

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

Universitäres Herzzentrum

Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie

Prof. Dr. Dr. med. Hermann Reichenspurner

**Koronare Bypass-Versorgung mit Zuhilfenahme der  
Herz-Lungen-Maschine  
—  
geschlechtsspezifische Unterschiede im 30-Tages-Verlauf**

**Dissertation**

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

vorgelegt von:

Henk Ole Fabig geboren am 26.10.1991 in Hamburg

Hamburg 2024

**Angenommen von der  
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 27.08.2024**

**Veröffentlicht mit Genehmigung der  
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.**

**Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: Prof. Dr. Dominic Wichmann**

**Prüfungsausschuss, zweiter Gutachter: PD Dr. Andreas Schäfer**

## Inhaltsverzeichnis

1.	Arbeitshypothese und Fragestellung	5
2.	Einleitung	5
2.1.	Ischämische Herzkrankheit (IHK)	5
2.1.1.	Definition, Pathogenese und Ätiologie	5
2.1.2.	Epidemiologie und Krankheitskosten	6
2.1.3.	Symptome, Verlaufsformen und Therapie	6
2.2.	Koronare Bypass-Operation mit Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine	8
2.2.1.	Historie der koronaren Bypass-Chirurgie	8
2.2.2.	Die koronare Bypass-OP unter extrakorporaler Zirkulation am UHZ	8
2.3.	Geschlechtsspezifische Unterschiede von Patient:innen mit IHK	9
3.	Material und Methoden	11
3.1.	Selektion des Patientenkollektivs	11
3.2.	Gruppierung des Patientenkollektivs	11
3.3.	Erhobene Variablen und Informationstechnische Bearbeitung	11
3.3.1.	Präoperativer Status	12
3.3.2.	Intraoperativer Verlauf	13
3.3.3.	Postoperativer Verlauf	13
3.3.4.	Patientenstatus nach 30 Tagen postoperativ	15
3.3.5.	Schwerwiegende unerwünschte Ereignisse innerhalb des 30-Tage-Verlaufs	15
3.4.	Statistik	16
4.	Ergebnisse	17
4.1.	Präoperativer Status	18
4.1.1.	Alter	19
4.1.2.	Body-Mass-Index (BMI)	20
4.1.3.	Anzahl der erkrankten Koronargefäße	20
4.1.4.	Myokardinfarkt in der Anamnese	21
4.1.5.	Extrakardiale Arteriopathie	21
4.1.6.	COPD	21
4.1.7.	Schlaganfall in der Anamnese	21
4.1.8.	Arterielle Hypertonie	22
4.1.9.	Diabetes mellitus	22
4.1.10.	Präoperative Nierenfunktion	22
4.1.11.	Präoperative NYHA-Stadien	23
4.1.12.	Präoperative Angina pectoris	24
4.1.13.	Präoperative linksventrikuläre Ejektionsfraktion	24
4.1.14.	Sterberisiko auf Grundlage des STS-Score und des EUROSCORE II	25
4.2.	Intraoperativer Verlauf	26
4.2.1.	Dringlichkeit der Operation	27
4.2.2.	OP-Zeiten	27

4.2.3. Bypässe: Anzahl und Art	28
4.2.4. Komplette Revaskularisation	29
4.2.5. Konversion zur Herz-Lungen-Maschine	29
4.3. Postoperativer Verlauf	31
4.3.1. Liegezeiten	32
4.3.2. Invasive Beatmungszeit	33
4.3.3. Perioperative Kreislaufunterstützung	34
4.3.4. Perioperativer EK-Transfusionsbedarf	34
4.3.5. Komplikationen	35
4.3.6. Postoperative NYHA-Stadien	35
4.3.7. Postoperative linksventrikuläre Ejektionsfraktion	36
4.3.8. Postoperative Nierenfunktion	36
4.4. Postoperativer 30-Tages-Verlauf	38
4.4.1. NYHA-Stadien 30 Tage postoperativ	39
4.4.2. Differenz der NYHA-Stadien präoperativ und 30 Tage postoperativ	40
4.4.3. Linksventrikuläre Ejektionsfraktion 30 Tage postoperativ	40
4.5. Schwerwiegende unerwünschte Ereignisse innerhalb des 30-Tage-Verlaufs	41
4.5.1. Myokardinfarkt innerhalb des 30-Tages-Verlaufs	42
4.5.2. Zerebro-vaskuläres Ereignis innerhalb des 30-Tages-Verlaufs	42
4.5.3. Weitere schwerwiegende unerwünschte Ereignisse	42
4.6. Mortalität und Überlebenszeitanalyse	43
4.7. Logistische Regression	45
5. Diskussion	47
5.1. Zusammenfassung wesentlicher Ergebnisse	47
5.2. Einordnung der Ergebnisse in den wissenschaftlichen Kontext	49
5.3. Limitation und Ausblick	52
6. Zusammenfassung / Summary	53
7. Literaturverzeichnis	55
8. Abkürzungsverzeichnis	58
9. Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	59
9.1 Tabellenverzeichnis	59
9.2. Abbildungsverzeichnis	60
10. Danksagung	61
11. Lebenslauf	62
12. Eidesstattliche Erklärung	63

## 1. Arbeitshypothese und Fragestellung

Die ischämische Herzkrankheit (IHK) ist die weltweit häufigste Todesursache unter Frauen und Männern gleichermaßen (1). Beruht eine Minderperfusion des Myokardgewebes auf einer Stenosierung der Koronararterien – im Sinne einer koronaren Herzkrankheit (KHK) –, so kann eine Revaskularisation mittels koronarer Bypass-Operation (Coronary artery bypass grafting, CABG) sinnvoll sein (2). Ein etabliertes Verfahren der koronaren Bypass-Versorgung erfolgt mit Zuhilfenahme einer Herz-Lungen-Maschine (HLM). Gleichzeitig hat die intensive Beforschung geschlechtsspezifischer Unterschiede von IHK-Patient:innen in den letzten Jahrzehnten zu einem Bewusstsein für die Notwendigkeit einer geschlechtsspezifischen Wahl der Diagnostik- und Therapieverfahren geführt (3).

Die vorliegende Arbeit untersucht Patient:innen, an denen eine Bypass-Operation mit Zuhilfenahme der HLM vorgenommen wurde. Dabei soll geklärt werden, ob sich bei Betrachtung des 30-Tage-Verlaufs signifikante Unterschiede zwischen Frauen und Männern detektieren lassen. Spezifisch wird die Arbeitshypothese untersucht, dass das weibliche Geschlecht ein unabhängiger Risikofaktor ist, welcher Auswirkungen auf die 30-Tages-Mortalität nach o.g. Operation hat. Zudem soll beurteilt werden, ob aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse geschlechtsspezifische Empfehlungen bezüglich der perioperativen Routine im Rahmen der koronaren Bypass-Operation mit Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine ausgesprochen werden sollten.

## 2. Einleitung

### 2.1. Ischämische Herzkrankheit (IHK)

#### 2.1.1. Definition, Pathogenese und Ätiologie

Der Term „ischämische Herzkrankheit“ gilt als Überbegriff für die Erkrankungen, die eine Minderperfusion des Myokardgewebes bewirken. Allen voran ist die koronare Herzkrankheit (KHK), die als „klinisch relevante Manifestation der Artherosklerose an den Herzkranzarterien“ definiert ist (4). Sie bezeichnet somit die obstruktive Form der IHK.

Die Artherosklerose ist eine Erkrankung der Gefäß-Intima, der nach der response-to-injury-Hypothese (5) folgender Pathomechanismus zugrunde liegt: Im ersten Schritt kommt es zu Endothelschädigungen u.a. durch arterielle Hypertonie, oxydativen und toxischen Stress sowie durch systemische Inflammationsprozesse im Rahmen einer rheumatischen Erkrankung oder einer Bakteriämie z.B. als Begleiterscheinung einer oralen Infektion (6). Dies führt zu einer endothelialen Dysfunktion, die die Proliferation der glatten Gefäßmuskelzellen und zudem eine erhöhte Permeabilität des Endothels bewirkt. Im nächsten Schritt kommt es zu Lipidablagerungen in der Intima, die wiederum die lokalen Inflammationsprozesse anfeuern und die Migration von Immunzellen bewirken. In einem Teufelskreis aus Inflammation und folgender Anhäufung von Lipiden, Kollagenfasern und Immunzellen entstehen Plaques. Diese können das Gefäßlumen mit kontinuierlichem Wachstum stenosieren. Im Falle einer Plaque-Ruptur oder -Erosion kann es zu einem akuten Gefäßverschluss kommen (7). Infolgedessen kommt es zu einer verminderten Perfusion distal der Gefäßverengung, die einen Sauerstoff- und Nährstoffmangel des Gewebes im Stromgebiet des betroffenen Gefäßes mit sich bringt. Warum die Artherosklerose gehäuft im Bereich der Koronargefäße auftritt, ist nicht abschließend geklärt (8). Es konnten bisher lediglich Risikofaktoren identifiziert werden, die das Auftreten einer KHK begünstigen. Diese sind in erster Linie Nikotinabusus, Diabetes mellitus, arterielle Hypertonie und Hyperlipoproteinämie. Hinzukommen diverse weitere Risikofaktoren wie u.a. Übergewicht, Bewegungsmangel und psychosozialer Stress (9).

Die Perfusion des Myokards erfolgt über die Aa. coronaria dextra et sinistra. Die A. coronaria sinistra, auch als Hauptstamm bezeichnet, teilt sich regelhaft kurz nach dem Abgang aus der Aorta ascendens in den Ramus interventricularis anterior und den Ramus circumflexus,

sodass man üblicherweise von drei Koronararterien, die sich nach distal in ihre Äste aufteilen, spricht (10):

- A. coronaria dextra (RCA)
- Ramus interventricularis anterior (RIVA)
- Ramus circumflexus (RCX)

Arterien, die unter einer Reduktion von  $\geq 50\%$  des ursprünglichen Gefäßdiameter leiden, bezeichnet man als hämodynamisch relevant stenosiert. Entsprechend der Anzahl der von relevanten Stenosen betroffenen o.g. Koronararterien spricht man von einer 1- bzw. 2- oder 3-Gefäßerkrankung.

Es besteht zudem eine Form der IHK, die nicht mit einer hämodynamisch relevanten Stenosierung der Koronararterien einhergeht. Der sogenannten nicht-obstruktiven ischämischen Herzkrankheit (Ischemia with no obstructive coronary arteries, INOCA) ist ebenfalls zu eigen, dass sie eine Minderperfusion des Myokardgewebes bewirkt. Im Vergleich zur obstruktiven IHK ist diese jedoch anderen Mechanismen geschuldet. Dies sind u.a. eine kardiale mikrovaskuläre Dysfunktion (CMD), eine Störung der Vasomotorik der Koronararterien oder eine Fehlfunktion des zentralen Nervensystems des Herzens (11,12). Hierbei ist zu erwähnen, dass im Rahmen der INOCA trotz fehlender signifikanter Stenosen regelhaft zeitgleich eine Artherosklerose der Koronararterien vorliegt und dass im Rahmen einer koronaren Herzkrankheit zeitgleich eine CMD oder andere nicht-makroangiöse Ursachen für eine Myokardischämie vorliegend kann (13).

### 2.1.2. Epidemiologie und Krankheitskosten

Die IHK und der akute Myokardinfarkt als ihre akute Verlaufsform stellten im Jahr 2018 in Deutschland die häufigsten Todesursachen dar. Im Jahr 2018 wurde in 8,0% der Todesfälle eine chronische Koronarischemie als ursächlich angegeben. Zudem verstarben 46207 Personen an einem akuten Myokardinfarkt. Dies machte 4,8% aller Todesfälle des Jahres 2018 aus (14). Die Prävalenz der IHK wird vom Robert Koch-Institut mit 6,6% der Frauen und 9,6% der Männer in Deutschland für das Jahr 2015 angegeben. Dabei steigt die Prävalenz mit zunehmendem Alter (15). Die durch die IHK verursachten Krankheitskosten lagen in Deutschland im Jahr 2015 bei 46,4 Milliarden Euro. Dieser Betrag machte ca. 13,7% der deutschen Gesamtjahreskrankheitskosten aus (16).

### 2.1.3. Symptome, Verlaufsformen und Therapie

Leitsymptom der IHK ist die Angina pectoris (AP). Die typische AP wird charakterisiert durch ein retrosternales Unwohlsein, das sich als Schmerz, Brennen, Schwere- oder Druckgefühl äußert. Die physischen Sensationen können hierbei in den Schulter-Arm-Bereich und vom Kiefer-Hals-Bereich bis in das Epigastrium ausstrahlen. Die Beschwerden treten typischerweise bei körperlicher Belastung auf und verschwinden durch eine Ruhephase von  $\geq 5$  Minuten bzw. durch die Gabe von Nitraten. Begleiterscheinungen können u.a. Dyspnoe, Angst, Übelkeit, Erbrechen, verringerte Belastbarkeit und unangemessene Fatigue sein (17). Das Auftreten von pectanginösen Beschwerden gibt einen Hinweis darauf, dass eine IHK vorliegen kann, jedoch liegt zum Zeitpunkt der Symptommanifestation nicht zwingend eine Minderperfusion des Myokards vor (11). Außerdem gibt das individuelle Beschwerdebild keinen Hinweis darauf, ob die Symptome auf eine obstruktive oder eine nicht-obstruktive IHK zurückzuführen sind (17).

Treten AP-Beschwerden erstmalig (De-novo-Angina), sich kontinuierlich verstärkend (Crescendo-Angina), länger als 20 Minuten oder gar in Ruhe bzw. bei geringster Belastung auf, so spricht man von einer instabilen Angina pectoris (17). In diesem Fall wird unter der Arbeitsdiagnose „akutes Koronarsyndrom“ (ACS) ein 12-Kanal-EKG veranlasst, wodurch in

Abhängig des Vorliegens von ST-Strecken-Hebungen bzw. neuauftretener Blockbilder eine weitere Unterteilung in ein ACS mit ST-Strecken-Hebungen (STE-ACS) und ein ACS ohne ST-Strecken-Hebungen (NSTEMI-ACS) erfolgt.

STE-ACS-Patient:innen leiden in der Regel unter einem akuten ST-Strecken-Hebungs-Infarkt (STEMI) und sollten umgehend einer Koronarangiographie zur Planung und möglichst zeitnaher Einleitung einer Reperfusionenmaßnahme unterzogen werden. Häufig kann die Rekanalisierung des akuten Koronargefäßverschluss mittels Stent-Implantation oder Bypass-Operation erfolgen. In Regionen, in denen kein verfügbares Herz-Katheter-Labor bzw. keine kardiochirurgische Fachabteilung zügig zu erreichen ist, sollte über eine fibrinolytische Therapie zur medikamentösen Revaskularisation nachgedacht werden (18). Wichtig ist hierbei in erster Linie, dass möglichst wenig Zeit vergeht zwischen Auftreten der Beschwerden und der Reperfusionenmaßnahme, um so die Auftrittswahrscheinlichkeit von Folgeerkrankungen in Form einer Herzinsuffizienz, eines erneuten Myokardinfarkts, Herzrhythmusstörungen und des plötzlichen Herztods zu verringern (19).

Im Falle eines NSTEMI-ACS wird mittels hoch-sensitivem kardialen Troponin-Test (hs-cTn) evaluiert, ob ein Untergang von Myokardgewebe im Sinne eines Nicht-ST-Strecken-Hebungs-Myokardinfarktes (NSTEMI) vorliegt. NSTEMI-Patient:innen sollten ebenfalls im Verlauf einer Koronarangiographie unterzogen werden, um die Möglichkeiten einer Reperfusionenmaßnahme zu evaluieren und ggf. zeitnah durchführen zu können (20).

Das Auftreten von instabiler Angina pectoris im Sinne eines NSTEMI-ACS ohne Nachweis von hs-cTn bedarf vorerst keiner zeitnahen Reperfusionenmaßnahme, äußert jedoch häufig das Vorliegen einer chronischen IHK.

Die Therapie der chronischen Verlaufsform der IHK beinhaltet einerseits die Reduktion der o.g. Risikofaktoren sowie eine medikamentöse Therapie, die u.a. eine Thrombozytenaggregationshemmung und eine Optimierung der Serumkonzentration des Low-density-Lipoproteins (LDL) mit sich bringt. Sind diese Maßnahmen nicht ausreichend, um eine suffiziente Belastbarkeit und Lebensqualität der Patient:in zu ermöglichen, sollte eine Revaskularisationsmaßnahme relevant stenosierter Koronararterien in Erwägung gezogen werden. Zur Auswahl stehen hierbei die perkutane Koronarintervention (PCI) und die koronare Bypass-Operation (CABG). Die Entscheidung über das Revaskularisationsverfahren fällt in Abhängigkeit von Faktoren wie dem periprozeduralen Risiko, der Anatomie der zu versorgenden Koronararterien, der Morphologie der Koronarstenosen, der Anzahl und Art der betroffenen Herzkranzgefäße und nicht zuletzt der Präferenzen der Patient:in (2,4). Für die Revaskularisation mittels koronarer Bypass-Operation spricht das Vorliegen von Komorbiditäten, die ebenfalls einer kardiochirurgischen Therapie bedürfen. Dies können z.B. begleitende höhergradige Herzklappenvitien, komplexe Koronarstenosen oder postinfarktuelle Verletzungen der Papillarmuskulatur sein.

Hilfreich bei der Entscheidung über die Wahl des Revaskularisationsverfahrens können auf statistischen Analysen beruhende Risikoermittlungs-Rechner sein. Dies sind z.B. der EuroSCORE II sowie der Society of Thoracic Surgeons (STS-) Score zur Beurteilung des periprozeduralen Risikos bezüglich Mortalität und anderen schwerwiegenden unerwünschten Ereignissen. Aktuell geläufig ist zudem der SYNTAX-Score (21) zur Beurteilung des periinterventionellen Risikos in Anbetracht der Komplexität der Anatomie der Koronararterien sowie der Morphologie der Stenosen. Bei komplexen Koronarbefunden sollte eine Entscheidung über die Therapieform in einem aus Kardiolog:innen und Kardiochirurg:innen bestehenden interdisziplinären Herzteam erfolgen (4).

Einen zusammenfassenden Überblick zur Entscheidung über die Vorgehensweise zur Myokardrevaskularisation geben die aktuellen gemeinsam verfassten Leitlinien der European Society of Cardiology (ESC) und der European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) (2).

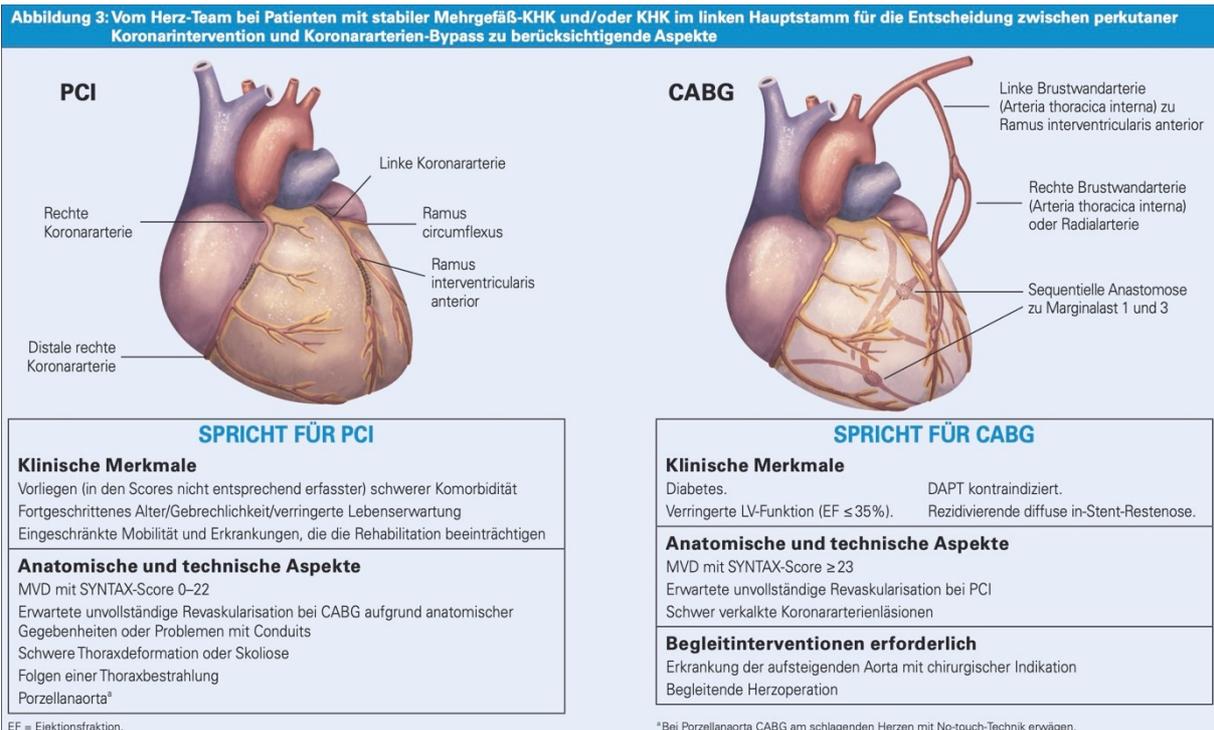


Abbildung 1: Entscheidungshilfe PCI vs. CABG bei stabiler KHK (2)

## 2.2. Koronare Bypass-Operation mit Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine

### 2.2.1. Historie der koronaren Bypass-Chirurgie

Die Historie der koronaren Bypass-Chirurgie reicht bis in die Anfänge des 20. Jahrhunderts (22). Nennenswerte Erfolge der operativen Revaskularisation der Koronararterien stellten sich jedoch erst in den 1960er Jahren ein (23), nachdem die Verwendung der HLM ein paar Jahre zuvor in die klinische Praxis implementiert werden konnte (24). Zeitgleich entstanden auch Operationstechniken am schlagenden Herzen zur Bypass-Versorgung ohne Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine, dem sogenannten off-pump coronary artery bypass (OPCAB) Verfahren. Erst in den 1980er Jahren konnte jedoch beschrieben werden, dass dieses Verfahren eine echte Alternative zur konventionellen Bypass-Versorgung unter extrakorporaler Zirkulation darstellt. Die OPCAB-Technik konnte sich jedoch erst in den 1990er Jahren flächendeckend etablieren, als die Entwicklung von mechanischen Stabilisierungssystemen, die die technisch anspruchsvolle Anastomose zwischen Bypassgraft und Koronararterie am schlagenden Herzen vereinfachen, aufkam (25). Heutzutage werden beide Verfahren als überwiegend gleichwertig angesehen (26).

### 2.2.2. Die koronare Bypass-OP unter extrakorporaler Zirkulation am UHZ

Patient:innen, für die eine elektive Bypass-Operation am Universitären Herzzentrum in Hamburg (UHZ) geplant ist, werden am Vortag der Operation stationär aufgenommen. Im Rahmen der Aufnahme erfolgen dann die präoperativ notwendigen Untersuchungen. Dazu gehört eine Blutentnahme, die körperliche Untersuchung, ein Ruhe-EKG, eine transthorakale oder ggf. eine transösophageale Echokardiographie, eine Duplex-Sonographie der hirnversorgenden Gefäße und ggf. weitere Untersuchungen, die in Abhängigkeit der Vorerkrankungen notwendig erscheinen. Hierzu zählt eine CT-Untersuchung der Aorta zur Detektion einer generalisierten Artherosklerose. Sinnvoll ist beim Verdacht auf eine Varikosis zudem eine Doppler-Sonographie der Venen der unteren Extremitäten, um dessen Qualität und eventuelle Eignung als Bypass-Graft zu beurteilen. Die für die OP-Planung obligate Herz-

Katheter-Untersuchung wurde in der Regel bereits im Rahmen der ambulanten Diagnose- und Indikationsstellung durchgeführt. Die Befunde werden in einer Teambesprechung mit teilnehmenden Kardiolog:innen und Kardiochirurg:innen evaluiert und somit die OP-Indikation überprüft und das intraoperative Vorgehen geplant. Es erfolgt die OP-Aufklärung. Für Patient:innen die notfallmäßig zur chirurgischen koronaren Revaskularisation aufgenommen werden, müssen ggf. manche der o.g. Untersuchungen in Abhängigkeit der OP-Dringlichkeit entfallen.

Die Operation verläuft in Rückenlage und in Intubationsnarkose. Der Hautschnitt erfolgt median über dem Sternum. Durch die folgende Sternumosteotomie wird der Thorax eröffnet. Im Anschluss werden die Bypass-Grafts präpariert. Dies geschieht im Falle einer Venen-Entnahme an der unteren Extremität in der Regel endoskopisch und minimalinvasiv. Zeitgleich können je nach Bedarf beide oder nur eine der an der innenliegenden Thoraxwand verlaufenden Aa. thoracicae internae freigelegt, von ihren abgehenden Ästen befreit und distal (und ggf. proximal, um sie als freies Transplantat zu verwenden,) abgesetzt werden. Genauso kann eine der Aa. radiales als Bypass-Graft gewonnen werden.

Nach Inzision des Perikards kommt nun das Herz mit den efferenten und afferenten großen Gefäßen zum Vorschein. Es erfolgt die arterielle und venöse Kanülierung des Körperkreislaufs. Die Aorta wird mittels einer Klemme aufsteigenden Teil geklemmt, sodass es zu keinem retrograden Blutfluss und somit zu einer Blutleere des Herzens kommt. Das schlagende Herz wird mittels einer kardioplegen Elektrolytlösung gestoppt, sodass die folgende Anastomosierung zwischen Koronararterien und Bypassgrafts im Herzstillstand und in Blutleere erfolgen kann.

A. mammaria sinstra (LIMA)-Grafts werden häufiger als A. mammaria dextra (RIMA)-Grafts proximal in situ belassen, auf die Herzwand geschwenkt und folglich sequenziell mit den zu versorgenden Koronargefäßen anastomosiert. Venen-Grafts werden häufig in die Aorta inseriert oder als T-Anastomose mit weiteren Bypass-Grafts vernäht. Freie arterielle Grafts werden als T-, Y- oder end-zu-end-Anastomose mit einem anderen Bypass-Graft vernäht.

Schließlich wird die Aortenklemme entfernt und die Reperfusionphase beginnt. Das Herz beginnt wieder eigenständig zu schlagen und die Flussrate der angebrachten Bypässe wird gemessen, um ein zufriedenstellendes Operationsergebnis zu verifizieren. Die Herz-Lungen-Maschine wird diskonnektiert. Drainagen und Pacerkabel werden eingelegt. Letztlich wird der schichtweise Wundverschluss durchgeführt. Dabei erfolgt die Osteosynthese des Sternums mittels Drahtcerklagen.

Der postoperative Verlauf beginnt mit dem Aufenthalt auf der kardiochirurgischen Intensivstation. Hämodynamisch stabile Patient:innen können zügig auf die periphere Normalstation verlegt werden. Im weiteren Verlauf werden die Drainagen und Pacerkabel entfernt. Postoperativ wird erneut ein kardialer Status in Form eines Ruhe-EKGs und einer transthorakalen Echokardiographie erhoben. Bei reizlosen Wundverhältnissen und suffizienter Mobilisation kann die Entlassung in die Häuslichkeit bzw. in eine Rehabilitationseinrichtung geplant werden. Im Rahmen der Rehabilitationsphase sollte ein weiteres Mal ein kardialer Status erhoben werden. Weitere Kontrolluntersuchungen erfolgen in der Regel bei niedergelassenen Kardiolog:innen.

### 2.3. Geschlechtsspezifische Unterschiede von Patient:innen mit IHK

Geschlechtsspezifische Unterschiede von Patient:innen mit IHK stehen spätestens seit dem Jahrtausendwechsel mit dem Beginn der „Women’s ischemia syndrome evaluation“-Studie (WISE-Studie) im Fokus der Wissenschaft (3). Seither hat es diesbezüglich diverse Erkenntnisse gegeben, die das Bewusstsein für einen geschlechtsspezifischen Ansatz in der Diagnostik und Therapie der IHK stärken sollten.

Das durchschnittliche Alter bei Erstmanifestation einer IHK ist unter Frauen höher als unter Männern (27). Die weibliche Lebenszeitprävalenz der IHK gleicht sich nach der Menopause

jedoch zunehmend an die der Männer an. Insbesondere endokrine Störungen wie eine Hypoöstrogenämie und das polyzystische Ovarialsyndrom stehen im Verdacht als geschlechtsspezifische Risikofaktoren für das Auftreten einer IHK zu wirken (28). Weibliche IHK-Patientinnen haben ein ungünstigeres Outcome mit einer erhöhten 30-Tages-Mortalität nach einem STE-ACS (29). Dies könnte im Zusammenhang mit einer im Geschlechtervergleich verspäteten Vorstellung, Diagnosestellung und Therapieeinleitung bei ACS stehen (30). Die IHK äußert sich bei weiblichen Patientinnen häufiger mit atypischen Symptomen (vgl. Abschnitt 2.1.3.) und hinzukommt, dass die Mortalität unter Frauen mit ACS ohne typische AP-Beschwerden höher ist als die Mortalität ihrer männlichen Pendanten (31). Frauen leiden zudem häufiger als Männer an einer INOCA (32). Mitunter wird der Anteil der INOCA-Patientinnen mit 50% aller weiblichen Patientinnen, die sich mit AP-Beschwerden vorstellen, angegeben (33). Der große Anteil an INOCA-Patientinnen, die sich aufgrund von rezidivierenden pectangiösen Beschwerden wiederholt in ärztliche Behandlung begeben und infolgedessen auch häufiger einer wiederholten Herzkatheteruntersuchung unterzogen werden, sorgt im Geschlechtervergleich für vermehrte Krankheitskosten unter Frauen mit IHK (34).

### 3. Material und Methoden

#### 3.1. Selektion des Patientenkollektivs

In dem dieser Arbeit zugrundeliegenden Datensatz wurden alle Patient:innen eingeschlossen, an denen in dem Zeitraum von August 2012 bis Januar 2018 eine koronare Bypass-Operation mit Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine am Universitären Herzzentrum Hamburg vorgenommen wurde. Die Patient:innen konnten mittels amtlichen Operations- und Prozeduren Schlüssel (OPS) 5-361 identifiziert werden. Diese Operation wird im Folgenden als Schlüsseleingriff bezeichnet. Ausgeschlossen wurden Patient:innen, bei denen Kombinationseingriffe – d.h. neben dem Bypass-Eingriff noch weitere kardiochirurgische Eingriffe wie Herzklappenersätze oder -rekonstruktionen oder Operationen an der proximalen Aorta – durchgeführt wurden. Zudem blieben kinder-kardiologische Patient:innen unberücksichtigt. Somit erfolgte die Selektion von insgesamt 1919 Patientinnen und Patienten.

#### 3.2. Gruppierung des Patientenkollektivs

Das Patientenkollektiv wurde unter Berücksichtigung des Geschlechts in zwei Gruppen aufgeteilt:

- ♀: n = 348 (18,13%)
- ♂: n = 1571 (81,87%)

Hierbei sei zu beachten, dass die Gruppierung nicht nach Geschlechtsidentität, sondern nach biologischem Geschlecht erfolgte.

#### 3.3. Erhobene Variablen und Informationstechnische Bearbeitung

Zur Datenerhebung wurde die gemeinsame elektronische Patientenakte des Universitären Herzzentrums Hamburg (UHZ) und des Universitätsklinikums Eppendorf (UKE) herangezogen und die gewonnenen Informationen in eine Excel-Tabelle sowie zur weiteren statistischen Auswertung in eine SPSS-Tabelle eingefügt.

Die Dokumentation der erhobenen Daten erfolgte mit Microsoft Excel Version 16.24, Fa. Microsoft Corporation, WA, USA. Die statistische Auswertung wurde hauptsächlich mit IBM SPSS Statistics Version 25.0.0.2, Fa. International Business Machines Corporation (IBM), Armonk, NY, USA vorgenommen.

Die Berechnung des EUROSCORE II erfolgte in der o.g. Excel-Tabelle mit einem selbstprogrammierten Rechner unter Verwendung der Formel von Nashef et al. (35). Der STS-Score wurde mit dem hierzu benötigten Browser-Rechner „Online STS Adult Cardiac Surgery Risk Calculator“ (<http://riskcalc.sts.org/stswebriskcalc/calculate>, Stand 07.05.2019, 17:15) berechnet.

Im Folgenden sind die für diese Arbeit relevanten Variablen des Datensatzes tabellarisch dargelegt.

### 3.3.1. Präoperativer Status

Tabelle 1: Erhobene Daten bzgl. des präoperativen Status

Bezeichnung	Einheit / Kategorie	Erläuterung
Geschlecht	♀/♂	biologisches Geschlecht
Alter	Jahre	am Tag des Schlüsseleingriffs
Body-Mass-Index	kg/m <sup>2</sup>	$\frac{\text{Gewicht [kg]}}{\text{Körpergröße [m]} * \text{Körpergröße [m]}}$
Reoperation	nein (0) / ja (1)	Erfolgte jemals ein Eingriff am offenen Herzen?
vorherige CABG-OP	nein (0) / ja (1)	Erfolgte jemals eine koronare Bypass-Operation?
vorherige PCI	nein (0) / ja (1)	Erfolgte jemals eine perkutane Koronarintervention?
Anzahl der erkrankten Koronargefäße	1-3	Wie viele der folgenden Gefäße bzw. deren Äste sind an mind. einer Stelle signifikant (>50%) stenosiert? <ul style="list-style-type: none"> <li>- A. coronaria dextra</li> <li>- A. coronaria sinistra Ramus interventricularis anterior</li> <li>- A. coronaria sinistra Ramus circumflexus</li> </ul>
Endokarditis	nein (0) / ja (1)	aktiv; mit laufender Antibiotikatherapie am Tag des Schlüsseleingriffs
Myokardinfarkt in der Anamnese	0-3	0: kein Myokardinfarkt 1: STEMI vor <21 Tagen präoperativ 2: NSTEMI vor <21 Tagen präoperativ 3: Myokardinfarkt vor >21 Tagen präoperativ
extrakardiale Arteriopathie	nein (0) / ja (1)	dopplersonographisch oder radiologisch als hämodynamisch relevant bezeichnete Stenose der Extremitätenarterien (pAVK), der Spinalarterien, der hirnersorgenden Arterien und/oder der Aorta descendens
COPD	nein (0) / ja (1)	
zerebro-vaskuläres Ereignis in der Anamnese	nein (0) / ja (1)	
eingeschränkte Mobilität	nein (0) / ja (1)	schwerwiegende Einschränkung der Mobilität aufgrund einer muskuloskelettalen bzw. neurologischen Dysfunktion
arterielle Hypertonie	nein (0) / ja (1)	
Diabetes mellitus	0-3	0: kein Diabetes mellitus 1: diätisch geführt 2: oral-medikamentös geführt 3: insulinabhängig
Dialysepflichtigkeit	nein (0) / ja (1)	
Kreatinin im Serum	mg/dl	
Kreatinin-Clearance	ml/min	Cockcroft-Gault-Formel: $\frac{(140 - \text{Alter}) * \text{Körpergewicht[kg]}}{\text{Serum - Kreatinin[mg/dl]} * 72} * 0,85 \text{ falls } \square$
NYHA-Stadium bei Aufnahme	1-4	Klassifikation gemäß New York Heart Association (NYHA)
CCS IV bei Aufnahme	nein (0) / ja (1)	Klassifikation gemäß Canadian Cardiovascular Society
EKG	1-3	1: Sinusrhythmus

Bezeichnung	Einheit / Kategorie	Erläuterung
		2: Vorhofflimmern / -flattern 3: Schrittmacherrhythmus
linksventrikuläre Ejektionsfraktion	0-3	Einteilung gemäß präoperativem Echokardiographiebefund: 0: ≥ 55% 1: 45-54% 2: 31-44% 3: ≤ 30%
STS-Score	%	Risk of Mortality
EUROSCORE II	%	Risk of Mortality

### 3.3.2. Intraoperativer Verlauf

Tabelle 2: Erhobene Daten bzgl. des intraoperativen Verlaufs

Bezeichnung	Einheit / Kategorie	Erläuterung
Dringlichkeit	0-3	0: elektiv 1: dringlich 2: notfallmäßig 3: lebensrettend
Schnitt-Naht-Zeit	Minuten	
extrakorporale Zirkulationszeit	Minuten	
Aortenklemmzeit	Minuten	
Anzahl der Bypässe	ganze Zahl	
Art der Bypässe	1-3	1: arteriell 2: arteriell + venös 3: venös
komplette Revaskularisation	nein (0) / ja (1)	Wurden alle zum Zeitpunkt des Schlüsseleingriffs signifikant stenosierten Koronarien revaskularisiert?
Konversion zur Herz-Lungen-Maschine	nein (0) / ja (1)	Wurde die Operation initial als OPCAB-Eingriff geplant und begonnen?

### 3.3.3. Postoperativer Verlauf

Die Angaben beziehen sich auf die Dauer des Krankenhausaufenthaltes ab dem Zeitpunkt des Schlüsseleingriffs bis zum Zeitpunkt der ersten Entlassung.

Tabelle 3: Erhobene Daten bzgl. des postoperativen Verlaufs

Bezeichnung	Einheit / Kategorie	Erläuterung
Dauer des Aufenthalts auf der Intensivstation	Tage	jeder begonnener Tag im „High care“-Bereich des Krankenhauses
Dauer der invasiven Beatmung	Stunden	im Sinne einer Intubations- oder Trachealkanülenbeatmung
Katecholaminbedarf nach >24 Stunden	0-9	0: kein Katecholaminbedarf nach >24h

Bezeichnung	Einheit / Kategorie	Erläuterung
		1: Adrenalin 2: Noradrenalin 3: Milrinon 4: Adrenalin + Noradrenalin 5: Adrenalin + Milrinon 6: Noradrenalin + Milrinon 7: Adrenalin + Noradrenalin + Milrinon 8: Andere (z.B. Dobutamin)
Anzahl der Erythrozytenkonzentrat-Transfusionen intraoperativ und <24h postoperativ	ganze Zahl	
Anzahl der Erythrozytenkonzentrat-Transfusionen >24h postoperativ	ganze Zahl	
Gesamtanzahl der Erythrozytenkonzentrat-Transfusionen intra- und postoperativ	ganze Zahl	
Blutung	0; 3-6	0: keine Blutung 3: relevante Blutung mit Handlungsbedarf (z.B. Transfusion von Gerinnungsfaktoren) <24h postoperativ 4: relevante Blutung mit Handlungsbedarf (s.o.) >24h postoperativ 5: lebensbedrohliche Blutung (mit Notwendigkeit zur Revisions-OP; z.B. Perikardtamponade) <24h postoperativ 5: lebensbedrohliche Blutung (s.o.) >24h postoperativ
Notwendigkeit zur Revisions-Operation	nein (0) / ja (1)	im Sinne einer Rethorakotomie mit Sternum(partial)osteotomie; Wunddébridements im Bereich der Sternotomiewunde sind nicht mit einbegriffen
ungeplante Herzkatheteruntersuchung postoperativ	nein (0) / ja (1)	
Wundheilungsstörung	nein (0) / ja (1)	im Bereich der Sternotomiewunde, nicht im Bereich des Venen-graftings
NYHA-Stadium bei Entlassung	1-4	Klassifikation gemäß New York Heart Association (NYHA)
EKG bei Entlassung	1-3	1: Sinusrhythmus 2: Vorhofflimmern / -flattern 3: Schrittmacherrhythmus
linksventrikuläre Ejektionsfraktion bei Entlassung	0-3	Einteilung gemäß postoperativem Echokardiographiebefund: 0: ≥ 55% 1: 45-54% 2: 31-44% 3: ≤ 30%
Hämoglobin bei Entlassung	g/dl	
Hämatokrit bei Entlassung	%	
MCV bei Entlassung	fl	

Bezeichnung	Einheit / Kategorie	Erläuterung
Kreatinin im Serum bei Entlassung	mg/dl	
Kreatinin-Clearance bei Entlassung	ml/min	Cockcroft-Gault-Formel: $\frac{(140 - \text{Alter}) * \text{Körpergewicht}[kg]}{\text{Serum - Kreatinin}[mg/dl]} * 72 * 0,85 \text{ falls } \square$
Dauer des postoperativen stationären Aufenthaltes	Tage	
Patientenstatus bei Entlassung	lebend / verstorben	
Datum des letzten Kontakts	Datum	

### 3.3.4. Patientenstatus nach 30 Tagen postoperativ

Auch wenn die Dauer des stationären Aufenthaltes nach dem Schlüsseleingriff regelhaft weniger als 30 Tage beträgt, konnten häufig Daten durch Arztbriefe der Rehabilitations-Einrichtungen und durch einen Qualitätssicherungsbogen (beinhaltet telefonische Befragung des Patienten nach mindestens 30 Tagen) erhoben werden.

Tabelle 4: Erhobene Daten bzgl. des Patientenstatus nach 30 Tagen postoperativ

Bezeichnung	Einheit / Kategorie	Erläuterung
NYHA-Stadium	1-4	Klassifikation gemäß New York Heart Association (NYHA)
EKG	1-3	1: Sinusrhythmus 2: Vorhofflimmern / -flattern 3: Schrittmacherrhythmus
linksventrikuläre Ejektionsfraktion	0-3	Einteilung gemäß Echokardiographiebefund: 0: $\geq 55\%$ 1: 45-54% 2: 31-44% 3: $\leq 30\%$

### 3.3.5. Schwerwiegende unerwünschte Ereignisse innerhalb des 30-Tage-Verlaufs

Die bei dieser Arbeit als schwerwiegende unerwünschte Ereignisse bezeichneten Variablen sind im Folgenden aufgelistet.

Tabelle 5: Erhobene Daten bzgl. der schwerwiegenden unerwünschten Ereignisse

Bezeichnung	Einheit / Kategorie	Erläuterung
Myokardinfarkt	0-2	0: kein Myokardinfarkt 1: Myokardinfarkt intraoperativ bzw. <72h postoperativ 2: Myokardinfarkt >72h postoperativ
zerebro-vaskuläres Ereignis	0-3	0: kein Ereignis 1: transitorische ischämische Attacke 2: Ereignis mit leichten Residuen (z.B. rückläufige Hemiparese) 3: Ereignis mit schweren Residuen (z.B. Langzeitbeatmung mit Notwendigkeit zur Tracheostomaanlage)
akutes Nierenversagen	0-3	0: kein akutes Nierenversagen 1: AKIN I

Bezeichnung	Einheit / Kategorie	Erläuterung
		2: AKIN II 3: AKIN III
Notwendigkeit Schrittmacherimplantation	zur nein (0) / ja (1)	
Indikation der Schrittmacher-Implantation	0-9	0: keine Indikation / Implantation 1: AV-Block 1.° 2: AV-Block 2.° 3: AV-Block 3.° 4: Linksschenkelblock 5: Linksschenkelblock + AV-Block 1.° 6: bradykardes Vorhofflimmern 7: Sick-Sinus-Syndrom 8: bifaszikulärer Block 9: Andere Indikation
Sepsis / Multiorganversagen	nein (0) / ja (1)	

### 3.4. Statistik

Das statistische Signifikanzniveau zur Ablehnung einer Nullhypothese wurde bei  $p < 0,050$  festgelegt; Konfidenzintervalle entsprechend als 95%-Konfidenzintervalle benannt. Unterschiede bezüglich der Häufigkeiten zwischen den nach Geschlechtszugehörigkeit unterteilten Gruppen wurden bei (multi-)nominalen Variablen mittels  $\chi^2$ -Test ermittelt. Wies eine Variable hierbei eine Häufigkeitsausprägung von  $< 5$  auf, wurde der exakte Test nach Fisher implementiert.

Zum Vergleich von zwei unabhängigen, normalverteilten, intervallskalierten Stichproben wurde der T-Test angewendet. Nichtparametrische, ordinal- bzw. intervallskalierte Stichproben wurden mit Hilfe des Mann-Whitney-Tests auf statistisch signifikante Unterschiede geprüft. Um zu ermitteln, ob die Stichproben normalverteilt waren, wurde der Kolmogorow-Smirnow-Test eingesetzt.

Um Geschlechterunterschiede bezüglich der Überlebenszeit zu untersuchen, wurde das Kaplan-Meier-Verfahren angewandt. Statistische Zusammenhänge zwischen bestimmten Parametern und der 30-Tages-Mortalität wurden mittels binär-logistischer Regressionsanalyse untersucht.

#### 4. Ergebnisse

Im Folgenden werden zuerst die einzelnen Variablen in Zugehörigkeit zum perioperativen Zeitpunkt bzw. Zeitraum mit ihren jeweiligen Häufigkeiten tabellarisch aufgeführt. Bei intervallskalierten Variablen sind die Mittelwerte mit dazugehöriger Standardabweichung angegeben. Die Ergebnisse sind in der Tabelle nach Geschlechtszugehörigkeit gruppiert. Die Gruppen werden auf Geschlechterunterschiede mit den angegebenen statistischen Tests (vgl. Abschnitt 3.4.) geprüft. Bedeutsame Ergebnisse werden im Einzelnen erläutert und eventuell graphisch dargestellt. Anschließend erfolgt eine Überlebenszeitanalyse und schließlich eine binär-logistische Regressionsanalyse.

Statistisch signifikante Ergebnisse sind in den Tabellen **fett** hervorgehoben.

## 4.1. Präoperativer Status

Tabelle 6: Datenblatt präoperativer Status

Kategorie	Unterkategorie	Frauen (n = 348)	Männer (n = 1571)	Signifikanz	statistischer Test	nicht angegeben
allgemein	Alter	68,74 ± 9,77	65,70 ± 9,23	<0,001	T-Test	♀ : 0 ♂ : 0
	BMI	27,99 ± 5,08	28,10 ± 4,23	0,193	Mann-Whitney-Test	♀ : 0 ♂ : 0
Voreingriffe	Re-Operation	1,44%	1,34%	0,801	Fishers exakter Test	♀ : 0 ♂ : 0
	CABG	0,00%	0,76%	0,140	Fishers exakter Test	♀ : 0 ♂ : 0
	PCI	24,43%	25,84%	0,583	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 0
Vorerkrankungen	Anzahl erkr. Gefäße	2,68 ± 0,57	2,79 ± 0,46	<0,001	Mann-Whitney-Test	♀ : 0 ♂ : 0
	Endokarditis	0,00%	0,25%	1,000	Fishers exakter Test	♀ : 0 ♂ : 0
	MI in Anamnese	37,64%	41,82%	0,152	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 0
	MI < 21d	28,45%	28,77%	0,904	chi2-Test	
	STEMI	7,47%	6,94%	0,519	chi2-Test	
	NSTEMI	20,98%	21,83%	0,726	chi2-Test	
	Extrakard. Arteriopathie	25,57%	19,03%	0,006	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 0
	COPD	7,47%	7,51%	0,980	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 0
	Schlaganfall in der Anamnese	8,05%	7,45%	0,702	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 0
	eingeschränkte Mobilität	1,15%	1,14%	0,995	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 0
	arterielle Hypertonie	86,21%	83,26%	0,177	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 0
	Diabetes mellitus	29,60%	29,09%	0,850	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 0
	diätisch geführt	13,79%	12,73%	0,593	chi2-Test	
	oral-medikamentös	5,75%	7,26%	0,318	chi2-Test	
	insulinabhängig	10,06%	9,10%	0,578	chi2-Test	
	Dialysepflichtigkeit	0,57%	0,95%	0,753	Fishers exakter Test	♀ : 0 ♂ : 0
	Nierenparameter	Kreatinin im Serum (mg/dl)	0,89 ± 0,26	1,10 ± 0,69	<0,001	Mann-Whitney-Test
Kreatinin-Clearance (ml/min)		76,43 ± 29,13	91,09 ± 32,60	<0,001	Mann-Whitney-Test	♀ : 0 ♂ : 1
kardialer Status	NYHA-Stadium	2,56 ± 0,64	2,42 ± 0,64	<0,001	Mann-Whitney-Test	♀ : 1 ♂ : 1
	NYHA I	2,88%	4,20%	0,253	chi2-Test	
	NYHA II	43,80%	53,63%	<0,001	chi2-Test	
	NYHA III	48,13%	38,34%	<0,001	chi2-Test	
	NYHA IV	5,19%	3,82%	0,244	chi2-Test	
	CCS IV bei Aufnahme	8,91%	7,45%	0,355	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 0
	EKG			0,191	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 0
	Sinusrhythmus	90,23%	90,45%	0,899	chi2-Test	
	Vorhofflimmern / -flattern	8,62%	9,17%	0,749	chi2-Test	
	Schrittmacherrhythmus	1,15%	0,38%	0,090	chi2-Test	
	LV-Ejektionsfraktion			0,313	Mann-Whitney-Test	♀ : 1 ♂ : 2
	(≥ 55%)	64,27%	60,87%	0,238	chi2-Test	
	45 - 54%	19,31%	21,80%	0,306	chi2-Test	
31 - 44%	10,66%	12,24%	0,413	chi2-Test		
≤ 30%	5,76%	5,10%	0,614	chi2-Test		
Scores	STS-Score (Risk of Mortality) Median	0,97%	0,54%	<0,001	Mann-Whitney-Test	♀ : 1 ♂ : 0
	EUROSCORE II Median	2,85%	2,01%	<0,001	Mann-Whitney-Test	♀ : 0 ♂ : 0

#### 4.1.1. Alter

Betrachtet man den präoperativen Status des gesamten Patient:innenkollektivs, fällt auf, dass die operierten Frauen signifikant ( $p < 0,001$ ) älter sind. Ihr Altersdurchschnitt ist mit 68,74 Jahren um 3,04 Jahre höher als der Altersdurchschnitt der Männer mit 65,70 Jahren.

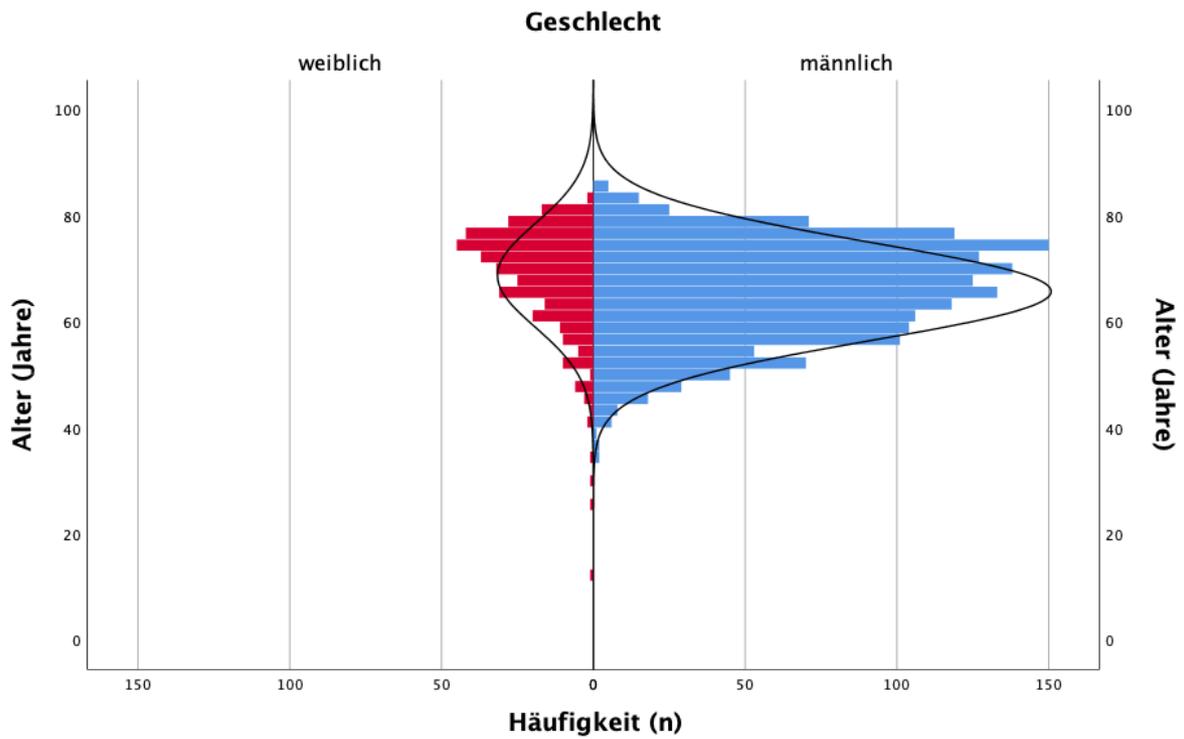


Abbildung 2: Histogramm Altersverteilung

#### 4.1.2. Body-Mass-Index (BMI)

Der Body-Mass-Index (BMI) der männlichen Patienten ist einem Mittelwert von 28,10 kg/m<sup>2</sup> im Vergleich zum Mittelwert im weiblichen Patientinnenkollektiv von 27,99 kg/m<sup>2</sup> nahezu gleich. Der Unterschied ist statistisch nicht signifikant (p=0,193).

Die geschlechtsspezifischen Häufigkeiten eines BMI von  $\geq 30,00$  kg/m<sup>2</sup> unterscheiden sich ebenfalls nicht statistisch signifikant (p=0,593). Der Anteil der Frauen ist mit 29,89% im Vergleich zu den Männern (28,45%) nur leicht erhöht.

Tabelle 7: Häufigkeitsverteilung und Mittelwerte des BMI

Body-Mass-Index (BMI)	Frauen (n = 348)		Männer (n = 1571)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
$\geq 30$ kg/m <sup>2</sup>	29,89%	104	28,45%	447
<30 kg/m <sup>2</sup>	70,11%	244	71,55%	1124
<b>Mittelwert</b>	27,99 $\pm$ 5,08		28,10 $\pm$ 4,23	

#### 4.1.3. Anzahl der erkrankten Koronargefäße

Vergleicht man die Anzahl der erkrankten Koronargefäße zwischen den beiden Gruppen, so zeigt sich ein statistisch signifikanter (p<0,001) Unterschied.

Wenn man die jeweiligen Häufigkeiten der 1-, 2- bzw. 3-Gefäßerkrankung genauer betrachtet, wird deutlich, dass sich 27,01% der Frauen auf die 1- und 2-Gefäßerkrankung verteilen. Unter den Männern sind es lediglich 18,52%. Somit liegt in dieser Gruppe deutlich häufiger eine 3-Gefäßerkrankung vor.

Tabelle 8: Häufigkeitsverteilung Anzahl der erkrankten Gefäße

Anzahl der erkrankten Gefäße	Frauen (n = 348)		Männer (n = 1571)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
1-Gefäß-KHK	5,46%	19	2,48%	39
2-Gefäß-KHK	21,55%	75	16,04%	252
3-Gefäß-KHK	72,99%	254	81,48%	1280
<b>Mittelwert</b>	2,68 $\pm$ 0,57		2,79 $\pm$ 0,46	

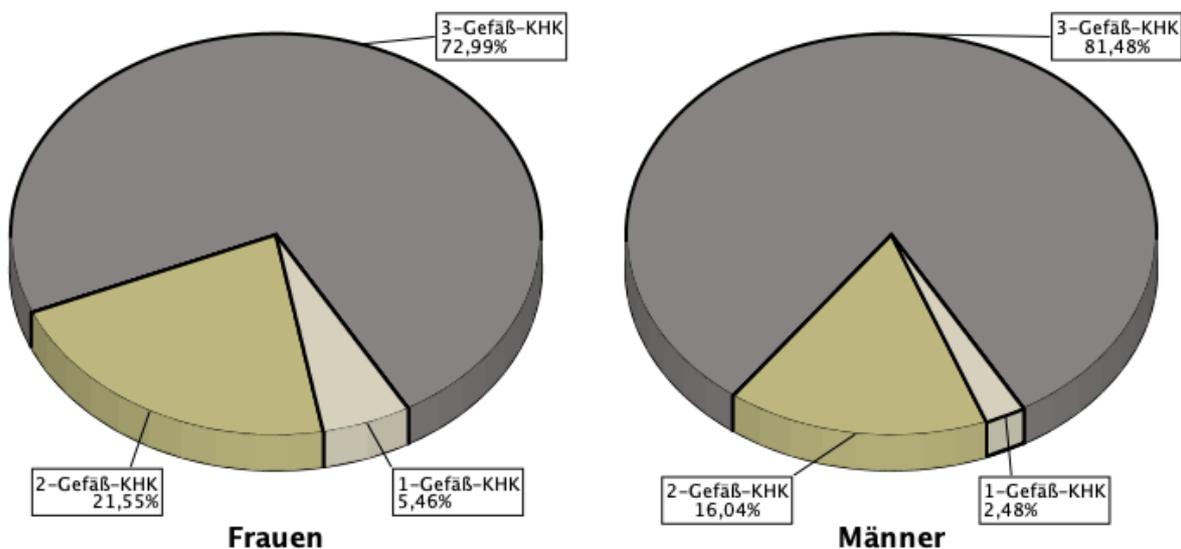


Abbildung 3: Tortendiagramme Anzahl der erkrankten Gefäße

#### 4.1.4. Myokardinfarkt in der Anamnese

In dem untersuchten Patient:innenkollektiv hatten männliche Patienten mit 41,82% mehr als weibliche Patientinnen mit 37,62% einen Myokardinfarkt in der Anamnese. Der Unterschied ist nicht signifikant ( $p=0,152$ ). Bei 28,77% aller untersuchten Männer und bei 28,45% aller untersuchten Frauen trat der Myokardinfarkt weniger als 21 Tage vor dem Schlüsseleingriff auf. Das geschlechtsspezifische Verteilungsmuster der weniger als 21 Tage vor dem Schlüsseleingriff stattgehabten Myokardinfarkte zeigte ebenfalls keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Tabelle 9: Häufigkeitsverteilung Myokardinfarkt <21 Tage vor dem Schlüsseleingriff

Myokardinfarkt <21d präOP	Frauen (n = 348)		Männer (n = 1571)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
STEMI	7,47%	26	6,94%	109
NSTEMI	20,98%	73	21,83%	343
gesamt	28,45%	99	28,77%	452

#### 4.1.5. Extrakardiale Arteriopathie

Das Auftreten einer extrakardialen Arteriopathie ist im weiblichen Patientinnenkollektiv signifikant ( $p=0,006$ ) häufiger. Mehr als ein Viertel (25,57%) der untersuchten Frauen sind von einer extrakardialen Arteriopathie betroffen. Im männlichen Patientenkollektiv sind hingegen nicht einmal ein Fünftel (19,03%) hieran erkrankt.

Tabelle 10: Häufigkeitsverteilung extrakardiale Arteriopathie

extrakardiale Arteriopathie	Frauen (n = 348)		Männer (n = 1571)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
ja	25,57%	89	19,03%	299
nein	74,43%	259	80,97%	1272

#### 4.1.6. COPD

Es zeigt sich kein statistisch signifikanter Unterschied ( $p=0,980$ ) in der geschlechtsspezifischen Häufigkeitsverteilung einer chronisch-obstruktiven Lungenerkrankung (COPD). Das Auftreten ist im Geschlechtervergleich nahezu gleich häufig.

Tabelle 11: Häufigkeitsverteilung COPD

COPD	Frauen (n = 348)		Männer (n = 1571)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
ja	7,47%	26	7,51%	118
nein	92,53%	322	92,49%	1453

#### 4.1.7. Schlaganfall in der Anamnese

Unter den weiblichen Patientinnen ist der Anteil mit stattgehabtem Schlaganfall in der Anamnese mit 8,05% im Vergleich zu den männlichen Patienten mit einem Anteil von 7,45% nur marginal erhöht, der Unterschied ist statistisch nicht signifikant ( $p=0,702$ ).

Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung Schlaganfall in der Anamnese

Schlaganfall in der Anamnese	Frauen (n = 348)		Männer (n = 1571)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
ja	8,05%	28	7,45%	117
nein	91,95%	320	92,55%	1454

#### 4.1.8. Arterielle Hypertonie

Betrachtet man die Häufigkeit einer präoperativ bestehenden arteriellen Hypertonie, so zeigt sich, dass unter den untersuchten Frauen mit 86,21% ein höherer Anteil an Bluthochdruck leidet als unter den untersuchten Männern mit einem Anteil von 83,26%. Der Unterschied ist nicht signifikant ( $p=0,177$ ).

Tabelle 13: Häufigkeitsverteilung arterielle Hypertonie

arterielle Hypertonie	Frauen (n = 348)		Männer (n = 1571)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
ja	86,21%	300	83,26%	1308
nein	13,79%	48	16,74%	263

#### 4.1.9. Diabetes mellitus

Es zeigt sich kein statistisch signifikanter Unterschied ( $p=0,850$ ) in der gruppenspezifischen Häufigkeitsverteilung des Auftretens einer Diabetes-Erkrankung. Mit 29,60% unter den Frauen und 29,09% der Männer sind ca. jeweils ein Drittel der Patient:innen Diabetiker:innen. Mit 10,06% aller untersuchten Frauen und 9,10% aller untersuchter Männer sind entsprechend ca. jeweils ein Drittel der Diabetiker:innen insulinabhängig.

Tabelle 14: Häufigkeitsverteilung Diabetes mellitus

Diabetes	Frauen (n = 348)		Männer (n = 1571)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
diätische Therapie	13,79%	48	12,73%	200
oral-medikamentös	5,75%	20	7,26%	114
insulinabhängig	10,06%	35	9,10%	143
gesamt	29,60%	103	29,90%	457

#### 4.1.10. Präoperative Nierenfunktion

Ein statistisch signifikanter Unterschied ( $p<0,001$ ) zeigt sich in Anbetracht der geschlechtsspezifischen Mittelwerte der Kreatinin-Clearance. Diese ist unter den untersuchten Frauen mit einem Mittelwert von  $76,43 \pm 29,13$  ml/min deutlich geringer als unter den untersuchten Männern mit einem Mittelwert von  $91,09 \pm 32,60$  ml/min.

Mit einer Kreatinin-Clearance von  $\leq 60$  ml/min (entspricht einer chronisches Niereninsuffizienz Stadium  $\geq$ IIIa (36)) weisen mit 32,18% mehr als doppelt so viele Frauen wie Männer (14,14%) eine mindestens mittelgradig eingeschränkte Nierenfunktion in den präoperativen Laboruntersuchungen auf.

Die Häufigkeit der Dialysepflichtigkeit ist jedoch im männlichen Patientenkollektiv (0,95%) höher als im weiblichen Patientinnenkollektiv (0,57%).

Tabelle 15: Präoperative Nierenfunktion

Nierenfunktion	Frauen (n = 348)		Männer (n = 1570)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
Dialysepflicht	0,57%	2	0,95%	15
cNI Stadium $\geq$ IIIa	32,18%	112	14,14%	223
Krea-Clearance	76,43 $\pm$ 29,13 ml/min		91,09 $\pm$ 32,60 ml/min	

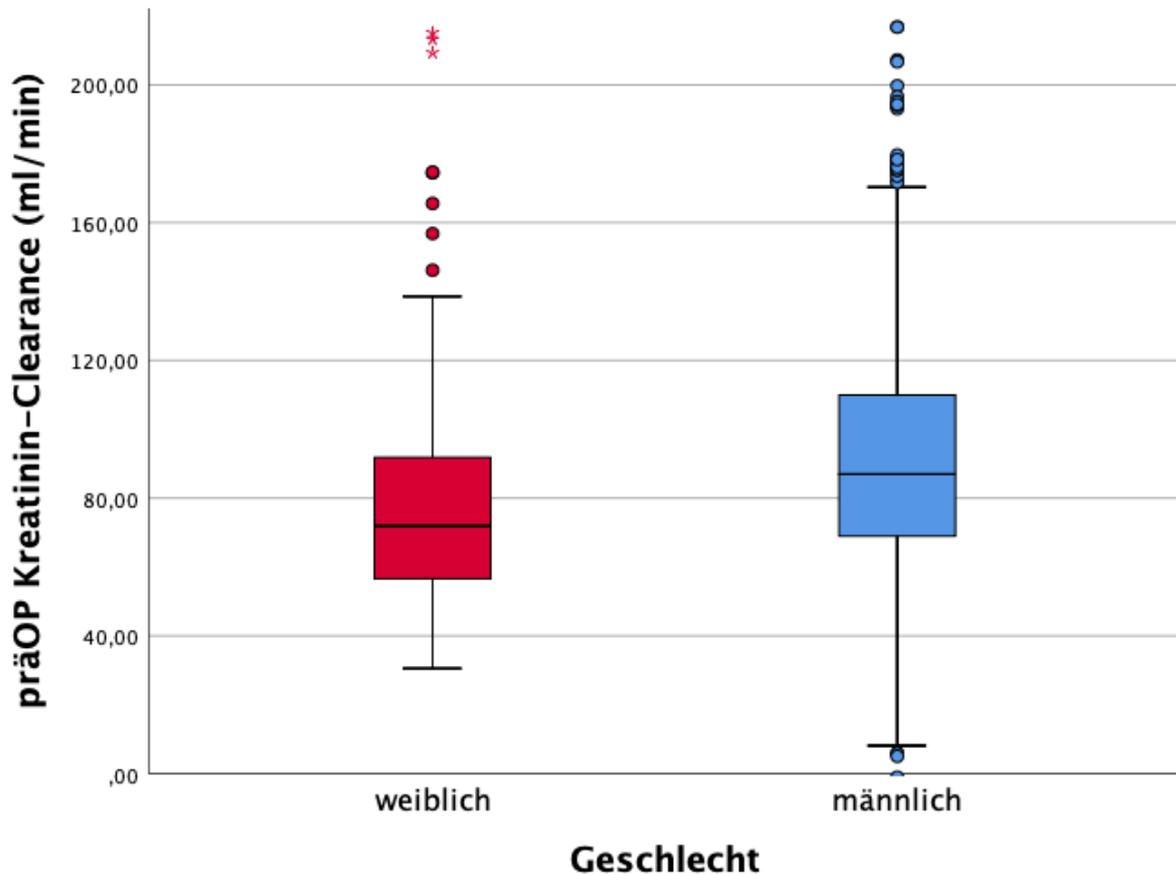


Abbildung 4: Boxplot präoperative Kreatinin-Clearance (ml/min)

#### 4.1.11. Präoperative NYHA-Stadien

In Anbetracht des präoperativen kardialen Status wird deutlich, dass sich Frauen im Vergleich zu Männern vor der Operation vermehrt in höheren NYHA-Stadien befinden. Insbesondere der Unterschied in der Verteilung auf NYHA-Stadium II und III ist statistisch signifikant ( $p < 0,001$ ). Das Gros der männlichen Patientinnen (53,64%) befindet sich präoperativ im NYHA-Stadium II. Weibliche Patienten befinden sich vor dem Schlüsseleingriff überwiegend (48,13%) in NYHA-Stadium III.

Tabelle 16: Häufigkeitsverteilung präoperative NYHA-Stadien

NYHA-Stadium präoperativ	Frauen (n = 347)		Männer (n = 1570)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
NYHA I	2,88%	10	4,20%	66
NYHA II	43,80%	152	53,63%	842
NYHA III	48,13%	167	38,34%	602
NYHA IV	5,19%	18	3,82%	60
<b>NYHA-Mittelwert</b>	2,56 ± 0,64		2,42 ± 0,64	

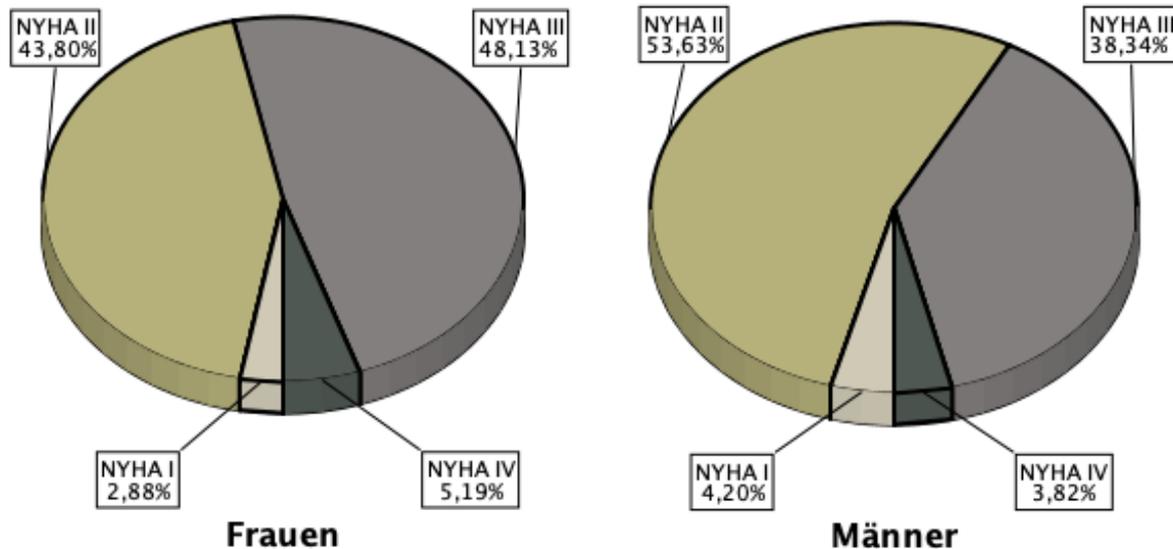


Abbildung 5: Tortendiagramme präoperative NYHA-Stadien

#### 4.1.12. Präoperative Angina pectoris

Mit 8,91% gaben präoperativ mehr Frauen als Männer mit 7,45% eine Angina pectoris in Ruhe entsprechend des Stadium IV nach Einteilung der Canadian Cardiovascular Society (CCS) an. Der Unterschied ist statistisch nicht signifikant ( $p=0,355$ ).

Tabelle 17: CCS IV präoperativ

CCS IV präoperativ	Frauen (n = 348)		Männer (n = 1571)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
ja	8,91%	31	7,45%	117
nein	91,09%	317	92,55%	1454

#### 4.1.13. Präoperative linksventrikuläre Ejektionsfraktion

Frauen haben mit einem Anteil von 35,73% präoperativ weniger häufig eine eingeschränkte linksventrikuläre Ejektionsfraktion ( $\leq 55\%$ ) als Männer mit einem Anteil von 39,13%. Der Unterschied ist statistisch nicht signifikant ( $p=0,238$ ).

Tabelle 18: Häufigkeitsverteilung präoperative linksventrikuläre Ejektionsfraktion

linksventrikuläre Ejektionsfraktion	Frauen (n = 347)		Männer (n = 1569)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
(≥ 55%)	64,27%	223	60,87%	955
45 - 54%	19,31%	67	21,80%	342
31 - 44%	10,66%	37	12,24%	192
≤ 30%	5,76%	20	5,10%	80

#### 4.1.14. Sterberisiko auf Grundlage des STS-Score und des EUROSCORE II

Der „short term risk calculator“ der US-amerikanischen Society of Thoracic Surgeons (STS) und der EUROSCORE II sind Online-Tools zur Ermittlung von statistischen Wahrscheinlichkeiten u.a. für das Eintreffen des Todes (Risk of Mortality) im perioperativen Rahmen eines herzchirurgischen Eingriffs.

In die statistische Risikoermittlung fließt u.a. die Art der Operation, die Komorbiditäten des Patienten sowie intraoperative Parameter wie z.B. die vollständige Revaskularisation während eines Bypass-Eingriffs ein.

Betrachtet man die geschlechtsspezifischen Mediane der STS-Scores, so zeigt sich die Wahrscheinlichkeit für den Patiententod im perioperativen Rahmen des durchgeführten Eingriffs bei den weiblichen Patientinnen (Risk of Mortality 0,97%) signifikant ( $p < 0,001$ ) höher als bei den männlichen Patienten (Risk of Mortality 0,54%).

Ebenso zeigt sich im Geschlechtervergleich ein statistisch signifikanter Unterschied ( $p < 0,001$ ) des Mortalitätsrisikos, das nach der Formel des EUROSCORE II (35) berechnet wird: Dies liegt bei den untersuchten Frauen bei 2,85%, bei den untersuchten Männern bei 2,01%.

Tabelle 19: Sterberisiko auf Grundlage des STS-Score und des EUROSCORE II

Score	Frauen		Männer	
	Prozent	nicht kalkulierbar	Prozent	nicht zu kalkulierbar
<b>STS-Score</b>	0,97%	1	0,54%	0
<b>EUROSCORE II</b>	2,85%	0	2,01%	0

## 4.2. Intraoperativer Verlauf

Tabelle 20: Datenblatt intraoperativer Verlauf

Kategorie	Unterkategorie	Frauen (n = 348)	Männer (n = 1571)	Signifikanz	statistischer Test	nicht angegeben	
<b>Dringlichkeit</b>	elektiv	75,29%	76,96%	0,168	Fishers exakter Test	♀ : 0 ♂ : 0	
	dringlich	7,47%	9,68%	0,200	chi2-Test		
	notfallmäßig	16,38%	12,35%	<b>0,044</b>	chi2-Test		
	lebensrettend	0,86%	1,02%	1,000	Fishers exakter Test		
<b>OP-Zeiten</b>	Mediane	Schnitt-Naht-Zeit (min)	240	250	<b>0,009</b>	Mann-Whitney-Test	♀ : 0 ♂ : 0
		extrakorporale Zirkulationszeit (min)	99	107	<b>0,002</b>	Mann-Whitney-Test	♀ : 3 ♂ : 6
		Aortenklammzeit (min)	64	72	<b>&lt;0,001</b>	Mann-Whitney-Test	♀ : 5 ♂ : 11
<b>Bypässe</b>	Anzahl	2,52 ± 0,79	2,69 ± 0,76	<b>&lt;0,001</b>	Mann-Whitney-Test	♀ : 0 ♂ : 0	
	Art			<b>&lt;0,001</b>	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 0	
	arteriell	44,54%	55,95%	<b>&lt;0,001</b>	chi2-Test		
	arteriell + venös	50,29%	41,57%	<b>0,003</b>	chi2-Test		
	venös	5,17%	2,48%	<b>0,008</b>	chi2-Test		
	komplette Revaskularisation	72,99%	71,42%	0,557	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 0	
<b>Konversion zu HLM</b>		4,89%	2,55%	<b>0,020</b>	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 0	

#### 4.2.1. Dringlichkeit der Operation

Im untersuchten Patient:innenkollektiv gibt es mit 16,38% statistisch signifikant ( $p=0,044$ ) mehr Frauen als Männer (12,35%), an denen der Schlüsseleingriff notfallmäßig durchgeführt wurde.

Tabelle 21: Häufigkeitsverteilung der OP-Dringlichkeitsstufen

Dringlichkeit	Frauen (n = 348)		Männer (n = 1571)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
elektiv	75,29%	262	76,96%	1209
dringlich	7,47%	26	9,68%	152
notfallmäßig	16,38%	57	12,35%	194
lebensrettend	0,86%	3	1,02%	16

#### 4.2.2. OP-Zeiten

Vergleicht man die geschlechtsspezifischen Mediane der OP-Zeiten, so fällt auf, dass die untersuchten Frauen statistisch signifikant ( $p=0,009$ ) kürzere Schnitt-Naht-Zeiten aufweisen. Die mediane Schnitt-Naht-Zeit war im weiblichen Patientinnenkollektiv mit 240 Minuten um 10 Minuten kürzer als die des männlichen Patientenkollektivs mit 250 Minuten.

Die extrakorporale Zirkulationszeit ( $p=0,002$ ) sowie die Aortenklammzeit ( $p<0,001$ ) unterscheiden sich im Median ebenfalls statistisch signifikant und sind seitens der untersuchten Patientinnen kürzer als die Mediane der Patienten.

Tabelle 22: Mediane OP-Zeiten

OP-Zeiten Mediane (min)	Frauen	Männer	nicht angegeben
Schnitt-Naht-Zeit	240	250	♀: 0 ♂: 0
extrakorporale Zirkulationszeit	99	107	♀: 3 ♂: 6
Aortenklammzeit	64	72	♀: 5 ♂: 11

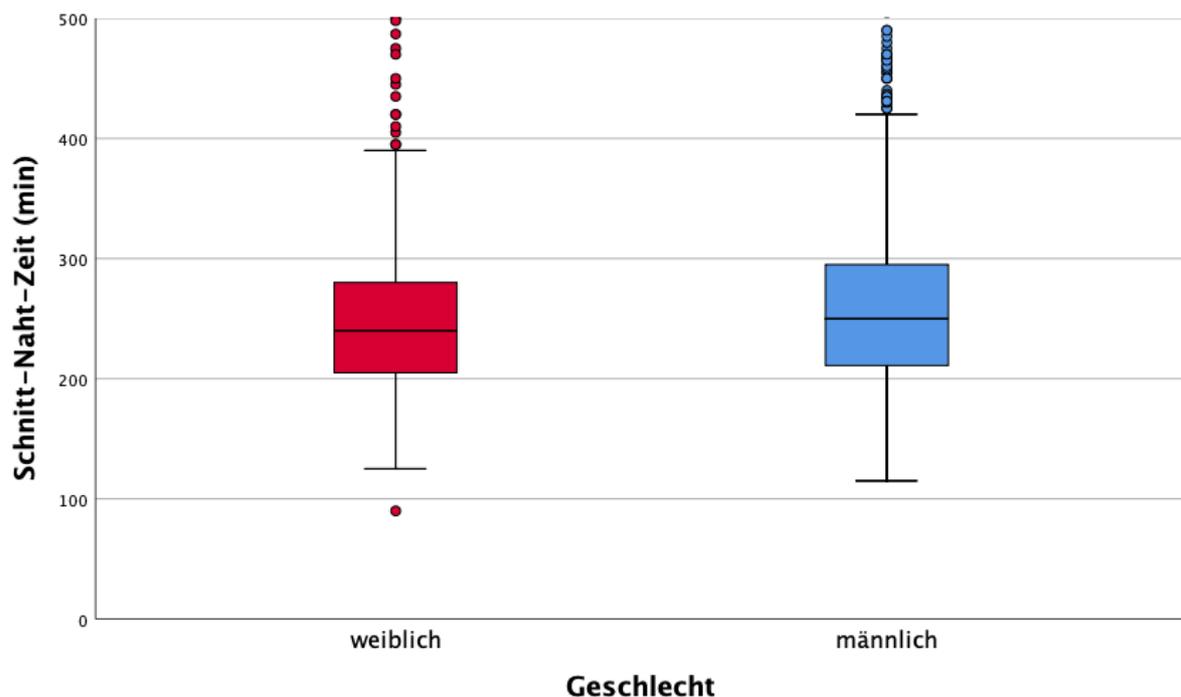


Abbildung 6: Box-Plot Schnitt-Naht-Zeit

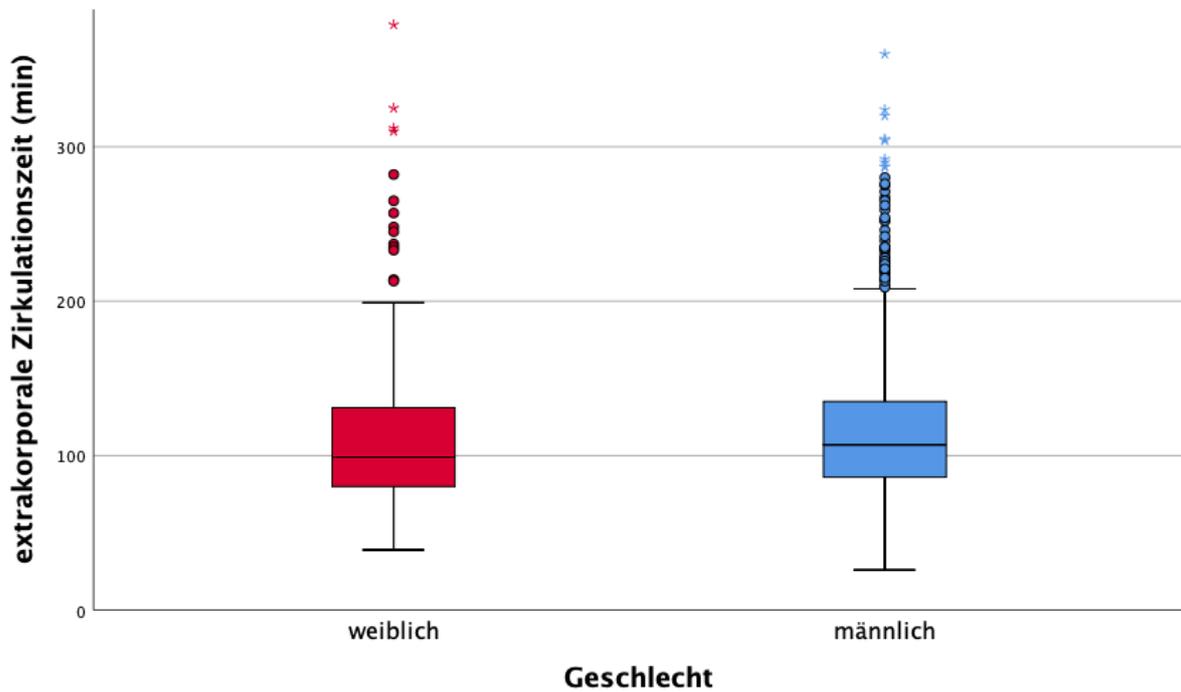


Abbildung 7: Box-Plot extrakorporale Zirkulationszeit

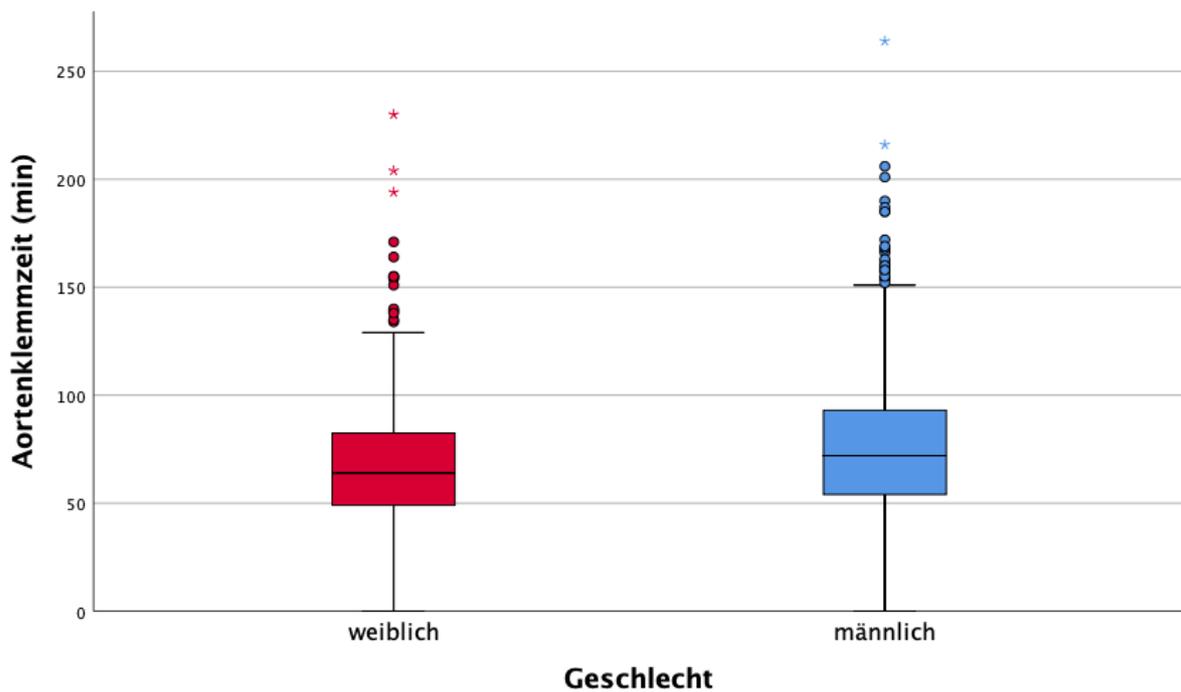


Abbildung 8: Box-Plot Aortenklammzeit

#### 4.2.3. Bypässe: Anzahl und Art

Betrachtet man die Anzahl der Bypässe, mit denen die Patient:innen durch den Eingriff revaskularisiert wurden, so zeigt sich, dass Männer mit im Mittel 2,69 Bypässen signifikant ( $p > 0,001$ ) mehr Grafts erhielten als Frauen mit im Mittel 2,52 Bypässen. Zudem erfolgte die Bypass-Versorgung der männlichen Patienten mit 55,95% signifikant ( $p < 0,001$ ) häufiger rein arteriell als die der weiblichen Patientinnen mit 44,54%. Im weiblichen Patientinnenkollektiv hingegen kam es mit 5,17% signifikant ( $p = 0,008$ ) häufiger zur

Verwendung rein venöser Grafts. Im Vergleich wurden 2,48% des männlichen Patientenkollektivs rein venös versorgt.

Tabelle 23: Häufigkeitsverteilung Bypass-Art

Bypass-Art	Frauen (n = 348)		Männer (n = 1571)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
arteriell	44,54%	155	55,95%	879
arteriell + venös	50,29%	175	41,57%	653
venös	5,17%	18	2,48%	39

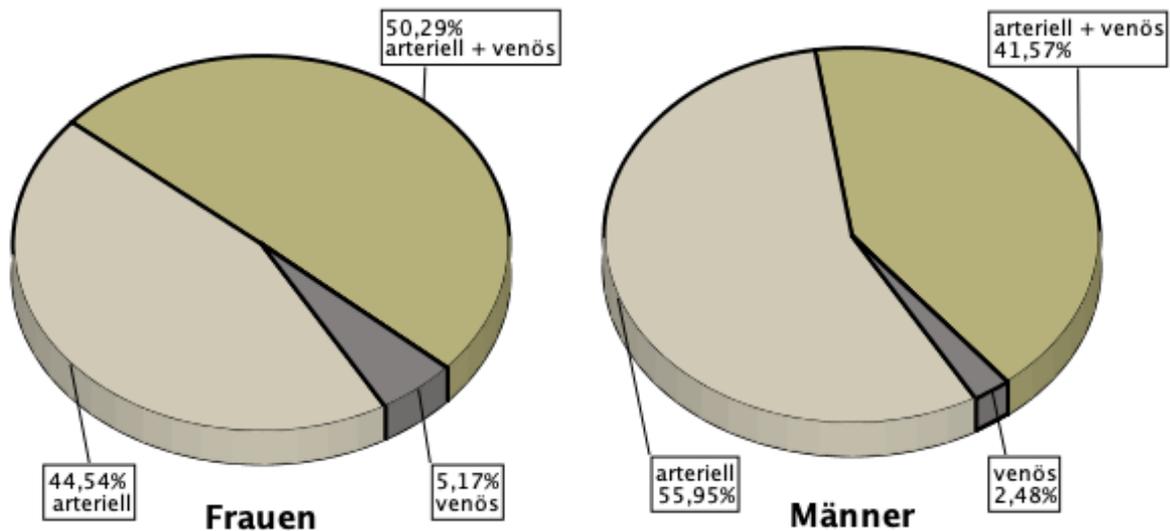


Abbildung 9: Tortendiagramme Bypass-Art

#### 4.2.4. Komplette Revaskularisation

72,99% der untersuchten Patientinnen konnten im Gegensatz zu 71,42% der untersuchten Patienten komplett revaskularisiert werden. Der Unterschied ist statistisch nicht signifikant.

Tabelle 24: komplette Revaskularisation

komplette Revaskularisation	Frauen (n = 348)		Männer (n = 1571)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
ja	72,99%	254	71,42%	1122
nein	27,01%	94	28,58%	449

#### 4.2.5. Konversion zur Herz-Lungen-Maschine

Ein weiterer statistisch signifikanter Unterschied ( $p=0,020$ ) bestand in der geschlechtsspezifischen Häufigkeitsverteilung in Anbetracht der Konversion zur Herz-Lungen-Maschine. Bei 4,89% des weiblichen Patientinnenkollektivs wurde die ursprünglich geplante off-pump-Operation intraoperativ zu einer on-pump-Operation konvertiert. Im männlichen Patientenkollektiv kam es dazu nur in 2,55% der Fälle.

Tabelle 25: Konversion zu HLM

Konversion zu HLM	Frauen (n = 348)		Männer (n = 1571)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
ja	4,89%	17	2,55%	40
nein	95,11%	331	97,45%	1531

### 4.3. Postoperativer Verlauf

Zur Betrachtung des postoperativen Verlaufs gehören einerseits Parameter, die sich aus der Zeit während des Aufenthalts auf der Intensivstation (ITS) ergeben. Hier miteinbezogen sind neben der Aufenthaltsdauer auf der ITS auch die Dauer der invasiven Beatmung sowie die Notwendigkeit zur medikamentösen bzw. mechanischen Kreislaufunterstützung. Andererseits beinhaltet der postoperative Verlauf auch Parameter, die Informationen über den Patient:innenstatus vor der Entlassung in die Häuslichkeit bzw. in die Rehabilitationseinrichtung geben. Hierzu zählt u.a. der kardiale Status, der sich aus dem NYHA-Stadium, dem Rhythmus im EKG sowie aus der postoperativ erhobenen linksventrikulären Ejektionsfraktion ableitet.

Außerdem zählen zum postoperativen Verlauf Informationen, die sich aus der gesamten Zeitspanne zwischen Nahtzeit und Entlassungstermin ergeben. Dies sind z.B. das Auftreten von Komplikationen, die Dauer des stationären Aufenthalts sowie die Notwendigkeit einer Transfusion von Erythrozytenkonzentraten (EK), wobei die Werte in diesem Falle auch die bereits intraoperativ transfundierten EK miteinbeziehen.

Tabelle 26: Datenblatt postoperativer Verlauf

Kategorie	Unterkategorie	Frauen (n = 348)	Männer (n = 1571)	Signifikanz	statistischer Test	nicht angegeben
Dauer ITS-Aufenthalt	Mittelwert (Tage)	4,27 ± 6,25	3,45 ± 4,21	<b>0,020</b>	T-Test	♀ : 1 ♂ : 4
	Median (Tage)	3	3	<b>0,007</b>	Mann-Whitney-Test	
Dauer invasive Beatmung	Mittelwert (Stunden)	24,80 ± 103,16	15,53 ± 49,24	0,104	T-Test	♀ : 2 ♂ : 6
	Median (Stunden)	7,00	7,00	0,057	Mann-Whitney-Test	
Kreislaufunterstützung	Katecholamine > 24h postOP	8,62%	3,77%	<b>&lt;0,001</b>	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 4
	IABP-Implantation	5,75%	3,70%	0,080	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 2
Transfusionsbedarf	EK-Gabe periOP	70,40%	42,61%	<b>&lt;0,001</b>	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 1
	EKs gesamt periOP	3,78 ± 7,35	2,16 ± 5,57	<b>&lt;0,001</b>	Mann-Whitney-Test	♀ : 0 ♂ : 1
	EKs intraOP + < 24h postOP	2,65 ± 4,74	1,36 ± 3,43	<b>&lt;0,001</b>	Mann-Whitney-Test	♀ : 0 ♂ : 1
	EKs > 24h postOP	1,13 ± 3,76	0,80 ± 3,77	<b>&lt;0,001</b>	Mann-Whitney-Test	♀ : 0 ♂ : 1
Komplikationen	Blutung	6,32%	4,71%	0,213	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 1
	sternale Wundheilungsstörung	8,62%	3,57%	<b>&lt;0,001</b>	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 1
	Herzkatheteruntersuchung postOP	3,74%	2,23%	0,104	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 1
	Re-Sternotomie	12,93%	8,08%	<b>0,004</b>	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 0
kardialer Status	NYHA-Stadium	2,37 ± 0,55	2,24 ± 0,50	<b>&lt;0,001</b>	Mann-Whitney-Test	♀ : 2 ♂ : 10
	NYHA I	0,58%	1,47%	0,293	Fishers exakter Test	
	NYHA II	64,74%	75,53%	<b>&lt;0,001</b>	chi2-Test	
	NYHA III	32,08%	21,01%	<b>&lt;0,001</b>	chi2-Test	
	NYHA IV	2,60%	1,99%	0,470	chi2-Test	
	EKG			0,742	chi2-Test	♀ : 0 ♂ : 2
	Sinusrhythmus	91,67%	91,46%	0,985	chi2-Test	
	Vorhofflimmern / -flattern	6,61%	7,27%	0,753	chi2-Test	
	Schrittmacherrhythmus	1,72%	1,27%	0,627	chi2-Test	
	LV-Ejektionsfraktion			0,449	Mann-Whitney-Test	♀ : 1 ♂ : 11
	≥ 55%	66,57%	63,78%	0,327	chi2-Test	
45 - 54%	19,88%	22,76%	0,245	chi2-Test		
31 - 44%	7,78%	9,04%	0,455	chi2-Test		
≤ 30%	5,76%	4,42%	0,284	chi2-Test		
Laborparameter	Hämoglobin (g/dl)	10,14 ± 1,29	10,26 ± 1,27	0,098	T-Test	♀ : 12 ♂ : 33
	Hämatokrit (%)	30,44 ± 3,85	30,57 ± 3,75	0,560	T-Test	♀ : 12 ♂ : 36
	MCV (fl)	90,00 ± 4,04	91,00 ± 4,79	<b>&lt;0,001</b>	Mann-Whitney-Test	♀ : 15 ♂ : 36
	Kreatinin im Serum (mg/dl)	1,00 ± 0,43	1,16 ± 0,47	<b>&lt;0,001</b>	T-Test	♀ : 2 ♂ : 18
	Kreatinin-Clearance (ml/min)	70,34 ± 29,79	86,10 ± 31,21	<b>&lt;0,001</b>	Mann-Whitney-Test	♀ : 2 ♂ : 18
Dauer stat. Aufenthalt	Mittelwert (Tage)	9,38 ± 10,33	8,51 ± 6,24	0,132	T-Test	♀ : 0 ♂ : 1
	Median (Tage)	7	7	<b>0,012</b>	Mann-Whitney-Test	

### 4.3.1. Liegezeiten

Bei ausbleibender Normalverteilung offenbart der Mann-Whitney-Test, dass bezüglich der Dauer des ITS-Aufenthalts ( $p=0,007$ ) und der Gesamtverweildauer ( $p=0,012$ ) jeweils ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechterkohorten besteht.

Im Hinblick auf den postoperativen Verlauf zeigt sich, dass die Liegedauer auf der Intensivstation (3 Tage) bzw. die Gesamtliegedauer (7 Tage) jeweils im Median geschlechterunabhängig ist. Jedoch unterscheiden sich die Mittelwerte im Vergleich der beiden Geschlechterkohorten. Weibliche Patientinnen haben mit im Durchschnitt  $4,27 \pm 6,25$  Tagen auf der ITS und  $9,38 \pm 10,33$  Tagen Gesamtverweildauer im Gegensatz zu männlichen Patienten mit  $3,45 \pm 4,21$  Tagen auf der ITS und  $8,51 \pm 6,24$  Tagen Gesamtverweildauer längere Liegezeiten in Folge der Bypass-Operation.

Tabelle 27: Liegezeiten

Liegezeiten (Tage)	Frauen	Männer	nicht angegeben
ITS-Aufenthalt <i>Median</i>	3	3	
ITS-Aufenthalt <i>Mittelwert</i>	$4,27 \pm 6,25$	$3,45 \pm 4,21$	♀: 1 ♂: 4
Gesamtliegedauer <i>Median</i>	7	7	
Gesamtliegedauer <i>Mittelwert</i>	$9,38 \pm 10,33$	$8,51 \pm 6,24$	♀: 0 ♂: 1

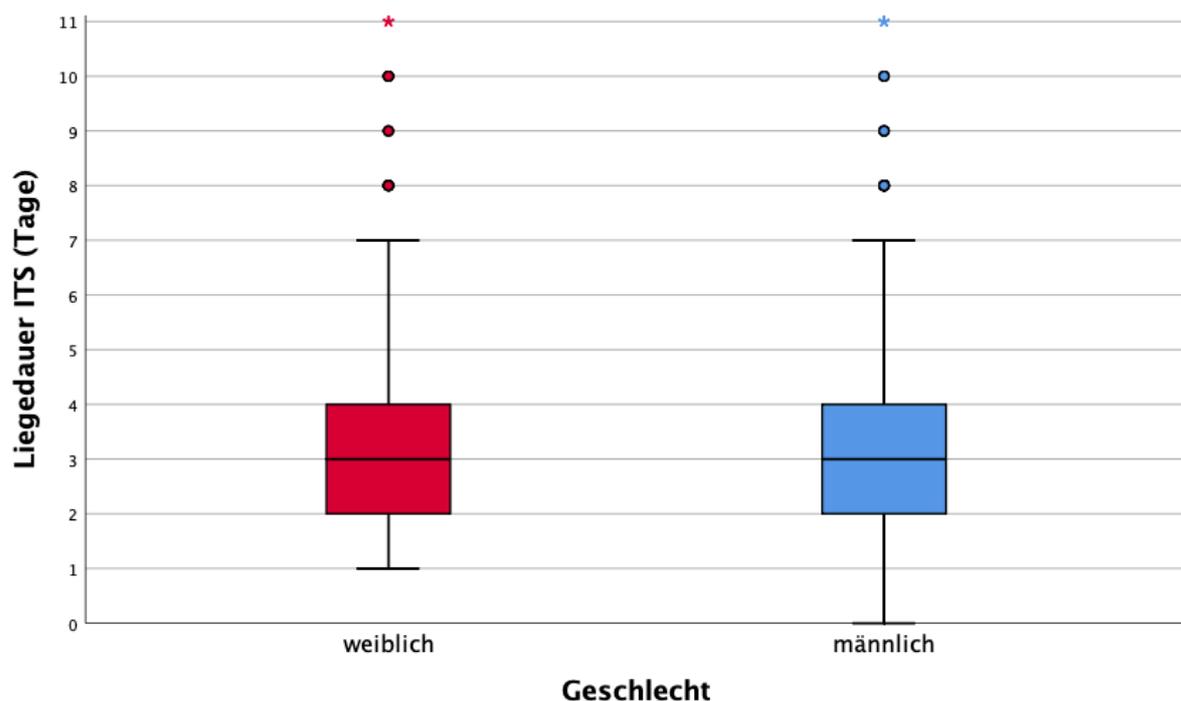


Abbildung 10: Box-Plot Liegedauer auf Intensivstation

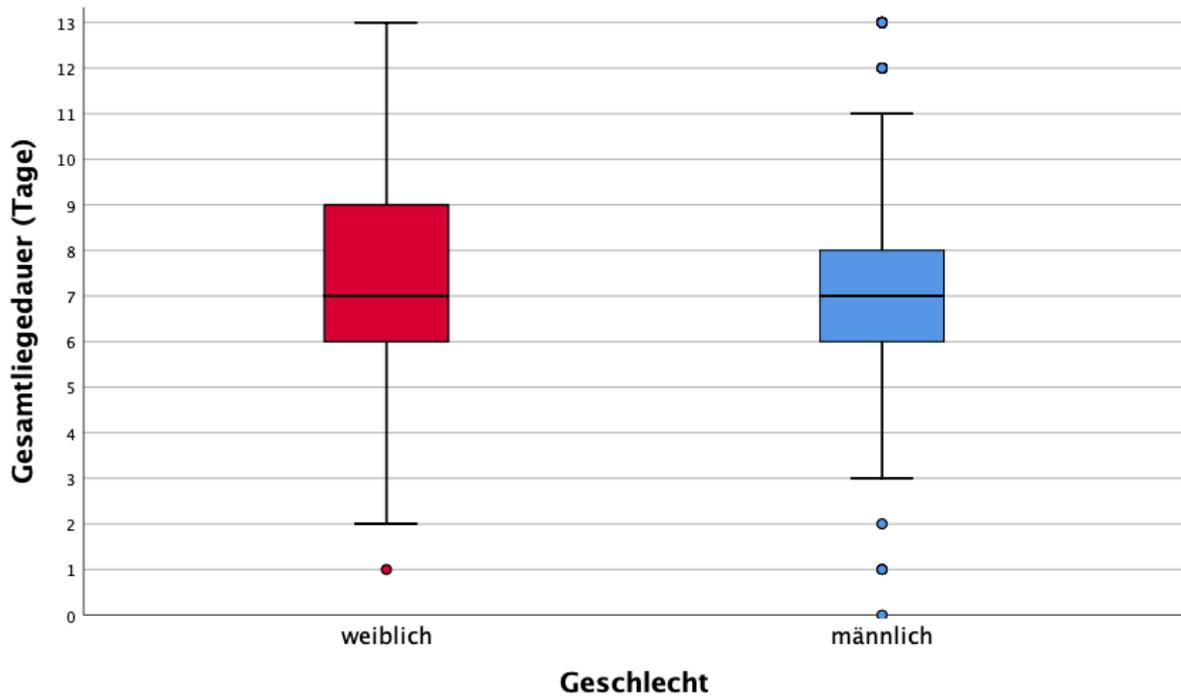


Abbildung 11: Box-Plot Gesamtliegedauer

#### 4.3.2. Invasive Beatmungszeit

Die postoperative invasive Beatmungszeit lag im Median bei Frauen und Männern gleichermaßen bei 7 Stunden. Im Mann-Whitney-Test lässt sich kein statistisch signifikanter Unterschied ( $p=0,057$ ) detektieren. Durchschnittlich wurden weibliche Patientinnen  $24,80 \pm 103,16$  Stunden invasiv beatmet. Unter den männlichen Patienten lag der Mittelwert bei  $15,53 \pm 48,24$  Stunden.

Tabelle 28: invasive Beatmungszeit

invasive Beatmungszeit (Stunden)	Frauen	Männer	nicht angegeben
<b>Median</b>	7,00	7,00	
<b>Mittelwert</b>	$24,80 \pm 103,16$	$15,53 \pm 48,24$	♀: 2 ♂: 6

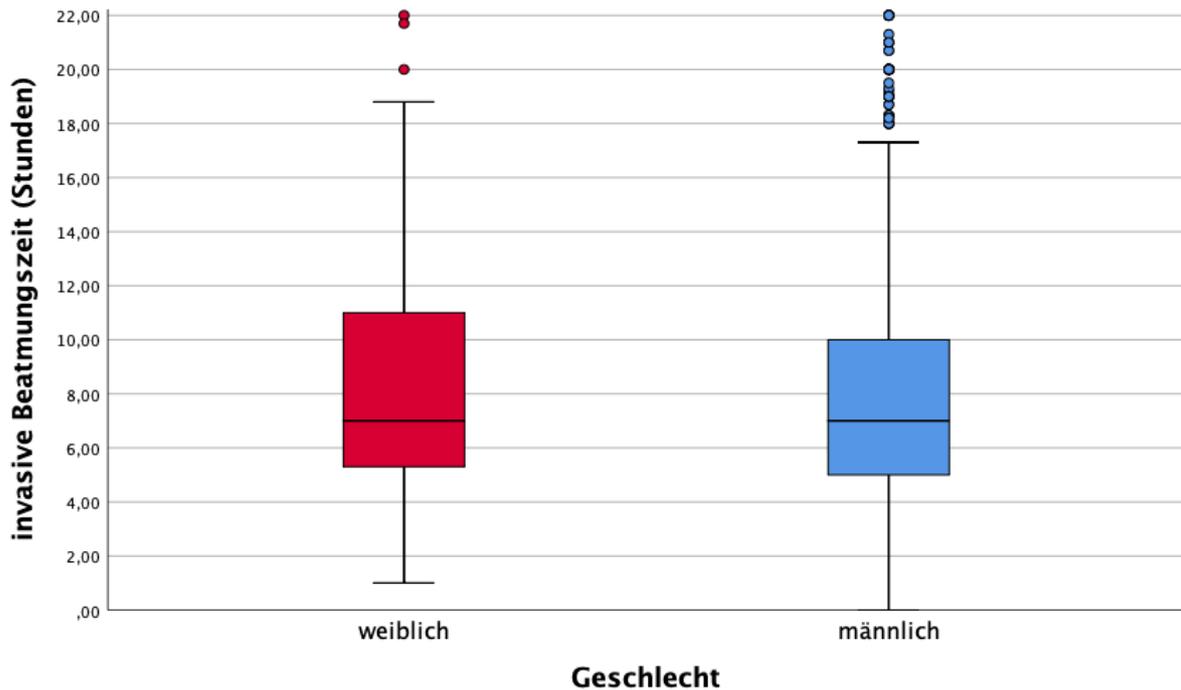


Abbildung 12: Box-Plot invasive Beatmungszeit

#### 4.3.3. Perioperative Kreislaufunterstützung

Weibliche Patientinnen waren statistisch signifikant ( $p < 0,001$ ) häufiger auf eine Katecholamingabe mehr als 24 Stunden nach dem Operationsende angewiesen. Im Vergleich der relativen Häufigkeiten bekamen mit 8,62% mehr als doppelt so viele Frauen im Vergleich zu 3,77% der männlichen Patienten eine Katecholamingabe mehr als 24 Stunden nach dem Operationsende.

Zudem war im weiblichen Patientenkollektiv 5,75% im Vergleich zu 3,70% im männlichen Patientenkollektiv häufiger die zeitweilige Implantation einer intraaortalen Ballonpumpe notwendig. Dieser Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant ( $p = 0,080$ ).

Tabelle 29: Häufigkeitsverteilung perioperative Kreislaufunterstützung

perioperative Kreislaufunterstützung	Frauen		Männer		nicht angegeben
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	
Katecholamine >24 h postOP	8,62%	30	3,77%	59	♀: 0 ♂: 4
intraaortale Ballonpumpe	5,57%	20	3,70%	58	♀: 0 ♂: 2

#### 4.3.4. Perioperativer EK-Transfusionsbedarf

Statistisch signifikante ( $p < 0,001$ ) Unterschiede bestehen auch bezüglich des perioperativen EK-Transfusionsbedarfs.

Es waren 70,40% der Frauen im Vergleich zu 42,61% der Männer während des Krankenhausaufenthaltes auf die Transfusion von Erythrozytenkonzentraten angewiesen.

Im Mittel bekam das weibliche Patientenkollektiv  $3,78 \pm 7,35$  EK im Vergleich zu  $2,16 \pm 5,57$  EK, die dem männlichen Patientenkollektiv im Durchschnitt transfundiert wurden.

Tabelle 30: Häufigkeitsverteilung perioperativer EK-Transfusionsbedarf

perioperativer EK-Transfusionsbedarf	Frauen (n = 348)		Männer (n = 1570)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
keine	29,60%	103	57,39%	901
1 bis 2	33,05%	115	19,87%	312
3 bis 4	16,95%	59	10,83%	170
5 bis 8	10,34%	36	6,82%	107
>8	10,06%	35	5,09%	80

#### 4.3.5. Komplikationen

Es kam außerdem statistisch signifikant häufiger zu sternalen Wundheilungsstörungen ( $p < 0,001$ ) und zu Re-Sternotomien ( $p = 0,004$ ) in der Gruppe der weiblichen Patientinnen. Mit 8,62% traten in Betrachtung der relativen Häufigkeiten bei mehr als doppelt so vielen Frauen im Vergleich zu 3,57% der Männer eine sternale Wundheilungsstörung auf. Zu einer Re-Sternotomie kam es bei 12,93% der untersuchten Frauen. Unter den untersuchten Männern war bei 8,08% eine erneute Eröffnung des Sternums notwendig. Perioperative Blutungen und postoperative Herzkatheteruntersuchungen kamen ebenfalls gehäuft im weiblichen Patientinnenkollektiv vor. Die Unterschiede waren jedoch statistisch nicht signifikant (Blutung  $p = 0,213$ ; postOP HKU  $p = 0,104$ ).

Tabelle 31: Häufigkeitsverteilung Komplikationen

Komplikationen	Frauen		Männer		nicht angegeben
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	
perioperative Blutung	6,32%	22	4,71%	74	♀: 0 ♂: 1
sternale Wundheilungsstörung	8,62%	30	3,57%	56	♀: 0 ♂: 1
Herzkatheteruntersuchung postOP	3,74%	13	2,23%	35	♀: 0 ♂: 1
Re-Sternotomie	12,93%	45	8,08%	127	♀: 0 ♂: 0

#### 4.3.6. Postoperative NYHA-Stadien

Auch postoperativ unterscheidet sich die Verteilung auf die NYHA-Stadien insbesondere bezüglich Stadium II und III. Frauen gaben mit 32,08% signifikant ( $p < 0,001$ ) häufiger kardiale Beschwerden auch bei geringer Belastung (im Sinne des NYHA-Stadium III) an als Männer mit 21,01%. Statistisch signifikant ( $p < 0,001$ ) ist außerdem der Unterschied zwischen dem Anteil der Frauen (64,74%) und dem Anteil der Männer (75,53%), die sich vor Entlassung in die Häuslichkeit bzw. in die Rehabilitationseinrichtung im NYHA-Stadium II befanden.

Tabelle 32: Häufigkeitsverteilung postoperative NYHA-Stadien

NYHA-Stadien postoperativ	Frauen (n = 346)		Männer (n = 1561)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
NYHA I	0,58%	2	1,47%	23
NYHA II	64,74%	224	75,53%	1179
NYHA III	32,08%	111	21,01%	328
NYHA IV	2,60%	9	1,99%	31
NYHA-Mittelwert	2,37 ± 0,55		2,24 ± 0,50	

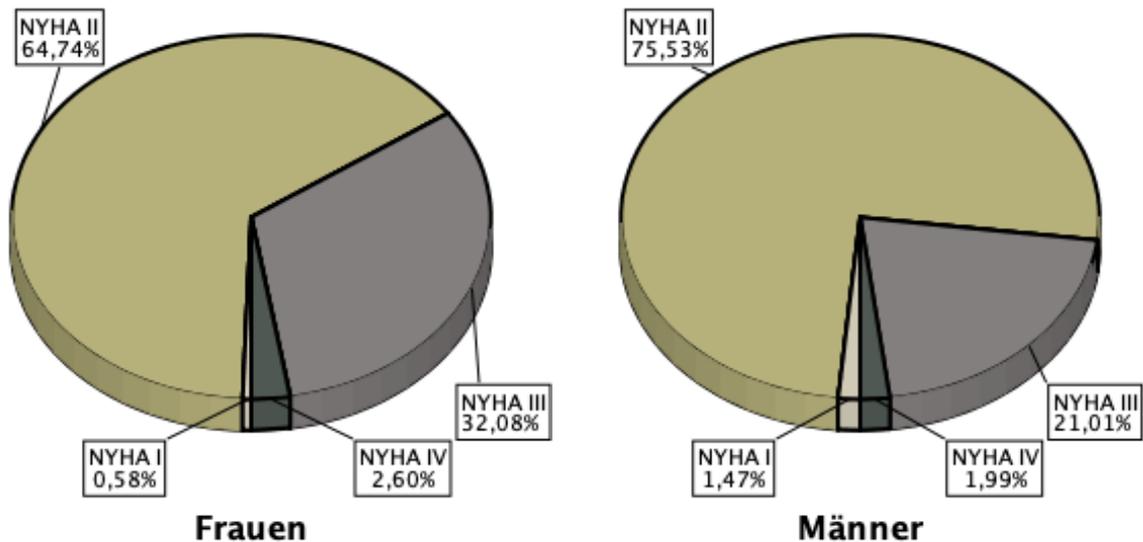


Abbildung 13: Tortendiagramm postoperative NYHA-Stadien

#### 4.3.7. Postoperative linksventrikuläre Ejektionsfraktion

Frauen haben postoperativ mit einem Anteil von 33,43% weiterhin weniger häufig eine eingeschränkte linksventrikuläre Ejektionsfraktion ( $\leq 55\%$ ) als Männer mit einem Anteil von 36,22%. Die Unterschied ist nicht statistisch signifikant ( $p=0,327$ ).

Tabelle 33: Häufigkeitsverteilung präoperative linksventrikuläre Ejektionsfraktion

linksventrikuläre Ejektionsfraktion	Frauen (n = 347)		Männer (n = 1560)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
( $\geq 55\%$ )	66,57%	231	63,78%	995
45 - 54%	19,88%	69	22,76%	335
31 - 44%	7,78%	27	9,04%	141
$\leq 30\%$	5,76%	20	4,42%	69

#### 4.3.8. Postoperative Nierenfunktion

Der geschlechtsspezifische Unterschied zwischen den Mittelwerten der Kreatinin-Clearance ist wie bereits präoperativ ebenfalls postoperativ statistisch signifikant ( $p<0,001$ ). Diese ist unter den untersuchten Frauen mit einem Mittelwert von  $70,34 \pm 29,79$  ml/min deutlich geringer als unter den untersuchten Männern mit einem Mittelwert von  $86,10 \pm 31,21$  ml/min.

Tabelle 34: Präoperative Nierenfunktion

Nierenfunktion	Frauen (n = 346)	Männer (n = 1553)
Krea-Clearance	$70,34 \pm 29,79$ ml/min	$86,10 \pm 31,21$ ml/min

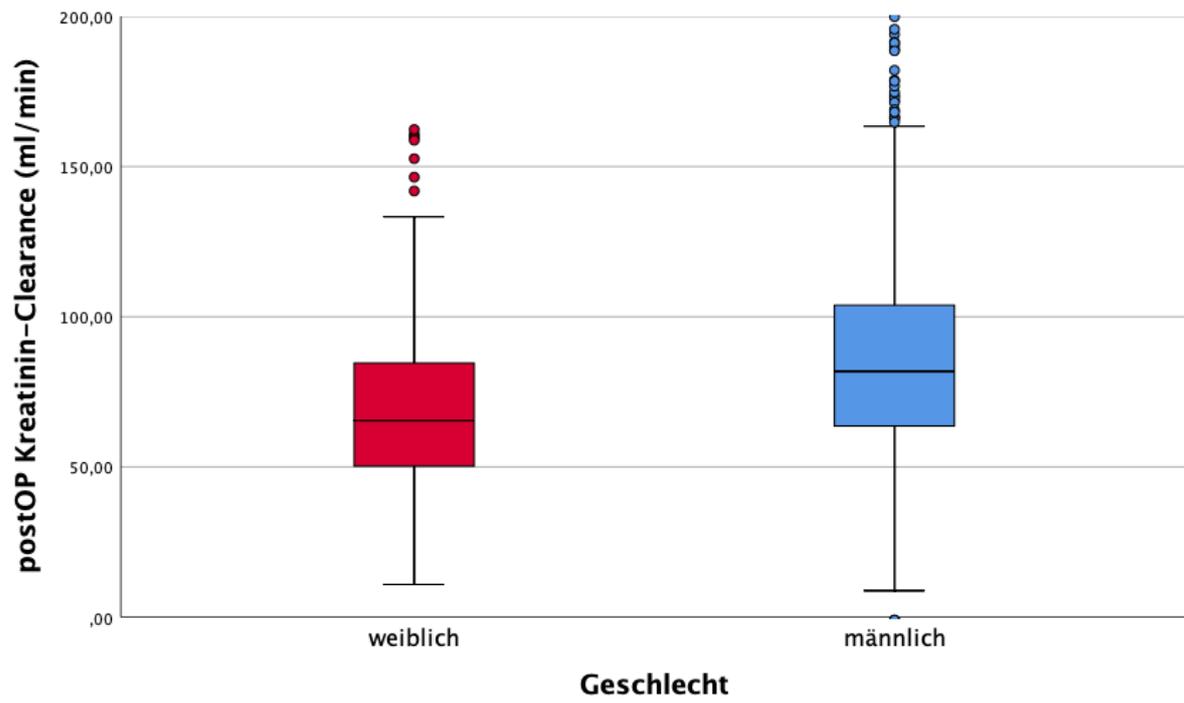


Abbildung 14: Boxplot Kreatinin-Clearance (ml/min)

#### 4.4. Postoperativer 30-Tages-Verlauf

Tabelle 35: Datenblatt Patientenstatus im 30-Tages-Verlauf

Kategorie	Unterkategorie	Frauen (n = 348)	Männer (n = 1571)	Signifikanz	statistischer Test	nicht angegeben
kardialer Status	NYHA-Stadium	2,18 ± 0,47	2,00 ± 0,54	<0,001	Mann-Whitney-Test	♀ : 134 ♂ : 561
	NYHA I	2,80%	13,47%	<0,001	chi2-Test	
	NYHA II	77,10%	73,76%	0,309	chi2-Test	
	NYHA III	19,16%	11,98%	0,005	chi2-Test	
	NYHA IV	0,93%	0,79%	0,670	Fishers exakter Test	
	EKG			0,459	Fishers exakter Test	♀ : 132 ♂ : 562
	Sinusrhythmus	93,52%	91,38%	0,367	chi2-Test	
	Vorhofflimmern / -flattern	5,56%	7,93%	0,290	chi2-Test	
	Schrittmacherrhythmus	0,93%	0,69%	0,663	Fishers exakter Test	
	LV-Ejektionsfraktion			0,060	Mann-Whitney-Test	♀ : 135 ♂ : 567
	≥ 55%	76,06%	69,72%	0,078	chi2-Test	
	45 - 54%	16,90%	20,02%	0,343	chi2-Test	
	31 - 44%	4,23%	7,77%	0,094	chi2-Test	
	≤ 30%	2,82%	2,49%	0,972	chi2-Test	

#### 4.4.1. NYHA-Stadien 30 Tage postoperativ

30 Tage nach der Operation unterscheidet sich die Häufigkeitsverteilung unter den Geschlechtern nun zwischen dem NYHA-Stadium I und III. Männer geben mittlerweile mit 13,47% deutlich häufiger als Frauen (2,80%) an, keinerlei inadäquate kardiale Beschwerden nach alltäglicher körperlicher Belastung (im Sinne eines NYHA-Stadium I) zu verspüren. Die Verteilung auf das NYHA-Stadium III zeigt, dass sich 19,16% des weiblichen Patientenkollektivs im Gegensatz zu 11,98% des männlichen Patientenkollektivs hier einordnen. Die Unterschiede sind jeweils statistisch signifikant (NYHA I  $p > 0,001$ ; NYHA III  $p = 0,005$ ).

Tabelle 36: Häufigkeitsverteilung NYHA-Stadien 30 Tage postoperativ

NYHA-Stadium 30 Tage postOP	Frauen (n = 214)		Männer (n = 1010)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
NYHA I	2,80%	6	13,47%	136
NYHA II	77,10%	165	73,76%	745
NYHA III	19,16%	41	11,98%	121
NYHA IV	0,93%	2	0,79%	8
NYHA-Mittelwert	2,18 ± 0,47		2,00 ± 0,54	

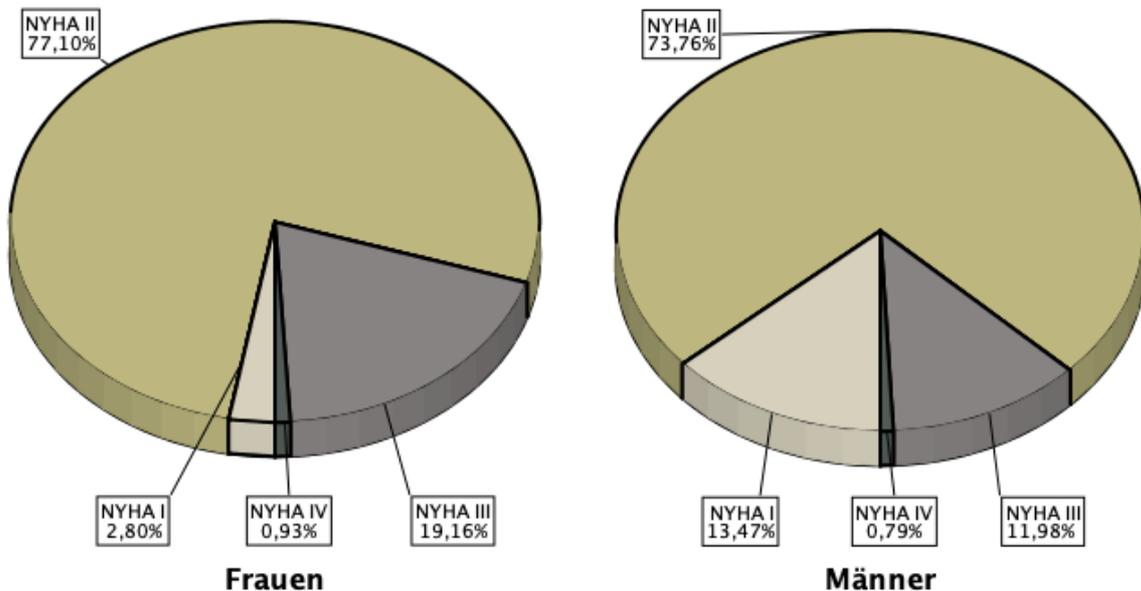


Abbildung 15: Tortendiagramm NYHA-Stadien 30 Tage postoperativ

#### 4.4.2. Differenz der NYHA-Stadien präoperativ und 30 Tage postoperativ

Vergleicht man die Differenzen zwischen den präoperativ und 30 Tage postoperativ angegebenen NYHA-Stadien, so fällt auf, dass sich die kardiale Beschwerdesymptomatik in Abhängigkeit der körperlichen Belastbarkeit 30 Tage nach der Operation geschlechterunabhängig überwiegend als gleichbleibend oder als gebessert angegeben wird, wobei Verbesserungen in der Einordnung in die NYHA-Stadien mit einem Gesamtanteil von 41,75% häufiger in der männlichen Patientenkohorte als mit einem Gesamtanteil von 38,60% in der weiblichen Patientinnenkohorte auftreten.

Tabelle 37: Häufigkeitsverteilung Differenz NYHA-Stadien 30d postoperativ - präoperativ

NYHA-Differenz 30d postOP – präOP	Frauen (n = 215)		Männer (n = 1011)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
Status- Verschlechterung	+3	0,00%	0	0,00%
	+2	0,46%	1	0,10%
	+1	3,72%	8	3,96%
	0	57,21%	123	54,20%
Status- Verbesserung	-1	34,88%	75	36,89%
	-2	3,72%	8	4,85%
	-3	0,00%	0	0,00%

#### 4.4.3. Linksventrikuläre Ejektionsfraktion 30 Tage postoperativ

Auch im 30-Tage-Verlauf zeigt sich, dass Frauen mit einem Anteil von 23,94% weiterhin weniger häufig eine eingeschränkte linksventrikuläre Ejektionsfraktion ( $\leq 55\%$ ) als Männer mit einem Anteil von 30,28%. Die Unterschied ist statistisch jedoch nicht signifikant ( $p=0,078$ ).

Tabelle 38: Häufigkeitsverteilung linksventrikuläre Ejektionsfraktion 30d postoperativ

linksventrikuläre Ejektionsfraktion	Frauen (n = 213)		Männer (n = 1004)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
( $\geq 55\%$ )	76,06%	162	69,72%	700
45 - 54%	16,90%	36	20,02%	201
31 - 44%	4,23%	9	7,77%	78
$\leq 30\%$	2,82%	6	2,49%	25

#### 4.5. Schwerwiegende unerwünschte Ereignisse innerhalb des 30-Tage-Verlaufs

Tabelle 39: Datenblatt Schwerwiegende unerwünschte Ereignisse (Major adverse clinical events“)

Kategorie	Unterkategorie	Frauen (n = 348)	Männer (n = 1571)	Signifikanz	statistischer Test	nicht angegeben
Major adverse clinical events	Myokardinfarkt	2,82%	0,96%	<b>0,019</b>	chi2-Test	♀ : 100 ♂ : 425
	> 72h postOP	2,82%	0,79%	<b>0,016</b>	chi2-Test	
	< 72h postOP	0,00%	0,17%	1,000	Fishers exakter Test	
	zerebro-vaskuläres Ereignis	7,20%	4,34%	<b>0,009</b>	Fishers exakter Test	♀ : 98 ♂ : 419
	TIA	0,00%	0,95%	0,230	Fishers exakter Test	
	minor (leichte Residuen)	2,00%	1,56%	0,586	Fishers exakter Test	
	major (schwere Residuen)	5,20%	1,82%	<b>0,004</b>	chi2-Test	
	akutes Nierenversagen	6,42%	6,83%	0,844	Mann-Whitney-Test	♀ : 99 ♂ : 414
	AKIN I	2,01%	2,68%	0,662	Fishers exakter Test	
	AKIN II	1,20%	1,64%	0,783	Fishers exakter Test	
	AKIN III	3,21%	2,51%	0,679	chi2-Test	
	Schrittmacherimplantation	2,83%	2,95%	0,923	chi2-Test	♀ : 101 ♂ : 418
	Sepsis / Multiorganversagen	1,62%	2,62%	0,356	chi2-Test	♀ : 101 ♂ : 425

#### 4.5.1 Myokardinfarkt innerhalb des 30-Tages-Verlaufs

Bei Betrachtung des 30-Tages-Verlaufs zeigt sich, dass im untersuchten Patient:innenkollektiv mit 2,82% der Frauen deutlich mehr Patientinnen als Patienten (0,79%) einen Myokardinfarkt innerhalb der ersten 72 Stunden postoperativ erlitten. Der Unterschied ist statistisch signifikant ( $p=0,016$ ).

Tabelle 40: Häufigkeitsverteilung MACE Myokardinfarkt

MACE Myokardinfarkt	Frauen (n = 248)		Männer (n = 1146)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
<72h postoperativ	2,82%	7	0,79%	9
>72h postoperativ	0,00%	0	0,17%	2

#### 4.5.2. Zerebro-vasculäres Ereignis innerhalb des 30-Tages-Verlaufs

Ein weiterer statistisch signifikanter Unterschied ( $p=0,004$ ) zeigt sich in Hinblick auf die geschlechtsspezifische Auftrittshäufigkeit eines Schlaganfalls mit schweren Residuen (major stroke). Dazu kam es bei 5,20% der untersuchten Frauen. Unter den untersuchten Männern hingegen lag der Anteil bei nur 1,82%.

Tabelle 41: Häufigkeitsverteilung MACE zerebro-vasculäres Ereignis

MACE ZVE	Frauen (n = 250)		Männer (n = 1152)	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
TIA	0,00%	0	0,95%	11
minor	2,00%	5	1,56%	18
major	5,20%	13	1,82%	21

#### 4.5.3. Weitere schwerwiegende unerwünschte Ereignisse

Bei Betrachtung der geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Häufigkeit eines akuten Nierenversagens ( $p=0,844$ ), einer perioperativ notwendigen Schrittmacherimplantation ( $p=0,923$ ) oder einer Sepsis bzw. eines Multiorganversagens ( $p=0,356$ ) ist keine statistische Signifikanz detektierbar.

Tabelle 42: Häufigkeitsverteilung weiterer schwerwiegenden unerwünschten Ereignisse

Komplikationen	Frauen		Männer		nicht angegeben
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	
akutes Nierenversagen	6,42%	16	6,83%	79	♀: 99 ♂: 414
Schrittmacherimplantation	2,83%	7	2,95%	34	♀: 101 ♂: 418
Sepsis/Multiorganversagen	1,62%	4	2,62%	30	♀: 101 ♂: 425

#### 4.6. Mortalität und Überlebenszeitanalyse

Es zeigt sich sowohl während der Hospitalisierung als auch im 30-Tages-Verlauf eine höhere Mortalitätsrate im weiblichen Patient:innenkollektiv. 4,31% der untersuchten Patientinnen starben während des Krankenhausaufenthaltes. Unter den untersuchten Patienten waren es im Vergleich nur 2,74%. Im 30-Tages-Verlauf starben 5,03% der Frauen und 3,25% der Männer. Die Unterschiede sind im  $\chi^2$ -Test jeweils nicht signifikant (Mortalität während Hospitalisierung  $p=0,121$ ; Mortalität im 30-Tages-Verlauf  $p=0,107$ ).

Tabelle 43: Mortalitätsraten

Mortalitätsrate	Frauen		Männer		nicht angegeben
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	
während Hospitalisierung	4,31%	15	2,74%	43	♀: 0 ♂: 1
im 30-Tages-Verlauf	5,03%	17	3,24%	50	♀: 10 ♂: 27

Nach Anwendung des Kaplan-Meier-Verfahrens zeigt sich, dass die postoperative Überlebenswahrscheinlichkeit der weiblichen Patientinnen ab dem 9. postoperativen Tag stets geringer ist als die der männlichen Patienten. Im Log-rank-Test erweist sich der Unterschied als statistisch nicht signifikant ( $p=0,269$ ).

Tabelle 44: Überlebenswahrscheinlichkeiten in Anhängigkeit der Überlebenszeit

Tage nach Schlüsseleingriff	Kaplan-Meier-Schätzer	
	Frauen (n = 348)	Männer (n = 1571)
10	0,977 ± 0,008	0,981 ± 0,003
30	0,959 ± 0,011	0,970 ± 0,004
70	0,946 ± 0,014	0,963 ± 0,005

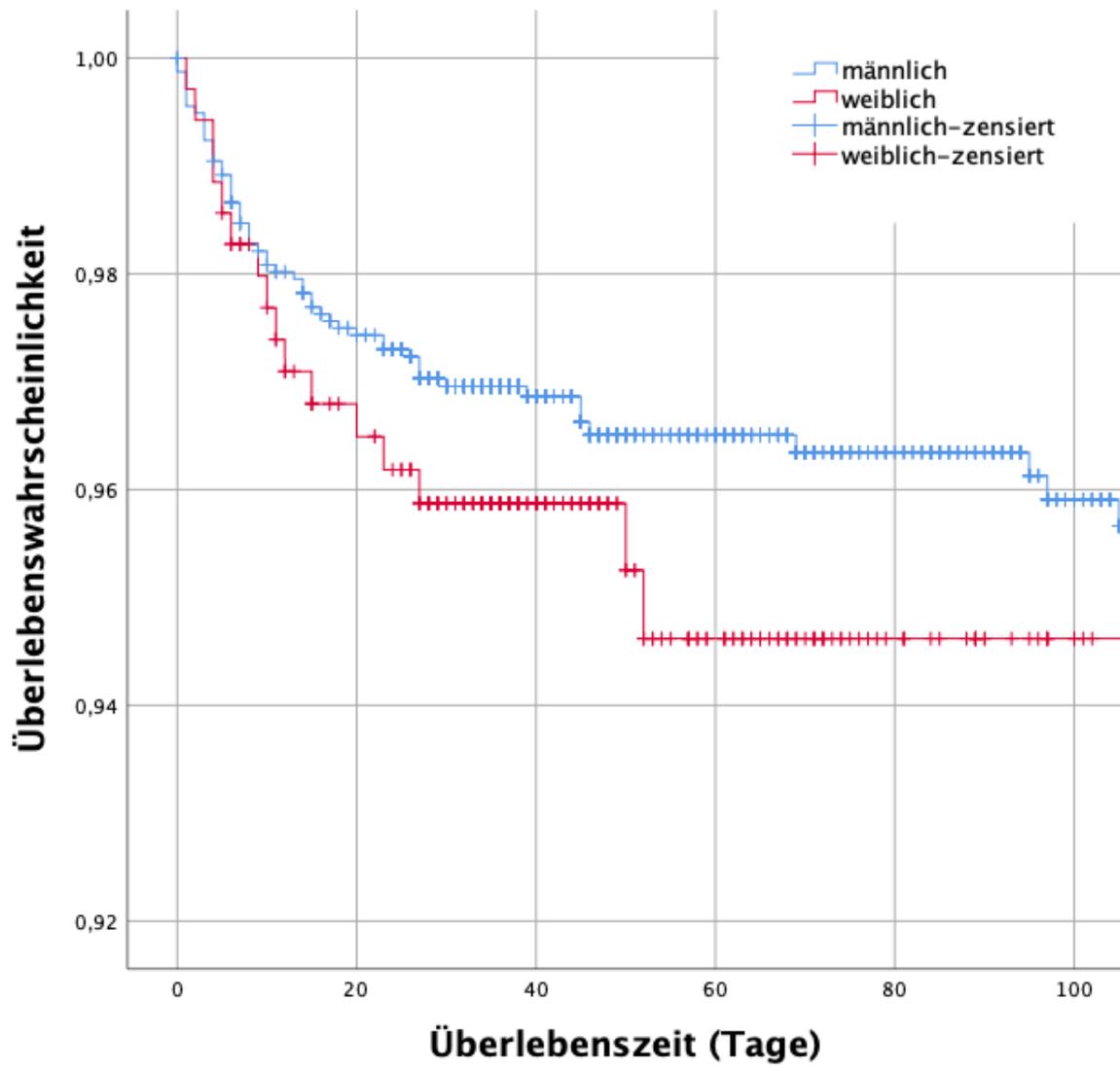


Abbildung 16: Kaplan-Meier-Kurven

#### 4.7. Logistische Regression

Im Folgenden werden Ergebnisse logistischer Regressionsanalysen dargestellt. Die abhängige Variable ist hierbei der Patient:innentod innerhalb von 30 Tagen nach dem Schlüsseleingriff. Im Vorwege wurden teilweise binäre Dummyvariablen (z.B. Alter > 80 Jahre: ja/nein) erstellt. Die unabhängigen Variablen haben somit entweder ein nominal-binäres oder ein metrisches Skalenniveau. Die Analysen dienen dem Zweck, Hinweise auf mögliche Risikofaktoren für einen Tod innerhalb von 30 Tagen nach der Bypass-Operation zu ermitteln. Zuerst wird das gesamte Patient:innenkollektiv analysiert, anschließend die weibliche und die männliche Patient:innenkohorten getrennt voneinander betrachtet.

Tabelle 45: Logistische Regression gesamtes Patient:innenkollektiv

unabhängige Variable	n = 1859	95%-Konfidenzintervall		Signifikanz	
		Odds Ratio	unterer Wert		oberer Wert
weibliches Geschlecht		0,972	0,489	1,930	0,935
Alter > 80 Jahre		3,093	1,204	7,944	<b>0,019</b>
3-Gefäß-KHK		0,620	0,324	1,186	0,149
extrakardiale Arteriopathie		1,713	0,925	3,171	0,087
Kreatinin-Clearance <60 ml/min		2,081	1,106	3,915	<b>0,023</b>
NYHA ≥III präOP		2,451	1,225	4,904	<b>0,011</b>
LV-Ejektionsfraktion ≤44% präOP		2,253	1,231	4,123	<b>0,008</b>
extrakorporale Zirkulationszeit		1,014	1,010	1,019	<b>&lt;0,001</b>
Aortenklammzeit		0,989	0,982	0,996	<b>0,002</b>
notfallmäßige/lebensrettende OP		2,485	1,313	4,705	<b>0,005</b>
Re-Sternotomie		2,558	1,325	4,939	<b>0,005</b>

Bei Betrachtung des gesamten Patient:innenkollektivs wird deutlich, dass die Zugehörigkeit zum weiblichen Geschlecht keinen signifikanten ( $p=0,935$ ) Effekt auf die 30-Tages-Mortalität darstellt.

Ein Patient:innenalter >80 Jahre ( $p=0,019$ ), eine Kreatinin-Clearance <60 ml/min ( $p=0,023$ ), die Zugehörigkeit zum NYHA-Stadium III bzw. IV ( $p=0,011$ ) sowie eine eingeschränkte linksventrikuläre Ejektionsfraktion ( $p=0,008$ ) haben hingegen einen statistisch signifikanten Effekt auf das den Eintritt des Todes innerhalb des 30-Tages-Verlaufs. Zudem gibt das Modell Hinweise darauf, dass eine verlängerte extrakorporale Zirkulationszeit ( $p<0,001$ ) sowie eine verkürzte Aortenklammzeit ( $p=0,002$ ) sowie eine notfallmäßige OP-Dringlichkeit ( $p=0,005$ ) und eine postoperativ notwendig werdende Re-Sternotomie ( $p=0,005$ ) die 30-Tages-Mortalität statistisch signifikant beeinflussen.

Das Regressionsmodell zeigt im Omnibus-Test eine statistische Signifikanz ( $p<0,001$ ). Mit einem Pseudo-Bestimmtheitsmaß von  $R^2=0,317$  nach Nagelkerke besteht eine Effektstärke von  $f^2=0,46$ . Dies entspricht einem starken Effekt nach Cohen (37).

Tabelle 46: Logistische Regression Gruppierung nach Geschlecht

unabhängige Variable	Frauen (n = 331)				Männer (n = 1528)			
	Odds Ratio	95%-Konfidenzintervall		Signifikanz	Odds Ratio	95%-Konfidenzintervall		Signifikanz
		unterer Wert	oberer Wert			unterer Wert	oberer Wert	
Alter > 80 Jahre	3,729	0,669	20,795	0,133	2,610	0,759	8,982	0,128
3-Gefäß-KHK	1,298	0,245	6,874	0,759	0,493	0,236	1,030	0,060
extrakardiale Arteriopathie	2,311	0,673	7,935	0,183	1,558	0,738	3,288	0,244
Kreatinin-Clearance <60 ml/min	1,362	0,388	4,776	0,629	2,371	1,121	5,017	<b>0,024</b>
NYHA ≥III präOP	10,548	1,127	98,755	<b>0,039</b>	1,724	0,802	3,705	0,163
LV-Ejektionsfraktion ≤44% präOP	1,897	0,501	7,181	0,346	2,492	1,214	5,114	<b>0,013</b>
extrakorporale Zirkulationszeit	1,003	0,990	1,016	0,653	1,017	1,011	1,022	<b>&lt;0,001</b>
Aortenklammzeit	1,005	0,984	1,025	0,653	0,985	0,977	0,993	<b>&lt;0,001</b>
notfallmäßige/lebensrettende OP	1,232	0,294	5,162	0,775	3,102	1,481	6,497	<b>0,003</b>
Re-Sternotomie	5,201	1,348	20,060	<b>0,017</b>	1,974	0,860	4,533	0,109

Betrachtet man die einzelnen Geschlechtskohorten unabhängig voneinander, so können beim weiblichen Patientinnenkollektiv lediglich die Einordnung in ein NYHA-Stadium III bzw. IV ( $p=0,039$ ) und eine postoperativ notwendig werdende Re-Sternotomie ( $p=0,017$ ) als Faktoren, die einen statistisch signifikanten Effekt auf die 30-Tages-Mortalität haben, identifiziert werden. Beim männlichen Patientenkollektiv wiederum wirken sich eine Kreatinin-Clearance  $<60$  ml/min ( $p=0,024$ ) eine eingeschränkte linksventrikuläre Ejektionsfraktion  $\leq 44\%$  ( $p=0,013$ ), eine verlängerte extrakorporale Zirkulationszeit ( $p<0,001$ ), eine verkürzte Aortenklappenzeit ( $p<0,001$ ) und die hohe Dringlichkeit der Operation ( $p=0,003$ ) statistisch signifikant auf die Sterblichkeit innerhalb der ersten 30 Tage nach dem Schlüsseleingriff aus.

Die Regressionsmodelle zeigen im Omnibus-Test jeweils eine statistische Signifikanz ( $p_{\text{Frauen}}<0,001$ ;  $p_{\text{Männer}}<0,001$ ). Mit einem Pseudo-Bestimmtheitsmaß von  $R^2_{\text{Frauen}}=0,295$  bzw.  $R^2_{\text{Männer}}=0,362$  nach Nagelkerke besteht eine Effektstärke von  $f^2_{\text{Frauen}}=0,42$  bzw.  $f^2_{\text{Männer}}=0,57$ . Dies entspricht jeweils einem starken Effekt nach Cohen (37).

## 5. Diskussion

Im folgenden Abschnitt werden die wesentlichen Ergebnisse der vorliegenden Studie noch einmal dargelegt und in den wissenschaftlichen Kontext eingeordnet. Anschließend werden Limitationen der Studie erörtert und damit verbundene Ideen für weiterführende Forschungsprojekte präsentiert. Schließlich werden in einem Fazit die gewonnenen Erkenntnisse zusammengefasst.

### 5.1. Zusammenfassung wesentlicher Ergebnisse

Die koronare Herzerkrankung ist die weltweit häufigste Todesursache (1). Das Beschwerdebild sowie die Baseline-Charakteristika betroffener Patient:innen unterscheiden sich im Geschlechtervergleich (3), sodass auch eine geschlechtsspezifische Betrachtung der gewählten Therapie sinnvoll erscheint. Eine der etablierten Therapieoptionen der koronaren Herzkrankheit ist die koronare Bypass-Operation mit Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine (2).

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Geschlechtervergleich von Patient:innen, bei denen eine on-pump Bypass-Operation durchgeführt wurde, vorgenommen, die wesentlichen Ergebnisse werden im Folgenden noch einmal dargelegt:

- Im untersuchten Patient:innenkollektiv ergeben sich mehrere statistisch signifikante Geschlechterunterschiede bezüglich Baseline-Charakteristika und perioperativem Verlauf. Die untersuchten Frauen sind älter (Mittelwerte ♀: 68,74 Jahre ♂: 65,70 Jahre;  $p < 0,001$ ), leiden weniger häufig an einer koronaren 3-Gefäß-Erkrankung (♀: 72,99% ♂: 81,48%;  $p < 0,001$ ), jedoch häufiger an einer extrakardialen Manifestation der Arteriosklerose (♀: 25,57% ♂: 19,03%;  $p = 0,006$ ). Im weiblichen Patientinnenkollektiv sind darüber hinaus häufiger notfallmäßige Operationen (♀: 16,38% ♂: 12,35%;  $p = 0,044$ ) und eine Konversion von einer OPCAB-OP zu einer on-pump-OP (♀: 4,89% ♂: 2,55%;  $p = 0,020$ ) notwendig, es werden im Mittel weniger Bypässe angelegt (Mittelwerte ♀:  $2,52 \pm 0,79$  ♂:  $2,69 \pm 0,76$ ;  $p < 0,001$ ), die OP-Zeiten sind im Median kürzer und es werden häufiger venöse Grafts verwendet (♀: 55,46% ♂: 44,05%;  $p < 0,001$ ). Zudem ist der perioperative EK-Transfusionsbedarf seitens der weiblichen Patientinnen signifikant höher (♀: 70,40% ♂: 42,61%;  $p < 0,001$ ). Postoperativ kommt es im weiblichen Patientinnenkollektiv häufiger zu sternalen Wundheilungsstörungen (♀: 8,62% ♂: 3,57%;  $p < 0,001$ ) und Re-Sternotomien (♀: 12,93% ♂: 8,08%;  $p = 0,004$ ).
- Bezüglich des kardialen Status ist zusammenfassend zu erwähnen, dass die in die Studie eingeschlossenen Frauen zu jedem festgelegten Zeitpunkt des Untersuchungszeitraums ein höheres NYHA-Stadium angeben. Gleichzeitig unterscheiden sich die Geschlechtergruppen präoperativ nicht signifikant im Anbetracht der Häufigkeit einer mindestens mittelgradig eingeschränkten Ejektionsfraktion von  $\leq 44\%$  (♀: 16,43% ♂: 17,34%;  $p = 0,684$ ). Auch im 30-Tages-Follow-up leiden Frauen weiterhin weniger häufig an einer mindestens mittelgradig eingeschränkten linksventrikulären Ejektionsfraktion  $\leq 44\%$  (♀: 7,05% ♂: 10,26%;  $p = 0,150$ ). Die vorliegenden Daten geben somit Hinweis darauf, dass bei der Bewertung des präoperativen kardialen Status und des Outcomes insbesondere bei Frauen eine alleinige Betrachtung der linksventrikulären Ejektionsfraktion irreführend sein kann.
- In der vorliegenden Studie kam es im 30-Tages-Verlauf im weiblichen Patientinnenkollektiv signifikant häufiger zu Myokardinfarkten (♀: 2,82% ♂: 0,96%;  $p = 0,019$ ) und zu zerebro-vaskulären Ereignissen (♀: 7,20% ♂: 4,34%;  $p = 0,009$ ).
- In der logistischen Regressionsanalyse können für das gesamte Patient:innenkollektiv mehrere Baseline-Charakteristika bzw. Ereignisse im perioperativen Verlauf in einen statistischen Zusammenhang mit der 30-Tages-Mortalität gebracht werden, das weibliche Geschlecht konnte jedoch nicht als individueller Risikofaktor identifiziert werden (OR 0,972;  $p = 0,935$ ). Bei isolierter Betrachtung des weiblichen Patientinnenkollektivs haben laut logistischer Regressionsanalyse lediglich die Einordnung in ein NYHA-Stadium III bzw. IV ( $p = 0,039$ ) und eine postoperativ

notwendig werdende Re-Sternotomie ( $p=0,017$ ) einen statistisch signifikanten Einfluss auf die 30-Tages-Mortalität.

- In der vorliegenden Studie besteht im weiblichen Patientinnenkollektiv eine höhere Mortalitätsrate im 30-Tages-Verlauf (♀: 5,03% ♂: 3,24%;  $p=0,107$ ). Anhand der erhobenen Daten konnte jedoch kein statistisch signifikanter Geschlechterunterschied detektiert werden, eine klare Tendenz ist dennoch zu erkennen.

## 5.2. Einordnung der Ergebnisse in den wissenschaftlichen Kontext

Vergleichbare Studien, die ebenfalls geschlechtsspezifische Unterschiede beleuchten und gleichzeitig lediglich Patient:innen einschließen, die mit Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine operiert wurden, sind rar.

Lehmkuhl et al. (38) haben 1559 Patient:innen untersucht, von denen 23,3% weiblich waren. Sie konnten ebenfalls ein signifikant höheres mittleres Alter (♀: 70,5±9,4 ♂: 65,8±8,7; p<0,001) und eine weniger häufig bestehende 3-Gefäß-KHK (♀: 53,2% ♂: 62,8%; p=0,001) im weiblichen Patientinnenkollektiv feststellen. Zudem konnte in der Vergleichsstudie ebenfalls gezeigt werden, dass die untersuchten Frauen signifikant häufiger ein NYHA-Stadium ≥III (♀: 14,6% ♂: 9,4%; p=0,007) angaben und gleichzeitig kein statistisch signifikanter Geschlechterunterschied bezüglich der Häufigkeit einer eingeschränkter linksventrikulären Ejektionsfraktion ≤45% (♀: 17,9% ♂: 20,8%; p=0,233) gezeigt werden konnte. Auffällig ist jedoch der enorme Unterschied zur vorliegenden Studie in Anbetracht der Häufigkeit, in der ein NYHA-Stadium ≥III (vorliegende Studie: ♀: 53,31% ♂: 42,17%; p<0,001) präoperativ angegeben wird. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass in der vorliegenden Studie auch deutlich mehr Patient:innen unter einer 3-Gefäß-KHK (♀: 72,99% ♂: 81,48%; p=0,007) leiden. Dies wiederum lässt sich damit begründen, dass sich die Zeiträume der jeweiligen Datenerhebung unterscheiden (vorliegende Studie: 2012-2018; Lehmkuhl et al.: 2005-2008). Seit Jahren zeichnet sich der Trend ab, dass die koronare Revaskularisationsstrategie zunehmend zum Interventionellen anstatt zum Operativen tendiert. Die Revaskularisation von komplexen 3-Gefäß-Erkrankungen verbleibt jedoch aufgrund eines Überlebensvorteils (39) eine Domäne der Koronarchirurgie. Aktuellere CABG-Studien schließen somit vergleichsweise weniger 1- bzw. 2-Gefäß-Erkrankte ein, da diese Patient:innen mittlerweile vermehrt mittels PCI revaskularisiert werden.

Bezüglich der schwerwiegenden unerwünschten Ereignisse lässt sich eine weitere Parallele zur Vergleichsstudie von Lehmkuhl et al. feststellen. Hier traten im weiblichen Patientinnenkollektiv ebenfalls signifikant mehr zerebro-vaskuläre Ereignisse (♀: 3,3% ♂: 1,3%; p=0,019) auf. Im Gegensatz zur vorliegenden Studie traten in der Vergleichsstudie im 30-Tages-Verlauf jedoch seitens des männlichen Patientenkollektivs mehr Myokardinfarkte auf (♀: 1,9% ♂: 2,5%; p=0,694). Die 30-Tages-Mortalität (♀: 6,9% ♂: 2,4%; p<0,001) zeigt in der Arbeit von Lehmkuhl et al. hingegen einen Geschlechterunterschied, der in der Tendenz analog zur vorliegenden Studie ist. In der Vergleichsstudie sterben jedoch mehr Frauen und weniger Männer als in der vorliegenden Studie (♀: 5,03% ♂: 3,24%; p=0,107).

Es lässt sich somit feststellen, dass die Ergebnisse der vorliegenden Studie in der Tendenz weitestgehend mit den Ergebnissen der vergleichbaren Studie von Lehmkuhl et al. übereinstimmen.

Andere Studien, die Geschlechterunterschiede bei Patient:innen, an denen eine koronare Bypass-Operation vorgenommen wurde, untersuchen, schließen regelhaft einen nicht unerheblichen Teil von Patient:innen ein, die in OPCAB-Technik operiert wurden. Die Vergleichbarkeit ist somit eingeschränkt.

Ein Mortalitäts-Ungleichgewicht zu Lasten des weiblichen Geschlechts wird regelmäßig in Studien zur koronaren Bypass-Versorgung beschrieben (ter Woorst et al. (40) ♀: 2,7% ♂: 1,9%; p=0,001 – Ried et al. (41) ♀: 5,7% ♂: 2,3%; p=0,001). Auch in der vorliegenden Studie besteht im weiblichen Patientinnenkollektiv eine höhere Mortalitätsrate im 30-Tages-Verlauf als im männlichen Patientenkollektiv (♀: 5,03% ♂: 3,24%; p=0,107). Anhand der erhobenen Daten konnte jedoch kein statistisch signifikanter Geschlechterunterschied detektiert werden, eine klare Tendenz ist dennoch zu erkennen. Diese Beobachtung kann damit in Verbindung gebracht werden, dass die untersuchten Frauen häufiger als die untersuchten Männer Parameter aufweisen, die mit einer erhöhten Mortalität vergesellschaftet sind:

- Ein höheres Alter: Eine mit dem Patientenalter ansteigende Mortalitätsrate bei kardiochirurgischen Eingriffen wurde u.a. von Friedrich et al. (42) festgestellt. Auch in

der vorliegenden Arbeit konnte das Patient:innenalter >80 Jahre (♀: 5,46% ♂: 2,86%; p=0,015) in einen statistisch signifikanten Zusammenhang mit einer erhöhten Mortalitätswahrscheinlichkeit innerhalb des 30-Tages-Verlaufs gebracht werden (OR 3,093; p=0,019).

- Ein erhöhtes NYHA-Stadium bei gleichzeitig erhaltener linksventrikulärer Ejektionsfraktion: Diese Konstellation ist als „Heart failure with preserved ejection fraction“ (HFpEF) bekannt. Sun et al. (43) beschreiben eine erhöhte Mortalität unter Frauen mit HFpEF im Vergleich zu männlichen Patienten und empfehlen bei der Bewertung des Risikos und des Revaskularisationszeitpunktes für Frauen mit IHK den Fokus eher auf Symptome einer Herzinsuffizienz als auf eine eingeschränkte linksventrikuläre Ejektionsfraktion zu legen.
- Eine erhöhte OP-Dringlichkeit: Mit einer erhöhten OP-Dringlichkeit geht regelhaft mangels verkürzter Vorbereitungszeit eine limitierte präoperative Diagnostik und Anamneseerhebung einher. In diesen Fällen bestehen keine optimalen Operationsbedingungen: Präoperativ bestehende Risikofaktoren, die das Auftreten von Komplikationen begünstigen, können nicht ausreichend detektiert, therapiert bzw. eliminiert werden. Ein konkretes Beispiel wären Risikofaktoren wie eine präoperativ bestehende Anämie (44) oder eine eingeschränkte Nierenfunktion (45), die sternale Wundinfektionen begünstigen, die wiederum mit einer gehäuften Bakteriämie (46) sowie mit einer erhöhten Mortalität in Zusammenhang gebracht werden (45). Hierzu muss jedoch erwähnt werden, dass bei Operationen mit einer erhöhten Dringlichkeit meistens eine vitale Bedrohung für Patient:innen vorliegt, sodass abzuwägen ist, ob eine ausgedehnte OP-Vorbereitung und somit verlängerte Zeit bis zur Operation einen Benefit im Hinblick auf das Outcome erbringt.
- Eine Konversion zur on-pump-Operation: Zur Konversion einer OPCAB-Prozedur zu einer Bypass-Operation mit Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine kam es in der vorliegenden Untersuchung signifikant häufiger im weiblichen Patientinnenkollektiv (♀: 4,89% ♂: 2,55%; p=0,020). Die Konversionsrate von 2,97% im gesamten Patient:innenkollektiv ist vergleichbar mit den Angaben von Chakravarthy et al. (3,1%) (47). Eine Konversion wird notwendig, falls das schlagende Herz nicht mehr eigenständig fähig ist die hämodynamische Stabilität zu gewährleisten. Mehrere Studien (47–49) beschreiben eine erhöhte Mortalität bei Patient:innen, bei denen eine Konversion durchgeführt werden muss.
- Ein erhöhter EK-Transfusionsbedarf: Patientinnen bekommen in der vorliegenden Studie signifikant häufiger Erythrozytenkonzentrate transfundiert als Patienten (♀: 70,40% ♂: 42,61%; p<0,001). Dieses Geschlechterungleichgewicht zugunsten der Frauen wurde bereits mehrfach beschrieben (50,51). Stammers et al. (51) kommen auch nach dem Adjustieren der Daten bezüglich der naturgemäßen Geschlechterunterschiede bezüglich Körpergröße und Hämatokrit zu dem Ergebnis, dass Frauen häufiger EK-Transfusionen erhalten. Crawford et al. (52) zeigten in ihrer Untersuchung, dass bereits die perioperative Transfusion von einem Erythrozytenkonzentrat mit einer erhöhten Mortalität assoziiert ist. Liegt eine Anämie vor, ist dies regelhaft ein Hinweis dafür, dass eine akute (z.B. durch eine aktive Blutung) oder chronische (z.B. durch konsumierende Erkrankungen wie Malignome oder Autoimmunerkrankungen) Schwächung des Organismus vorliegt. Dies erklärt, warum die Mortalität unter Patient:innen, die transfusionsbedürftig sind, erhöht ist.
- Eine sternale Wundheilungsstörung: Auch bezüglich sternaler Wundheilungsstörungen besteht im weiblichen Patientinnenkollektiv eine signifikant erhöhte Rate (♀: 8,62% ♂: 3,57%; p<0,001). Mit einer Gesamthäufigkeit von 4,48% ist die vorliegende Studie mit aktuellen Untersuchungen z.B. von Meszaros et al. (4,0%) (53) vergleichbar. Als sternale Wundheilungsstörung wurde jede Wundheilungsstörung im Bereich der Sternotomienarbe deklariert – unabhängig von dem Vorliegen eines Keimnachweises oder von der Ausbreitung einer Infektion (superfiziell, Sternumosteitis, Mediastinitis). Eine genauere Klassifizierung ist in der vorliegenden Studie nicht erfolgt. Ein oft beschriebener Risikofaktor für eine tiefgreifende sternale Wundinfektion („deep sternal wound infection“, DSWI) ist die Präparation von beiden

Brustwandarterien zur Verwendung als Bypass-Graft. Biancari et al. (45) sehen auch das weibliche Geschlecht als Risikofaktor für eine DSWI an. Zudem beschreiben die Autoren in genannter Studie die Assoziation zwischen dem Auftreten einer DSWI und einer erhöhten 1-Jahres-Mortalität.

- Eine erhöhte Re-Sternotomie-Rate: Im weiblichen Patientinnenkollektiv kommt es signifikant häufiger zu Re-Sternotomien im postoperativen Verlauf (♀: 12,93% ♂: 8,08%;  $p=0,004$ ). Gründe für eine Re-Exploration des Thoraxbinnenraums können z.B. Blutungen oder Tamponaden sein. Der Grund für eine Re-Sternotomie wurde in der vorliegende Studie nicht dokumentiert. In Vergleichsstudien zeigt sich eine deutlich geringere Re-Sternotomie-Rate (ter Woorst (40) et al. ♀: 4,8% ♂: 5,7%;  $p=0,026$  – Lehmkuhl et al. (38) ♀: 5,2% ♂: 3,7%;  $p=0,796$ ). Eine signifikante Assoziation zwischen einer Re-Sternotomie und der 30-Tages-Mortalität kann sowohl für das gesamte Patient:innenkollektiv als auch für das weibliche Patientinnenkollektiv aus den vorliegenden Daten errechnet werden ( $OR_{\text{Gesamt}}: 2,558$ ;  $p=0,005$  –  $OR_{\text{Frauen}}: 5,201$ ;  $p=0,017$ ). Umso wichtiger erscheint eine in der Zukunft genauere Untersuchung der Gründe für eine Re-Sternotomie, um so ggf. Indikationen für einen erneute Exploration des Thoraxbinnenraums gar nicht erst entstehen zu lassen und somit die Mortalitätsrate weiter zu senken.

Die Frage, ob das weibliche Geschlecht als ein individueller Risikofaktor für die Mortalität im 30-Tages-Verlauf einer koronaren Bypass-Operation bezeichnet werden kann, steht seit Jahren im Fokus wissenschaftlicher Untersuchungen. Die logistische Regressionsanalyse der vorliegenden Untersuchung ergab keinen Hinweis dafür, dass das weibliche Geschlecht ein individueller Risikofaktor für die Mortalität im 30-Tages-Verlauf darstellt ( $OR 0,972$ ;  $p=0,935$ ). Diese Beobachtung machten auch Ried et al. (41) in ihrer Studie, die ebenfalls Bypass-Operationen mit Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine untersucht.

Alam et al. (54) hingegen beschreiben in ihrer Studie, dass das weibliche Geschlecht als unabhängiger Risikofaktor für einen Tod während des Krankenhausaufenthaltes deklariert werden kann.

Kytö et al. (55) stellen ebenfalls einen Zusammenhang zwischen weiblichem Geschlecht und Mortalität im 30-Tages-Verlauf („short-term mortality“) fest, sehen wiederum das männliche Geschlecht als einen unabhängigen Faktor für die erhöhte Sterberate mehrere Jahre („long-term mortality“) nach dem Bypass-Eingriff.

Zusammenfassend lässt sich aus den erhobenen Daten nicht ableiten, dass das weibliche Geschlecht ein individueller Risikofaktor für die Mortalität im 30-Tages-Verlauf darstellt. Im weiblichen Patientinnenkollektiv liegen jedoch signifikant häufiger Parameter vor, die mit einer erhöhten Mortalität im 30-Tages-Verlauf vergesellschaftet sind. Trotzdem ist in der vorliegenden Studie kein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich der Mortalität im 30-Tages-Verlauf zu ermitteln.

### 5.3. Limitation und Ausblick

Aufgrund des retrospektiven Studiencharakters entstehen in der vorliegenden Arbeit Limitationen, die zu einem eingeschränkten Nutzen der Daten für generelle Empfehlungen im klinischen Alltag führen. Zum einen ist ein Selektionsbias zu vermuten, der dadurch entsteht, dass Patient:innen mit einer präoperativ bereits höhergradig eingeschränkten linksventrikulären Pumpfunktion oder einer dringlichen OP-Indikation aufgrund einer hämodynamischen Instabilität am Universitären Herzzentrum Hamburg bevorzugt mit Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine operiert werden. Patient:innen, bei denen aufgrund der präoperativen Charakteristika hingegen keine intraoperative hämodynamische Instabilität erwartet wird, werden – je nach persönlichen Vorzügen des OP-Teams – auch in OPCAB-Technik operiert. Zum anderen werden in einer retrospektiven Studie nur bestimmte Parameter untersucht und somit könnten unbekannte Faktoren, die ebenfalls Einfluss auf das Operations-Outcome haben, nicht miteinbezogen werden (56).

Hinzu kommt, dass bei einer monozentrischen Studie, zu der die vorliegende Arbeit zählt, wesentliche Ergebnisse nur bedingt auf andere Zentren übertragbar sind, da Baseline-Charakteristika und Outcome von Zentren-individuellen Eigenschaften regional-demographischer Natur oder dem chirurgischen Können der Abteilung abhängig sind.

Eine weitere Limitation der vorliegenden Studie liegt in der Patient:innenanzahl und in der Unterrepräsentation weiblicher Patientinnen. Zum Teil waren eindeutige Unterschiede im Geschlechtervergleich zu erkennen, die jedoch keine statistische Signifikanz erreichten. Gleichzeitig zeigen Vergleichsstudien mit einer deutlich höheren Anzahl untersuchter Patient:innen regelhaft, dass die detektierten Ungleichheiten eine statistische Signifikanz haben können. Außerdem beeinflusst die geringe Patient:innenanzahl im 30-Tages-Follow-up die Validität der Daten über das Outcome. Eine logistische Regressionsanalyse zur Untersuchung der schwerwiegenden unerwünschten Ereignisse war aufgrund der geringen Anzahl der Ereignisse nicht möglich.

Aus den genannten Limitationen ergibt sich, dass eine prospektive, multizentrische Studie, die einen festgelegten Algorithmus zur Selektion der Patient:innen, die mit Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine operiert werden, beinhaltet, sinnvoll erscheint. Hierbei könnten bestimmte Parameter von Beginn an genauer klassifiziert werden, um fundierte Erkenntnisse über präoperative Charakteristika und deren Assoziation mit dem Outcome zu erlangen. Beispiele hierfür sind z.B. die detailliertere Datenerhebung bei einer sternalen Wundheilungsstörung bezüglich Ausbreitung und Keimnachweis oder bei einer extrakardialen Arteriopathie bezüglich dessen Lokalisation.

Eine längeres Follow-up könnte Erkenntnisse darüber generieren, ob sich die Ungleichheiten der NYHA-Stadien und der Mortalitätsraten im Geschlechtervergleich mit der Zeit verändern und ob schwerwiegende unerwünschte Ereignisse erst nach >30 Tagen vermehrt auftreten.

## 6. Zusammenfassung / Summary

Die koronare Herzerkrankung ist die weltweit häufigste Todesursache. Das Beschwerdebild sowie die Baseline-Charakteristika betroffener Patient:innen unterscheiden sich im Geschlechtervergleich, sodass auch eine geschlechtsspezifische Betrachtung der gewählten Therapie sinnvoll erscheint. Eine der etablierten Therapieoptionen der koronaren Herzkrankheit ist die koronare Bypass-Operation mit Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine.

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Patient:innenkollektiv ( $n_{\text{Gesamt}}=1919$ ;  $n_{\text{♀}}=348$ ;  $n_{\text{♂}}=1571$ ), bei denen eine on-pump Bypass-Operation am Universitären Herzzentrum Hamburg im Zeitraum der Jahre 2012-2018 durchgeführt wurde, mit Hinblick auf geschlechtsspezifische Unterschiede untersucht.

Anhand der hierbei gewonnenen Daten konnte das weibliche Geschlecht nicht als individueller Risikofaktor für eine erhöhte Mortalität im 30-Tages-Verlauf nach einer koronaren Bypass-Operation mit Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine identifiziert werden. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass die untersuchten Frauen deutlich häufiger Baseline-Charakteristika aufweisen, die mit einer erhöhten 30-Tages-Mortalität vergesellschaftet sind. Dazu gehört ein fortgeschrittenes Alter und ein erhöhtes NYHA-Stadium bei gleichzeitig erhaltener linksventrikulärer Ejektionsfraktion (Konstellation einer HFpEF). Zudem kommt es auch im perioperativen Verlauf bei Frauen deutlich häufiger zu Konstellationen und Ereignissen, die im Zusammenhang mit einer erhöhten 30-Tages-Mortalität stehen. Dies sind eine erhöhte OP-Dringlichkeit, die Konversion eines OPCAB-Eingriffs zur HLM, der Bedarf einer EK-Transfusion, das Auftreten einer sternalen Wundheilungsstörung sowie die Notwendigkeit zur Re-Sternotomie. Gleichwohl konnte kein statistisch signifikanter Geschlechterunterschied in Anbetracht der 30-Tages-Mortalität festgestellt werden. Frauen erlitten jedoch statistisch signifikant häufiger einen intra- bzw. postoperativen Myokardinfarkt und eines zerebrovaskuläres Ereignis jeweils im 30-Tages-Verlauf.

Bei isolierter Betrachtung der Frauen konnte in der logistischen Regressionsanalyse lediglich für das NYHA-Stadium  $\geq\text{III}$  und eine Re-Sternotomie ein statistisch signifikanter Effekt auf die Sterblichkeit im 30-Tages-Verlauf festgestellt werden. Bei der Evaluation des Mortalitätsrisikos von Patientinnen sollte somit ein besonderes Augenmerk auf das Auftreten von Herzinsuffizienz-Symptomen gelegt werden.

Um eine höhere Validität der Studienerkenntnisse zu gewährleisten, erscheint eine größere Datenmenge, insbesondere die weitere Datenerhebung über Frauen, an denen eine on-pump Bypass-Operation durchgeführt wird, vonnöten. Als Studiendesign empfiehlt sich eine prospektive Studie.

---

Coronary heart disease is the most frequent cause of death worldwide. The symptoms as well as the baseline characteristics of affected patients differ between genders, therefore a gender-specific examination of the selected therapy appears to bear meaningful insights. One of the established treatment options for coronary heart disease is coronary bypass surgery with heart-lung machine.

In the present study, a patient population ( $n_{\text{Total}}=1919$ ;  $n_{\text{♀}}=348$ ;  $n_{\text{♂}}=1571$ ) who underwent on-pump bypass surgery at the University Heart Center Hamburg in the period 2012-2018 was evaluated regarding gender differences.

Based on the data obtained female gender was not an individual risk factor for increased 30-day-mortality after coronary bypass surgery with heart-lung machine. However, women showed significantly more baseline characteristics associated with increased 30-day-mortality. These include older age and a high NYHA classification with simultaneously preserved left ventricular ejection fraction (constellation of a HFpEF). In the perioperative course women had significantly more constellations and events associated with an increased 30-day-mortality such as urgency surgery, conversion from off-pump procedure to on-pump procedure, need for erythrocyte concentrate transfusion, occurrence of sternal wound healing disorder and re-sternotomy.

Nevertheless, no statistically significant gender difference was found in 30-day-mortality. Women were statistically significantly more likely to suffer from intraoperative or postoperative myocardial infarction or cerebrovascular events in 30-day follow-up. Evaluating women's outcomes only, NYHA stage  $\geq$ III and re-sternotomy were associated with increased 30-day-mortality in the logistic regression analysis. When evaluating the mortality risk of female patients, heart failure symptoms should be in the focus. To obtain higher validity of the study findings, a larger dataset, especially further data collection on women undergoing on-pump bypass surgery, seems necessary. A prospective study is recommended as study design.

## 7. Literaturverzeichnis

1. Global, regional, and national age–sex specific all-cause and cause-specific mortality for 240 causes of death, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*. 10. Januar 2015;385(9963):117–71.
2. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, u. a. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 7. Januar 2019;40(2):87–165.
3. Bairey Merz CN, Kelsey SF, Pepine CJ, Reichek N, Reis SE, Rogers WJ, u. a. The Women’s Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) Study: protocol design, methodology and feasibility report. *J Am Coll Cardiol*. 1. Mai 1999;33(6):1453–61.
4. Nationale VersorgungsLeitlinie Chronische KHK - Langfassung, 5. Auflage. Version 1. 2019;124.
5. Ross R. The pathogenesis of atherosclerosis: a perspective for the 1990s. *Nature*. 1. April 1993;362(6423):801–9.
6. Aarabi G, Heydecke G, Seedorf U. Roles of Oral Infections in the Pathomechanism of Atherosclerosis. *Int J Mol Sci*. 6. Juli 2018;19(7):1978.
7. Russell R. Atherosclerosis — An Inflammatory Disease. *N Engl J Med*. 1999;12.
8. Haverich A, Kreipe HH. Ursachenforschung Arteriosklerose: Warum wir die KHK nicht verstehen. *Dtsch Arztebl Int*. 11. März 2016;113(10):426–32.
9. Malakar AK, Choudhury D, Halder B, Paul P, Uddin A, Chakraborty S. A review on coronary artery disease, its risk factors, and therapeutics. *J Cell Physiol*. August 2019;234(10):16812–23.
10. Loukas M, Sharma A, Blaak C, Sorenson E, Mian A. The Clinical Anatomy of the Coronary Arteries. *J Cardiovasc Transl Res*. April 2013;6(2):197–207.
11. Waheed N, Elias-Smale S, Malas W, Maas AH, Sedlak TL, Tremmel J, u. a. Sex differences in non-obstructive coronary artery disease. *Cardiovasc Res*. 1. März 2020;116(4):829–40.
12. Mehta PK, Bess C, Elias-Smale S, Vaccarino V, Quyyumi A, Pepine CJ, u. a. Gender in cardiovascular medicine: chest pain and coronary artery disease. *Eur Heart J*. 14. Dezember 2019;40(47):3819–26.
13. Pepine CJ, Ferdinand KC, Shaw LJ, Light-McGroary KA, Shah RU, Gulati M, u. a. Emergence of Nonobstructive Coronary Artery Disease: A Woman’s Problem and Need for Change in Definition on Angiography. *J Am Coll Cardiol*. 27. Oktober 2015;66(17):1918–33.
14. Deutscher Herzbericht 2019 [Internet]. Georg Thieme Verlag KG; 2020 Okt [zitiert 21. Januar 2021]. Verfügbar unter: [https://www.herzstiftung.de/system/files/2020-11/DHB19\\_Herzbericht\\_2019.pdf](https://www.herzstiftung.de/system/files/2020-11/DHB19_Herzbericht_2019.pdf)
15. Robert Koch-Institut. Gesundheit in Deutschland 2015: Kapitel 02 - Wie steht es um unsere Gesundheit? 2015 [zitiert 21. Januar 2021]; Verfügbar unter: <http://edoc.rki.de/docviews/abstract.php?lang=ger&id=4080>
16. Deutsches Ärzteblatt DÄG Redaktion. Deutsches Ärzteblatt. 2017 [zitiert 21. Januar 2021]. Herz-Kreislauf-Erkrankungen verursachen die höchsten Ausgaben. Verfügbar unter: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/80604/Herz-Kreislauf-Erkrankungen-verursachen-die-hoehsten-Ausgaben>
17. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C, u. a. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes: The Task Force for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 14. Januar 2020;41(3):407–77.
18. Agewall S, Antunes MJ, Bucciarelli-Ducci C, Bueno H, Caforio ALP, Crea F, u. a. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. :66.
19. Boden WE, Eagle K, Granger CB. Reperfusion Strategies in Acute ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *J Am Coll Cardiol*. September 2007;50(10):917–29.
20. Thiele H, Barbato E, Barthelémy O, Bauersachs J, Bhatt DL. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. :79.
21. Prognostic Value of SYNTAX Score in Patients With Infarct-Related Cardiogenic Shock. *JACC Cardiovasc Interv*. 2020;13(10):1198–206.
22. Jones DS. CABG at 50 (or 107?) - The Complex Course of Therapeutic Innovation. *N Engl J*

Med. 11. Mai 2017;376(19):1809–11.

23. Rocha EAV. Fifty Years of Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Braz J Cardiovasc Surg* [Internet]. 2017 [zitiert 25. April 2019]; Verfügbar unter: <http://www.bjcv.org/pdfRBCCV/v32n4a02.pdf>

24. Hessel EA. History of cardiopulmonary bypass (CPB). *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. Juni 2015;29(2):99–111.

25. Thanikachalam M, Lombardi P, Tehrani HY, Katariya K, Salerno TA. The History and Development of Direct Coronary Surgery without Cardiopulmonary Bypass\*. *J Card Surg*. 2004;19(6):516–9.

26. Shaefi S, Mittel A, Loberman D, Ramakrishna H. Off-Pump Versus On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting—A Systematic Review and Analysis of Clinical Outcomes. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. Januar 2019;33(1):232–44.

27. Yusuf S, Hawken S, Ôunpuu S, Dans T, Avezum A, Lanas F, u. a. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *The Lancet*. 11. September 2004;364(9438):937–52.

28. Shaw LJ, Bairey Merz CN, Pepine CJ, Reis SE, Bittner V, Kelsey SF, u. a. Insights From the NHLBI-Sponsored Women’s Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) Study: Part I: Gender Differences in Traditional and Novel Risk Factors, Symptom Evaluation, and Gender-Optimized Diagnostic Strategies. *J Am Coll Cardiol*. 7. Februar 2006;47(3, Supplement):S4–20.

29. Bugiardini R, Ricci B, Cenko E, Vasiljevic Z, Kedev S, Davidovic G, u. a. Delayed Care and Mortality Among Women and Men With Myocardial Infarction. *J Am Heart Assoc Cardiovasc Cerebrovasc Dis* [Internet]. 21. August 2017 [zitiert 27. Januar 2021];6(8). Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5586439/>

30. Melberg T, Kindervaag B, Rosland J. Gender-specific ambulance priority and delays to primary percutaneous coronary intervention: A consequence of the patients’ presentation or the management at the emergency medical communications center? *Am Heart J*. 1. November 2013;166(5):839–45.

31. Wenger NK. Clinical presentation of CAD and myocardial ischemia in women. *J Nucl Cardiol*. 1. Oktober 2016;23(5):976–85.

32. Bairey Merz CN, Shaw LJ, Reis SE, Bittner V, Kelsey SF, Olson M, u. a. Insights From the NHLBI-Sponsored Women’s Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) Study: Part II: Gender Differences in Presentation, Diagnosis, and Outcome With Regard to Gender-Based Pathophysiology of Atherosclerosis and Macrovascular and Microvascular Coronary Disease. *J Am Coll Cardiol*. 7. Februar 2006;47(3, Supplement):S21–9.

33. Sharaf BL, Pepine CJ, Kerensky RA, Reis SE, Reichek N, Rogers WJ, u. a. Detailed angiographic analysis of women with suspected ischemic chest pain (pilot phase data from the NHLBI-sponsored Women’s Ischemia Syndrome Evaluation [WISE] study angiographic core laboratory). *Am J Cardiol*. 15. April 2001;87(8):937–41.

34. Shaw Leslee J., Merz C. Noel Bairey, Pepine Carl J., Reis Steven E., Bittner Vera, Kip Kevin E., u. a. The Economic Burden of Angina in Women With Suspected Ischemic Heart Disease. *Circulation*. 29. August 2006;114(9):894–904.

35. Nashef SAM, Roques F, Sharples LD, Nilsson J, Smith C, Goldstone AR, u. a. EuroSCORE II. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1. April 2012;41(4):734–45.

36. Levey AS, Coresh J, Balk E, Kausz AT, Levin A, Steffes MW, u. a. National Kidney Foundation Practice Guidelines for Chronic Kidney Disease: Evaluation, Classification, and Stratification. *Ann Intern Med*. 15. Juli 2003;139(2):137–47.

37. Cohen J. A power primer. *Psychol Bull*. 1992;112(1):155–9.

38. Lehmkuhl E, Kendel F, Gelbrich G, Dunkel A, Oertelt-Prigione S, Babitsch B, u. a. Gender-specific predictors of early mortality after coronary artery bypass graft surgery. *Clin Res Cardiol*. 1. September 2012;101(9):745–51.

39. Banning AP, Serruys P, De Maria GL, Ryan N, Walsh S, Gonzalo N, u. a. Five-year outcomes after state-of-the-art percutaneous coronary revascularization in patients with de novo three-vessel disease: final results of the SYNTAX II study. *Eur Heart J* [Internet]. [zitiert 9. Dezember 2021]; Verfügbar unter: <https://academic.oup.com/eurheartj/advance-article/doi/10.1093/eurheartj/ehab703/6383065>

40. ter Woorst JF, van Straten AHM, Houterman S, Soliman-Hamad MA. Sex Difference in Coronary Artery Bypass Grafting: Preoperative Profile and Early Outcome. *J Cardiothorac Vasc Anesth*.

1. Oktober 2019;33(10):2679–84.

41. Ried M, Lunz D, Kobuch R, Rupprecht L, Keyser A, Hilker M, u. a. Gender's impact on outcome in coronary surgery with minimized extracorporeal circulation. *Clin Res Cardiol.* 1. Juni 2012;101(6):437–44.
42. Friedrich I, Simm A, Kötting J, Thölen F, Fischer B, Silber RE. Der alte Patient in der Herzchirurgie. *Dtsch Arztebl.* 2009;7.
43. Sun LY, Tu JV, Bader Eddeen A, Liu PP. Prevalence and Long-Term Survival After Coronary Artery Bypass Grafting in Women and Men With Heart Failure and Preserved Versus Reduced Ejection Fraction. *J Am Heart Assoc.* 19. Juni 2018;7(12):e008902.
44. Brunet A, N'Guyen Y, Lefebvre A, Poncet A, Robbins A, Bajolet O, u. a. Obesity and Preoperative Anaemia as Independent Risk Factors for Sternal Wound Infection After Coronary Artery Bypass Graft Surgery with Pedicled (Non-Skeletonized) Internal Mammary Arteries: The Role of Thoracic Wall Ischemia? *Vasc Health Risk Manag.* 15. Dezember 2020;16:553–9.
45. Biancari F, Gatti G, Rosato S, Mariscalco G, Pappalardo A, Onorati F, u. a. Preoperative risk stratification of deep sternal wound infection after coronary surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol.* April 2020;41(4):444–51.
46. Sharma M, Berriel-Cass D, Baran J. Sternal Surgical-Site Infection Following Coronary Artery Bypass Graft Prevalence, Microbiology, and Complications During a 42-Month Period. *Infect Control Hosp Epidemiol.* Juni 2004;25(6):468–71.
47. Chakravarthy M, Prabhakumar D, Patil T, George A, Jawali V. Conversion During Off-pump Coronary Artery Bypass Graft Surgery: A Case–control Study. *Ann Card Anaesth.* 2019;22(1):18–23.
48. Tariq K, Zia K, Mangi A, Amanullah M, Chaudry PA, Karim M. Conversion from Off to On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting. Is it Avoidable? *Cureus.* 27. Januar 2020;12(1):e6791.
49. Keeling B, Thourani V, Aliawadi G, Kim S, Cyr D, Badhwar V, u. a. Conversion From Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting to On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting. *Ann Thorac Surg.* 1. Oktober 2017;104(4):1267–74.
50. Ad N, Holmes SD, Massimiano PS, Spiegelstein D, Shuman DJ, Pritchard G, u. a. Operative risk and preoperative hematocrit in bypass graft surgery: Role of gender and blood transfusion. *Cardiovasc Revasc Med.* Oktober 2015;16(7):397–400.
51. Stammers AH, Tesdahl EA, Mongero LB, Stasko A. Gender and intraoperative blood transfusion: analysis of 54,122 non-reoperative coronary revascularization procedures. *Perfusion.* 1. April 2019;34(3):236–45.
52. Crawford TC, Magruder JT, Fraser C, Suarez-Pierre A, Alejo D, Bobbitt J, u. a. Less Is More: Results of a Statewide Analysis of the Impact of Blood Transfusion on Coronary Artery Bypass Grafting Outcomes. *Ann Thorac Surg.* Januar 2018;105(1):129–36.
53. Meszaros K, Fuehrer U, Grogg S, Sodeck G, Czerny M, Marschall J, u. a. Risk Factors for Sternal Wound Infection After Open Heart Operations Vary According to Type of Operation. *Ann Thorac Surg.* 1. April 2016;101(4):1418–25.
54. Alam M, Lee VV, Elayda MA, Shahzad SA, Yang EY, Nambi V, u. a. Association of gender with morbidity and mortality after isolated coronary artery bypass grafting. A propensity score matched analysis. *Int J Cardiol.* Juli 2013;167(1):180–4.
55. Kytö V, Sipilä J, Tornio A, Rautava P, Gunn J. Sex-Based Outcomes After Coronary Artery Bypass Grafting. *Ann Thorac Surg.* Dezember 2021;112(6):1974–81.
56. Talari K, Goyal M. Retrospective studies – utility and caveats. *J R Coll Physicians Edinb.* Dezember 2020;50(4):398–402.

## 8. Abkürzungsverzeichnis

A./Aa.	Arteria / Arteriae (Plural)
ACC	aortic cross-clamp, in der vorliegenden Arbeit: Aortenklammzeit
ACS	acute coronary syndrome
AP	Angina pectoris
AV-Block	atrioventrikulärer Block
BMI	Body-Mass-Index
CABG	coronary artery bypass graft
CCS	Canadian Cardiovascular Society
CMD	coronary microvascular dysfunction
cNI	chronische Niereninsuffizienz
COPD	chronic obstructive pulmonary disease
CT	Computertomographie
d	Tag(e)
EACTS	European Assosiation for Cardio-Thoracic Surgery
ECC	extracorporeal circulation, in der vorliegenden Arbeit: extrakorporale Zirkulationszeit
EF	Ejektionsfraktion
EKG	Elektrokardiogramm
ESC	European Society of Cardiology
Fa.	Firma
h	Stunde(n)
HFpEF	Heart failure with preserved ejection fraction
HKU	Herzkatheteruntersuchung
HLM	Herz-Lungen-Maschine
IHK	ischämische Herzkrankheit
INOCA	ischemia with no obstructive coronary artery disease
ITS	Intensivstation
KHK	koronare Herzkrankheit
Krea	Kreatinin
LDL	low-density Lipoprotein
LIMA	left internal mammary artery
LV	linksventrikulär
LVEF	linksventrikuläre Ejektionsfraktion
MACE	major adverse clinical event
min	Minute(n)
NSTE-ACS	non-ST-elevation acute coronary syndrome
NSTEMI	non-ST-elevation myocardial infarction
NYHA	New York Heart Association
OP	Operation
OPCAB	off-pump coronary artery bypass
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
PCI	percutaneous coronary intervention
RCA	right coronary artery
RCX	Ramus circumflexus
RIMA	right internal mammary artery
RIVA	Ramus interventricularis anterior
STE-ACS	ST-elevation acute coronary syndrome
STEMI	ST-elevation myocardial infarction
STS	Society of Thoracic Surgeons
UHZ	Universitäres Herzzentrum Hamburg
UKE	Universitätsklinikum Eppendorf
WISE-Studie	„Women’s Ischemia Syndrome Evaluation“-Studie

## 9. Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

### 9.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erhobene Daten bzgl. des präoperativen Status	12
Tabelle 2: Erhobene Daten bzgl. des intraoperativen Verlaufs	13
Tabelle 3: Erhobene Daten bzgl. des postoperativen Verlaufs	13
Tabelle 4: Erhobene Daten bzgl. des Patientenstatus nach 30 Tagen postoperativ	15
Tabelle 5: Erhobene Daten bzgl. der schwerwiegenden unerwünschten Ereignisse	15
Tabelle 6: Datenblatt präoperativer Status	18
Tabelle 7: Häufigkeitsverteilung und Mittelwerte des BMI	20
Tabelle 8: Häufigkeitsverteilung Anzahl der erkrankten Gefäße	20
Tabelle 9: Häufigkeitsverteilung Myokardinfarkt <21 Tage vor dem Schlüsseleingriff	21
Tabelle 10: Häufigkeitsverteilung extrakardiale Arteriopathie	21
Tabelle 11: Häufigkeitsverteilung COPD	21
Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung Schlaganfall in der Anamnese	22
Tabelle 13: Häufigkeitsverteilung arterielle Hypertonie	22
Tabelle 14: Häufigkeitsverteilung Diabetes mellitus	22
Tabelle 15: Präoperative Nierenfunktion	23
Tabelle 16: Häufigkeitsverteilung präoperative NYHA-Stadien	24
Tabelle 17: CCS IV präoperativ	24
Tabelle 18: Häufigkeitsverteilung präoperative linksventrikuläre Ejektionsfraktion	25
Tabelle 19: Sterberisiko auf Grundlage des STS-Score und des EUROSCORE II	25
Tabelle 20: Datenblatt intraoperativer Verlauf	26
Tabelle 21: Häufigkeitsverteilung der OP-Dringlichkeitsstufen	27
Tabelle 22: Mediane OP-Zeiten	27
Tabelle 23: Häufigkeitsverteilung Bypass-Art	29
Tabelle 24: komplette Revaskularisation	29
Tabelle 25: Konversion zu HLM	30
Tabelle 26: Datenblatt postoperativer Verlauf	31
Tabelle 27: Liegezeiten	32
Tabelle 28: invasive Beatmungszeit	33
Tabelle 29: Häufigkeitsverteilung perioperative Kreislaufunterstützung	34
Tabelle 30: Häufigkeitsverteilung perioperativer EK-Transfusionsbedarf	35
Tabelle 31: Häufigkeitsverteilung Komplikationen	35
Tabelle 32: Häufigkeitsverteilung postoperative NYHA-Stadien	35
Tabelle 33: Häufigkeitsverteilung präoperative linksventrikuläre Ejektionsfraktion	36
Tabelle 34: Präoperative Nierenfunktion	36
Tabelle 35: Datenblatt Patientenstatus im 30-Tages-Verlauf	38
Tabelle 36: Häufigkeitsverteilung NYHA-Stadien 30 Tage postoperativ	39
Tabelle 37: Häufigkeitsverteilung Differenz NYHA-Stadien 30d postoperativ - präoperativ	40
Tabelle 38: Häufigkeitsverteilung linksventrikuläre Ejektionsfraktion 30d postoperativ	40
Tabelle 39: Datenblatt Schwerwiegende unerwünschte Ereignisse (Major adverse clinical events“)	41
Tabelle 40: Häufigkeitsverteilung MACE Myokardinfarkt	42
Tabelle 41: Häufigkeitsverteilung MACE zerebro-vasculäres Ereignis	42
Tabelle 42: Häufigkeitsverteilung weiterer schwerwiegenden unerwünschten Ereignisse	42
Tabelle 43: Mortalitätsraten	43
Tabelle 44: Überlebenswahrscheinlichkeiten in Anhängigkeit der Überlebenszeit	43
Tabelle 45: Logistische Regression gesamtes Patient:innenkollektiv	45
Tabelle 46: Logistische Regression Gruppierung nach Geschlecht	45

## 9.2. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entscheidungshilfe PCI vs. CABG bei stabiler KHK (2)	8
Abbildung 2: Histogramm Altersverteilung	19
Abbildung 3: Tortendiagramme Anzahl der erkrankten Gefäße	20
Abbildung 4: Boxplot präoperative Kreatinin-Clearance (ml/min)	23
Abbildung 5: Tortendiagramme präoperative NYHA-Stadien	24
Abbildung 6: Box-Plot Schnitt-Naht-Zeit	27
Abbildung 7: Box-Plot extrakorporale Zirkulationszeit	28
Abbildung 8: Box-Plot Aortenklemmzeit	28
Abbildung 9: Tortendiagramme Bypass-Art	29
Abbildung 10: Box-Plot Liegedauer auf Intensivstation	32
Abbildung 11: Box-Plot Gesamtliegedauer	33
Abbildung 12: Box-Plot invasive Beatmungszeit	34
Abbildung 13: Tortendiagramm postoperative NYHA-Stadien	36
Abbildung 14: Boxplot Kreatinin-Clearance (ml/min)	37
Abbildung 15: Tortendiagramm NYHA-Stadien 30 Tage postoperativ	39
Abbildung 16: Kaplan-Meier-Kurven	44

## **10. Danksagung**

Ich möchte mich an dieser Stelle bedanken bei

Dr. Y. Schneeberger für die langjährige, unkomplizierte und nette Betreuung,  
PD Dr. A. Schäfer für die kurzfristige Übernahme der Doktorvaterschaft,  
meiner Ehefrau für die regelmäßigen, liebevollen Motivationsansprachen,  
meiner Mutter für die langjährige Unterstützung meiner gesamten Ausbildung  
und bei allen anderen, die zur Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen haben.

## **11. Lebenslauf**

Entfällt aus datenschutzrechtlichen Gründen.

## **12. Eidesstattliche Erklärung**

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.