 0,001$; $r = -0,668a$
<i>n</i> fehlend	0	0	0	
range	abr-76	3 - 142	3 - 142	
Mittelwert (SA)	10 (7)	21 (21)	14 (15)	
Median (Q1,Q3)	8 (7; 10)	14 (13; 19)	10 (7; 13)	
KH-Aufenthalt insgesamt				$p < 0,001$; $r = -0,677a$
<i>n</i> fehlend	0	0	0	
range	Abr-77	5 - 148	4 - 148	
Mittelwert (SA)	11 (8)	23 (21)	15 (15)	
Median (Q1,Q3)	9 (8; 12)	17 (14; 22)	12 (8; 16)	
ITS-Aufenthalt				$p < 0,001$; $r = -0,580a$
<i>n</i> fehlend	2	2	4	
range	0 - 11	feb-93	0 - 93	
Mittelwert (SA)	2 (1)	6 (12)	4 (8)	
Median (Q1,Q3)	2 (2; 2)	3 (2; 5)	2 (2; 3)	

a *u*-Test nach Mann & Whitney: $p = p$ -Wert, $r =$ Effektgröße

b Exakter Test nach Fischer: $p = p$ -Wert, OR=Odds Ratio

KH: Krankenhaus

Es wurden 7 Erkrankungen erfasst, die als Risikofaktoren für die Entstehung eines Aortenaneurysmas gelten: Hypertonie, Diabetes mellitus, COPD, KHK, Hyperlipidämie, Niereninsuffizienz und Herzinsuffizienz.

Da auch der Nikotinabusus als Risikofaktor gilt, wurde dieser Aspekt mit in den Vergleich der Komorbiditäten aufgenommen und in die Kategorien „Nikotin jemals“ und „Nikotin aktuell“ unterteilt.

Anhand von Abb. 12 ist ersichtlich, dass 31 % aller endovaskulären Patienten einen Diabetes mellitus hatten und 18 % aller endovaskulären Patienten eine COPD. Lediglich 2 % aller offen-gefäßchirurgisch operierten Patienten wiesen eine Herzinsuffizienz auf. Die Niereninsuffizienz war bei offen operierten Patienten mit 27 % vertreten.

Es waren lediglich 31 % aller offen operierten Patienten zum Zeitpunkt der Behandlung „aktuell“ Raucher. 73 % der offen operierten Patienten waren „jemals“ Raucher.

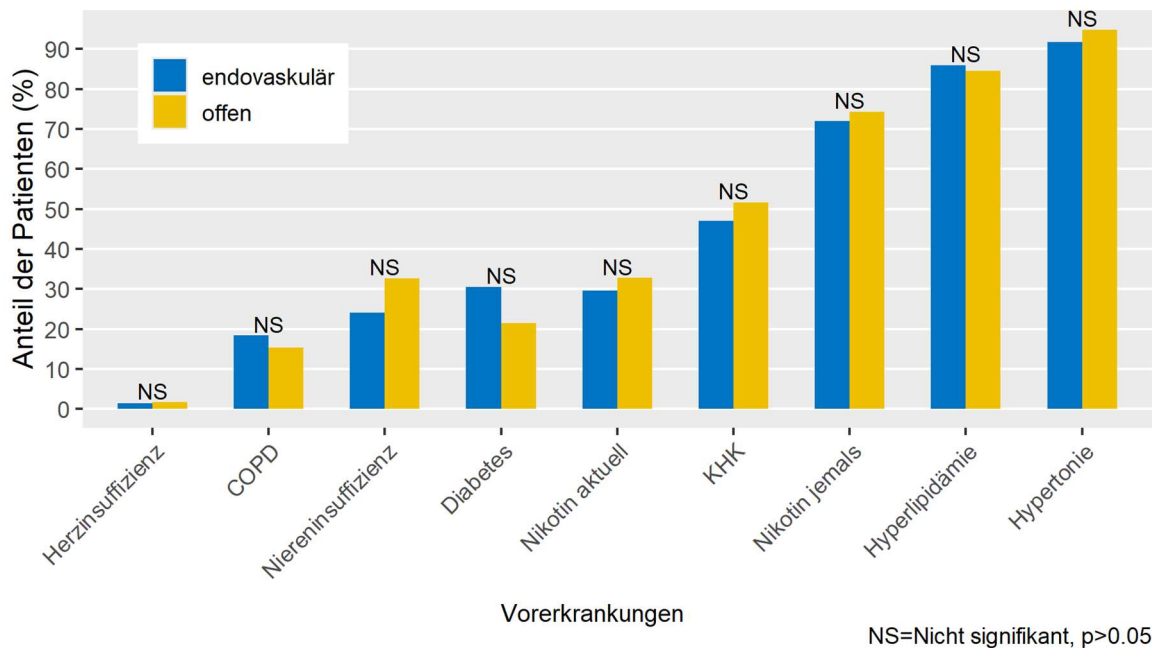
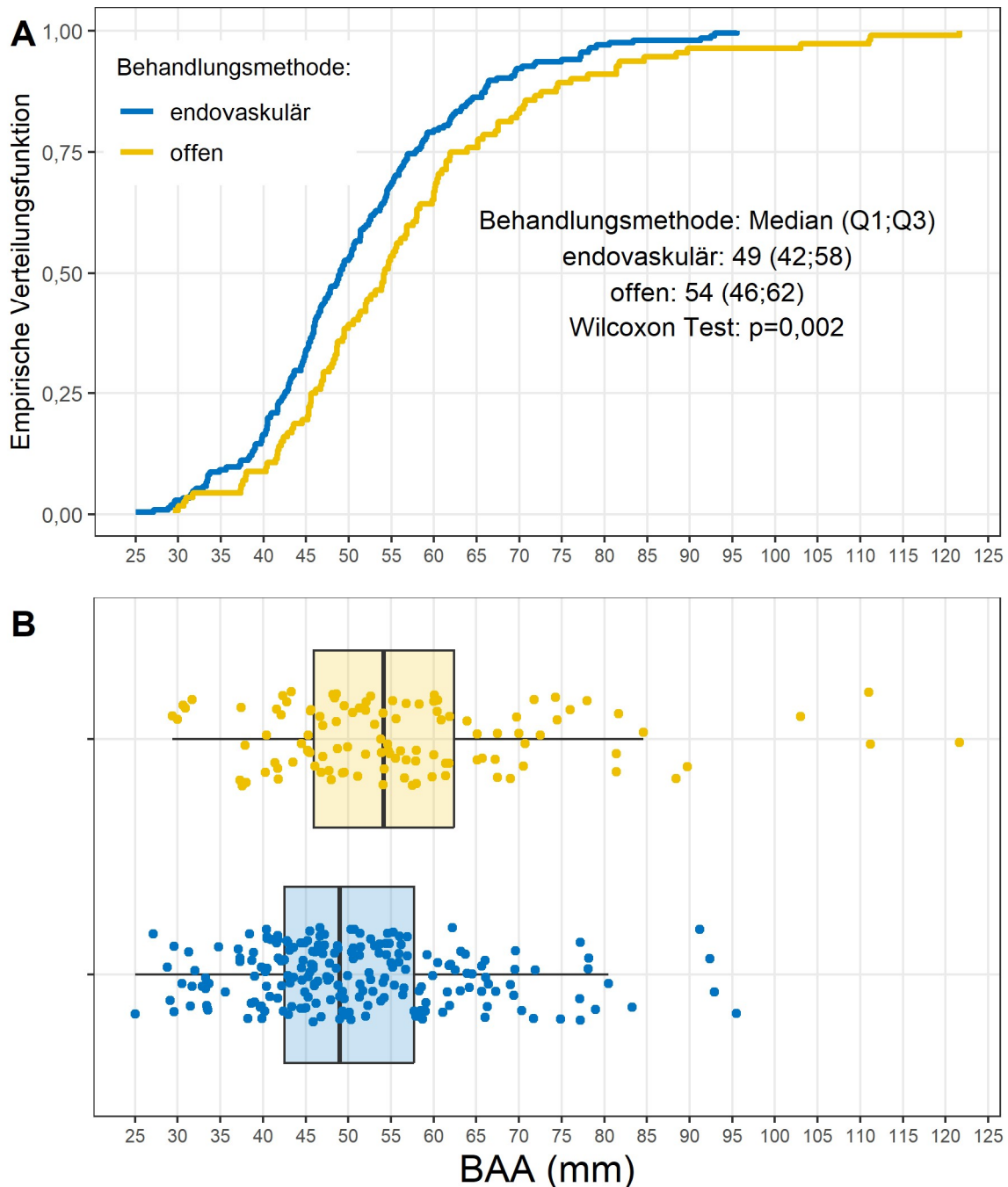


Abb. 12: Spektrum und Häufigkeiten von Komorbiditäten der eingeschlossenen AAA-Patienten

Die Hypertonie ist in beiden Gruppen am häufigsten vertreten, gefolgt von der Hyperlipidämie. Beide Vorerkrankungen werden als Risikofaktor zur Bildung eines Aneurysmas aufgeführt.

Auffallend ist zudem, dass es zwischen den Gruppen OAR und EVAR keine statistisch signifikanten Unterschiede gibt und damit die untersuchten Nebenerkrankungen und Risikofaktoren in beiden Kohorten gleich häufig auftreten. Es erfolgte ein Vergleich auf signifikante Unterschiede von zwei unabhängigen Stichproben anhand der Ränge der abhängigen Variable (in diesem Fall maximaler Querdurchmesser des BAA).



**Abb. 13: Abtragung der OP-Dauer in Stunden in Relation zu maximalem AAA-Querdurchmesser:
 A) Summation der individuellen Fälle; B) Boxplot**

Bei $n=317$ Patienten wurde ein AAA ermittelt. Wie Abb. 13 zeigt, betrug der Median-AAA-Querdurchmesser maximal in der endovaskulären Gruppe 49 (42; 58) mm und in der offenen Gruppe 54 (46; 62) mm mit einem signifikanten Unterschied (Wilcoxon-Test; $p=0,002$). Die Alternativhypothese wird bestätigt, die aussagt, dass es einen Unterschied gibt zwischen der Anwendung der OP-Methode in Bezug auf den

maximalen BAA-Querdurchmesser. Der maximale Querdurchmesser des Aneurysmas spielt somit eine entscheidende Rolle bei der Auswahl der OP-Methode.

Die Effektstärke der Signifikanz nach Cohen wird mit $r=0,175$ als mittlere Stärke eingeteilt.

Abb. 14 zeigt, dass die meisten OPs bis zu 2 Stunden dauerten, gefolgt von den Operationen bis zu 3 Stunden und jenen bis zu 4 Stunden. Die Anzahl der OPs, die lediglich bis zu 1 Stunde dauerten, betrug lediglich 3 Patienten.

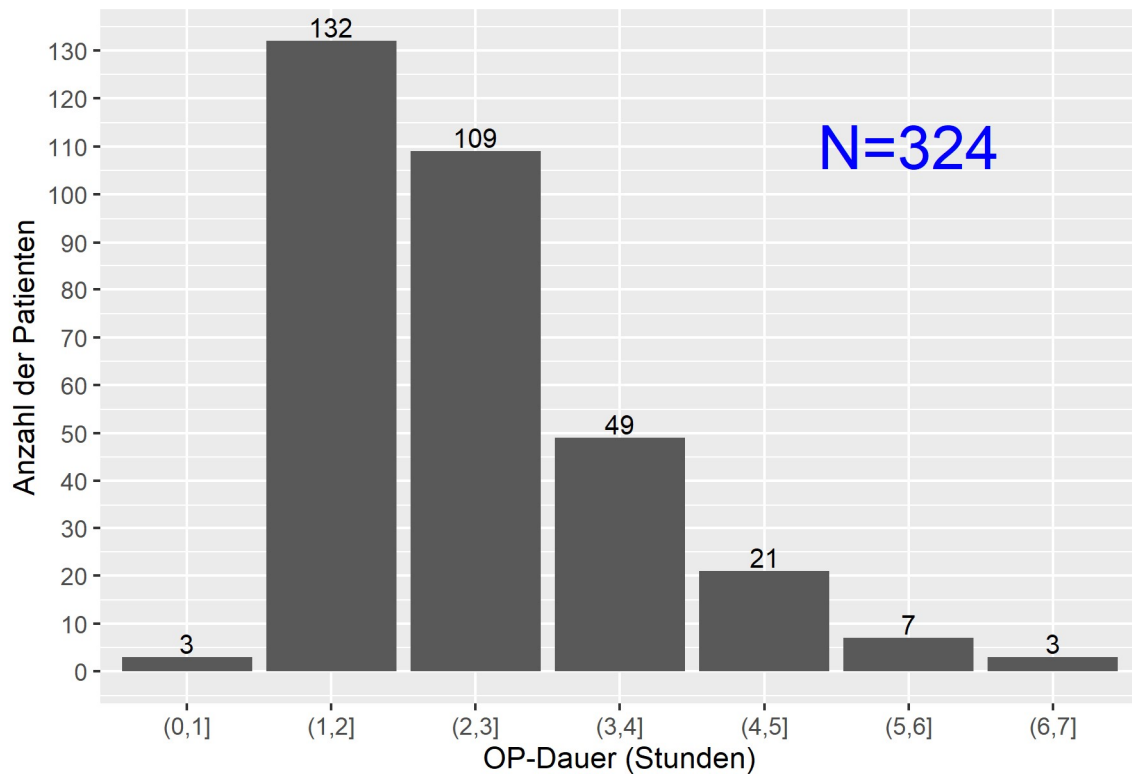


Abb. 14: Anzahl der Patienten [n], unterteilt nach OP-Dauer in Stunden

Das unten dargestellte Diagramm in Abb. 15 zeigt die kumulativen Häufigkeiten, geschätzt mit der Cox-Regression zum 1. Quartil, Median und zum 3. Quartil des maximalen AAA-Querdurchmessers. Der Effekt von AAA-Querdurchmesser maximal war signifikant ($p=0.001$). Je größer der Querdurchmesser war, desto länger dauerte die OP. Die mediane OP-Dauer am 1. Quartil betrug 2,1 Stunden, am Median 2,2 Stunden und am 3. Quartil 2,3 Stunden.

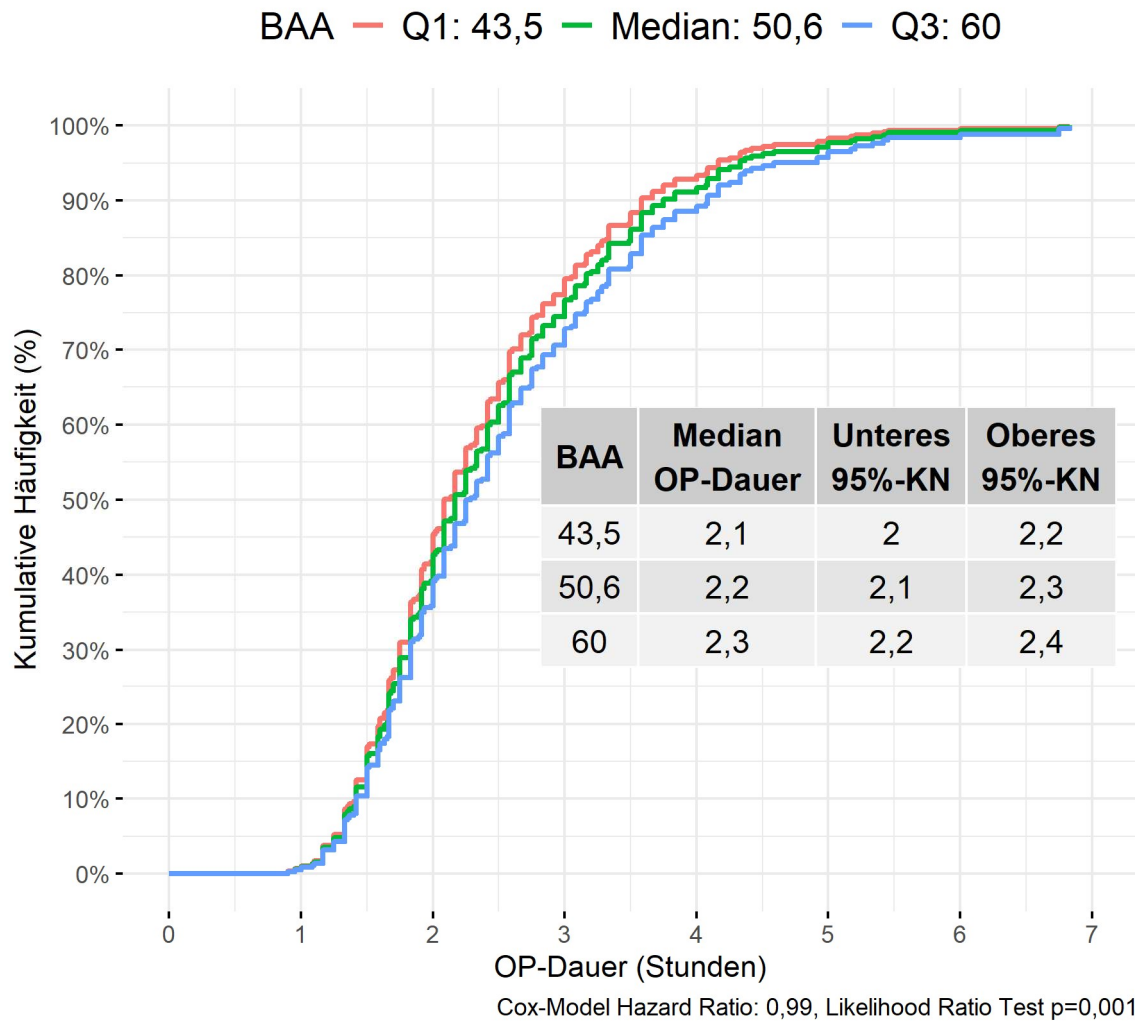


Abb. 15: Kumulative Häufigkeit nach OP-Dauer

Es gibt keine Korrelation zwischen „body mass index“ (BMI) und BAA - Querdurchmesser maximal. Die Nullhypothese wird angenommen, da das Signifikanzniveau mit $p=0,062$ größer als $p=0,05$ ist (vgl. Abb. 16).

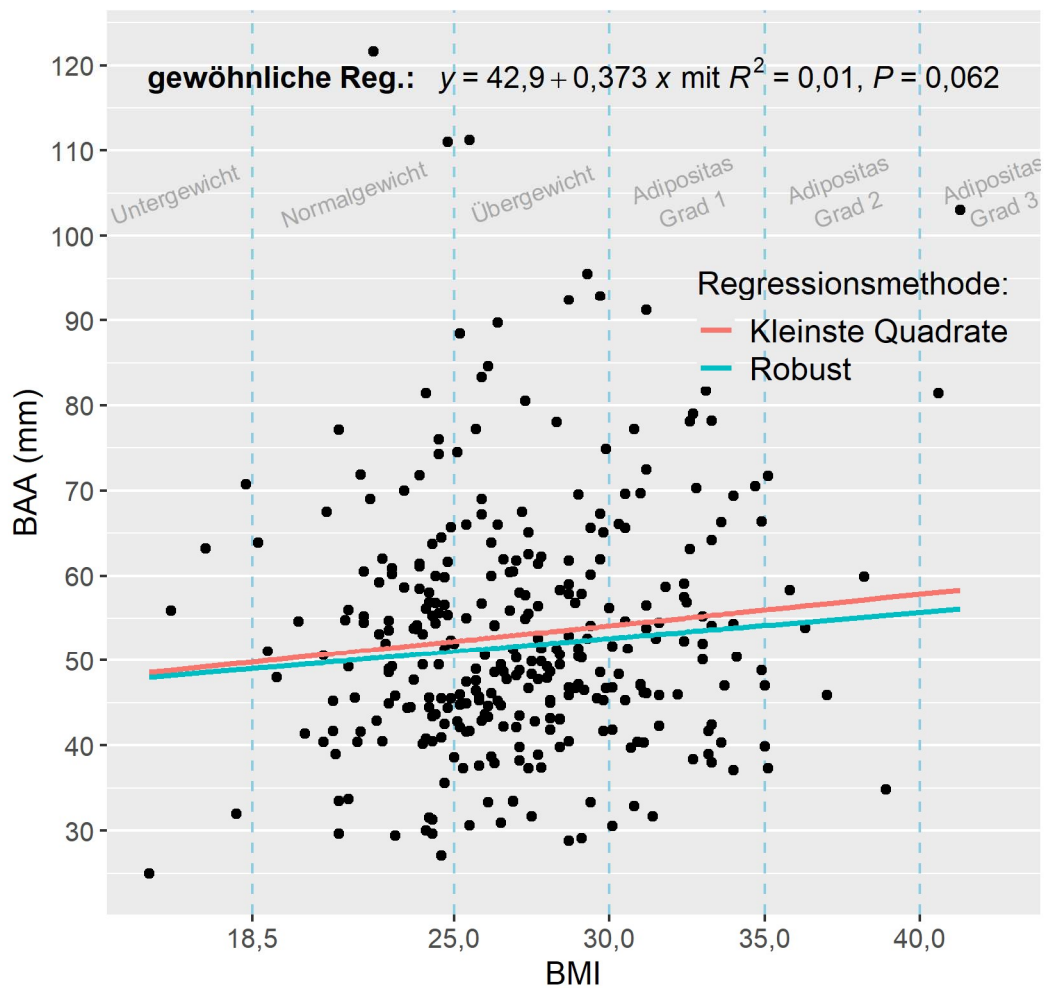


Abb. 16: BAA in mm, verteilt auf BMI

4.1.3 BMI

Da der BMI einen Einfluss auf die Wahl des OP-Verfahrens haben könnte, soll der Einfluss des BMI hier im Einzelnen betrachtet werden.

Der BMI berechnet sich aus folgender Formel:

$$BMI = \frac{\text{Körpergewicht in kg}}{(\text{Körpergröße in m})^2}$$

Gleichung 2: BMI-Berechnungsformel

Die Werte für den BMI wurden in SPSS als Variablen in BMI-Klassen umkodiert, sodass nicht die einzelnen Werte dargestellt werden, sondern Bereiche. Diese Bereiche werden von der WHO, wie in Tab. 3 dargestellt, eingeteilt:

Tab. 3: BMI-Einteilung der WHO

BMI	Ernährungszustand
Unter 18,5	Untergewicht
18,5–24,9	Normalgewicht
25,0–29,9	Prä-Adipositas
30,0–34,9	Adipositas-Klasse I
35,0–39,9	Adipositas-Klasse II
Über 40	Adipositas-Klasse III

Auf Basis der WHO-Einteilung erfolgte die prozentuale Ermittlung der unten dargestellten BMI-Klassen. Von insgesamt $n=324$ waren 31,5 % im Normalbereich, aber 44,1 % übergewichtig. Der Prozentsatz der Patienten mit einer Adipositas lag bei 23,5 %. Das in Abb. 17 dargestellte Diagramm illustriert die Verteilung:

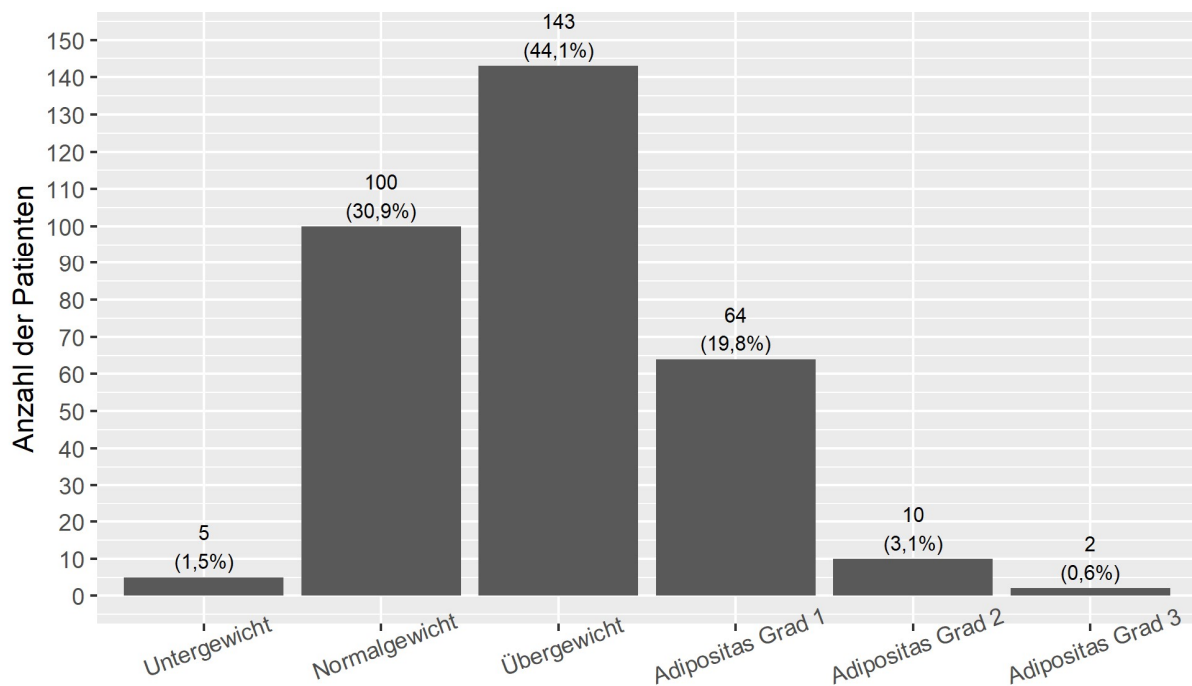


Abb. 17: Säulendiagramm zur prozentualen Verteilung der BMI-Klassen

Die Frage, ob ein Zusammenhang zwischen OP-Methode und BMI existiert, beantwortet Abb. 18. Sie verdeutlicht, dass es weder einen signifikanten Zusammenhang zwischen BMI-Klassen und OP-Methode gab ($p=0,218$) noch zwischen ungruppiertem BMI und OP-Methode. Der Median-BMI lag in der

endovaskulären Gruppe bei 26,9 (24,45; 30,05) kg/m² und in der offenen Gruppe bei 26,5 (24,4; 29,4) kg/m² ($p=0,512$).

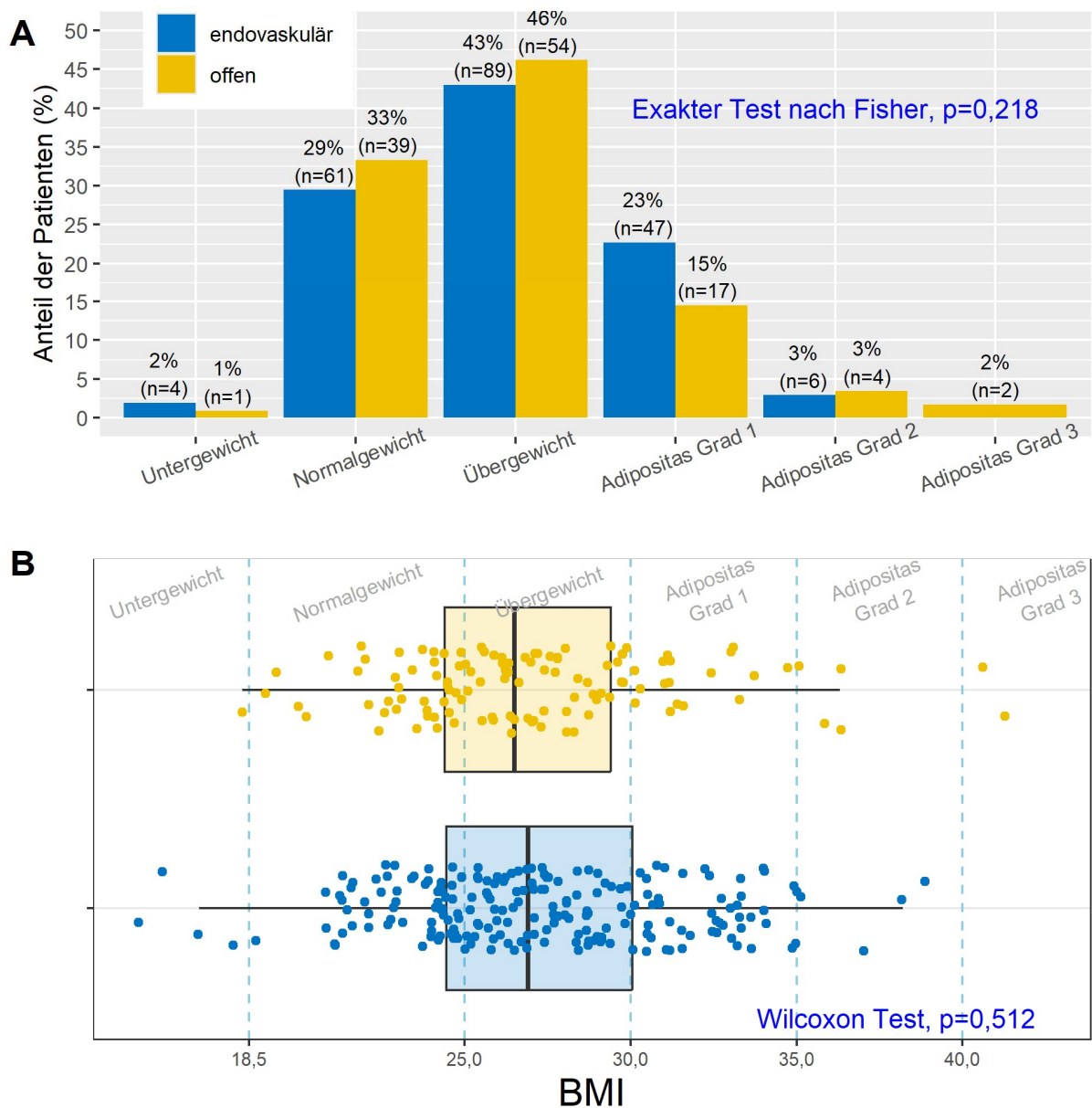


Abb. 18: Häufigkeit der gegenübergestellten OP-Methoden zu BMI-Klassen:
A) Säulendiagramme; B) Boxplot

4.1.4 Hausmedikation

Die Medikamente, die die Patienten regelmäßig einnahmen, wurden aus den Arztbriefen für jeden Patienten einzeln erfasst und in Medikamentengruppen eingeteilt. Hierdurch sind insgesamt 51 Medikamentengruppen entstanden.

Im Folgenden werden die Mehrfachantworten zu Medikamenten analysiert. Bei Mehrfachantworten nimmt ein Patient mehrere Medikamente ein. In der Analyse gibt

es zu jedem Patienten somit eine mehrfache Zuweisung von verschiedenen Medikamenten. Bei einer Begrenzung durch eine maximale Anzahl von Medikamenten würde eine kategorische Set-Variable auszuwählen sein. In dieser Analyse gibt es keine Begrenzung, sodass mit dichotomen Set-Variablen gearbeitet wird. Dies impliziert, dass für jede Medikamentengruppe eine separate Spalte existiert, die entweder 0 oder 1 enthält, welche ausdrückt, ob ein Medikament aus dieser Gruppe eingenommen wird oder nicht (0=nicht eingenommen, 1=eingenommen).

Um eine bessere Überschaubarkeit zu erzielen, wurden von diesen Gruppen lediglich diejenigen ausgewählt und weiter analysiert, die von 10 % der Patienten eingenommen wurden. Bei einer Gesamtanzahl von $n=324$ Patienten, veranschaulichen insgesamt $n=32$ Patienten die ca. 10%-Marke. Die Gruppen Metformin und Falithrom/Marcumar wurden zusätzlich als häufigste Medikamentengruppen deklariert, weil in dieser Studie in statistischen Analysen die Diabetiker berücksichtigt wurden und hier ein direkter Zusammenhang zu dem Medikament Metformin besteht. Die Gruppe Falithrom/Marcumar ist zusätzlich hinzugefügt, da es 9,56 % aller Patienten einnehmen.

Somit präsentieren 14 Medikamentengruppen die am häufigsten verwendeten Hausmedikamente der Patienten mit AAA.

Von $n=324$ Patienten waren insgesamt $n=305$ Patienten (94,1 %) tatsächlich medikamentenpflichtig und lediglich $n=19$ Patienten, die keine Medikamente einnahmen.

Tab. 4: Häufigste Medikamentengruppe nach OP-Methode

Gruppe	endovaskulär (n=207)	offen (n=117)	total (n=324)	Teststatistik*
Metformin	20 (9,7 %)	8 (6,8 %)	28 (8,6 %)	$p=0,734$; OR=0,7
Falithrom/ Marcumar	21 (10,1 %)	10 (8,5 %)	31 (9,6 %)	$p=0,911$; OR=0,8
Nitrate	28 (13,5 %)	7 (6,0 %)	35 (10,8 %)	$p=0,519$; OR=0,4
NSAR	22 (10,6 %)	14 (12,0 %)	36 (11,1 %)	$p=0,911$; OR=1,1
HCT	34 (16,4 %)	13 (11,1 %)	47 (14,5 %)	$p=0,734$; OR=0,6
Allopurinol	25 (12,1 %)	23 (19,7 %)	48 (14,8 %)	$p=0,519$; OR=1,8
AT2-Rezeptor- Antagonisten	47 (22,7 %)	29 (24,8 %)	76 (23,5 %)	$p=0,911$; OR=1,1
Schleifendiuretika	49 (23,7 %)	37 (31,6 %)	86 (26,5 %)	$p=0,697$; OR=1,5
ACE-Hemmer	89 (43,0 %)	49 (41,9 %)	138 (42,6 %)	$p=1,000$; OR=1,0
Statine	89 (43,0 %)	57 (48,7 %)	146 (45,1 %)	$p=0,734$; OR=1,3
Betablocker	106 (51,2 %)	60 (51,3 %)	166 (51,2 %)	$p=1,000$; OR=1,0
PPI	125 (60,4 %)	65 (55,6 %)	190 (58,6 %)	$p=0,734$; OR=0,8
ASS	162 (78,3 %)	85 (72,6 %)	247 (76,2 %)	$p=0,734$; OR=0,7
gesamt	186 (89,9 %)	106 (90,6 %)	292 (90,1 %)	$p=1,000$; OR=1,1
* Exakter Test nach Fischer: $p=p$ -Wert, angepasst für multiples Testen; OR=Odds Ratio				

NSAR: Nichtsteroidale Antirheumatika

HCT: Hydrochlorothiazid

ACE: Angiotensin-Converting-Enzyme

PPI: Protonenpumpeninhibitor

ASS: Azetylsalicylsäure

In Tabelle Tab. 4 sind die 14 häufigsten Medikamentengruppen aufgelistet. Von $n=324$ Patienten insgesamt nahmen 247 Patienten Acetylsalicylsäure (ASS) ein.

Bei $n=146$ Patienten ist eine Statineinnahme bekannt aufgrund einer Hyperlipidämie bzw. Hypercholesterinämie.

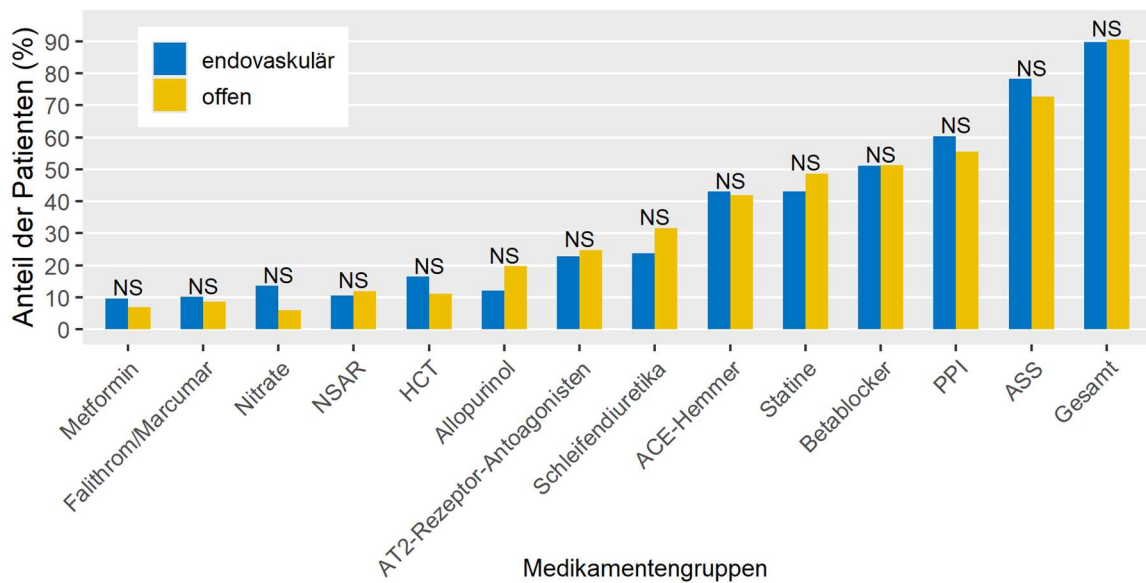
NS=Nicht signifikant, $p > 0.05$

Abb. 19: Häufigste Medikamentengruppen (NS: nicht signifikant unterschiedlich)

Die Darstellung in Abb. 19 über die eingenommenen Medikamente veranschaulicht sehr deutlich, dass Patienten mit einem AAA zum Teil in über 75 % der Fälle an einer Risikoerkrankung für Aortenaneurysmen litten.

4.1.5 Laborwerte

Es wurde überprüft, ob sich die Laborwerte Hämoglobin (mmol/l), Leukozytenzahl (Gpt/l), Thrombozytenzahl (Gpt/l), Kreatinin ($\mu\text{mol/l}$), INR, Quick (%), PTT (s) und Myoglobin ($\mu\text{g/l}$) in Folge der OP-Methode (offen oder endovaskulär) über 3 bzw. 4 Messungen ändern und gleichzeitig, ob diese für das Alter am OP-Tag als Kontrollvariable homogen bleiben. Aufgrund der vielschichtigen Datenstruktur (Messungen innerhalb der Patienten), die gleichzeitig auch fehlende Werte im Zeitverlauf aufweist, wird die gemischte Regression mit *Patienten* als Zufallseffekt („random effect“ auf Englisch) und *Zeit*, *OP-Methode* und *Alter* sowie ihre Interaktionen als fixe Effekte („fixed effects“ auf Englisch) genutzt. Die Schätzung wird mit der Maximum-Likelihood-Methode berechnet und die Haupteffekte mit dem ANOVA-Verfahren auf Signifikanz geprüft. Die paarweisen Vergleiche der Randmittel werden mittels *T*-Verteilung auf Signifikanz geprüft und die *p*-Werte mit der Tukey-Methode angepasst. Die Signifikanz $p \geq 0,05$ des ANOVA-Testes, sagt aus, dass die Nullhypothese angenommen wird. Es gibt keine Unterschiede bzgl. des Effektes der unabhängigen Variable.

Folgende Messzeitpunkte wurden für die Laborwerte Leukozytenzahl (Gpt/l), Thrombozytenzahl (Gpt/l), Quick (%), INR, PTT (s), Kreatinin ($\mu\text{mol/l}$) und Hämoglobin (mmol/l) festgelegt:

Prä = 1 Tag präoperativ

Post0 = postoperativ (selber Tag)

Post1 = 1 Tag postoperativ

Post2 = 2 Tage postoperativ

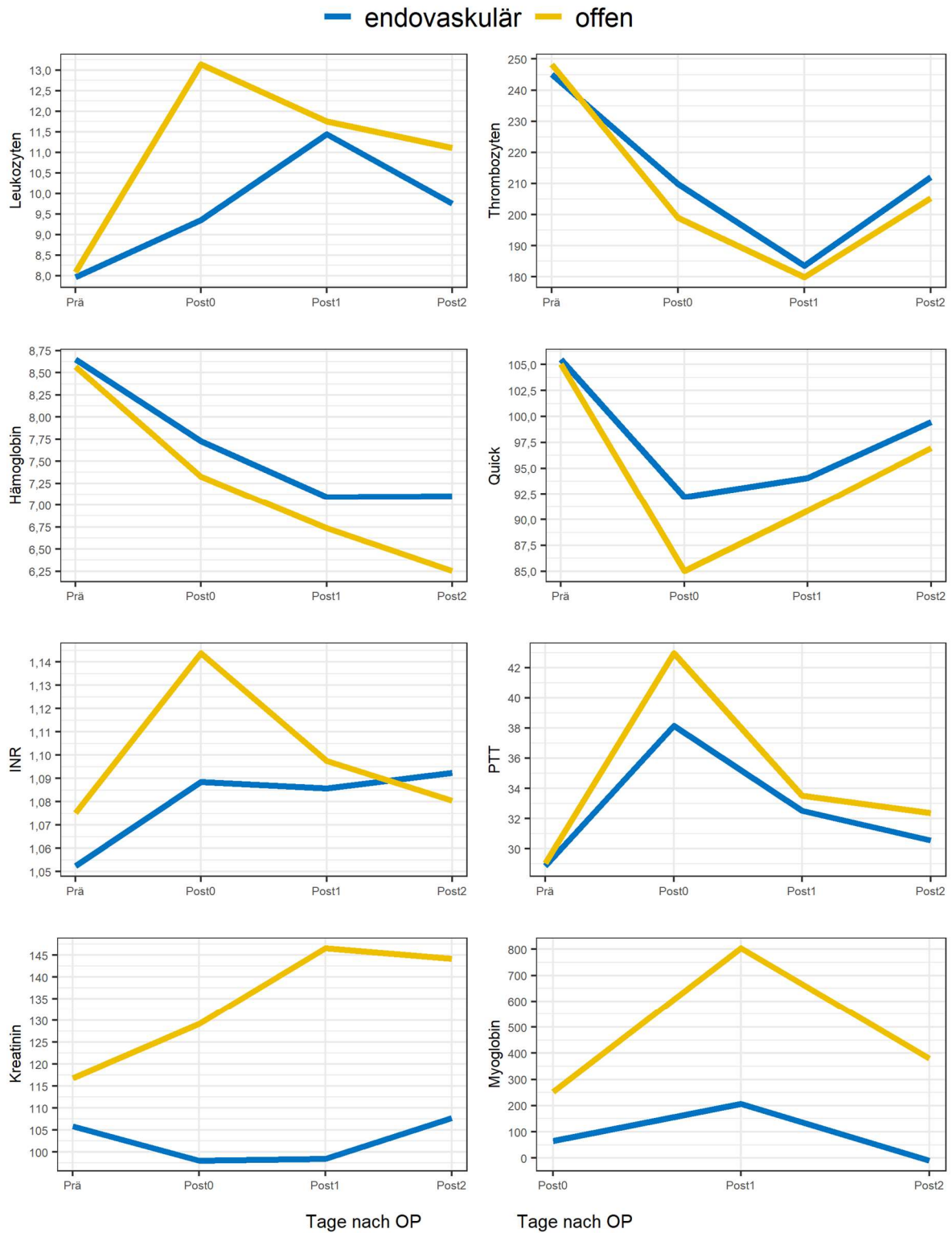


Abb. 20: Perioperatives Laborwerteprofil im Vergleich EVAR zu OAR

Wie in Abb. 20 dargestellt, stieg die Leukozytenzahl (Gpt/l) bei allen Patienten mit offenen OPs bereits am Tag der OP an und fiel am 1. und 2. Tag nach der OP. Bei

den Patienten mit endovaskulären OPs stieg die Leukozytenzahl (Gpt/l) bis zum 1. Tag nach der OP und sank erst am 2. Tag nach der OP.

Bei der Leukozytenzahl (Gpt/l) waren die Randmittel (dienen als Schätzungen für die vorhergesagten Mittelwerte der Zellen) zu Post0 und Post2 signifikant unterschiedlich ($p < 0,05$), während die Unterschiede zwischen den Gruppen Prä und Post2 nicht signifikant waren. In der endovaskulären Gruppe war der Unterschied Post0-Post2 nicht signifikant. In der offenen Gruppe war der Unterschied Post1-Post2 nicht signifikant.

Auch die Thrombozytenzahl (Gpt/l) hat bei beiden OP-Methoden einen ähnlichen Verlauf. Sie fielen bis zum 1. Tag nach OP und stiegen wieder leicht an.

Der INR-Wert war bei offenen OPs präoperativ hoch und sank stetig ab. Bei endovaskulär behandelten Patienten blieb der Wert konstant niedrig.

In diesem Zusammenhang hatten die untersuchten PTT (s) einen gegenläufigen Verlauf zum Quick (%). Dieser stieg am Tag der OP an und sank stetig wieder ab.

Der Effekt von Zeit war signifikant bedeutsam bei allen Labor-Werten. Es gab signifikante Unterschiede in den Zeitverläufen bei Leukozytenzahl (Gpt/l), Hämoglobin (mmol/l), Kreatinin ($\mu\text{mol/l}$) und Myoglobin ($\mu\text{g/l}$) (p -Wert bei Interaktion zwischen Zeit und OP-Methode $< 0,05$).

Das Hämoglobin (mmol/l) stieg bei den endovaskulär operierten Patienten am 1. Tag nach der OP an und sank am 2. Tag der OP. Bei den offenen OPs fiel der Hämoglobinwert (mmol/l) stetig leicht ab, der Quick (%) hat in beiden OP-Methoden einen ähnlichen Verlauf. Er sank am Tag der OP und stieg dann in den folgenden 2 Tagen an.

Beim Hämoglobin (mmol/l) waren die Unterschiede in den Randmitteln zu allen postoperativen Intervallen statistisch signifikant ($p < 0,05$). Präoperativ gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen ($p = 0,442$). In der endovaskulären Gruppe war lediglich die Änderung von Post1 zu Post2 nicht signifikant. In der offenen Gruppe waren alle paarweisen Vergleiche zwischen den Zeitintervallen hingegen signifikant ($p < 0,001$).

Das Kreatinin ($\mu\text{mol/l}$) war bei Patienten, die in einer offenen OP versorgt werden, ansteigend bis zum 1. Tag nach der OP und fiel dann ab dem 02. Tag der OP. Bei der endovaskulären OP-Methode sank das Kreatinin ($\mu\text{mol/l}$) und stieg erst am 2. Tag nach OP leicht an.

Beim Kreatinin ($\mu\text{mol/l}$) waren die Unterschiede in den Randmitteln zu allen postoperativen Intervallen statistisch signifikant, $p < 0,05$. Präoperativ gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen, $p = 0,353$. In der endovaskulären Gruppe gab es keine signifikanten Änderungen zwischen Zeitintervallen; $p > 0,05$ bei allen paarweisen Vergleichen. In der offenen Gruppe fanden sich signifikante Änderungen zwischen Prä und Post1, Prä und Post2, Post0 und Post1 und Post0 und Post2, $p < 0,05$.

Das Myoglobin ($\mu\text{g/l}$) wurde gemessen zu den Zeitpunkten Post0, Post1 und Post2.

Das Myoglobin ($\mu\text{g/l}$) steigt bei der offenen OP am 1. Tag nach der OP massiv an und sinkt lediglich leicht am 2. Tag nach OP. Entgegen diesem hat der Myoglobin-Wert ($\mu\text{g/l}$) bei der endovaskulären OP-Methode einen leicht steigenden Verlauf und sinkt am 2. Tag nach OP ab.

Beim Myoglobin ($\mu\text{g/l}$) gab es signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen zu Post1, $p < 0,001$ und Post2, $p = 0,046$. In der endovaskulären Gruppe gab es keine signifikanten Änderungen. In der offenen Gruppe waren die Änderungen Post0-Post1 und Post1-Post2 statistisch signifikant unterschiedlich, $p < 0,001$.

Tab. 5: P-Werte der Laborwerte in Bezug auf Effekte

Effekte	Leukos (Gpt/l)	Thrombos (Gpt/l)	Hb (mmol/l)	Quick (%)	INR	PTT (s)	Crea ($\mu\text{mol/l}$)	Myo ($\mu\text{g/l}$)
Konstante	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Zeit	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,042	<0,001	<0,001	<0,001
OP-Methode	<0,001	0,740	<0,001	0,189	0,473	0,066	0,011	<0,001
Alter	0,040	0,110	<0,001	0,002	0,055	<0,001	0,085	0,411
Zeit:OP-Methode	<0,001	0,213	<0,001	0,122	0,436	0,176	<0,001	0,023
Zeit:Alter	0,844	0,017	0,069	0,778	0,488	0,008	0,036	0,886
OP-Methode: Alter	0,407	0,588	0,608	0,042	0,624	0,510	0,421	0,868
Zeit:OP-Methode: Alter	0,262	0,014	0,834	0,400	0,213	0,022	0,503	0,744

Leukos: Leukozyten; Thrombos: Thrombozyten; Hb: Hämoglobin; INR: "International Normalized Ratio"; PTT: partielle Thromboplastinzeit; Crea: Kreatinin; Myo: Myoglobin

4.2 Befundbezogene Aspekte zum infrarenalen Aortenaneurysma

4.2.1 Maximaler Querdurchmesser des BAA

Im Weiteren erfolgte die Charakterisierung der Patientenklientel anhand des maximalen Querdurchmessers des Aneurysmas (siehe Abb. 21). Bei 51,7 % der versorgten Patienten fand sich ein maximaler Querdurchmesser von ≥ 5 cm. Bei 48,3 % der Patienten lag der maximale Querdurchmesser (Quer max.) unter 5 cm. Des Weiteren zeigt sich, dass $n=109/153$ Patienten einen Querdurchmesser von 4 – 5 cm aufwiesen, was sich - wie folgt - verteilte:

- Quer max. 4 – 4,5 cm: $n=47$ Patienten;
- Quer max. $> 4,5$ – 5 cm: $n=62$ Patienten.

Der Median des maximalen Querdurchmessers in der endovaskulären Gruppe betrug 49 (42; 58) mm und in der offen-gefäßchirurgischen Gruppe 54 (46; 62) mm mit signifikantem Unterschied (Wilcoxon-Test; $p=0,002$).

Die Effektstärke der Signifikanz nach Cohen wird mit $r=0,175$ als kleiner Effekt eingestuft.

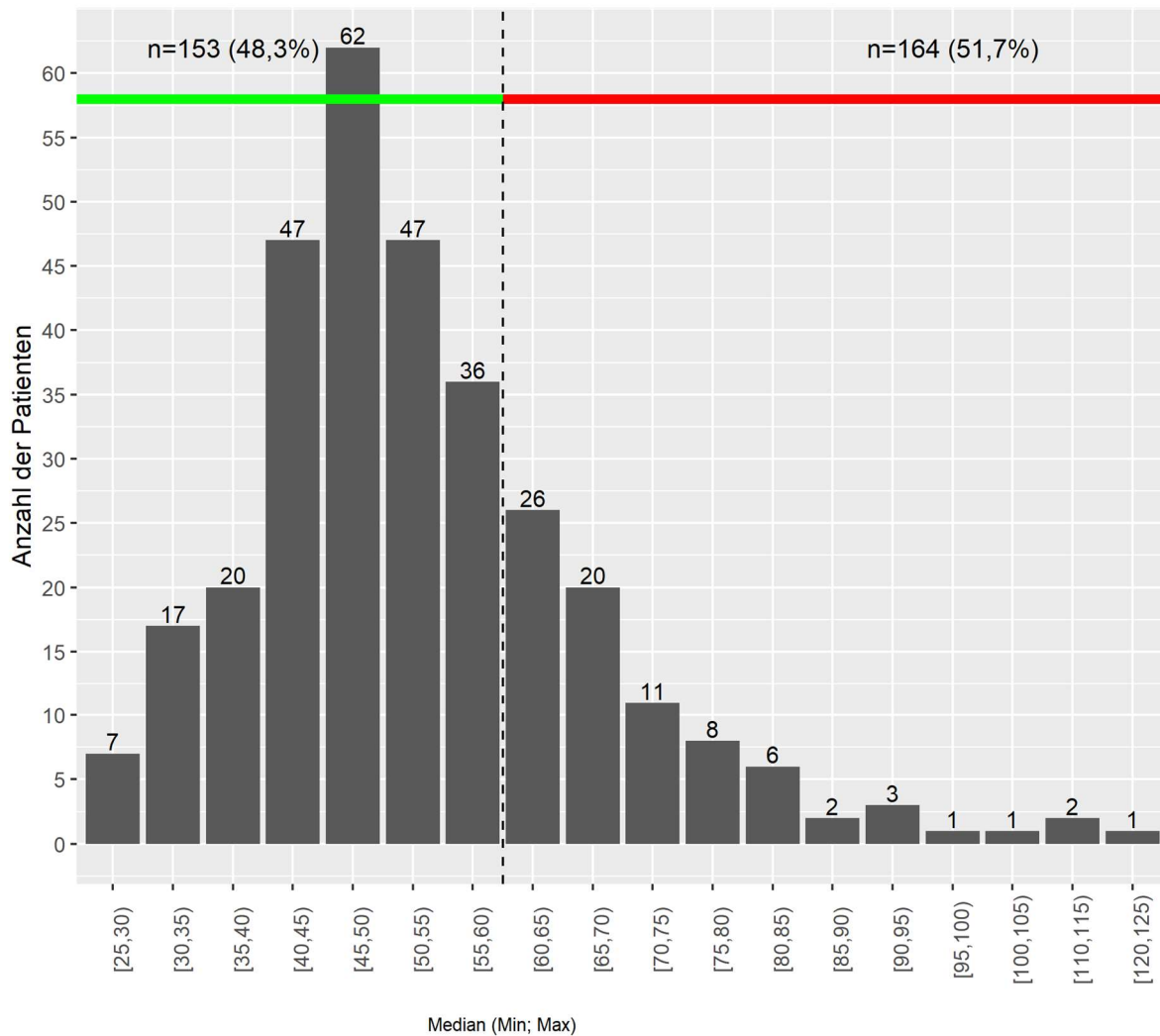


Abb. 21: Häufigkeitsverteilung des AAA-Durchmessers

4.2.2 Anatomie

Die Anatomie der Aorta und ihrer Abzweigungen kann die OP-Methode beeinflussen und wird hier auf ihren wesentlichen Einfluss untersucht.

Es werden folgende Arterien und ihre Abmessungen betrachtet:

Tab. 6: Durchmesser und Länge von arteriellen Ästen der Aorta

Kriterium	Erläuterung	Min-Länge bis Max-Länge in mm
ARL_1	A. renalis sinistra - Durchmesser 1 in mm	2,65 - 8,4
ARR_1	A. renalis dextra - Durchmesser 1 in mm	2,11 - 9,94
AICL	A. iliaca communis sinistra - Durchmesser in mm	1,01 - 51,07

Kriterium	Erläuterung	Min-Länge bis Max-Länge in mm
AICR	A. iliaca communis dextra - Durchmesser in mm	1,03 - 61,99
AIEL	A. iliaca externa sinistra - Durchmesser in mm	1,11 - 14,98
AIER	A. iliaca externa dextra - Durchmesser in mm	1,03 - 18,62
AICLL	A. iliaca communis sinistra - Länge bis Interna-Abgang in mm	20,9 - 128,8
AICRL	A. iliaca communis dextra - Länge bis Interna-Abgang in mm	6,16 - 138,5
Landezone	Aa. renales bis Aneurysmabeginn in mm	2,2 - 86,2

Min: Minimum; Max: Maximum

Die oben dargestellte Tabelle Tab. 6 gibt die minimale und maximale Länge bzw. Durchmesser an, die bei den Patienten gemessen wurden. Diese Werte wurden in Bereiche zusammengefasst, sodass eine bessere Darstellung möglich war.

Die Messungen waren nicht in allen Bereichen vollständig. Die Tabelle Tab. 7 zeigt die deskriptive Statistik für jede Gruppe und für das Gesamtkollektiv.

Tab. 7: Zusammenfassung der Fallverarbeitung der Durchmesser der arteriellen Äste der Aorta

	endovaskulär (n=207)	offen (n=117)	total (n=324)	p-Wert
A. renalis sinistra				$p=0,034$; $r=0,145$ ^c
<i>n</i> fehlend	3	7	10	
range	2,8 - 8,4	2,6 - 7,9	2,6 - 8,4	
Mittelwert (SA)	5,7 (1,0)	5,4 (1,1)	5,6 (1,1)	
Median (Q1,Q3)	5,6 (5,0; 6,3)	5,4 (4,8, 6,2)	5,5 (4,9, 6,3)	
A. renalis dextra				$p=0,643$; $r=0,032$ ^c
<i>n</i> fehlend	2	5	7	
range	2,1 - 8,7	2,5 - 9,9	2,1 - 9,9	
Mittelwert (SA)	5,5 (1,2)	5,5 (1,3)	5,5 (1,2)	
Median (Q1,Q3)	5,5 (4,8; 6,4)	5,4 (4,7, 6,3)	5,5 (4,8, 6,4)	
A. iliaca communis sinistra				$p=0,950$; $r=-$ $0,004$ ^a
<i>n</i> fehlend	2	6	8	
range	1,0 - 34,3	7,6 - 51,1	1,0 - 51,1	
Mittelwert (SA)	14,1 (4,2)	15,0 (6,0)	14,4 (4,9)	
Median (Q1,Q3)	13,6 (11,7; 15,5)	13,6 (11,1, 16,7)	13,6 (11,5, 16,0)	
A. iliaca communis dextra				$p=0,719$; $r=-$ $0,020$ ^a
<i>n</i> fehlend	3	6	9	
range	1,0 - 62,0	8,2 - 46,8	1,0 - 62,0	
Mittelwert (SA)	15,4 (6,5)	16,2 (6,9)	15,7 (6,6)	
Median (Q1,Q3)	14,3 (12,1; 16,4)	14,0 (11,6, 19,0)	14,2 (11,9, 17,0)	

	endovaskulär (n=207)	offen (n=117)	total (n=324)	p-Wert
A. iliaca externa sinistra				$p=0,126$; $r=-$ 0,086a
<i>n</i> fehlend	3	6	9	
Range	4,7 - 13,5	1,1 - 15,0	1,1 - 15,0	
Mittelwert (SA)	9,0 (1,6)	8,7 (2,1)	8,9 (1,8)	
Median (Q1,Q3)	8,9 (7,9; 10,0)	8,5 (7,3, 10,2)	8,8 (7,7, 10,1)	
A. iliaca externa dextra				$p=0,374$; $r=-$ 0,050a
<i>n</i> fehlend	3	6	9	
range	1,0 - 12,9	5,5 - 18,6	1,0 - 18,6	
Mittelwert (SA)	8,9 (1,6)	8,9 (2,1)	8,9 (1,8)	
Median (Q1,Q3)	8,8 (7,9; 10,0)	8,6 (7,3, 10,1)	8,8 (7,7, 10,0)	
A. iliaca interna sinistra				$p=0,317$; $r=-$ 0,057a
<i>n</i> fehlend	3	9	12	
range	22,7 - 128,8	20,9 - 114,2	20,9 - 128,8	
Mittelwert (SA)	58,7 (17,3)	60,4 (16,6)	59,3 (17,0)	
Median (Q1,Q3)	56,7 (46,7; 67,1)	57,5 (48,0, 73,0)	57,2 (47,2, 69,0)	
A. iliaca interna dextra				$p=0,879$; $r=0,011$ c
<i>n</i> fehlend	3	8	11	
range	10,4 - 125,6	6,2 - 138,5	6,2 - 138,5	
Mittelwert (SA)	57,7 (16,5)	58,0 (20,5)	57,8 (18,0)	
Median (Q1,Q3)	57,8 (47,4; 67,5)	57,6 (43,8, 71,1)	57,7 (45,7, 69,4)	
Aa. renales bis Aneurysmabeginn				$p<0,001$; $r=-$ 0,317a
<i>n</i> fehlend	2	6	8	
range	3,3 - 85,0	0,0 - 86,2	0,0 - 86,2	
Mittelwert (SA)	36,6 (16,6)	25,8 (16,6)	32,8 (17,3)	
Median (Q1,Q3)	34,0 (24,5; 47,4)	23,4 (14,6, 35,5)	29,9 (20,4, 43,4)	

a *u*-Test nach Mann & Whitney: $p=p$ -Wert, r =Effektgröße

c *T*-Test: $p=p$ -Wert, r =Effektsärke

Die fehlenden Werte überschreiten nicht mehr als 4 % und werden unter Berücksichtigung von einer 5%-Fehlerquote als verwertbar angesehen.

Die jeweiligen Darstellungen der Arterienparameter werden in Abb. 22 nebeneinander graphisch erfasst.

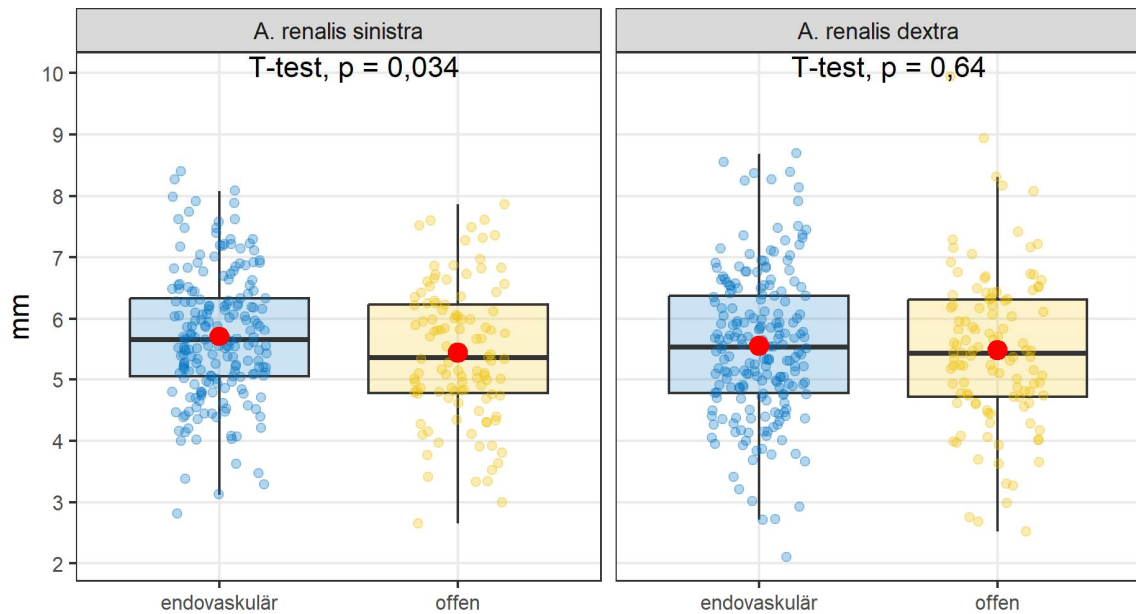


Abb. 22: A. renalis sinistra und A. renalis dextra in mm nach EVAR und OAR im Vergleich

Die beiden Grafiken zeigen die Durchmesser der Aa. renales, die im Mittelwert zwischen 5-6 mm im gesamten Patientenkollektiv liegen. Bei beiden OP-Methoden liegt eine Normalverteilung vor. Der Shapiro-Wilk-Test zeigt kein Signifikanzniveau bei $p > 0,05$. Daher wurde der parametrische *T*-Test angewandt. In diesem Test zeigt der Durchmesser der A. renalis sinistra einen signifikanten Unterschied an, da $p = 0,034$ ist und somit $p < 0,05$. Aber der Durchmesser A. renalis dextra zeigt keinen signifikanten Unterschied im Vergleich von EVAR zu OAR mit $p = 0,64$.

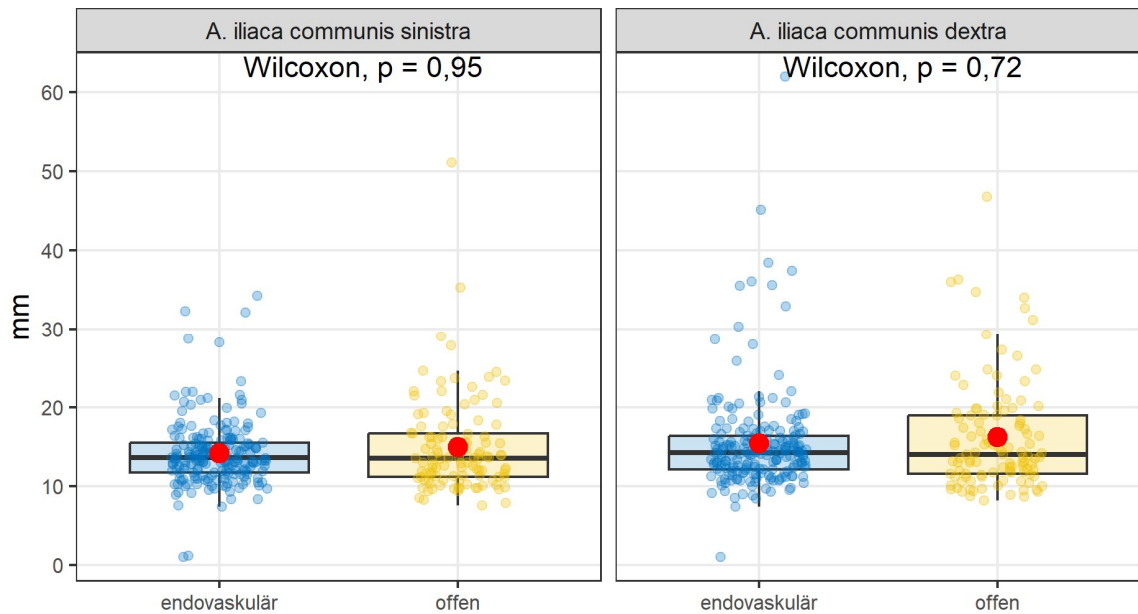


Abb. 23: A. iliaca communis sinistra und A.iliaca communis dextra in mm bei EVAR und OAR

Die in Abb. 23 dargestellten Diagramme zeigen die Durchmesser der Aa. iliacae communes, dessen Mittelwerte im Bereich von 10-20 mm liegen. Auch hier gibt es keine Tendenz, dass ab einer bestimmten Größe eine der OP-Methoden bevorzugt wird.

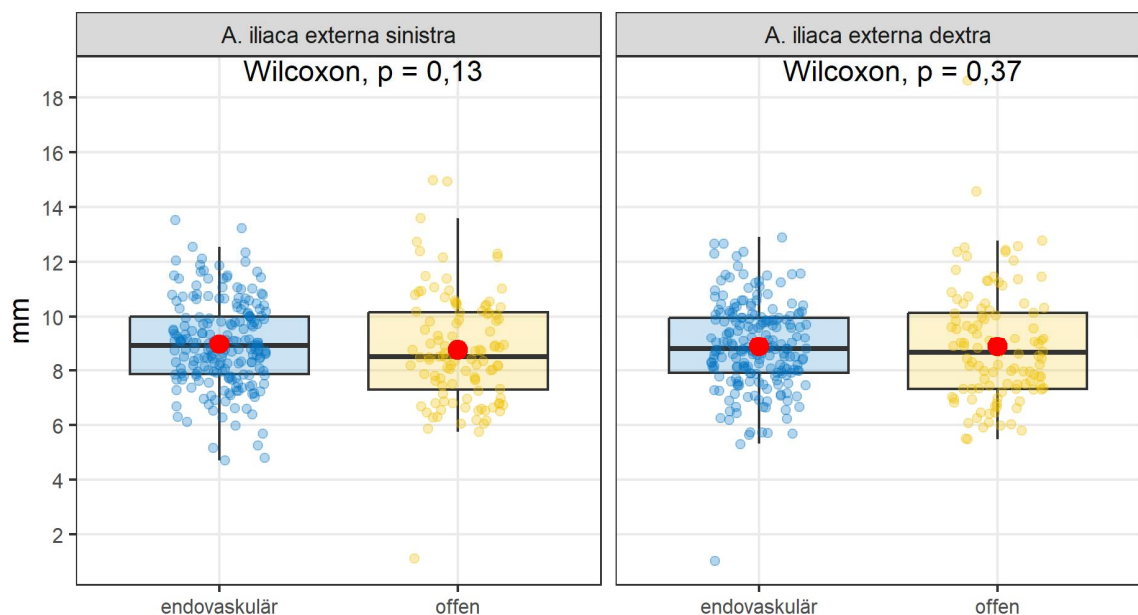


Abb. 24: A. iliaca externa sinistra und A. iliaca externa dextra in mm im Vergleich von EVAR und OAR

Die in Abb. 24 dargestellten Grafiken zeigen die Durchmesser der Aa. iliaca externa. Der Mittelwert liegt zwischen 8-12 mm. Die Verteilung ist keine Normalverteilung und es gibt keine Tendenz für die Wahl der OP-Methode in eine Größenordnung.

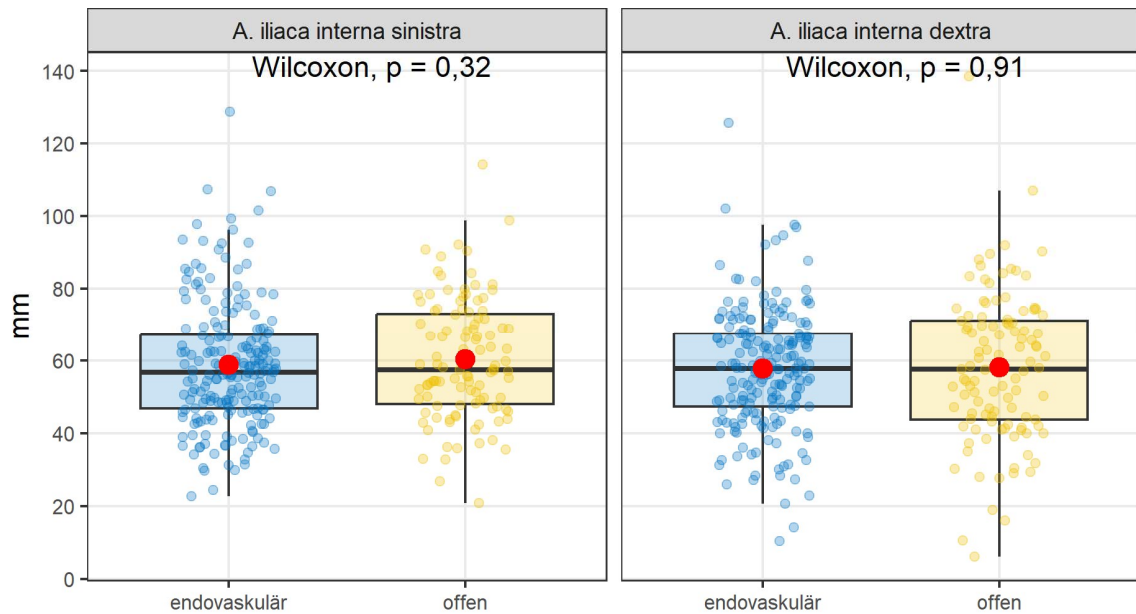


Abb. 25: A. iliaca interna sinistra und A.iliaca interna dextra in mm nach endovaskulärem und offenem Repair

Die in Abb. 25 dargestellten Grafiken zeigen die Durchmesser der Aa. iliaca interna. Auch hier ist zu erkennen, dass in jeder Größe beide OP-Methoden gewählt wurden. Der Mittelwert liegt zwischen 50-70 mm.

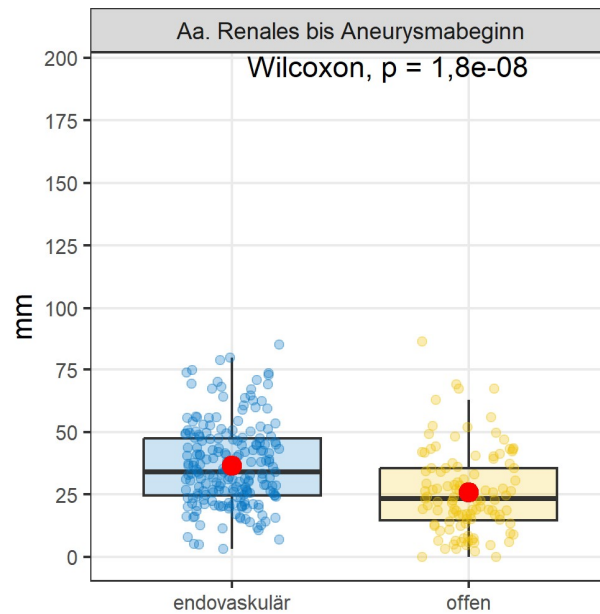


Abb. 26: Aa. renales bis Aneurysmabeginn

Die Grafik in Abb. 26 zeigt die Zone an, welche den Abschnitt von den Aa. renales bis zum Aneurysma-Beginn in mm wiedergibt. Der Mittelwert liegt bei endovaskulärer OP-Methode bei ca. 35mm und bei offener OP-Methode bei ca. 20mm. Mit $p=1,8e^{-08}$ ist ein signifikanter Unterschied zwischen endovaskulär und offener OP dargestellt.

4.3 Interventionsassoziierte Parameter

4.3.1 Operationsdauer

Das Diagramm in Abb. 27 zeigt die kumulierten relativen Häufigkeiten, aufgeteilt nach OP-Methode. Man kann deutlich erkennen, dass offene OPs selten weniger als 2 Stunden dauerten. Hingegen waren endovaskuläre OPs zu 60 % in unter 2 Stunden ausgeführt. Die mediane OP-Dauer (Q1-Q3) in der endovaskulären Gruppe lag bei 1,8 (1,6-2,3) Stunden und in der offenen Gruppe bei 3,0 (2,5-3,8) Stunden. Das erreichte Signifikanzniveau im Log-Rank-Test beträgt $p<0,0001$.

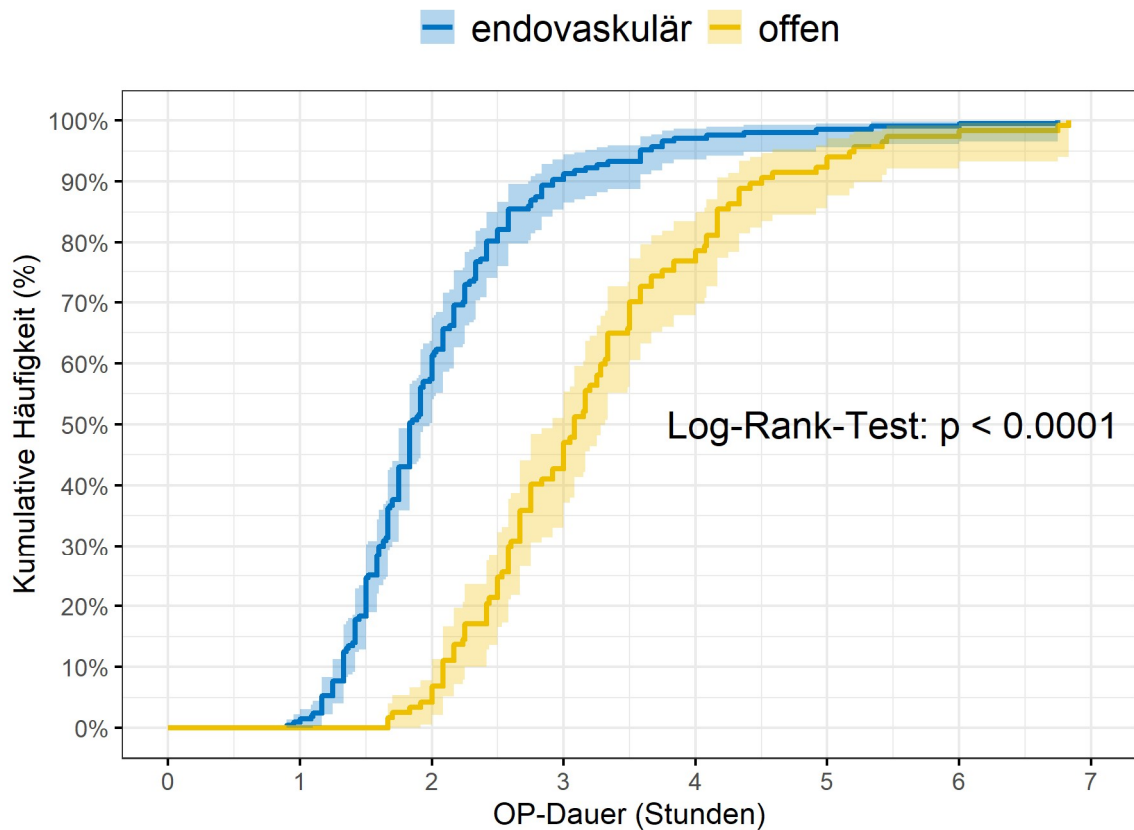


Abb. 27: OP-Dauer nach endovaskulärem vs. offenem Repair

4.3.2 Transfundierte Erythrozytenkonzentrate

Von $n=324$ Patienten haben $n=224$ keine Erythrozytenkonzentrate (EK) gebraucht. Bei den restlichen $n=100$ Patienten wurden EKs transfundiert.

Tab. 8: Kreuztabelle für OP-Methode mit EK-Anzahl während KH-Aufenthalt

EK-Anzahl	endovaskulär	offen	total
0	182 (87,9 %)	42 (35,9 %)	224 (69,1 %)
1	1 (0,5 %)	2 (1,7 %)	3 (0,9 %)
2	19 (9,2 %)	31 (26,5 %)	50 (15,4 %)
3	-	2 (1,7 %)	2 (0,6 %)
4	4 (1,9 %)	16 (13,7 %)	20 (6,2 %)
5	-	2 (1,7 %)	2 (0,6 %)
6	1 (0,5 %)	9 (7,7 %)	10 (3,1 %)
8	-	2 (1,7 %)	2 (0,6 %)
10	-	2 (1,7 %)	2 (0,6 %)

EK-Anzahl	endovaskulär	offen	total
11	-	1 (0,9 %)	1 (0,3 %)
12	-	1 (0,9 %)	1 (0,3 %)
16	-	1 (0,9 %)	1 (0,3 %)
20	-	1 (0,9 %)	1 (0,3 %)
22	-	1 (0,9 %)	1 (0,3 %)
27	-	2 (1,7 %)	2 (0,6 %)
30	-	1 (0,9 %)	1 (0,3 %)
48	-	1 (0,9 %)	1 (0,3 %)

EK: Erythrozytenkonzentrate; KH: Krankenhaus

Der Unterschied in der EK-Anzahl-Verteilung war signifikant zwischen den Gruppen zugunsten der offenen OP-Methode. Der Wilcoxon-Test beträgt $p < 0,001$.

Um eine Korrelation der EK-Gabe zur postoperativen Krankenhausverweildauer nach der OP zu erstellen, wird die Poisson-Regression berechnet. Das Ergebnis des Modells ist in Abb. 28 dargestellt:

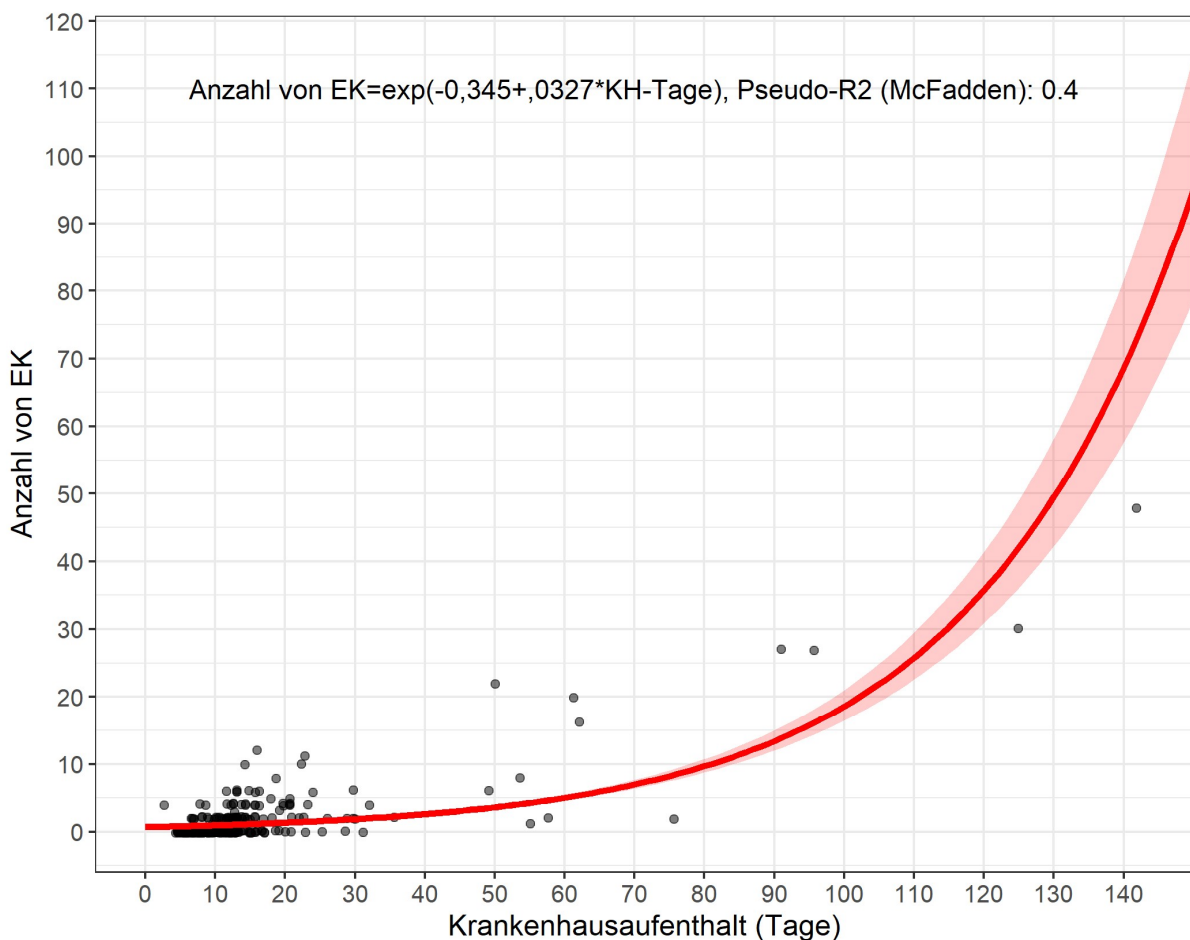


Abb. 28: Transfundierte EKs während der postoperativen Krankenhausverweildauer

Die Poisson-Regression erklärt in diesem Fall, wie die abhängige Variable (EK-Anzahl während Aufenthalt) auf die unabhängige Variable (postoperative Krankenhausverweildauer) wirkt. Der Koeffizient der KH-Tage beträgt 0,0327 und ist statistisch signifikant, $p < 0,001$. Wenn man als Beispiel annehmen würde, dass ein Patient 21 Tage im Krankenhaus bleibt, so würde dieser Patient $\exp(-0,345 + 0,0327 \cdot 21) = 1,41$ EKs erhalten. Der Pseudo-R² nach McFadden beträgt 0,4 und zeigt einen mittleren Effekt an.

4.3.3 Prä-/postoperative Krankenhausverweildauer

Das Diagramm in Abb. 29 zeigt die kumulativen Häufigkeiten der Aufenthalte per Wochenanzahl. Von den $n=324$ Patienten waren $n=256$ (79 %) Patienten nach spätestens 2 Wochen wieder entlassen worden. 91 % waren spätestens nach 3 Wochen, 94 % nach 4 Wochen und 99 % der Patienten waren nach 12 Wochen entlassen worden.

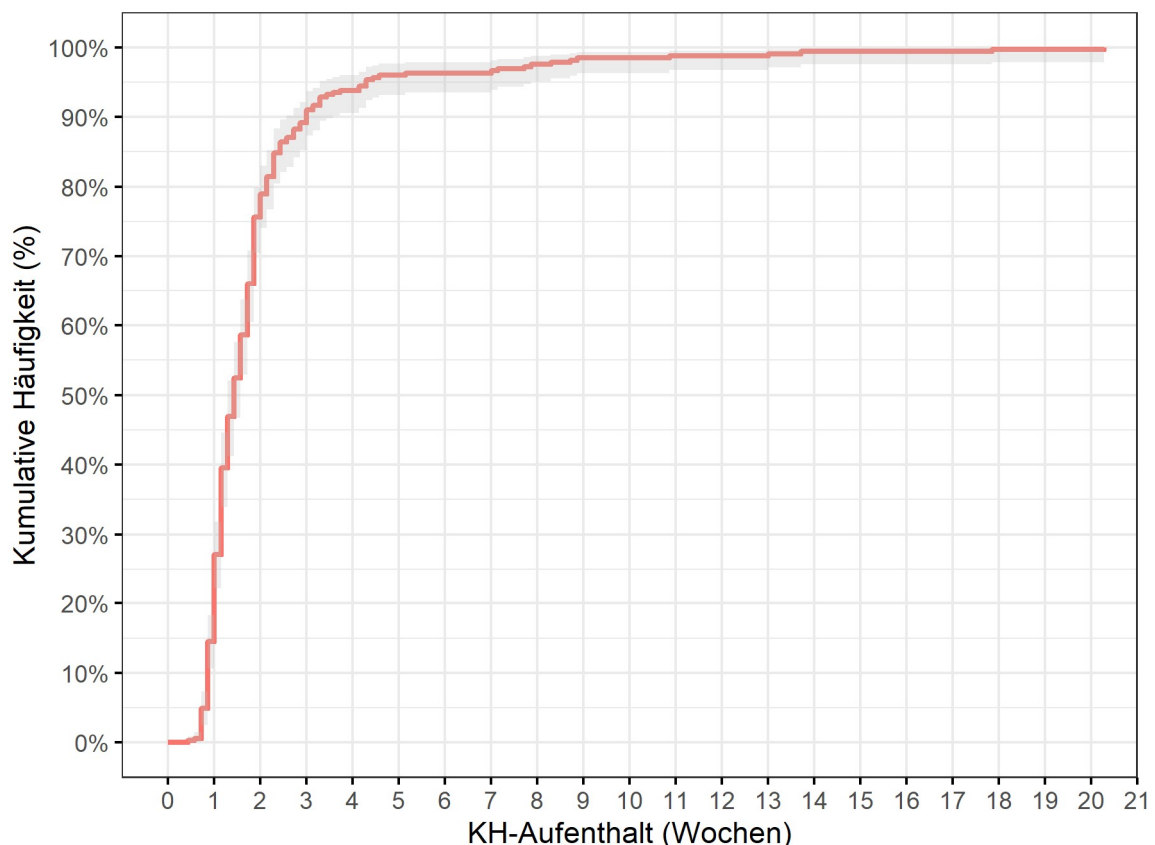


Abb. 29: Anzahl der OPs, aufgeteilt nach postoperativer Krankenhausverweildauer

Im nachfolgenden Diagramm (Abb. 30) werden kumulative Häufigkeiten pro Gruppe gezeigt.

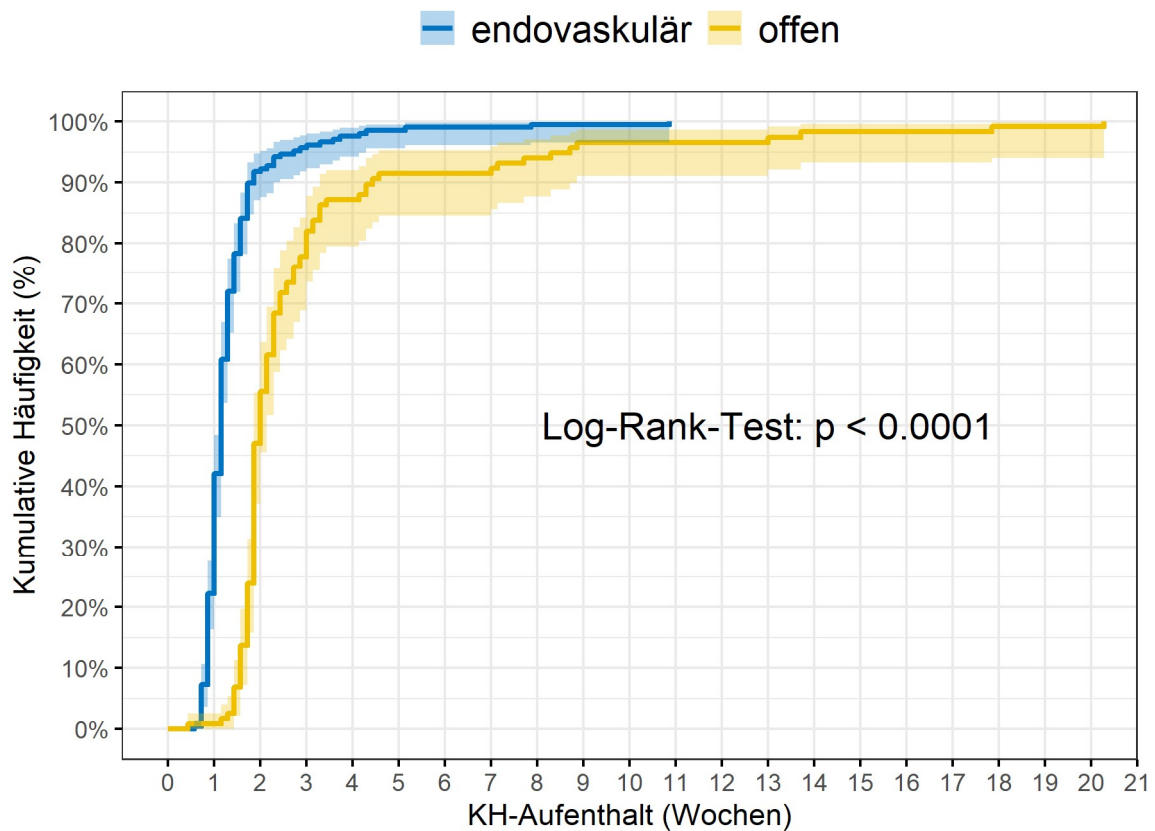


Abb. 30: Kumulative Häufigkeit von endovaskulärer und offener OP-Methode bei postoperativer Krankenhausverweildauer in Wochen

Es ist deutlich erkennbar, dass die Patienten, die eine längere postoperative Krankenhausverweildauer von mehr als 2 Wochen hatten, überwiegend offen operiert wurden (mehr als 2 Wochen = 44 %, mehr als 3 Wochen = 18 % und mehr als 8 Wochen = 6 %). Bei endovaskulären Prozeduren brauchten ca. 8 % der Patienten länger als 2 Wochen, 4 % länger als 3 Wochen, 2 % länger als 4 Wochen und weniger als 1 % länger als 8 Wochen. Der Unterschied zwischen den kumulierten Häufigkeiten der OP-Methoden ist statistisch signifikant $p < 0,0001$.

Patienten, die bereits nach einer Woche entlassen wurden, waren mit 42 % fast ausschließlich endovaskulär operiert worden.

Die Effektstärke der Signifikanz nach Cohen wird mit $r = 0,668$ als mittlere Stärke eingeteilt.

4.3.4 ITS-Aufenthalt nach OP

Nach einer BAA-OP ist eine Überwachung auf der Intensivstation durch die S3-Leitlinie empfohlen und wird immer für mindestens 1 Tag umgesetzt. Sollte der Zustand des Patienten es zulassen, kann am 2. Tag eine Verlegung auf die Normalstation angeordnet werden.

Im nachfolgenden Diagramm (Abb. 31) sind die kumulativen Häufigkeiten der ITS-Aufenthalte in Tagen per OP-Methode gezeigt. Der Median (Q1-Q3) der ITS-Aufenthalte in der endovaskulären Gruppe lag bei 2 (2-2) Tagen und in der offenen Gruppe bei 3 (2-5) Tagen. Somit war der ITS-Aufenthalt in der endovaskuläre Gruppe kürzer. Der Unterschied war statistisch signifikant, $p < 0,000$.

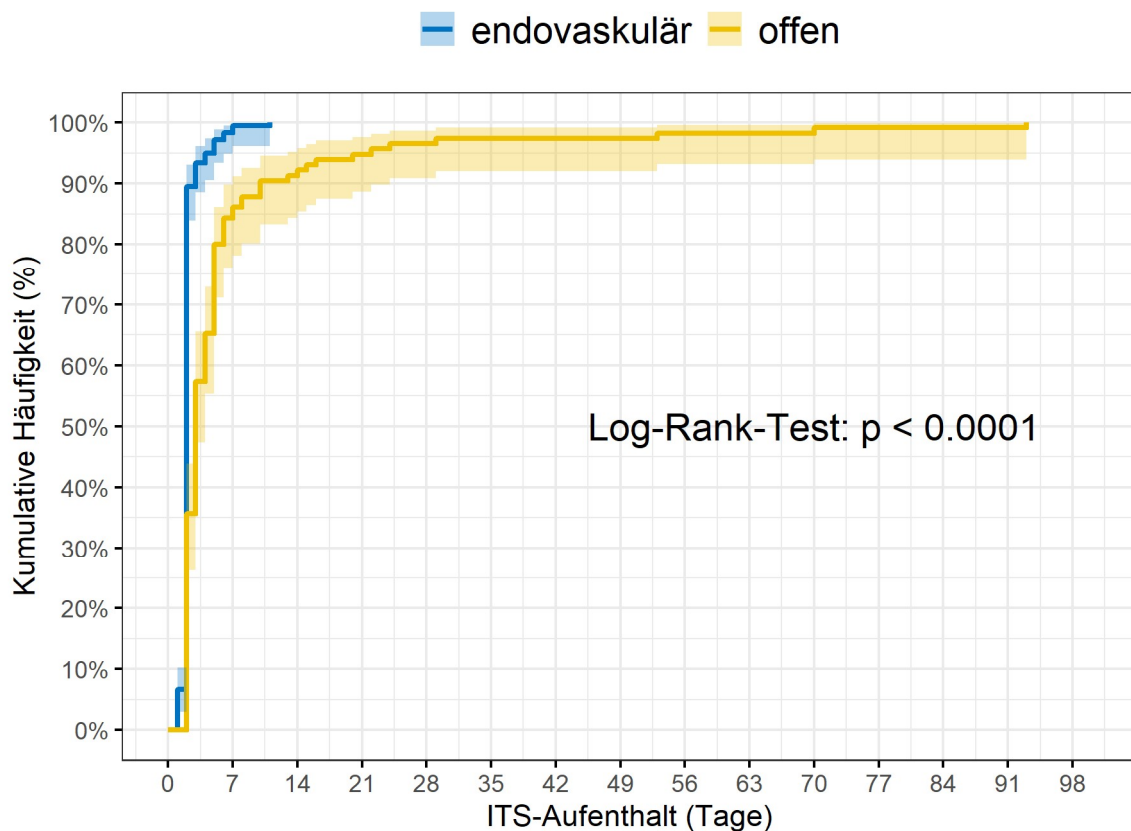


Abb. 31: Kumulative Häufigkeit von endovaskulärer und offener OP-Methode nach ITS-Aufenthaltsdagen

Die Tage auf Intensivstation nach OP könnten somit eine entscheidende Rolle bei der Auswahl der OP-Methode spielen.

Die Effektstärke der Signifikanz nach Cohen wird mit $r = 0,556$ als mittlere Stärke eingeteilt.

4.3.5 Prothese-Arten

In diesem Abschnitt werden die Prothese-Arten für beide OP-Methoden analysiert. Die folgende Tabelle zeigt die für EVAR dokumentierten Stent-Prothesen und Stents, sowie die für die offene Operation dokumentierten Prothesen nach Firmennamen.

Tab. 9: Kreuztabelle für OP-Methode und Prothese

Prothese	endovaskulär	offen
Gore - Excluder®	119 (57,5 %)	-
Vascutek - Anaconda-Prothese®	53 (25,6 %)	-
Medtronic – Endurant®	28 (13,5 %)	-
Cook - Bifurkationsprothese Typ Zenith®	3 (1,4 %)	-
Medtronic – Talent®	2 (1 %)	-
Atrium - Advanta V12®	1 (0,5 %)	-
Gore – Goretag®	1 (0,5 %)	-
B/Braun - Silver-Graft-Bifurkationsprothese®	-	52 (44,4 %)
Vascutek - Gelsoft - TM-Plus-Prothese®	-	36 (30,8 %)
Bard - Dialine II Prothesis®	-	8 (6,8 %)
Datascopie - Intervascular (HemaGard)®	-	8 (6,8 %)
Edwards - Bifurkationsprothese Allograft®	-	7 (6 %)
B/Braun - Uni-Gr., Syn.-Rohr.®	-	4 (3,4 %)
Aesculap - Silver-graft-Prothese®	-	1 (0,9 %)
Vascutek - Gelsoft - Plus-Gelatin-impregnated®	-	1 (0,9 %)

Für die offenen OPs wurden hauptsächlich die B/Braun - Silver-Graft-Bifurkationsprothese® sowie die Vascutek - Gelsoft - TM-Plus-Prothese® verwendet. Und für die endovaskulären OPs wurde hauptsächlich die Gore – Excluder®, die Medtronic – Endurant® sowie die Vascutek - Anaconda-Prothese®.

4.3.6 Re-Interventionen

Bei 61 Patienten aus dem Gesamtkollektiv gab es die Notwendigkeit einer postoperativen Re-Intervention, welches ca. 19 % der Gesamtmenge darstellt. Davon waren 44 Re-Interventionen nach endovaskulärer OP und 17 Re-Interventionen nach offener OP. Das ergibt eine prozentuale Re-Interventionsnotwendigkeit von 14,5 % aller OAR und 21,2 % aller EVAR. Diese Re-Interventionen hatten unterschiedliche Gründe, wie sie in der folgenden Tabelle Tab. 10 aufgeführt sind. Allerdings ist

erkennbar, dass $n=30$ der $n=61$ Re-Interventionen aufgrund einer Endoleak-Embolisation stattfinden musste.

Tab. 10: Übersicht über Post-OP Re-Interventionsmaßnahmen

Anzahl	postop_Reint_Maßnahme	OP-Methode	Komplikationsform	postop_Reint_Datum
1	Dissektion	endovaskulär	früh	07.03.2014
30	Endoleak	endovaskulär	spät	07.06.2007
2	Lymphocele	endovaskulär	früh	01.12.2007
1	Prothesendislokation	endovaskulär	früh	19.12.2013
8	Prothesenschenkelverschluss	endovaskulär	spät	07.03.2007
1	Serom	endovaskulär	spät	09.10.2014
1	Wundheilungsstörung	endovaskulär	spät	06.03.2015
1	Embolie beider Beine	offen	spät	22.05.2009
1	Lymphocele, Nahtaneurysma	offen	spät	19.08.2016
1	Lymphozele	offen	spät	18.11.2015
5	Nahtaneurysma	offen	spät	13.06.2013
1	Nahtdissektion	offen	spät	10.11.2014
6	Narbenhernie	offen	früh	11.07.2013
1	Narbenhernie, Nahtaneurysma	offen	früh/spät	13.03.2014
1	Protheseninfektion	offen	spät	20.06.2012

Bei der Unterteilung der Endoleaks in Tab. 11 wird veranschaulicht, dass in 27 der 30 Fälle, ein Endoleak Typ II vorhanden war und in den übrigen 3 Fällen ein Endoleak Typ I, Typ I+II und Typ III bestanden. Die Bildgebung der Endoleak-Lage zeigt, an welcher Stelle das Endoleak entstanden ist.

Tab. 11: Übersicht über Endoleak-Re-Interventionsmaßnahmen

Nummer	Postop Bildgebung_Endoleak	Postop Bildgebung_Endoleak_Lage
1	Endoleak II	Lumbalarterie
2	Endoleak II	Lumbalarterie
3	Endoleak III	Linker Prothesenschenkel
4	Endoleak II	Lumbalarterie
5	Endoleak II	A. mesenterica inferior
6	Endoleak II	Lumbalarterie
7	Endoleak II	Lumbalarterie
8	Endoleak II	Lumbalarterie, A. mesenterica inferior

9	Endoleak II	Lumbalarterie
10	Endoleak II	Lumbalarterie
11	Endoleak II	A. mesenterica inferior
12	Endoleak II	A. mesenterica inferior
13	Endoleak II	A. mesenterica inferior
14	Endoleak II	A. mesenterica inferior
15	Endoleak II	Lumbalarterie
16	Endoleak II	A. mesenterica inferior
17	Endoleak I+II	Aneurysma-Hals und Lumbalarterie
18	Endoleak II	A. mesenterica inferior
19	Endoleak II	A. mesenterica inferior
20	Endoleak II	A. mesenterica inferior
21	Endoleak II	Lumbalarterie
22	Endoleak II	A. mesenterica inferior
23	Endoleak II	Lumbalarterie, A. mesenterica inferior
24	Endoleak II	Lumbalarterie
25	Endoleak II	A. mesenterica inferior
26	Endoleak II	A. mesenterica inferior
27	Endoleak I	Aneurysma-Hals
28	Endoleak II	Lumbalarterie
29	Endoleak II	Nicht lokalisierbar
30	Endoleak II	Lumbalarterie

Die folgende Tabelle Tab. 12 zeigt einen Überblick über die prozentuale Zuverlässigkeit der Prothesen verglichen nach OP-Methode.

Tab. 12: Übersicht über Re-Interventionen in Abhängigkeit von der Nutzungshäufigkeit der Prothesen bezogen auf die OP-Methoden

Prothese	# Nutzung	# Re-Interventionen	Zuverlässigkeit	95 % KI	
				Unter	Ober
Endovaskulär:					
Gore – Excluder®	119	27	77 %	69 %	84 %
Vascutek - Anaconda-Prothese®	53	16	70 %	56 %	82 %
Medtronic – Endurant®	28	7	75 %	55 %	89 %

Prothese	# Nutzung	# Re-Interventionen	Zuverlässigkeit	95 % KI	
				Unter	Ober
Cook - Bifurkationsprothese Typ Zenith®	3	2	33 %	1 %	91 %
Atrium - Advanta V12®	1	1	0 %	0 %	98 %
Medtronic – Talent®	2	1	50 %	1 %	99 %
Gore - Goretag®	1	0	100 %	3 %	100 %
Offen:					
B/Braun - Silver-Graft-Bifurkationsprothese®	52	8	85 %	72 %	93 %
Vascutek - Gelsoft - TM-Plus-Prothese®	36	7	81 %	64 %	92 %
Datascopie - Intervascular (HemaGard)®	8	3	63 %	24 %	91 %
Aesculap - Silver-graft-Prothese®	1	1	0 %	0 %	98 %
Bard - Dialine II Prothesis®	8	1	88 %	47 %	100 %
Edwards - Bifurkationsprothese Albograft®	7	1	86 %	42 %	100 %
Vascutek - Gelsoft - Plus-Gelatin-impregnated®	1	1	0 %	0 %	98 %
B/Braun - Uni-Gr., Syn.-Rohr®	4	0	100 %	40 %	100 %

Deutlich erkennbar ist, dass die Prothesen Aesculap - Silver-graft-Prothese®, Atrium - Advanta V12® jeweils lediglich 1 Mal verwendet wurden und es auch direkt zu einer Re-Intervention kam. Die Cook - Bifurkationsprothese Typ Zenith Prothese® wurde zwar 3 Mal verwendet, aber in 2 Fällen musste re-interveniert werden.

Die Gore-Goretag Prothese® zeigte auch keine Mängel bei ihrer einmaligen Verwendung. Die anderen Prothesen, die häufig verwendet wurden, zeigten im Durchschnitt eine 75 % Zuverlässigkeit (Re-Intervention in Abhängigkeit von Nutzungshäufigkeit der Prothese), gemessen anhand der Nutzungshäufigkeit im Rahmen dieser Studie. Allerdings muss beachtet werden, dass die Anzahl der Fälle sehr niedrig ist und die Zuverlässigkeit sehr unpräzise ist. Erkennbar ist dies anhand der breiten Konfidenzintervallen und daran, dass die Fehlerspanne („margin of error“) selten unter 15 % ist.

Bei Betrachtung der Re-Interventionen in Abhängigkeit von der Nutzungshäufigkeit der Prothesen und somit ihrer Zuverlässigkeit in Bezug auf die OP-Methode kann keine

eindeutige Aussage getroffen werden, da es in der endovaskulären und in der offenen OP-Methode zu häufigeren Re-Interventionen kommt. Zu beachten ist auch, dass die Beobachtungszeit bei den Patienten keinen identischen Zeitraum abbildet. Um das zu berücksichtigen, ist es notwendig, die kumulativen Häufigkeiten der Re-Interventionen abhängig vom Verlauf nach Kaplan-Meier-Methode zu kalkulieren. Ein Patient gilt als zensiert, wenn die Zeit sein letztes „follow-up“-Datum übersteigt. Im unteren Diagramm (Abb. 32) ist sichtbar, dass die Häufigkeit der Re-Intervention in der endovaskulären Gruppe innerhalb der ersten 73 Monate nach der Behandlung stets höher war als in der offenen Gruppe. Danach steigen die Re-Interventionen in der offenen Gruppe stetig an. Der Log-Rank-Test ist nicht signifikant, $p=0,15$, d. h. man kann nicht von unterschiedlichen Verläufen ausgehen. Die Annahme der Proportionalität der Hazards ist nicht erfüllt, $p=0,0013$. Dies wird anhand der sich kreuzenden Kurven deutlich. Die erwartete Teststärke des Log-Rank-Tests sinkt, wenn diese Annahme nicht erfüllt ist, d. h. man hat mehr falsch-negative Fälle bei der Hypothesenprüfung. Um den Unterschied zwischen den OP-Methoden zu präzisieren, müsste man mehr Fälle überprüfen.

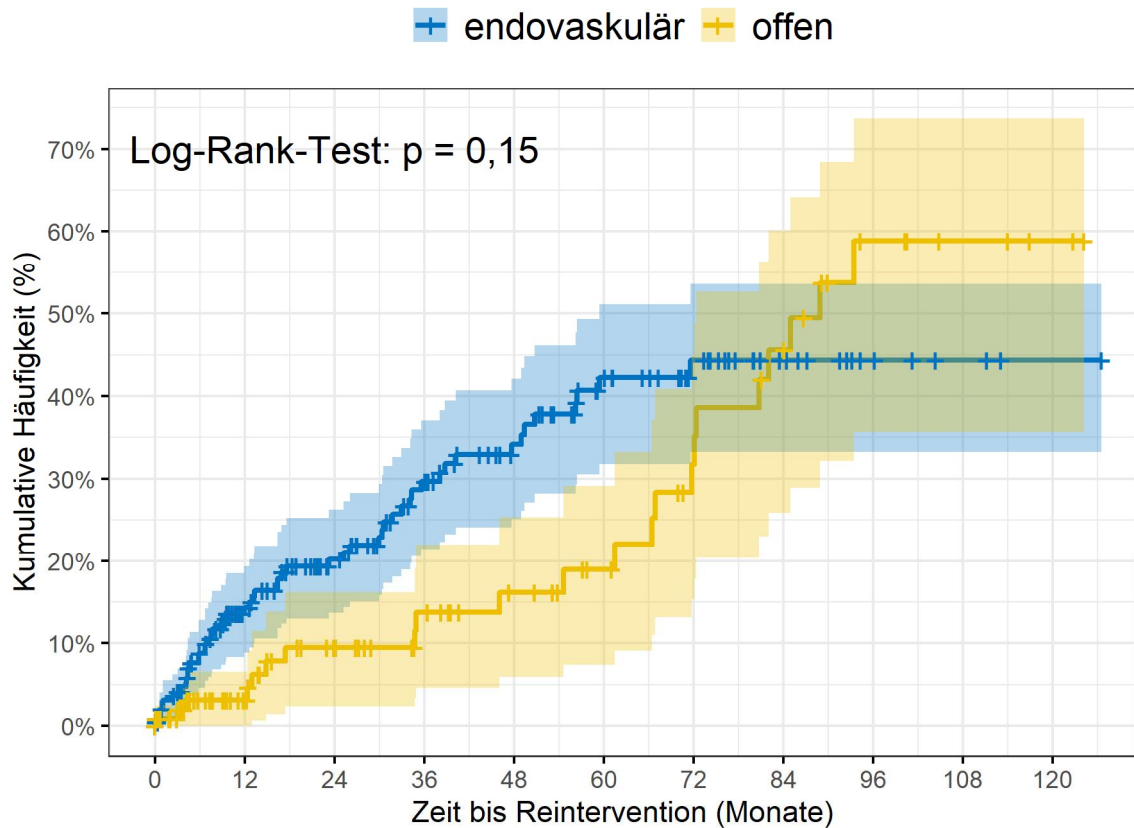


Abb. 32: Kumulative Häufigkeiten von endovaskulärer und offener OP-Methode in Bezug auf Zeit bis Re-Intervention

4.4 Outcome

Hier ist insbesondere die Letalität ein zentraler Aspekt, der näher betrachtet wird.

4.4.1 Krankheitslast

Es werden die unterschiedlichen Komplikationen betrachtet, die nach den jeweiligen OP-Verfahren auftreten können.

4.4.1.1 Morbidität

Ein zentraler Aspekt dieser Studie ist die Bewertung der postoperativen Morbidität und Komplikationsrate im Hinblick auf die Wahl des OP-Verfahrens mittels offener Aortenrekonstruktion (OAR) und endovaskulärer Aortenreparatur (EVAR).

4.4.1.2 Gesamtkomplikationsrate

Die Gesamtkomplikationsrate umfasst die postoperativen Ereignisse, die den Heilungsverlauf beeinflussen. Diese haben zum Teil zu einer operativen Re-

Intervention geführt und zum Teil lediglich zu einer allgemeinen Versorgung des Patienten wie z.B. eine Antibiotikatherapie. In dieser Studie ergibt die prozentuale Gesamtkomplikationsrate bei EVAR 46 % und bei OAR 70 %.

Tab. 13: Komplikationstyp Gesamtkomplikationen

Komplikationstyp	Chi ² -Wert	p-Wert Chi ²	p-Wert Fisher-Exakt
Gesamtkomplikationen	13,19	0,00028	0,00036

Die Komplikationsraten wurden zwischen den endovaskulären und offenen Verfahren anhand von Chi-Quadrat- und Fisher-Exakt-Tests verglichen. Der *p*-Wert liegt in beiden statistischen Verfahren < 0,05, sodass ein signifikanter Unterschied zwischen den OP-Methoden besteht. Die endovaskuläre Methode hat deutlich weniger Gesamtkomplikationen.

4.4.1.3 Allgemeine Komplikationsrate

Die nicht-spezifisch postoperativen Ereignisse wie Infektionen und kardiovaskulären Erkrankungen werden als allgemeine Komplikationen zusammengefasst. Sowohl im EVAR als auch in der OAR traten diese auf, jedoch in unterschiedlicher Häufigkeit und Schwere. Bei den EVAR gab es 44 von 207 Fälle (21 %) mit leichten Komplikationen und bei OAR gab es 56 von 117 Fällen (48 %).

Tab. 14: Komplikationstyp Allgemeine Komplikationen

Komplikationstyp	Chi ² -Wert	p-Wert Chi ²	p-Wert Fisher-Exakt
allgemeine Komplikationen	9,19	0,0024	0,0029

Auch hier liegt der *p*-Wert in beiden statistischen Verfahren <0,05, sodass ein signifikanter Unterschied zwischen den OP-Methoden besteht. Die endovaskuläre Methode hat deutlich weniger allgemeine Komplikationen.

4.4.1.4 Spezielle Komplikationsrate

Die speziellen Komplikationsraten umfassen beispielsweise die Endoleaks nach EVAR und Anastomoseinsuffizienzen nach OAR. Diese erforderten eine Re-

Intervention und wurden im oberen Kapitel erörtert. Bei EVAR waren dies in 52 von 207 Fällen (25 %) und bei OAR waren es 26 von 117 Fällen (ca. 22 %).

Tab. 15: Komplikationstyp Spezielle Komplikationen mit Reintervention

Komplikationstyp	Chi ² -Wert	p-Wert Chi ²	p-Wert Fisher-Exakt
Spezielle Komplikationen mit Reintervention	5,02	0,025	0,029

Auch bei den speziellen Komplikationen mit Reintervention zeigte sich ein signifikanter Unterschied zugunsten der endovaskulären Therapie.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass das endovaskuläre Verfahren in dieser Kohorte mit einer signifikant geringeren Komplikationsrate verbunden ist.

4.4.1.5 Clavien-Dindo-Klassifikation

Die Clavien-Dindo-Klassifikation ermöglicht eine standardisierte Einteilung der Komplikationen in fünf Schweregrade, von milden Abweichungen im Heilungsverlauf (Grad I) bis zu lebensbedrohlichen Komplikationen oder gar bis zum postoperativen Versterben (Grad V). Die Studie zeigte, dass die meisten Komplikationen im Schweregrad I zu verzeichnen waren sowohl bei EVAR als auch bei OAR.

Tab. 16: Clavien-Dindo-Klassifikation

Clavien-Dindo-Klassifikation	Anzahl in EVAR	Anzahl in OAR
1	35	47
2	2	0
3	7	4
4	9	4
5	0	3

4.4.2 Letalität

Es wird einerseits die Sterblichkeit innerhalb von 30-Tagen betrachtet und die Gesamtsterblichkeit nach den operativen Prozeduren.

4.4.2.1 30-Tage-Mortalität

Die Todesursachen und die Re-Interventionsmaßnahmen bei der 30-Tage-Letalität gibt die nächste Tabelle Tab. 17 wieder:

Tab. 17: 3 Todesfälle innerhalb 30 Tage nach OP

Alter am OP-Tag	Geschlecht	Sterbedatum	Todesalter	Zeit_OP_Tod in Tagen	OP-Datum	BAA	OP-Dauer	OP-Methode	IST-Aufenthalt
83	männlich	18.02.2011	83	2	16.02.2011	72,5	230	offen	3
71	männlich	23.04.2012	71	18	05.04.2012	48,4	180	offen	15
75	weiblich	12.10.2015	75	7	05.10.2015	48	146	offen	3

Von $n=324$ Patienten waren 3 Patienten innerhalb von 30 Tagen nach OP verstorben und 36 Patienten wurden zensiert. Die nach Kaplan-Meier berechnete 30-Tage-Letalität beträgt 0,98 (95%-KI: [0 - 2,1]) %. Alle 3 Patienten hatten eine offene OP erhalten und alle OPs liefen länger als 2 Stunden. Keiner der Patienten ist am Tag der OP verstorben und alle 3 Patienten waren mehrere Tage nach der OP auf der Intensivstation. Bei einem Patienten liegt der ITS-Aufenthalt bei 15 Tagen, sodass man in diesem Fall davon ausgehen kann, dass bei ihm nach der OP Komplikationen aufgetreten waren. Keiner der 3 Patienten hatte Re-Interventionsmaßnahmen erhalten.

4.4.2.2 Gesamtletalität

Der Zeitraum dieser Analyse liegt zwischen 2006 und 2016. Zum Auswertungszeitpunkt im Jahr 2020 begann die Corona-Pandemie und eine Datenanalyse war nur eingeschränkt möglich, sodass es sich hier nur um eine Trendanalyse handelt. Anhand der Verlaufskontrolle in der Gefäßsprechstunde wurden Patienten, die nicht zu ihrem Nachsorge-Termin erschienen, erfasst und diejenigen, die bereits verstorben waren, wurden in Medico mit dem Todeszeitpunkt gekennzeichnet.

Das Follow-up erfolgte bis zum Jahr 2020, sodass Patienten, die in den darauffolgenden Jahren Komplikationen erlitten, nicht erfasst wurden. Deswegen

können keine Aussagen zum Langzeitverlauf gemacht werden. Die erfassten Sterberaten sind als Trendwerte zu deuten.

Es stellt sich heraus, dass lediglich 27 Patienten verstorben waren. Das waren 8,3 % von der Gesamtanzahl. Von diesen 27 verstorbenen Patienten waren 63 % endovaskulär und 37 % offen operiert worden.

Insgesamt 17 (8,2 %) der 207 Patienten aus der endovaskulären Gruppe waren verstorben, während es in der offenen Gruppe 10 (8,5 %) von 117 waren. Die genauen Inzidenzraten mit Berücksichtigung der zensierten Fälle werden im späteren Abschnitt berechnet.

Von den insgesamt 27 Verstorbenen hatten 18 keine Re-Interventionsmaßnahmen (vgl. Tab. 18). Das verdeutlicht, dass 18 der 27 Patienten nicht aufgrund der Aorten-OP verstorben waren.

Tab. 18: Kreuztabelle Postop-Re-Interventionsmaßnahme mit TOD

Postop_Reint_Maßnahme * TOD Kreuztabelle		
Maßnahmen-Schlüssel	Re-Intervention, weitere allgemeine Erkrankungen, weitere Interventionen	TOD
0	keine Maßnahme	18
21	Endoleak Embolisation	3
42	Lymphocele	1
53	TEVAR bei Thoraxaneurysma	1
61	Pneumonie, Leber-, Nierenversagen	1
332	AIC-Verschluss-PTA/Stent	1
344	AIC-Verschluss-Thrombektomie	1
372	pAVK-Verschluss-PTA/Stent	1
	GESAMT	27

Von den übrigen 9 Patienten wurde lediglich bei 3 Patienten ein Endoleak festgestellt.

Tab. 19: Sterbetabelle der ausgewählten Patienten

OP_Datum	Sterbedatum	Geschlecht	OP_Methode_1	postop_Reint_Datum	postop_Reint_Maßnahme	Verstorben nach		
						Tage nach OP	Jahre nach OP	Tage nach Reint
20.10.2006	03.03.2014	männlich	offen		0	2691	7,4	
25.07.2006	13.01.2019	männlich	endovaskulär		0	4555	12,5	
16.11.2006	16.05.2008	männlich	endovaskulär	07.03.2007	332	547	1,5	436
20.04.2006	20.02.2014	männlich	endovaskulär	20.10.2010	21	2863	7,8	1219
29.11.2007	27.08.2008	männlich	endovaskulär	01.12.2007	42	272	0,7	270
28.02.2007	11.10.2008	weiblich	offen		0	591	1,6	
22.01.2008	21.03.2016	männlich	endovaskulär	13.01.2012	21	2981	8,2	1529
21.05.2008	17.09.2019	männlich	endovaskulär		0	4136	11,3	
25.11.2008	15.08.2013	männlich	endovaskulär		0	1724	4,7	
16.01.2008	04.08.2010	männlich	endovaskulär		0	931	2,6	
17.12.2007	04.02.2015	männlich	offen	19.01.2015	53	2606	7,1	16
20.09.2010	30.10.2011	männlich	endovaskulär	30.10.2011	61	405	1,1	0
20.10.2010	21.09.2011	männlich	endovaskulär	24.05.2011	372	336	0,9	120
25.05.2010	02.12.2011	männlich	endovaskulär		0	556	1,5	
26.11.2010	03.12.2016	männlich	offen		0	2199	6,0	
14.12.2011	06.11.2014	weiblich	endovaskulär	23.10.2014	21	1058	2,9	14
16.02.2011	18.02.2011	männlich	offen		0	2	0,0	
05.04.2012	23.04.2012	männlich	offen		0	18	0,0	
29.08.2013	11.03.2014	männlich	endovaskulär		0	194	0,5	
30.05.2013	15.10.2018	männlich	offen		0	1964	5,4	
11.04.2013	21.03.2018	männlich	endovaskulär		0	1805	4,9	
17.04.2014	01.07.2014	männlich	endovaskulär		0	75	0,2	
31.03.2014	20.02.2020	weiblich	offen		0	2152	5,9	
05.02.2014	26.06.2014	männlich	endovaskulär	25.06.2014	344	141	0,4	1
03.12.2014	17.07.2017	männlich	endovaskulär		0	957	2,6	
05.10.2015	12.10.2015	weiblich	offen		0	7	0,0	
08.06.2016	22.09.2018	männlich	offen		0	836	2,3	

In der folgenden Kurve in Abb. 33 wird das Überleben der Patienten in Bezug auf die OP-Methode dargestellt.

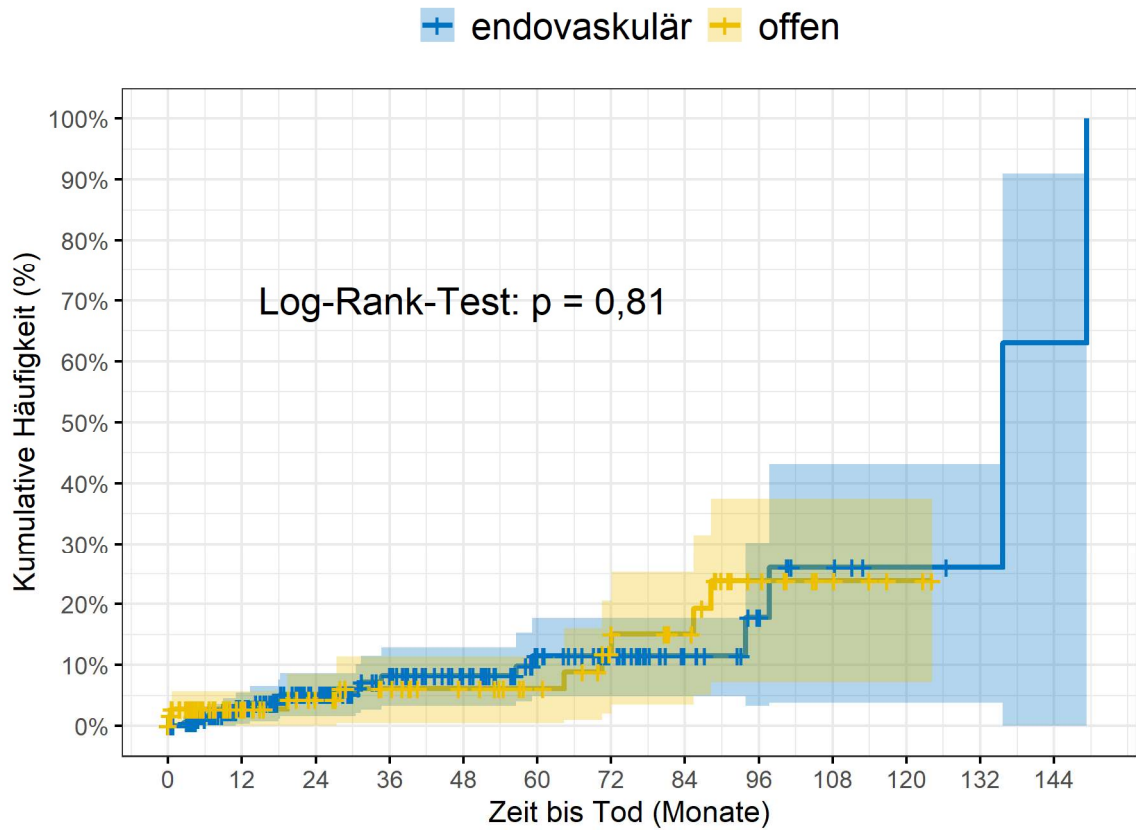


Abb. 33: Kumulative Häufigkeiten von endovaskulärer und offener OP-Methode in Bezug auf Zeit bis zum Tod

Die genaue Sterbeinzidenz ist in folgender Tabelle gegeben:

Tab. 20: Sterbeinzidenz

Monat	n.Gefährdet	n.Ereignis	n.Zensiert	Verstorben	95 %-KI	
					Ober	Unter
endovaskulär						
1	189	0	18	0,0 %	0,0 %	0,0 %
12	140	5	44	3,0 %	0,4 %	5,5 %
24	111	3	26	5,2 %	1,6 %	8,7 %
36	89	3	19	8,2 %	3,3 %	12,9 %
48	72	0	17	8,2 %	3,3 %	12,9 %
60	52	2	18	11,5 %	4,8 %	17,7 %
72	38	0	14	11,5 %	4,8 %	17,7 %
84	20	0	18	11,5 %	4,8 %	17,7 %
96	11	1	8	17,8 %	3,3 %	30,1 %
108	6	1	4	26,0 %	3,8 %	43,1 %
120	3	0	3	26,0 %	3,8 %	43,1 %

132	2	0	1	26,0 %	3,8 %	43,1 %
144	1	1	0	63,0 %	0,0 %	91,0 %
offen						
1	96	3	18	2,7 %	0,0 %	5,7 %
12	67	0	29	2,7 %	0,0 %	5,7 %
24	56	1	10	4,3 %	0,0 %	8,5 %
36	49	1	6	6,1 %	0,5 %	11,4 %
48	41	0	8	6,1 %	0,5 %	11,4 %
60	35	0	6	6,1 %	0,5 %	11,4 %
72	27	2	6	11,8 %	2,1 %	20,6 %
84	21	1	5	15,1 %	3,5 %	25,3 %
96	11	2	8	23,8 %	7,1 %	37,5 %
108	5	0	6	23,8 %	7,1 %	37,5 %
120	2	0	3	23,8 %	7,1 %	37,5 %

Als weiteres Kriterium des Überlebens nach der OP-Methode wird der BMI betrachtet. Der Zusammenhang von BMI und Sterbeinzidenz wurde mit der Cox-Regression geprüft. Die Annahme des proportionalen Hazards wurde erfüllt mit $p=0,79$ und der Effekt vom BMI auf die Sterbeinzidenz war statistisch signifikant mit $p=0,044$. Mit steigendem Gewicht steigt auch die Todesinzidenz. Im folgenden Diagramm (Abb. 34) wird die Sterbeinzidenz für die Quartile des BMI gezeigt:

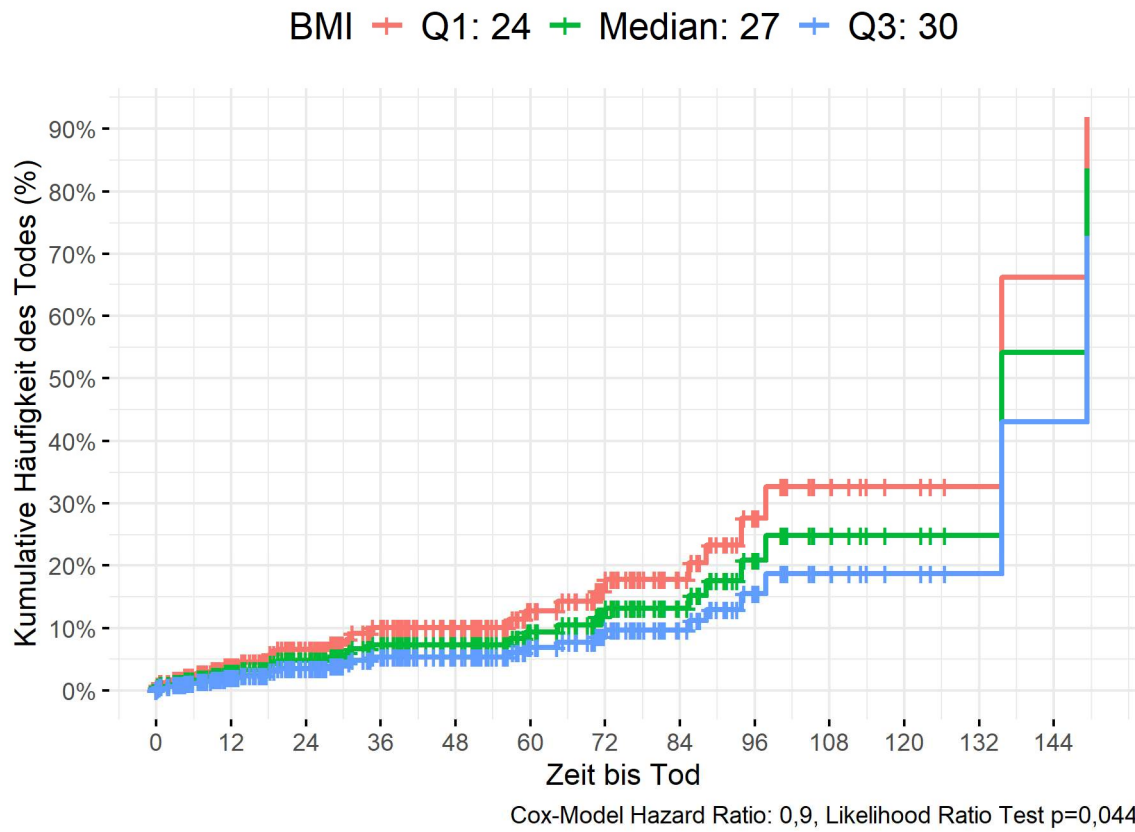


Abb. 34: Kumulative Häufigkeiten von endovaskulärer und offener OP-Methode in Bezug auf die Zeit bis zum Tod

5 Diskussion

Es erfolgte eine retrospektive Analyse zum Vergleich von offenen und endovaskulären Operationen an Patienten mit einem AAA. Dazu wurden Daten aus dem Arbeitsbereich Gefäßchirurgie (ehemaliger Leiter: Prof. Dr. Z. Halloul) der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und Transplantationschirurgie (Direktor: Prof. Dr. R. S. Croner, MA, FACS) des Universitätsklinikums A. ö. R. in Magdeburg herangezogen. Im Zeitraum vom 29.12.2005 bis 29.08.2016 wurden insgesamt 324 Patienten operiert.

Die Zielsetzung dieser Arbeit war es, die zwei Operationsmethoden miteinander zu vergleichen und hinsichtlich perioperativer Faktoren zu untersuchen, die die Wahl der OP-Methode (EVAR oder OAR) beeinflussen könnten.

5.1 Demografische Daten

Wie in Abschnitt 4.1 beschrieben, lag der Median des Alters am Tag der OP bei den männlichen Patienten bei 71 Jahren und sie waren mit 90,4 % deutlich öfter von einem behandlungswürdigen AAA betroffen als weibliche Patienten. Letztere hatten einen Median des Alters am Tag der OP von 76 Jahren und einen 9,6%-igen Anteil an den Gesamt-OPs. Es bestand kein signifikanter Unterschied bei Frauen und Männern zwischen den OP-Methoden. Die eigene Patientenkollektel unterscheidet sich somit nicht von Patientenkollekteln anderer Arbeitsgruppen wie der von Schmitz-Rixen *et al.*, in welcher der Anteil der männlichen Patienten bei 82 % liegt und der weiblichen Patienten bei 18 %. Das Durchschnittsalter der Patienten wurde mit $74 \pm 10,7$ Jahren für das EVAR und $71 \pm 8,9$ Jahren für die OAR angegeben.⁸

Das Durchschnittsalter bei endovaskulär versorgten Patienten lag zum Behandlungszeitpunkt bei 71,7 und bei offen versorgten Patienten bei 70,1 Jahren mit einem tendenziellen Unterschied ($p=0,097$), womit die Verteilung des Alters am OP-Tag über die Kategorien der OP-Methoden identisch ist.

Die OAR sollte nach Cekmecelioglu *et al.* bei Patienten < 65 Jahren angewandt werden, da die versorgten Patienten eine längere Lebenserwartung haben. Des Weiteren schätzten sie die Haltbarkeitszeit einer EVAR als kürzer ein und das Auftreten von Spätfolgen mit Re-Interventionen sei häufiger zu beobachten.³⁴ Zudem stellten Scallan *et al.* fest, dass Patienten über 80 Jahren mit einer EVAR eine bessere 1-Jahres-Überlebensrate hatten, aber die 5-Jahre-Überlebensrate sind für beide OP-Verfahren in dieser Altersklasse gleich.³⁵ Aus diesem Grund könnte das Alter der

behandelten Patienten einen Einfluss auf die Auswahl der OP-Methode gehabt haben, da der Anteil der über 80-jährigen Patienten in der eigenen endovaskulären Kohorte mit 15,9 % signifikant höher als der der offenen OP-Methode mit 6,8 % war ($p < 0,05$).

5.2 BMI

$n=98$ Patienten mit Übergewicht wurden mittels OAR und $n=44$ übergewichtige Patienten mittels EVAR behandelt. Bei stark übergewichtigen Patienten lag eine Tendenz zur offenen OP-Methode vor. Auch bei normalgewichtigen Patienten wurden 2/3 ($n=69$ Patienten) mit einer offenen OP behandelt und 1/3 ($n=33$ Patienten) erhielten eine endovaskuläre Operation. In den Gruppen mit Adipositas oder Untergewicht ist die Verteilung der Patienten auf die OP-Methoden annähernd gleich. Der BMI scheint keinen Einfluss auf die Wahl der OP-Methode zu haben, da es keine eindeutige Präferenz der OP-Methode in der Gruppe der Normalgewichtigen zu der Gruppe der Übergewichtigen gibt.

Dem Vergleich von Resultaten nach EVAR und OAR von Ribieras *et al.*, gemessen anhand des BMI der Patienten, hatte eine vergleichbare Patientenaufteilung wie dieser Studie zugrunde gelegen. Deren Studie zeigte, dass untergewichtige Patienten höhere Sterberaten als normalgewichtige Patienten hatten. Diese sollten vor OPs eine Gewichtsoptimierung erhalten, um die EVAR-Letalität zu reduzieren. Auf der anderen Seite hatten sehr übergewichtige Patienten der Studie mit längeren OP-Zeiten zu rechnen und mit respiratorischen Komplikationen zu kämpfen. Die 30-Tage-Letalität war nicht beeinflusst.³⁶ Im Vergleich von D'Orta *et al.* wurde in der unteren BMI-Gruppe ein verringertes Langzeitüberleben nach beiden OP-Methoden verzeichnet, aber bei der höheren BMI-Gruppe ein verringertes Langzeitüberleben nur in der OAR-Gruppe ermittelt.³⁷

Auch die Studie von Wall *et al.* zeigt, dass die Adipositas keinen Einfluss hat auf die Langzeitergebnisse wie 30-Tage-Letalität oder Länge des Aufenthalts ausübt.³⁸

Allerdings besagt die Studie von Locham *et al.*, dass es bei adipösen Patienten, die eine OAR erhalten, zu einem steigenden Risiko für Niereninsuffizienz und Wundinfektionen kommen kann. Die adipösen Patienten mit einer EVAR wiesen keine Nachteile auf.³⁹

In der abschließenden Betrachtung ist in der allgemeinen Literatur überwiegend die gleiche Aussage zu sehen, dass bei einem hohen BMI eine EVAR zu bevorzugen ist. Allerdings hat der BMI keinen Einfluss auf die 30-Tage Letalität.

5.3 Komorbiditäten

Die Fragestellung, ob sich die Patientenkollektive hinsichtlich der Risikofaktoren oder Morbidität signifikant unterscheiden, kann mit Nein beantwortet werden, so dass auch hier kein Einfluss auf die Wahl der Operationsmethode zu vermuten ist. Dennoch soll im Gesamtkontext der Betrachtung von Einflussfaktoren auf die Entstehung von Bauchaortenaneurysmen auf die Ergebnisse zu den Komorbiditäten weiter eingegangen werden.

Die arterielle Hypertonie (aHT) war die häufigste Vorerkrankung aller Patienten und 95 % aller Patienten der OAR-Gruppe und 92 % der EVAR-Kohorte wiesen diese auf. Die Ergebnisse unterstreichen die Schlussfolgerungen anderer Untersuchungen, dass eine arterielle Hypertonie und bestehender Nikotinabusus ein Größenwachstum eines AAA positiv beeinflussen.¹²

Auch die KHK wurde bei ca. 50 % aller Patienten bereits behandelt. Die offen operierten Patienten litten zu 51 % an einer KHK. Bei endovaskulär versorgten Patienten waren es 47 %.

Gnus *et al.* beschreiben keinen signifikanten Unterschied in der Inzidenz der Hypertonie in beiden Gruppen (73 % bei EVAR, 69 % bei OAR). Allerdings waren Vorerkrankungen wie KHK (72 % bei EVAR, 64 % bei OAR), Nierenerkrankungen (18 % bei EVAR, 8 % bei OAR) und ZNS-Erkrankungen (17 % bei EVAR, 10 % bei OAR) weitaus häufiger in der Gruppe der endovaskulär behandelten Patienten zu verzeichnen.⁴⁰

Zum Zeitpunkt der OP waren lediglich ein Drittel aller Patienten Raucher, davon 33 % aller Patienten mit OAR und 77 % aller endovaskulär operierten Patienten. Allerdings haben 74 % aller offen operierten Patienten früher geraucht und 72 % aller Patienten, die endovaskulär versorgt wurden.

Die drei Faktoren KHK, Nikotinabusus und aHT sind als Haupt-Risikofaktoren für die Entstehung eines Aortenaneurysma zu betrachten. Somit entspricht das Patientenkollektiv des Universitätsklinikums Magdeburg A. ö. R. der in der Literatur bezeichneten prädestinierten Gruppe zur Entwicklung eines Aortenaneurysmas.

Die Hyperlipidämie ist häufig im gesamten Patientenkollektiv als Vorerkrankung vertreten. Insgesamt litten $n=277$ Patienten (85 %) an dieser Stoffwechselerkrankung. Die Einnahme von Statinen erfolgte bei 85 % aller offen operierten Patienten und 86 % aller endovaskulär versorgten Patienten.

Tab. 21: Matrix der Hyperlipidämie-Medikamente nach OP-Methode

		endovaskulär		offen	
		φ Hyperlipidämie	Hyperlipidämie	φ Hyperlipidämie	Hyperlipidämie
kombinierte Lipidsenker	nein	11	184	13	99
	ja	0	12	0	5
Statine	nein	11	107	13	47
	ja	0	89	0	57
gesamt			12+89=101		5+57=62

Die Tabelle Tab. 21 veranschaulicht, dass von $n=207$ endovaskulär operierten Patienten insgesamt $n=97$ Patienten entweder Statine oder kombinierte Lipidsenker einnahmen und 2 Patienten sowohl Statine als auch kombinierte Lipidsenker nutzten. Von den $n=117$ offen operierten Patienten haben $n=62$ Patienten einen kombinierten Lipidsenker oder ein Statin eingenommen.

In der aktuellen S3-Leitlinie *Abdominelles Aortenaneurysma* wird erwähnt, dass Patienten unter Statinbehandlung nach Aneurysmaversorgung eine signifikant niedrigere Sterblichkeit nachweisen, welches mit der Dauer der Behandlung zunahm. Zudem stellte sich heraus, dass AAA-Patienten mit Statintherapie ein signifikant besseres 5-Jahres-Überleben hatten im Vergleich zu Patienten, die keine Statine erhielten (68,4 % vs. 42,2 %).⁴¹

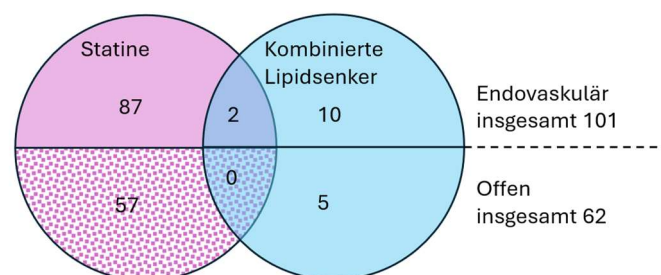


Abb. 35: Venn-Diagramm für Hyperlipidämie-Medikamente

Lediglich in der Gruppe der endovaskulär versorgten Patienten haben 2 Patienten sowohl ein Statin als auch ein kombiniertes Präparat eingenommen.

Wie bereits oben beschrieben, haben über 85 % aller Patienten eine Hyperlipidämie, aber lediglich ca. 50 % dieser Patienten nehmen Medikamente ein. Wie von Lilja *et al.* beschrieben, hat eine Behandlung mit Statinen postoperativ eine merkliche Verbesserung der Langzeit-Überlebensrate zur Folge.⁴²

5.4 Anatomie

Die Größenverhältnisse der Durchmesser haben in allen 8 Arterien eine Normalverteilung ergeben.

Die im Untersuchungszeitraum geltenden Leitlinien empfehlen, dass eine Verankerung des Stentgrafts bei einer Länge des Aneurysma-Halses von 15 mm ausreichend ist und der Durchmesser nicht mehr als 30/34 mm sein sollte. Die Aa. iliaca interna sowie die Aa. iliaca externa sollten nicht verschlossen sein und die Aa. iliaca externa sollten ein Mindestmaß von 8 mm aufweisen, um den Zugang der Endoprothese zu gewährleisten. Sollten diese Maße nicht gegeben sein, so war die OAR zu bevorzugen.²⁹

In der Studie von Gray *et al.* liegt der Mittelwert der A. iliaca communis bei 14 mm (hier 15 mm) und der Mittelwert der A. iliaca externa bei 10 mm (hier 8,8 mm). In 20 % der Fälle waren diese Werte einige Jahre nach der EVAR expandiert und führten zu einem Endoleak Typ 1b.⁴³

Der Durchmesser der A. iliaca externa sinistra lag in der endovaskulären Gruppe bei 8,9 mm und in der offenen Gruppe bei 8,5 mm. Der Durchmesser der A. iliaca externa dextra lag in der endovaskulären Gruppe bei 8,8 mm und in der offenen Gruppe bei 8,6 mm ohne signifikanten Unterschied (p bei $>0,05$). Jedoch liegt der Mittelwert bei endovaskulärer OP-Methode bei ca. 35 mm und bei offener OP-Methode bei ca. 20 mm. Durch den hochsignifikanten Unterschied zwischen endovaskulär und offener OP-Methode ($p < 0,05$), ist bei längeren Aneurysma-Hälsen die endovaskuläre Methode zu bevorzugen. Dies ist der entscheidende Parameter bei der Wahl der OP-Methode und wurde somit in dieser Studie auch nachgewiesen.

5.5 Maximaler AAA-Querdurchmesser

Es wurde überprüft, ob eine Relation zwischen dem maximalen AAA-Querdurchmesser und der OP-Methode besteht. Bei $n=317$ von $n=324$ Patienten wurde der maximale AAA-Querdurchmesser gemessen. Von diesen $n=317$ Patienten erhielten $n=205$ eine endovaskuläre OP und $n=112$ eine offene OP. Über den u-Test nach Mann & Whitney wurden Ränge für diese beiden Gruppen gebildet, die in Relation mit dem maximalen AAA-Querdurchmesser stehen. Die Ränge und somit der signifikante Zusammenhang ist gegeben und besagt, dass, gemessen an der Größe des AAA, eine Tendenz für eine der OP-Methoden existiert. Je größer das AAA, desto

eher besteht der signifikante Zusammenhang zu einer offenen OP ($p=0,002$). Der maximale AAA-Querdurchmesser spielt also eine Rolle bei der Auswahl der OP-Methode. In der Studie von Hovsepian *et al.* wird beim EVAR der Durchmesser mit der Länge des Aneurysma-Halses in Relation gesetzt und als Ergebnis wurde festgestellt, dass der Querdurchmesser keinen Einfluss auf die Komplikationen hat, aber ein kurzer Aneurysma-Hals mit größeren Komplikationen verbunden ist.⁴⁴

Der maximale AAA-Querdurchmesser wurde auf einen Zusammenhang mit der OP-Dauer getestet. Dies wurde mittels Kruskal-Wallis-Test überprüft, der mehr als zwei Gruppen in Bezug auf die unabhängige Variable vergleicht.

Auch hier wurden Ränge gebildet und es stellte sich heraus, dass bei kürzeren OPs die maximalen AAA-Querdurchmesser kleiner waren als bei den längeren OPs. Man beobachtete einen Anstieg in maximalen AAA-Querdurchmessern in der OP-Dauer, die mehr als 1 Stunde ausmachte. Dennoch war lediglich der Vergleich zwischen 1 Stunde vs. 4 Stunden statistisch signifikant unterschiedlich. Je größer der maximale AAA-Querdurchmesser, desto mehr wurden offene OPs durchgeführt und desto kürzer waren die Lebensdauern.⁴⁵

Der maximale AAA-Querdurchmesser wurde auch mit den BMI-Klassen in Relation gesetzt. Aber hier konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden und somit gibt es keinen Unterschied zwischen den BMI-Klassen in Bezug auf die maximalen AAA-Querdurchmesser. Man kann keinen Kausalzusammenhang zwischen der Schwere des Patienten und der Größe des AAA herstellen.

5.6 OP-Dauer

Die endovaskulären Operationen haben zu 60 % zwischen 1 bis 2 Stunden gedauert, wobei lediglich 7 % der offenen OPs diese Zeitspanne aufwiesen. Das deutet darauf hin, dass die offenen OPs zu über 90 % mehr als 2 Stunden gedauert haben.

Mit dem oben errechneten Log-Rank-Test ist $p<0,0001$, was einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Länge der OP und der OP-Methode anzeigt. Längere OP-Dauern deuteten auf die Durchführung von offenen OPs hin. Dies hatte jedoch keinen signifikanten Einfluss auf die Letalität.

Auch im Vergleich von Gnus *et al.* lag die OP-Dauer von EVAR zwischen 60 und 255 min, wobei die OP-Dauer von OAR zwischen 90 und 345 min lag. EVAR ist daher vorteilhaft für Hochrisikopatienten.⁴⁰ Die kürzere OP-Dauer spricht eindeutig für die EVAR.

5.7 Erythrozytenkonzentrate

Die Analyse zeigt, dass insgesamt 88 % aller Patienten mit endovaskulärer Versorgung keine EKs benötigte. Die restlichen 12 % der Patienten erhielten EKs, davon 9 % 2 EKs und 2 % 4 EKs. Im Gegensatz hierzu erhielten 36 % aller OAR-Patienten keine EKs, aber von den übrigen 64 % der Patienten der OAR-Gruppe benötigten 26,5 % der Patienten 2 EKs und 13,7 % der Patienten sogar 4 EKs. Der Zusammenhang von EKs mit der OP-Methode ($p < 0,001$) ist signifikant, da überwiegend nach oder während offener OPs EKs benötigt wurden. Die geringere Anzahl der Erythrozytenkonzentrate spricht eindeutig für die EVAR.

Die Korrelation zwischen der Anzahl der transfundierten EKs mit der Länge der Krankenhausverweildauer war ebenfalls signifikant. Je höher die Anzahl der benötigten EKs, desto länger war die postoperative Krankenhausverweildauer ($p < 0,001$).

In der Studie von Mahmood *et al.* wird ein Risiko-Index vorgestellt, der EVAR-Patienten verifiziert, die eine höhere Wahrscheinlichkeit haben, intraoperativ EKs zu benötigen. Dies wird anhand des ASA-Scores, Hämoglobin-Wertes (mmol/l), maximalen AAA-Querdurchmessers und des Alters der Patienten ermittelt. Zwei Patientenkollektive wurden miteinander verglichen, bei dem 8,4 % und 6,1 % aller EVAR-Patienten eine Transfusion benötigten. Bei der Berechnung des Risiko-Indexes konnten diese Werte zu 94 % vorhergesagt werden.⁴⁶ Bei dem hier vorgestellten Patientenkollektiv betrifft es 12 % aller EVAR-Patienten. Auch dies spricht für EVAR.

5.8 Postoperative Krankenhausverweildauer

Im Durchschnitt liegt die stationäre Aufenthaltsdauer des Gesamtkollektivs bei 13 ± 14 Tagen.

Bei den endovaskulär versorgten Patienten wurden über 40 % aller Patienten bereits innerhalb einer Woche nach OP entlassen, wohingegen bei offen operierten Patienten lediglich 1 %. Bei beiden OP-Methoden wurden ca. die Hälfte der Patienten in der 2. Woche nach OP entlassen. Da 26 % aller offen operierten Patienten in der 3. Woche und 18 % nach mehr als 3 Wochen entlassen wurden, wird hier deutlich, dass die postoperative Krankenhausverweildauer bei offenen OPs bei insgesamt 44 % mehr als 2 Wochen betrug.

Der Vergleich der OP-Methoden zeigte einen Median der gesamten postoperativen Krankenhausverweildauer von 9,5 Tagen in der endovaskulären Gruppe und einen Median der gesamten postoperativen Krankenhausverweildauer von 17 Tagen in der offen versorgten Gruppe, welches doppelt so lang ist wie in der endovaskulären Gruppe.

Dieses Ergebnis spricht für die endovaskuläre Methode, da von geringeren Frühkomplikationen ausgegangen wird. In der Vergleichsstudie von Scallan *et al.* spricht man von durchschnittlich von 3 Tagen nach EVAR und 9 Tagen nach OAR.³⁵ Die postoperative Krankenhausverweildauer im hiesigen Patientenkollektiv ist damit länger als in der Literatur angegeben.

Die Studien von Wang *et al.* beschreiben eine postoperative Krankenhausverweildauer bei EVAR von durchschnittlich 6 Tagen und durchschnittlich 13 Tagen bei OAR. Zusätzlich haben die Patienten nach einer OAR einen größeren Blutverlust sowie höhere Komplikationsraten.⁴⁷

5.9 ITS-Aufenthalt

Die ITS-Tage (Verweildauer auf der Intensivstation) betragen beim Patientenkollektiv 3,5 bis 7,5 Tage.

Tab. 22: ITS-Statistik mit Mittelwert und Median für Aufenthalte im Krankenhaus

		Statistiken		
		KH-Aufenthalt insgesamt	ITS-Aufenthalt	KH-Aufenthalt post-OP
[n]	gültig	324	324	324
	fehlend	0	0	0
Mittelwert		15,49	3,51	13,54
Median		12,00	2,00	10,00
Std.-Abweichung		15,147	7,525	14,630

Std.-Standard

Im Vergleich der beiden OP-Methoden erhält man für endovaskulär versorgte Patienten einen Median von 2 (2-2) ITS-Tagen und für offen versorgte Patienten von 3 (2-5) Tagen. Auch dieses Ergebnis zeigt eindeutig einen kürzeren postoperativen Verlauf in der endovaskulären OP-Methode.

In der Analyse von Gavali *et al.* waren 19 % der Patienten bei der offenen OP für 2-6 Tage und 6 % für > 7 Tage auf der Intensivstation. Bei der endovaskulären Methode waren lediglich 3 % der Patienten für 2-6 Tage auf der ITS, jedoch kein Patient für > 7 Tage.⁴⁸

Dies spiegelt auch in ähnlicher Form diese Datenbank wider mit 49 % der offen operierten Patienten für 2-6 Tage auf der ITS und 16 % für > 7 Tage. Bei den endovaskulären OPs waren 9 % für 2-6 Tage auf der ITS und lediglich 2 % für > 7 Tage.

5.10 Prothese-Arten

Für die OAR wurden hauptsächlich die B/Braun – Silver-Graft-Bifurkationsprothese[®] sowie die Vascutek – Gelsoft – TM-Plus-Prothese[®] verwendet.

Für die EVAR wurden hauptsächlich die Gore-Excluder[®], Medtronic-Endurant[®] sowie die Vascutek – Anaconda-Prothese[®] verwendet.

Laut der Vergleichsstudie von Buck *et al.* haben die EVAR-Patienten mit Excluder oder Medtronic-Prothesen eine höhere intraoperative Letalität und eine höhere Rate von Nierenkomplikationen, aber weniger Re-Interventionen als mit Bifurkationsprothesen vom Typ Zenith. Die Excluder und Medtronic werden infrarenal fixiert, wohingegen die Bifurkationsprothesen von Zenith suprarenal fixiert werden.⁴⁹

In der Studie von Larena *et al.* wird beschrieben, dass beim in der OAR verwendeten Prothesenmaterial das Silber kovalent an Polyester gebunden ist (z. B. B/Braun, Silvergraft). Dadurch bleibt das Silber dauerhaft auf der Prothese und gewährleistet eine langfristige antibakterielle Wirkung. Die Silberazetat-Prothese erreicht eine günstige 30-Tage-Letalität von 6,5 % sowie eine niedrige Re-Infektionsrate von 10 %.⁵⁰

5.11 Re-Intervention

Die Re-Interventionsrate liegt bei ca. 26 % (EVAR) und bei ca. 19 % im OAR. Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass das follow-up im Jahr 2016 endet und somit Patienten, die in den Jahren 2014-2016 operiert worden wurden, eventuell nach 2016 noch Re-Interventionen hatten. Die Prozente werden in dieser Studie als Trendwerte angesehen.

In 76,5 % aller OPs kam es nicht zu einer Re-Intervention. Ein Viertel aller Patienten im follow-up hatten eine Komplikation, bei der es zu einer weiteren OP kam.

Tab. 23: Prozentualer Anteil von OPs und Re-Interventionen

OP-Methode	keine Reintervention	Reintervention	Summe	%-Anteil an Gesamt- Ops	%-Anteil an Gesamt- Reint
endovaskulär	153	54	207	26%	71%
offen	95	22	117	19%	29%
Summe	248	76	324		100%

Die Re-Interventionen liegen mit 8,3 % am häufigsten an einem Endoleak, welches wiederum am häufigsten vom Gore-Excluder verursacht wurde. Sie wurde 119 Mal verwendet und in 92 Fällen kam es nicht zu einer Re-Intervention. Damit ist sie zu 77 % zuverlässig.

Die Re-Interventionen waren bei EVAR höher aufgrund des Endoleaks und bilden somit den Hauptnachteil einer Entscheidung für das EVAR. Der Artikel von Fu *et al.* beschreibt, dass je größer der Durchmesser von Aneurysma-Hals und je größer der Blutfluss, desto größer ist das Risiko eines Endoleaks. Deshalb können genaue Messungen des Aneurysmas vor OP das Auftreten von Endoleaks verhindern.⁵¹

Wie schon von Cekmecelioglu *et al.* beschrieben, treten Endoleaks ausschließlich bei EVAR auf und entstehen aufgrund eines Blutflusses zwischen dem Aneurysma-Sack und dem Stentgraft. Die gefährlichsten Endoleak-Formen sind Typ Ia und Ib und müssen – falls vorkommend – bei einer EVAR behandelt werden.³⁴

Die Gründe für eine Re-Intervention bei offenen OPs waren ein Naht-Aneurysma, welches bei 4 Patienten auftrat (1,2 % des Gesamtkollektivs) und eine Narbenhernie, welches bei 8 Patienten auftrat (2,5 % des Gesamtkollektivs). Dies sind bei OAR geringe Häufigkeiten, wie auch in der Studie von Greenhalgh *et al.* festgestellt wurde. Die prothesenbedingten Komplikationen sind 3 bis 4 mal höher beim EVAR als in der OAR.⁵²

Die anderen Gründe für eine Re-Intervention lagen unter 1 % und werden hier nicht weiter diskutiert.

In der Studie von Salata *et al.* wurde festgestellt, dass die Zahl der Re-Interventionen innerhalb von 30 Tagen nach OP bei EVAR-Patienten niedriger war als bei OAR-

Patienten. Allerdings waren Re-Interventionen nach 7 Jahren verstärkt bei Patienten mit EVAR-Behandlung zu beobachten.⁵³

5.12 Morbidität

Die 30-Tage-Letalität beträgt 1 % im Gesamtkollektiv. In dieser Analyse waren 3 Patienten innerhalb von 30 Tagen nach OP verstorben. Da keiner dieser Patienten eine Re-Interventionsmaßnahme erhalten hatte, kann davon ausgegangen werden, dass keiner von ihnen aufgrund einer intraoperativen Komplikation verstorben ist.

Jedoch fand bei allen 3 Patienten eine OAR statt, die nicht länger als 2 Stunden andauerte. Bei einem dieser Patienten war der ITS-Aufenthalt 15 Tage lang, währenddessen der Patient verstarb.

In der Meta-Analyse von Antoniou *et al.*, die 7 Studien enthält, wurden die Ergebnisse von 4 Studien (EVAR-1, OVER, ACE und Lottmann) verglichen - die 30-Tage-Letalität nach EVAR lag bei 1,2 % und nach OAR bei 3,1 %. Auch im Vergleich von 5 Studien (EVAR-1, OVER, DREAM, Chen und Soulez) lag die 30-Tage-Letalität nach EVAR bei 1,4 % und nach OAR bei 4,5 %.⁵⁴

5.13 Letalität

Die EVAR weist eine signifikant geringere Letalität im Vergleich zur OAR auf, was sich auch in dieser Studie widerspiegelt.

Die Gesamtletalität von 27 Patienten ist bezogen auf den Betrachtungszeitraum von 2006-2020, wovon 17 Patienten eine EVAR erhielten und 10 einen OAR. Von diesen 10 Patienten waren 3 innerhalb von 30 Tagen nach OP verstorben. Ein weiteres follow-up nach dem Jahr 2020 wurde nicht durchgeführt, sodass Patienten, die in den darauffolgenden Jahren Komplikationen erlitten, nicht erfasst wurden. Deswegen können keine Aussagen zum Langzeitverlauf gemacht werden. Die erfassten Sterberaten sind als Trendwerte zu deuten.

Da insgesamt 18 der 27 Patienten keine Re-Interventionsmaßnahmen hatten, kann davon ausgegangen werden, dass die Todesursachen nicht direkt in der Aorten-OP lagen.

Aus der Meta-Analyse von Antoniou *et al.* geht hervor, dass die Letalität nach einer Aneurysma-Behandlung bei endovaskulär versorgten Patienten nach 8 Jahren höher ist als bei OAR.⁵⁵

Es gab 3 Patienten von den 27 verstorbenen Patienten, die eine Re-Interventionsmaßnahme aufgrund eines Endoleaks Typ II hatten, bei dem eine sofortige Maßnahme nicht notwendig ist. Eine der Patienten ist innerhalb von 14 Tagen nach Re-Intervention verstorben. Die anderen beiden sind erst 4 Jahre und 8 Jahre nach der Re-Intervention gestorben.

In der Studie von Lederle *et al.* fand man weniger Todesfälle nach 8 Jahren in der EVAR-Gruppe als in der OAR-Gruppe. Das liegt daran, dass die Studie von Lederle mehrere Jahre nach den Studien von DREAM und EVAR-1 stattfanden. In dieser Zeit haben sich sowohl die Prothesen weiterentwickelt als auch die OP-Verfahren. In den Anfängen der EVAR mussten noch hohe Dosen an Strahlung genutzt werden, die in späteren Jahren zu krebbsbedingten Todesfällen führten.⁵⁵ Dies war in den späteren Jahren der Anwendung von EVAR-Prothesen nicht mehr notwendig.

5.14 Gesamtheitliche Betrachtung

Die Medikamente sowie die Laborwerte beeinflussen nicht die Wahl der OP-Methode. Bei der Auswertung der Studie wurden diese Punkte in der Studie dennoch berücksichtigt, um eine allgemeine Betrachtung des Themas dahingehend auch einzubeziehen.

5.14.1 Medikamente

Acetylsalicylsäure (ASS) nahmen $n=85$ (72,6 %) von $n=117$ Patienten der OAR-Gruppe und $n=162$ (78,3 %) von $n=207$ Patienten der EVAR-Gruppe ein.

Entsprechend der aktuellen S3-Leitlinie *Abdominelles Aortenaneurysma* sollte bei Patienten mit AAA perioperativ die Gabe von ASS im Rahmen der Sekundärprävention fortgesetzt werden.⁴¹

Die Gabe von Betablockern führt nicht zu einer präferierten OP-Methode, da es sich hier gleichverteilt mit ca. 51,2 % (offen) und 51,2 % (endovaskulär).

Vor der OP wird die Gabe von Betablockern empfohlen, jedoch steht es noch aus, ob durch eine langfristige vorherige Einnahme die Größenzunahme der AAA verhindert wird.⁵⁶

Viele andere Medikamente haben auch keinen signifikanten Unterschied in der OP-Methode ergeben wie z.B. PPI ($p=0,734$), Schleifendiuretika ($p=0,697$) und NSAR ($p=0,911$). Die Art der präoperativen medikamentösen Behandlung der Patienten

sowohl offen als auch endovaskulär scheint keinen Einfluss auf die Wahl der OP-Methode zu haben, jedoch erscheint erwähnenswert, dass die Empfehlungen der S3-Leitlinie zum damaligen Zeitpunkt nur unzureichend umgesetzt wurden.

5.14.2 Laborwerte

Beide OP-Methoden wiesen einen ähnlichen Verlauf der Leukozytenzahl (Gpt/l) mit Anstieg am postoperativen Tag 1 und anschließendem Abfall auf, sodass diese Laborwerte keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die OP-Methode ergaben. Bei steigenden Leukozyten sowie einem CRP-Anstieg und Temperaturanstieg ist auch immer an ein Postimplantationssyndrom zu denken. Bischoff *et al.* beschreiben, dass dieses Syndrom bei mehr als 50 % aller untersuchten Kliniken nicht als relevante Komplikation nach EVAR gesehen wird.⁵⁷

In erster Linie ist die unmittelbar postoperative Leukozytose als Immunreaktion auf das lokale Trauma bzw. die Verletzung des Endotheliums zu werten. Als auslösende Faktoren werden u. a. das verwendete Kontrastmittel, die intraperative Manipulation am wandständigen Thrombus, eine sekundäre Thrombosierung des Aneurysma-Sacks und eine durch die Prothesenoberfläche ausgelöste Inflammation diskutiert.⁵⁸ Der Hämoglobinwert (mmol/l) zeigt in beiden OP-Methoden einen fallenden Verlauf, bis Post OP Tag 1. Bei EVAR nimmt es ab Post OP Tag 1 einen stabilen Verlauf an, sodass der Blutverlust nicht stark Hb-relevant scheint.

Bei OAR sind EKs notwendig aufgrund des teils nicht unbeträchtlichen hohen Blutverlustes. Dies spricht für die Wahl einer EVAR.

Das Serum-Kreatinin ($\mu\text{mol/l}$) steigt bei Patienten an, die in einer offenen OP versorgt werden. Als mögliche Ursache könnte hier die Abklemmung der Nierenarterien gesehen werden. Bei endovaskulären OPs ist der Kreatinin-Wert ($\mu\text{mol/l}$) auf einem konstant niedrigen Niveau, trotz Gabe von Kontrastmitteln. Die kontinuierliche Volumengabe führt zu einer guten Filtration der Nieren. Auch dieses Ergebnis spricht für die Wahl der EVAR.

Die Verschlechterung der Nierenfunktion wird in der Meta-Analyse von Jones *et al.* häufig nach OAR festgestellt. Die Ursachen hierfür könnten durch Minderperfusion oder perioperative Blutungen sowie durch in der OP ausgelöste Mikroembolien liegen. Nach einer OAR lag die Inzidenz für dialysepflichtige Patienten bei 1,7 % und bei EVAR-Patienten bei 0,8 %. Allerdings konnte die Meta-Analyse auf Basis der

Heterogenität nicht durchgeführt werden, da einige Studien lediglich die Niereninsuffizienz dokumentieren und andere die Veränderung des Kreatinin-Levels ($\mu\text{mol/l}$).²⁶

Der Anstieg des Myoglobinwertes ($\mu\text{g/l}$) - Muskelzerfallsprodukt - entsteht z. B. beim Ausklemmen der Aorta und bei Gewebstraumata. Dies könnte auch ein Indiz für eine Rhabdomyolyse sein, die nach thorako-abdominellen Aorten-OPs entstehen kann, wie von Miller *et al.* beschrieben.⁵⁹

Im Gegensatz dazu ist bei der endovaskulären OP-Methode lediglich ein leichter Anstieg zu verzeichnen, welches für die Wahl der EVAR spricht.

5.15 Stärken

Diese retrospektive Beobachtungsstudie gründet sich auf „real world data“, was eine hohe Praxisrelevanz sichert. Sie basiert auf einem umfangreichen und repräsentativen Patientenkollektiv (324 Patienten über 10 Jahre) gefäßzentrumsgleicher Klinikstrukturen einer hochspezialisierten Einrichtung (Universitätsklinikum). Die Ergebnisse liefern wichtige Entscheidungsgrundlagen für Mediziner und tragen zur weiteren Diskussion in der Fachwelt bei. Sie stellen außerdem einen Beitrag zur gefäßchirurgischen Qualitätssicherung dar und bieten praxisrelevante Erkenntnisse für die klinische alltägliche Anwendung. Zusätzlich stützt sich die Studie auf eine fundierte statistische Methodik und eine sorgfältige Datenauswertung und kann damit geeignete Grundlage für die Planung und Erörterung weiterführender Studienkonzepte sein.

5.16 Limitationen

Es handelt sich um eine retrospektive Studie, die auf dokumentierten Daten im klinikinternen Patientendokumentationssystem „Medico“ beruht. Die Primärdaten wurden nicht beeinflusst oder geändert. Es fehlen jedoch aufgrund mangelnder Dokumentation gemessene Werte, wie z. B. die maximalen AAA-Querdurchmesser, die bei 7 Patienten nicht angegeben worden waren.

Weiterhin erfolgte in dieser Arbeit das follow-up lediglich bis zum Jahr 2016, sodass Patienten, die in den darauffolgenden Jahren Komplikationen erlitten, nicht erfasst wurden. Deswegen können keine Aussagen zum Langzeitverlauf gemacht werden.

Nicht zuletzt können retrospektive Studien einen Bias bedeuten.

5.17 Ausblick

Trotz der bestehenden Erkenntnisse sind weitere Forschungen notwendig, insbesondere zur Langzeiteffektivität der Verfahren und zur Weiterentwicklung von Qualitätsstandards. Man könnte neue Indikatoren für die Bewertung des Behandlungserfolges definieren.

Eine bessere patientenspezifische Risikoabschätzung und Einbeziehung weiterführender oder neuer Parameter und Konstellationen wie Ernährungszustand, Prähabilitationsmaßnahmen, mikrobiologische Kolonisationen diverser Kompartimente oder Immunstatuscharakterisierungen u. a. m. könnte helfen, das geeignete Verfahren auszuwählen auf der Basis der Ergebnisse weitergehender Studien anspruchsvolleren Designs (multizentrisch/-national, prospektiv, Langzeit-orientiert etc.).

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden retrospektiven, monozentrischen Studie wurden zwei operative Verfahren zur Behandlung des infrarenalen Bauchaortenaneurysmas (AAA) miteinander verglichen: die offene chirurgische Versorgung (Open Aortic Repair, OAR) und die endovaskuläre Aneurysmreparatur (Endovascular Aortic Repair, EVAR). Untersucht wurden 324 konsekutive Patienten, die im Zeitraum von 2006 bis 2016 am Universitätsklinikum Magdeburg A. ö. R. behandelt wurden, davon 207 mittels EVAR und 117 mittels OAR.

Das Patientenkollektiv bestand aus 324 Patienten (90,4 % männlich und 9,6 % weiblich) im Zeitraum 01.01.2006 bis 29.08.2016 - Altersmittelwert von 71,1 Jahren. Es gab keinen signifikanten Altersunterschied.

Da ca. 50 % der Patienten mit einer Hyperlipidämie keine Statine einnahmen, könnte dies ein Einflussfaktor auf die Entwicklung eines Aneurysmas gewesen sein.

Die 30-Tage-Letalität war ausschließlich bei OAR versorgten Patienten zu sehen.

Die weitere Auswertung ergab, dass Patienten, die endovaskulär versorgt wurden, eine signifikant kürzere Operationsdauer sowie eine deutlich reduzierte postoperative Aufenthaltszeit sowohl im Krankenhaus insgesamt als auch auf der Intensivstation aufwiesen. Auch der postoperative Verlauf zeigte sich nach EVAR günstiger, insbesondere hinsichtlich der hämodynamischen Stabilität und Laborverläufe. So zeigten sich unter EVAR geringere postoperative Anstiege von Kreatinin und Myoglobin sowie ein stabileres Hämoglobinprofil, was auf eine geringere Gewebetrauma-Belastung schließen lässt. Die 30-Tage-Letalität war insgesamt niedrig und unterschied sich nicht signifikant zwischen beiden Gruppen.

Allerdings wurde bei der endovaskulären Methode eine höhere Rate an Reinterventionen festgestellt, was die Notwendigkeit einer engmaschigen Nachsorge unterstreicht. Die offene Operation hingegen war mit einem höheren initialen Trauma und längeren Krankenhausaufenthalten assoziiert, erwies sich jedoch im Langzeitverlauf als stabiler und weniger nachsorgeintensiv. Ein wesentlicher Einflussfaktor auf die Wahl des Verfahrens war der maximale Querdurchmesser des Aneurysmas, der in der OAR-Gruppe signifikant größer war.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass beide Verfahren effektive und sichere Therapieoptionen darstellen. Während EVAR insbesondere für Patienten mit erhöhtem perioperativem Risiko eine schonendere Alternative darstellt, bietet die

offene chirurgische Versorgung langfristig eine robustere Stabilität. Die Entscheidung für das jeweilige Verfahren sollte daher stets patientenindividuell unter Berücksichtigung der anatomischen Voraussetzungen, des Risikoprofils und der Lebenserwartung getroffen werden.

Literaturverzeichnis

1. Tillmann BN. Anatomie der Gefäße: Rumpf. In: Debus ES, Gross-Fengels W, eds. *Operative und interventionelle Gefäßmedizin*. Springer Reference Medizin. Springer Berlin Heidelberg; 2020:549-561. doi:10.1007/978-3-662-53380-2_4
2. Divchev D, Rehders T, Najjar T, Tillwich F, Nienaber CA. Interventionelle Therapiestrategien bei Aortenerkrankungen. *Zeitschrift Für Gefäßmedizin*. 2015;12(1).
3. Bauer K, Ennker J. *Aorten Chirurgie: ein Patientenratgeber*. 2., aktual. Aufl. Steinkopff; 2008.
4. Larena-Avellaneda A, Debus ES. Aneurysmatische Gefäßerkrankungen. In: Debus ES, Gross-Fengels W, eds. *Operative und interventionelle Gefäßmedizin*. Springer Berlin Heidelberg; 2012:129-125. doi:10.1007/978-3-642-01709-4_5
5. Eckstein HH. Epidemiologie und Versorgung von Gefäßpatienten in Deutschland. In: Debus ES, Gross-Fengels W, eds. *Operative und interventionelle Gefäßmedizin*. Springer Berlin Heidelberg; 2012:163-184. doi:10.1007/978-3-642-01709-4_6
6. Statistisches Bundesamt. Bevölkerungsfortschreibung. Published online 2023.
7. Schmitz-Rixen T, Löffler AK, Steinbauer M, Grundmann RT. Versorgung des intakten abdominellen Aortenaneurysmas (AAA) 2020/2021: Registerbericht des DIGG der DGG. *Gefässchirurgie*. 2023;28(2):131-139. doi:10.1007/s00772-022-00967-1
8. Schmitz-Rixen T, Löffler AK, Steinbauer M, Grundmann RT. Versorgung des rupturierten abdominellen Aortenaneurysmas (AAA) 2020/2021: Registerbericht des DIGG der DGG. *Gefässchirurgie*. 2023;28(4):296-303. doi:10.1007/s00772-023-00997-3
9. Mayer D, Pfammatter T, Lachat M. Juxtarenale, suprarenale und Abschnitt-IV-Aneurysmen. In: Debus ES, Gross-Fengels W, eds. *Operative und interventionelle Gefäßmedizin*. Springer Berlin Heidelberg; 2012:525-550. doi:10.1007/978-3-642-01709-4_27
10. Debus ES, Gross-Fengels W, Kölbl T. Infrarenale Aorta. In: Debus ES, Gross-Fengels W, eds. *Operative und interventionelle Gefäßmedizin*. Springer Berlin Heidelberg; 2012:551-577. doi:10.1007/978-3-642-01709-4_28
11. Kortmann H. Bauchaortenaneurysmen. In: Luther B, ed. *Kompaktwissen Gefäßchirurgie: differenzierte Diagnostik und Therapie: mit 370 Tabellen*. 2., überarb. und erg. Aufl. Springer Medizin; 2011:199-219.
12. Bardenhagen J, Kausch H, Wenk H. Einflussfaktoren auf das Outcome nach operativer Therapie abdominalen Aortenaneurysmen. *Zentralblatt Für Chir - Z Für Allg Visz Thorax- Gefäßchirurgie*. 2015;140(05):516-524. doi:10.1055/s-0035-1545991

13. Doukas P, Hruschka B, Bassett C, Afify M, Jacobs M, Gombert A. Die Rolle der Matrix-Metalloproteinasen 2 und 9 in der Pathogenese des Aortenaneurysmas. *Gefässchirurgie*. 2022;27(5):373-376. doi:10.1007/s00772-022-00904-2
14. Bischoff G, Orend KH. Thorakale und thorakoabdominale Aortenprozesse. In: Luther B, ed. *Kompaktwissen Gefäßchirurgie: differenzierte Diagnostik und Therapie: mit 370 Tabellen*. 2., überarb. und erg. Aufl. Springer Medizin; 2011:140-161.
15. Ban E, Kalogerakos PD, Khosravi R, et al. Extended law of laplace for measurement of the cloverleaf anatomy of the aortic root. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2023;39(7):1345-1356. doi:10.1007/s10554-023-02847-5
16. Husmann M. Aortenaneurysma und -dissektion: Pathophysiologie, Epidemiologie und Diagnostik. *Zeitschrift Für Gefäßmedizin*. 2015;12(2).
17. Debus ES, Gross-Fengels W. Thorakale und thorakoabdominelle Aorta. In: Debus ES, Gross-Fengels W, eds. *Operative und interventionelle Gefäßmedizin*. Springer Berlin Heidelberg; 2012:491-523. doi:10.1007/978-3-642-01709-4_26
18. Maier-Hasselmann A, Modica F, Helmberger T. Abdominelles Aortenaneurysma – offene vs. endovaskuläre Therapie: Entscheidungshilfe aus Sicht des Gefäßchirurgen. *Radiol*. 2022;62(7):570-579. doi:10.1007/s00117-022-01021-7
19. Wanhainen A, Van Herzele I, Bastos Goncalves F, et al. Editor's Choice -- European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2024 Clinical Practice Guidelines on the Management of Abdominal Aorto-Iliac Artery Aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2024;67(2):192-331. doi:10.1016/j.ejvs.2023.11.002
20. Chaikof EL, Dalman RL, Eskandari MK, et al. The Society for Vascular Surgery practice guidelines on the care of patients with an abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg*. 2018;67(1):2-77.e2. doi:10.1016/j.jvs.2017.10.044
21. Dünschede F, Vahl CF, Dorweiler B. Technik des offenen Bauchaortenersatzes. *Z Für Herz-Thorax- Gefäßchirurgie*. 2012;26(6):356-365. doi:10.1007/s00398-012-0966-y
22. Droc I, Raithel D, Calinescu B. Abdominal Aortic Aneurysms - Actual Therapeutic Strategies. In: Murai Y, ed. *Aneurysm*. InTech; 2012. doi:10.5772/48596
23. Lederle FA, Freischlag JA, Kyriakides TC, et al. Long-Term Comparison of Endovascular and Open Repair of Abdominal Aortic Aneurysm. *N Engl J Med*. 2012;367(21):1988-1997. doi:10.1056/NEJMoa1207481
24. Bruin JLD, Prinssen M. Long-Term Outcome of Open or Endovascular Repair of Abdominal Aortic Aneurysm. *N Engl J Med*. Published online 2010.
25. Dorweiler B, Mylonas S, Salem O. Debatte infrarenales AAA bei jüngeren Patienten („fit for open repair“): Der offene Aortenersatz ist sicher und hat ein besseres Langzeitergebnis. *Zentralblatt Für Chir - Z Für Allg Visz Thorax-Gefäßchirurgie*. 2021;146(05):458-463. doi:10.1055/a-1611-0119

26. Jones AD, Waduud MA, Walker P, Stocken D, Bailey MA, Scott DJA. Meta-analysis of fenestrated endovascular aneurysm repair *versus* open surgical repair of juxtarenal abdominal aortic aneurysms over the last 10 years. *BJS Open*. 2019;3(5):572-584. doi:10.1002/bjs5.50178
27. Erbel R. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: Document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2014;35(41):2873-2926. doi:10.1093/eurheartj/ehu281
28. Bley T, Roos J. Pre- and Post-aortic Endovascular Interventions: What a Radiologist Needs to Know. In: Hodler J, Kubik-Huch RA, Von Schulthess GK, eds. *Diseases of the Chest, Breast, Heart and Vessels 2019-2022*. IDKD Springer Series. Springer International Publishing; 2019:215-222. doi:10.1007/978-3-030-11149-6_19
29. Gussmann A, Kühn J, Weise U. Bauchortenaneurysma und Beckenarterienaneurysma. In: Deutsche Gesellschaft für Gefäßchirurgie, ed. *Leitlinien zu Diagnostik und Therapie in der Gefäßchirurgie*. Springer Medizin Verl; 2010:73-80.
30. Dudeck O. Endoleaks – wann behandeln? *Radiol*. 2013;53(6):526-530. doi:10.1007/s00117-012-2454-5
31. Hauck SR, Schernthaner R, Dachs TM, Kern M, Funovics M. Endovaskuläre Aortenreparatur bei Endoleaks: Diagnose, Behandlung und Ergebnisse. *Radiol*. 2022;62(7):592-600. doi:10.1007/s00117-022-01033-3
32. Pinheiro JC, Bates DM. *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS*. Springer-Verlag; 2000. doi:10.1007/b98882
33. Searle SR, Speed FM, Milliken GA. Population Marginal Means in the Linear Model: An Alternative to Least Squares Means. *Am Stat*. 1980;34(4):216-221. doi:10.1080/00031305.1980.10483031
34. Çekmecelioglu D, Orozco-Sevilla V, Coselli JS. Open vs. endovascular thoracoabdominal aortic aneurysm repair: tale of the tape. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2021;29(7):643-653. doi:10.1177/0218492320949073
35. Scallan O, Novick T, Power AH, DeRose G, Duncan A, Dubois L. Long-term outcomes comparing endovascular and open abdominal aortic aneurysm repair in octogenarians. *J Vasc Surg*. 2020;71(4):1162-1168. doi:10.1016/j.jvs.2019.06.207
36. Ribieras AJ, Kang N, Shao T, et al. Effect of Body Mass Index on Early Outcomes of Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair. *Ann Vasc Surg*. 2023;93:109-121. doi:10.1016/j.avsg.2023.01.054
37. D’Oria M, Scali S, Neal D, et al. The Association Between Body Mass Index and Death Following Elective Endovascular and Open Repair of Abdominal Aortic

- Aneurysms in the Vascular Quality Initiative. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2023;66(1):27-36. doi:10.1016/j.ejvs.2023.01.047
38. Wall JJS, Boag KF, Waduud MA, et al. New Measures, Old Conclusions: Obesity Does Not Worsen Outcomes after Elective Abdominal Aortic Aneurysm Repair. *AORTA.* 2022;10(01):020-025. doi:10.1055/s-0042-1742699
39. Locham S, Rizwan M, Dakour-Aridi H, Faateh M, Nejm B, Malas M. Outcomes after elective abdominal aortic aneurysm repair in obese versus nonobese patients. *J Vasc Surg.* 2018;68(6):1696-1705. doi:10.1016/j.jvs.2018.03.414
40. Gnus J, Ferenc S, Dziewiszek M, Rusiecki L, Witkiewicz W. Comparison of Endovascular Aneurysm Repair with Open Repair in Patients with Abdominal Aortic Aneurysm in Our Own Material in Years 2002-2011. *Adv Clin Exp Med.* 2015;24(3):475-479. doi:10.17219/acem/29184
41. Debus ES, Gross-Fengels W, Mahlmann A, et al. S3-Leitlinie zu Screening, Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Bauchaortenaneurysmas. Published online 2018.
42. Lilja F, Wanhainen A, Mani K. Statin therapy after elective abdominal aortic aneurysm repair improves long-term survival. *Br J Surg.* 2024;111(1):znad383. doi:10.1093/bjs/znad383
43. Gray DE, Samaan C, Oikonomou K, Gruber-Rouh T, Schmitz-Rixen T, Derwich W. Age and Oversizing Influence Iliac Dilatation after EVAR. *J Clin Med.* 2022;11(23):7113. doi:10.3390/jcm11237113
44. Hovsepian DM, Hein AN, Pilgram TK, et al. Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair in 144 Patients: Correlation of Aneurysm Size, Proximal Aortic Neck Length, and Procedure-related Complications. *J Vasc Interv Radiol.* 2001;12(12):1373-1382. doi:10.1016/S1051-0443(07)61692-3
45. Khashram M, Hider PN, Williman JA, Jones GT, Roake JA. Does the diameter of abdominal aortic aneurysm influence late survival following abdominal aortic aneurysm repair? A systematic review and meta-analysis. *Vascular.* 2016;24(6):658-667. doi:10.1177/1708538116650580
46. Mahmood E, Matyal R, Mueller A, et al. Multifactorial risk index for prediction of intraoperative blood transfusion in endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2018;67(3):778-784. doi:10.1016/j.jvs.2017.06.106
47. Wang LJ, Locham S, Al-Nouri O, Eagleton MJ, Clouse WD, Malas MB. Endovascular repair of ruptured abdominal aortic aneurysm is superior to open repair: Propensity-matched analysis in the Vascular Quality Initiative. *J Vasc Surg.* 2020;72(2):498-507. doi:10.1016/j.jvs.2019.11.063
48. Gavali H, Mani K, Tegler G, Kawati R, Covaciu L, Wanhainen A. Editor's Choice – Prolonged ICU Length of Stay after AAA Repair: Analysis of Time Trends and Long-term Outcome. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2017;54(2):157-163. doi:10.1016/j.ejvs.2017.05.014

49. Buck DB, Soden PA, Deery SE, et al. Comparison of Endovascular Stent Grafts for Abdominal Aortic Aneurysm Repair in Medicare Beneficiaries. *Ann Vasc Surg.* 2018;47:31-42. doi:10.1016/j.avsg.2017.08.021
50. Larena-Avellaneda A, Zegelman M, Debus ES. Gefäßprotheseninfektionen. In: Debus ES, Gross-Fengels W, eds. *Operative und interventionelle Gefäßmedizin.* Springer Berlin Heidelberg; 2012:865-882. doi:10.1007/978-3-642-01709-4_43
51. Fu X, Yuan J. Endovascular repair for abdominal aortic aneurysms involving visceral arteries: Effectiveness and contributing factors. *Heliyon.* 2023;9(12):e22938. doi:10.1016/j.heliyon.2023.e22938
52. The United Kingdom EVAR Trial Investigators. Endovascular versus Open Repair of Abdominal Aortic Aneurysm. *N Engl J Med.* 2010;362(20):1863-1871. doi:10.1056/NEJMoa0909305
53. Salata K, Hussain MA, De Mestral C, et al. Comparison of Outcomes in Elective Endovascular Aortic Repair vs Open Surgical Repair of Abdominal Aortic Aneurysms. *JAMA Netw Open.* 2019;2(7):e196578. doi:10.1001/jamanetworkopen.2019.6578
54. Antoniou GA, Antoniou SA, Torella F. Editor's Choice – Endovascular vs. Open Repair for Abdominal Aortic Aneurysm: Systematic Review and Meta-analysis of Updated Peri-operative and Long Term Data of Randomised Controlled Trials. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2020;59(3):385-397. doi:10.1016/j.ejvs.2019.11.030
55. Patel R, Sweeting MJ, Powell JT, Greenhalgh RM. Endovascular versus open repair of abdominal aortic aneurysm in 15-years' follow-up of the UK endovascular aneurysm repair trial 1 (EVAR trial 1): a randomised controlled trial. *The Lancet.* 2016;388(10058):2366-2374. doi:10.1016/S0140-6736(16)31135-7
56. Rughani G, Robertson L, Clarke M. Medical treatment for small abdominal aortic aneurysms. Cochrane Vascular Group, ed. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;2012(9). doi:10.1002/14651858.CD009536.pub2
57. Bischoff MS, Hafner S, Able T, Peters AS, Hyhlik-Dürr A, Böckler D. Inzidenz und Therapie des Postimplantationssyndroms nach endovaskulärer Ausschaltung infrarenaler Aortenaneurysmen. *Gefässchirurgie.* 2013;18(5):381-387. doi:10.1007/s00772-013-1193-x
58. Arnaoutoglou E, Kouvelos G, Koutsoumpelis A, Patelis N, Lazaris A, Matsagkas M. An Update on the Inflammatory Response after Endovascular Repair for Abdominal Aortic Aneurysm. Oliveira SHP, ed. *Mediators Inflamm.* 2015;2015(1):945035. doi:10.1155/2015/945035
59. Miller CC, Villa MA, Sutton J, et al. Serum Myoglobin and Renal Morbidity and Mortality following Thoracic and Thoraco-Abdominal Aortic Repair: Does Rhabdomyolysis Play a Role? *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2009;37(4):388-394. doi:10.1016/j.ejvs.2008.12.020

Ehrenerklärung

Ich erkläre, dass ich die der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität zur Promotion eingereichte Dissertation mit dem Titel „Ein Vergleich der offenen mit der endovaskulären Therapie von infrarenalen Bauchaortenaneurysmen am Beispiel des Patientenkollektivs der Gefäßchirurgie zur Therapie-Stratifizierung“ in der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und Transplantationschirurgie der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität zu Magdeburg mit Unterstützung durch meinen Doktorvater PD Dr. med. Udo Barth, ohne sonstige Hilfe durchgeführt und bei der Abfassung der Dissertation keine anderen als die dort aufgeführten Hilfsmittel benutzt haben.

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

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

Magdeburg, den

Unterschrift _____

Erklärung zur strafrechtlichen Verurteilung

Ich erkläre hiermit, nicht wegen einer Straftat verurteilt worden zu sein, die Wissenschaftsbezug hat.

Magdeburg, den

Unterschrift _____

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Menschen bedanken, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben und mich während dieser Zeit und während meines Studiums unterstützt haben:

Zuerst gebührt mein Dank Herrn Prof. Dr. med. Dr. h. c. Roland S. Croner für die Ermöglichung dieser Arbeit an seiner Klinik.

Ich danke Herrn OA Dr. med. Udo Barth für die Überlassung des Dissertationsthemas und die persönliche Betreuung und Unterstützung bei der Datenauswertung sowie der Anleitung und Abfassung der Arbeit.

Danke an meine Eltern, die die Grundlage für mein Arbeiten legten.

Und zusätzlich danke ich meinen beiden Schwestern, die mich jederzeit und in jeder Hinsicht unterstützt haben.

Magdeburg, den

Unterschrift _____

Curriculum Vitae



Feroza Ulfat
Berzeliusstraße 6

45144 Essen

E-Mail: feroza.ulfat@web.de

Geburtsdatum: 05.09.1979

Geburtsort: Mashhad, Iran

Nationalität: deutsch

STUDIUM

Nov 2019 – Nov 2023	Medizinstudium an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg (ab 3. Fachsemester Klinik)
Okt 2016 – Okt 2019	Medizinstudium an der Medical University of Lodz, Polen (Physikum + 1. Und 2. Fachsemester Klinik)
Okt 1998 – Mai 2004	Wirtschaftswissenschaften Abschluss: Diplom-Kauffrau

BERUFSERFAHRUNG

Seit März 2024	Assistenzärztin in der Hämatologie und Stammzelltransplantation (Uniklinikum Essen)
Feb 2015 – Mai 2016	Finance Managerin (GE Healthcare IT GmbH&Co.KG)
Feb 2013 – Jan 2015	Sachbearbeiterin Controlling (GE Capital GmbH)
Jun 2008 – Jun 2012	Controllerin (Wood Group Gas Turbine Services GmbH)
Okt 2004 – Mai 2008	Sachbearbeiterin Accounting Control (Citigroup Dienstleistungs GmbH)

SCHULBILDUNG

Feb 2000 – Dez 2001	<i>Erwerb der Hochschulreife</i> (Nikolaus-Groß-Abendgymnasium)
Aug 1995 – Jun 1998	<i>Erwerb der Fachhochschulreife</i> (Berufsfachschule für Wirtschaft und Verwaltung) Abschluss als Fremdsprachenassistentin
Aug 1985 – Jun 1995	<i>Erwerb der Mittleren Reife</i> (Helene-Lange-Schule)

SPRACHKENNTNISSE

Deutsch	sehr gute Kenntnisse (wie Muttersprache)
Englisch	sehr gute Kenntnisse
Dari (Afghanisch)	Muttersprache



28.02.2026

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Aorta abdominalis mit Abgängen	1
Abb. 2: Aneurysma-Formen	2
Abb. 3: Aneurysma-Arten	4
Abb. 4: MMP-vermittelte Entstehung und Wachstum von TAA und BAA13	5
Abb. 5: Lagerung und Zugangswege 21	9
Abb. 6: Darstellung der Prozedur einer offenen OP.....	11
Abb. 7: EVAR bei infrarenalem abdominalen Aortenaneurysma22	12
Abb. 8: Arten von Endoleaks28	14
Abb. 9: Trend für OP-Methode	22
Abb. 10: Verteilung der Patienten: A) nach Anzahl in Abhängigkeit vom Alter; B) prozentual nach Geschlecht; C) nach Alter am OP-Tag, getrennt in Geschlechter	23
Abb. 11: A) Säulendiagramm mit Anteil der Frauen pro Gruppe. Whiskers stellen die 95 % Konfidenzintervalle dar. B) Box-Plot. Die Box repräsentiert den Interquartilsabstand (IQR), d. h. den Mittelbereich der Daten, und wird von den ersten (Q1) und dritten Quartilen (Q3) begrenzt. Die Linie, die die Box teilt, repräsentiert den Median (Q2). Die Punkte stellen die individuellen Patienten dar.	24
Abb. 12: Spektrum und Häufigkeiten von Komorbiditäten der eingeschlossenen AAA-Patienten	27
Abb. 13: Abtragung der OP-Dauer in Stunden in Relation zu maximalem AAA-Querdurchmesser: A) Summation der individuellen Fälle; B) Boxplot.....	28
Abb. 14: Anzahl der Patienten [n], unterteilt nach OP-Dauer in Stunden	29
Abb. 15: Kumulative Häufigkeit nach OP-Dauer	30
Abb. 16: BAA in mm, verteilt auf BMI	31
Abb. 17: Säulendiagramm zur prozentualen Verteilung der BMI-Klassen	32
Abb. 18: Häufigkeit der gegenübergestellten OP-Methoden zu BMI-Klassen:	33
Abb. 19: Häufigste Medikamentengruppen (NS: nicht signifikant unterschiedlich).....	36
Abb. 20: Perioperatives Laborwerteprofil im Vergleich EVAR zu OAR.....	38
Abb. 21: Häufigkeitsverteilung des AAA-Durchmessers	42
Abb. 22: A. renalis sinistra und A. renalis dextra in mm nach EVAR und OAR im Vergleich	45
Abb. 23: A. iliaca communis sinistra und A.iliaca communis dextra in mm bei EVAR und OAR	46
Abb. 24: A. iliaca externa sinistra und A. iliaca externa dextra in mm im Vergleich von EVAR und OAR	46
Abb. 25: A. iliaca interna sinistra und A.iliaca interna dextra in mm nach endovaskulärem und offenem Repair.....	47
Abb. 26: Aa. renales bis Aneurysmabeginn	48
Abb. 27: OP-Dauer nach endovaskulärem vs. offenem Repair	49
Abb. 28: Transfundierte EKs während der postoperativen Krankenhausverweildauer.....	50
Abb. 29: Anzahl der OPs, aufgeteilt nach postoperativer Krankenhausverweildauer.....	51

Abb. 30: Kumulative Häufigkeit von endovaskulärer und offener OP-Methode bei postoperativer Krankenhausverweildauer in Wochen	52
Abb. 31: Kumulative Häufigkeit von endovaskulärer und offener OP-Methode nach ITS-Aufenthaltsstagen	53
Abb. 32: Kumulative Häufigkeiten von endovaskulärer und offener OP-Methode in Bezug auf Zeit bis Re-Intervention.....	59
Abb. 33: Kumulative Häufigkeiten von endovaskulärer und offener OP-Methode in Bezug auf Zeit bis zum Tod	65
Abb. 34: Kumulative Häufigkeiten von endovaskulärer und offener OP-Methode in Bezug auf die Zeit bis zum Tod.....	67
Abb. 35: Venn-Diagramm für Hyperlipdämie-Medikamente.....	71

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Ursachen und Häufigkeiten von Aortenaneurysmen ¹⁴	6
Tab. 2:	Einfluss diverser Variablen (Signifikanzniveaus), bezogen auf die OP-Methode.....	24
Tab. 3:	BMI-Einteilung der WHO.....	32
Tab. 4:	Häufigste Medikamentengruppe nach OP-Methode.....	35
Tab. 5:	P-Werte der Laborwerte in Bezug auf Effekte	40
Tab. 6:	Durchmesser und Länge von arteriellen Ästen der Aorta.....	42
Tab. 7:	Zusammenfassung der Fallverarbeitung der Durchmesser der arteriellen Äste der Aorta ...	43
Tab. 8:	Kreuztabelle für OP-Methode mit EK-Anzahl während KH-Aufenthalt.....	49
Tab. 9:	Kreuztabelle für OP-Methode und Prothese	54
Tab. 10:	Übersicht über Post-OP Re-Interventionsmaßnahmen	55
Tab. 11:	Übersicht über Endoleak-Re-Interventionsmaßnahmen.....	55
Tab. 12:	Übersicht über Re-Interventionen in Abhängigkeit von der Nutzungshäufigkeit der Prothesen bezogen auf die OP-Methoden	56
Tab. 13:	Komplikationstyp Gesamtkomplikationen	60
Tab. 14:	Komplikationstyp Allgemeine Komplikationen	60
Tab. 15:	Komplikationstyp Spezielle Komplikationen mit Reintervention	61
Tab. 16:	Clavien-Dindo-Klassifikation	61
Tab. 17:	3 Todesfälle innerhalb 30 Tage nach OP	62
Tab. 18:	Kreuztabelle Postop-Re-Interventionsmaßnahme mit TOD	63
Tab. 19:	Sterbetabelle der ausgewählten Patienten	64
Tab. 20:	Sterbeinzidenz	65
Tab. 21:	Matrix der Hyperlipidämie-Medikamente nach OP-Methode.....	71
Tab. 22:	ITS-Statistik mit Mittelwert und Median für Aufenthalte im Krankenhaus.....	75
Tab. 23:	Prozentualer Anteil von OPs und Re-Interventionen	77