

# **UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF**

UNIVERSITÄRES HERZZENTRUM HAMBURG

DIREKTOR: PROFESSOR DR. DR. H. REICHENSPURNER

Retrospektive Analyse isolierter, überwiegend bzw. komplett arterieller  
koronare Bypassoperationen der Jahre 2001 bis 2005

## **Dissertation**

Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

vorgelegt von:

Oliver Haye  
aus Wedel

Hamburg 2010

**Angenommen von der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am:  
16.02.2012**

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

**Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: PD Dr. D. Böhm**

**Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in: PD Dr. K. Sydow**

**Prüfungsausschuss, dritte/r Gutachter/in: PD Dr. H. Gulbins**

---

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
1.1	Koronare Herzerkrankung .....	1
1.1.1	Das Leitsymptom Angina pectoris .....	3
1.1.2	Akuter Myokardinfarkt .....	5
1.1.3	Das Leitsymptom Dyspnoe.....	6
1.1.4	Das Herzkranzgefäßsystem .....	7
1.1.5	Medikamentöse Therapie .....	8
1.2	Koronare Bypassoperation .....	10
1.2.1	Ätiologie und Epidemiologie .....	10
1.2.2	Bypassmaterial.....	12
1.2.3	Komplett bzw. überwiegend arterielle koronare Bypassoperation.....	15
1.2.4	Additiver und logistischer EuroSCORE.....	16
1.2.5	Body Mass Index (BMI) .....	19
1.2.6	Operationsverfahren.....	20
1.2.7	Operationsrisiken .....	21
2	Material und Methoden.....	24
2.1	Material .....	24
2.1.1	Ein- und Ausschlusskriterien .....	24
2.1.2	Aktenrecherche .....	24
2.1.3	Patientenbefragung .....	27
2.1.4	Befragung der weiterbehandelnden Ärzte .....	28
2.2	Methoden .....	29
2.2.1	Definition: kardiales Ereignis .....	29
2.2.2	Statistische Analyse .....	31
3	Ergebnisse .....	33
3.1	Gesamtpopulation .....	33
3.1.1	Präoperative Ergebnisse .....	33

3.1.2	Intraoperative Ereignisse.....	39
3.1.3	Postoperative stationäre Ereignisse .....	42
3.1.4	Rehabilitationsdaten.....	44
3.1.5	Patientenantworten .....	46
3.1.6	Kardiologische Untersuchungsergebnisse.....	50
3.2	Kohortenvergleiche .....	53
3.2.1	Allgemeines .....	53
3.2.2	Logistische Regression des kardialen Outcome .....	54
3.2.3	Additiver und logistischer EuroSCORE.....	56
3.2.4	Art. radialis versus Art. mammaria dexter.....	61
3.2.5	Kardiales Outcome arterieller Bypass-Kombinationen.....	66
3.2.6	Komplett versus überwiegend arterielle Bypassoperation .....	79
3.2.7	Diabetes Mellitus.....	81
3.2.8	Dringliche Operation versus elektiv Eingriff .....	82
3.2.9	Geschlecht .....	83
3.2.10	Jahresvergleiche .....	86
3.2.11	Aktiver Nikotinkonsum.....	87
3.2.12	Alterskohorten.....	88
3.2.13	Subjektiver Gewinn der aortokoronaren Bypassoperation .....	90
4	Diskussion.....	93
5	Zusammenfassung.....	108
6	Abkürzungsverzeichnis.....	109
7	Literaturverzeichnis .....	110
8	Anhang.....	116
9	Eidesstattliche Versicherung .....	119

# 1 Einleitung

## 1.1 Koronare Herzerkrankung

Die koronare Herzerkrankung (KHK) zählt zu den häufigsten Erkrankungen der industrialisierten Länder weltweit (1). Die chronisch-ischämische Herzkrankheit (10,1%), die Herzinsuffizienz (7,4%) und der akute Myokardinfarkt (6,3%) führen die Todesursachenstatistik in Deutschland (2007) der registrierten Todesfälle an (2). Frauen erkranken statistisch seltener an koronaren Ereignissen wie Myokardinfarkt oder kardialen Tod als Männer (3). Die Lebenszeitprävalenz in Deutschland beträgt für Männer 30% und für Frauen 15% (1). Die KHK wird von der Bundesärztekammer in ihren Leitlinien als Manifestation der Arteriosklerose in den Herzkranzgefäßen definiert. Einige Lehrbücher definieren die KHK umfassender. Danach entsteht die KHK aus einer Koronarin-suffizienz, bei der neben der Arteriosklerose auch

noch zahlreiche andere Ursachen eine Rolle spielen

können (4). Die Arteriosklerose führt über verschiedene Mechanismen zu einer Verengung des Gefäßlumens und einer Versteifung der Gefäßwand.

Die Weltgesundheitsbehörde (WHO) definiert die Arteriosklerose als variable Kombination von Veränderungen der Gefäßinnenwand (Intima), bestehend aus herdförmigen Ansammlungen von Fettsubstanzen, komplexen Kohlenhydraten, Blut und Blutbestandteilen, Bindegewebe und Kalziumablagerungen, verbunden mit Veränderungen der Gefäßmuskelschicht (Media). Infolge der Verengungen der Herzkranzgefäße kommt es zu einem Missverhältnis zwischen Sauerstoffbedarf und Sauerstoffangebot im Herzmuskel. In Abhängigkeit vom Ausmaß der Arteriosklerose kann der Herzmuskel bei körperlicher Belastung und psychi-

### Häufigste Todesursachen BRD 2007

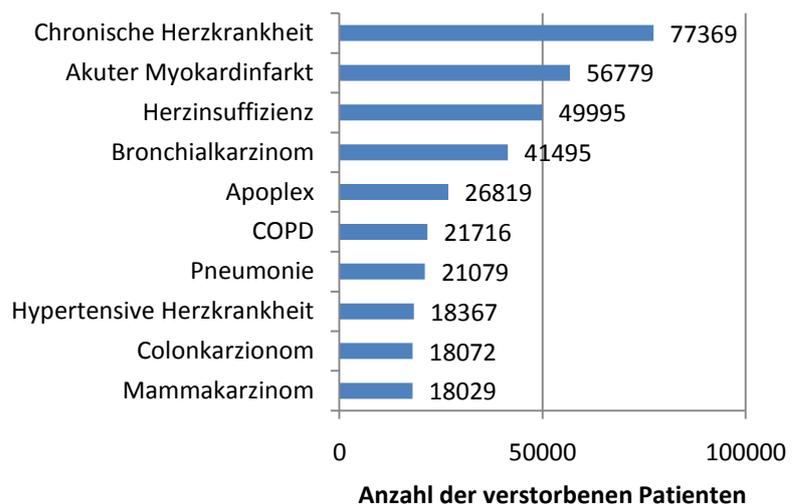


Abbildung 1: Todesursachen Bundesrepublik Deutschland 2007

scher Erregung oder bereits in Ruhe nicht mehr ausreichend durchblutet werden. Man spricht dann von einer Koronarinsuffizienz (1).

Die Minderdurchblutung äußert sich in den meisten Fällen klinisch durch Angina-Pectoris-Beschwerden. Weiter Ursachen der Verengung des Gefäßlumens sind Thromben, infektiöse oder autoimmune Entzündungen der Gefäße (Vaskulitiden) und Koronarspasmen, die nicht selten durch verschiedene Medikamente oder Drogenmissbrauch induziert sind (4). Eine Stenosierung der Koronargefäße von über 50% wird als signifikant bezeichnet. Eine Angina pectoris manifestiert sich meist bei einer kritischen Koronarstenose von 75%. Der komplette Verschluss eines Koronargefäßes führt in der Regel zum Myokardinfarkt (1).

Für das Auftreten und die Prognose der KHK sind eine große Anzahl von Risikofaktoren identifiziert worden. Rauchen, Bewegungsarmut, psychischer Stress, Übergewicht, Fehlernährung, genetische Faktoren, Lebensalter, Bluthochdruck und Störungen des Lipidstoffwechsels sind einige der wichtigsten Risikofaktoren der KHK. Somit spielt neben den Therapieoptionen auch die Compliance des Patienten eine wichtige Rolle bei der Prognose und beim Auftreten der KHK (4).

Als Therapieoptionen bei KHK stehen die medikamentöse, die interventionelle perkutane transluminale coronare Angioplastik (PTCA) mit oder ohne Stentimplantation und die chirurgische Behandlung zur Verfügung (3). Generell findet eine Kombination der Therapien statt. So ist zum Beispiel eine lebenslange medikamentöse Therapie mit einem Thrombozytenaggregationshemmer wie Acetylsalicylsäure oder Clopidogrel nach aortokoronarer Bypassoperation indiziert (3).

Die koronare Bypassoperation ist in der Regel die letzte Therapiestufe. Im Vergleich zur konservativen Therapie resultiert aus der chirurgischen Therapie bei Patienten mit einer Hauptstammstenose, 3-Gefäß-KHK oder einer linksventrikulären Ejektionsfraktion von weniger als 40% ein Überlebensvorteil im Langzeitverlauf. Hierbei scheinen gerade Patienten mit einem hohen präoperativen Risiko, wie diffuse KHK mit schwerer linksventrikulärer Dysfunktion, am meisten von einer aortokoronaren Bypassoperation zu profitieren. Jedoch konnten Vergleichsstudien der chirurgischen Revaskularisation und der PTCA mit Stent keine Unterschiede im Bezug auf das initiale Patientenüberleben zeigen, allerdings war bei chirurgischer Intervention die Rate der erneuten Revaskularisation signifikant geringer (5)

### **1.1.1 Das Leitsymptom Angina pectoris**

Bei der Angina pectoris (AP) handelt es sich typischerweise um dumpfe, drückende, einschnürende und häufig brennende Schmerzen, die hinter dem Brustbein (retrosternal) lokalisiert sind. Von den Betroffenen wird der Schmerz häufig als „Engegefühl in der Brust“ beschrieben. Typisch ist außerdem eine Ausstrahlung des Schmerzes in den linken Arm oder in selteneren Fällen in beide Arme.

Darüber hinaus können pectianginöse Beschwerden ein atypisches Bild zeigen (atypische Angina pectoris). In diesem Fall können sie einen anderen Schmerzcharakter sowie eine andere Schmerzlokalisierung haben. Die AP kann in andere Körperregionen (Hals, Unterkiefer, Oberbauch, Rücken) oder überhaupt nicht ausstrahlen. Der Mechanismus, der zu einer Schmerzwahrnehmung (Nozizeption) bei Ischämie führt, ist bisher noch nicht sicher geklärt (6).

#### **Die stabile Angina pectoris**

Es gibt verschiedene Formen der AP. Die stabile AP ist das Leitsymptom der chronischen KHK. Es handelt sich hierbei um wiederholende, kurzzeitige Schmerzanfälle mit den vorher beschriebenen Symptomen, die bei körperlicher Belastung auftreten. Durch die erhöhte Aktivität verbraucht der Herzmuskel mehr Sauerstoff. Die sklerotischen Koronararterien können jedoch der Herzmuskulatur nicht genügend sauerstoffreiches Blut zuführen.

Die stabile AP tritt im Anfangsstadium vor allem bei Belastung auf und wird daher als „Belastungsangina“ bezeichnet. Diese manifestiert sich in der Regel ab einer kritischen Koronarstenose von etwa 75%, wobei die Lokalisation der Stenose im Gefäßsystem der Herzkranzgefäße entscheidend ist. Nach Ende der körperlichen Belastung sind die Patienten nach ca. 5-15 Minuten wieder beschwerdefrei.

Eine Ausnahme bildet eine Sonderform der stabilen AP, die sogenannte „Walking through-Angina“. Die Beschwerden bei dieser Form der AP verschwinden wieder bei körperlicher Belastung durch die Freisetzung vasodilatierender Metaboliten. Neben der körperlichen Belastung können auch andere Faktoren eine stabile AP auslösen. Dazu gehören unter anderem psychische Erregung, Kälte und ausgiebige Mahlzeiten.

Charakteristisch für die stabile AP ist darüber hinaus, dass die Gabe von Nitropräparaten im Anfall zu einer Besserung der Schmerzen innerhalb von ein bis zwei Minuten führt. Nitroprä-

parate führen zu einer Vasodilatation der Blutgefäße. Im Herzmuskel (und anderen Organen) wird dadurch die Durchblutung des Herzmuskels gesteigert und somit das Sauerstoffdefizit, welches ursächlich für die AP-Symptomatik ist, beseitigt.

Die stabile AP kann in verschiedene Schweregrade eingeteilt werden. Dies spielt vor allem bei der Therapie der chronischen KHK eine Rolle (6).

**Tabelle 1: Stadieneinteilung der stabilen Angina pectoris nach der Canadian Cardiovascular Society (CCS)**

<b>Stadium</b>	<b>Definition</b>
<b>CCS 0</b>	Keine Angina pectoris, auch nicht bei stärkster körperlicher Belastung
<b>CCS I</b>	Angina pectoris nur bei sehr starker körperlicher Belastung
<b>CCS II</b>	Angina pectoris bei mäßiger körperlicher Belastung, z. B. bei raschem Treppensteigen
<b>CCS III</b>	Angina pectoris bei normalen täglichen Aktivitäten (z. B. bei längerem Gehen)
<b>CCS IV</b>	Angina pectoris bei jeder körperlichen Belastung oder bereits in Ruhe

### **Die instabile Angina pectoris**

Von der stabilen AP muss vor allem die instabile AP unterschieden werden, die im Rahmen eines akuten Koronarsyndroms auftreten kann. Per Definition wird jede erstmalig aufgetretene AP bei zuvor asymptomatischen Patienten als instabile AP gewertet.

Als instabile AP wird außerdem eine AP-Symptomatik bezeichnet, welche in Ruhe auftritt („Ruheangina“), sowie eine AP-Symptomatik, die in Stärke, Dauer und/oder Frequenz zunimmt („Crescendo-Angina“).

Die Unterscheidung zwischen stabiler und instabiler AP hat eine große differentialdiagnostische Bedeutung. Bei einer instabilen AP besteht ein akutes Infarktisiko von 20%. Der Übergang zum Infarkt wird in der Regel eingeleitet durch einen Riss im atheromatösen Plaque mit nachfolgender Koronarthrombose (6).

Unter dem Begriff akutes Koronarsyndrom werden die instabile AP und der Myokardinfarkt zusammengefasst. Der thorakale Schmerz gilt als Leitsymptom des akuten Koronarsyndroms.

### 1.1.2 Akuter Myokardinfarkt

Die Diagnose des akuten Myokardinfarktes und die Abgrenzung zur instabilen AP stützt sich im wesentlichen auf drei Säulen:

- **Beschwerden des Patienten** (Thoraxschmerz, Kaltschweißigkeit, Todesangst)
- **Typische EKG-Veränderungen** (ST-Streckenhebung, Erstickungs-T, Pardée-Q)
- **Serologischer Nachweis und Verlauf herzmuskelspezifischer Enzyme** (CK, CK-MB, Troponin T), insbesondere im akut Stadium eine Erhöhung der Troponine im Serum

Nach klassischer Definition eines akuten Myokardinfarktes der WHO ist von einem akuten Myokardinfarkt auszugehen, wenn zwei von drei Kriterien erfüllt sind (6).

Die hohe diagnostische Wertigkeit des Troponinanstieges im akuten Stadium des Myokardinfarktes hat zu einer Neuformulierung in den Leitlinien gesorgt. Die neuen Leitlinien sprechen heute von einem Myokardinfarkt, wenn die Troponinkonzentration im Serum oberhalb der 99%-Perzentile einer normalen Referenz liegt und die klinischen Umstände eine ischämische Genese im Rahmen eines Myokardinfarktes wahrscheinlich erscheinen lassen (6).

Die Mehrzahl der Myokardinfarkte betrifft den im Vergleich zum rechten Ventrikel muskelstärkeren linken Ventrikel. Bei ca. 30% der Patienten mit inferiorem Myokardinfarkt ist auch der rechte Ventrikel betroffen (Rechtsherzinfarkt) (6).

Der akute Myokardinfarkt manifestiert sich überwiegend mit ST-Streckenhebung (STEMI) im Elektrokardiogram (EKG). Ca. 25-30% der akuten Myokardinfarkte treten ohne ST-Streckenhebung (NSTEMI) im EKG auf (4).

Beim STEMI sind üblicherweise mehr als 50% der myokardialen Wanddicke betroffen. Dieser Myokardinfarkt wird auch als transmuraler Infarkt bezeichnet und beginnt üblicherweise subendokardial. Die ohne EKG-Veränderungen auftretenden Myokardinfarkte sind subendokardiale Innenschichtinfarkte, die nicht transmural verlaufen (6).

### 1.1.3 Das Leitsymptom Dyspnoe

Dyspnoe ist der medizinische Fachausdruck für Luftnot oder Atemnot, einen Zustand von Luftmangel, den ein Kranker in verschiedenen Erregungszuständen von Ruhe bis starker Belastung empfindet.

Die Dyspnoe kann viele Ursachen haben, unter anderem können Lungenembolien, Pneumonien, Asthma, Anämie, Fettsucht, Stimmbandlähmung und ein Struma Luftnot beim Patienten hervorrufen. Aber auch eine Linksherzinsuffizienz verursacht Atemnot.

Die New York Heart Association hat für die bei Herzinsuffizienz auftretende Dyspnoe eine Stadieneinteilung erarbeitet, die sowohl subjektive Kriterien als auch äquivalente objektive Kriterien vereint und somit eine Aussage über den Schweregrad der Dyspnoe ermöglicht (1).

**Tabelle 2: Stadieneinteilung der New York Heart Association der Herzinsuffizienz nach objektiven und subjektiven Kriterien**

Stadien	Anamnestische Einteilung	Herzminutenvolumen (HMV)	Belastungs-EKG Werte
<b>NYHA I</b>	Beschwerdefreiheit, normale körperliche Belastbarkeit	HMV in Ruhe und unter Belastung normal	Bis 150 Watt und mehr (> 1,5-2 W/kg)
<b>NYHA II</b>	Beschwerden bei starker körperlicher Belastung	HMV in Ruhe und unter Belastung adäquat	Bis 100 Watt (1-1,5 W/kg)
<b>NYHA III</b>	Beschwerden bei leichter körperlicher Belastung	HMV unter Belastung eingeschränkt	Bis 50 Watt (1 W/kg)
<b>NYHA IV</b>	Beschwerden in Ruhe	HMV in Ruhe eingeschränkt	Belastungsuntersuchung nicht möglich

### 1.1.4 Das Herzkranzgefäßsystem

Die Herzkranzgefäße werden auch Koronargefäße genannt. Die Koronararterien gehen von der Aorta kurz nach der Aortenklappe ab. Es gibt zwei Koronararterien. Zum einen die linke Arterie (Art. coronaria sinister/LCA) und zum anderen die rechte Arterie (Art. coronaria dexter/RCA ). Beide Arterien füllen sich in der Diastole.

Die linke Koronararterie gabelt sich nach ca. 1 cm in den Ramus circumflexus (RCX), welcher im Sulcus coronarius sinister Richtung Zwerchfell zieht, und den Ramus interventricularis anterior (RIVA), der im Sulcus interventricularis anterior Richtung Herzspitze zieht. Bis zur Gabelung wird der Teil der linken Koronararterie Hauptstamm (Truncus communis) genannt. Die linke Herzkranzarterie versorgt die Herzvorderwand und die Seitenwand mit sauerstoffreichem Blut. Der RCX gibt in seinem Verlauf die sogenannten Marginaläste ab. Die abgehenden Äste des RIVA bezeichnet man als Diagonaläste.

Die rechte Koronararterie (RCA) teilt sich in den Hauptast (Ramus interventricularis posterior, RIVP) und den Ramus posterolateralis dexter (RPLD). Die RCA verläuft im Sulcus coronaria dexter um die rechte Herzhälfte, um sich dann in seine beiden Äste aufzuteilen. Die RCA versorgt den Sinus- und AV-Knoten und die Hinterwand mit sauerstoffreichem Blut.

Die Koronarvenen laufen in der Regel parallel zu den Koronararterien. Sie münden über den Sinus coronarius in den rechten Vorhof. Teilweise münden kleinere Venen direkt in den rechten Vorhof.

Es gibt drei Versorgungstypen. So spricht man zum Beispiel vom Linksversorgungstyp, wenn die linke Arterie die Hinterwand und die Knoten mitversorgt. Versorgt die rechte Arterie zusätzlich die Vorderwand, spricht man von einem Rechtsversorgungstyp. Als Intermediären Typ bezeichnet man den Normalfall wie im oberen Teil beschrieben. Dieser tritt in der Bevölkerung mit rund 50% am häufigsten auf (1).

### 1.1.5 Medikamentöse Therapie

Die medikamentöse Therapie setzt bei den verschiedenen Risikofaktoren der KHK an. Dabei handelt es sich bei der medikamentösen Therapie meist um eine sekundäre bzw. tertiäre Prophylaxe. Eine primäre Prophylaxe wird aufgrund der Nebenwirkungen der Medikamente in der Regel nicht empfohlen (3).

Die Nationalen Versorgungsleitlinien der chronischen KHK von 2006 empfehlen, jedem Patienten mit einer diagnostizierten KHK einen Thrombozytenaggregationshemmer zukommen zu lassen. Acetylsalicylsäure (ASS) sollte hierfür aufgrund seiner zahlreichen Belege zur Wirksamkeit das Mittel der ersten Wahl sein. Bei Unverträglichkeit oder Kontraindikation kommt als Ersatzmedikament Clopidogrel zum Einsatz. Clopidogrel führt über einen anderen Wirkungsmechanismus zur Thrombozytenaggregationshemmung und kann somit auch zeitgleich mit ASS eingesetzt werden. Diese Therapiekombination wird häufig kurzfristig nach koronarer Stentversorgung angewendet (3).

Weiterhin geben die Leitlinien vor, dass alle Patienten unabhängig von der Höhe ihrer Blutfettwerte von einem HMG CoA Reduktasehemmer (Statin) im Bezug auf die Prognose profitieren. Es ist belegt, dass Statine die Sterblichkeit und kardiovaskuläre Morbidität senken. Für andere Lipidsenker liegen zur Zeit keine ausführlichen und konsistenten Daten zur Sekundärprävention der KHK vor, so dass sie als Mittel der zweiten Wahl angesehen werden müssen (3).

Ein weitere Medikamentengruppe der ersten Wahl sind Betablocker. Sie senken die Herzfrequenz sowohl in Ruhe als auch bei körperlicher Belastung (negative Chronotropie). Zusätzlich wirken sie negativ inotrop durch Senkung der Kontraktilität des Herzens. Zusammen führen diese beiden Mechanismen dazu, dass der Sauerstoffbedarf der Herzmuskulatur und der arterielle Blutdruck gesenkt wird. Betablocker gehören zur Standardtherapie der stabilen AP. Neuste Studien haben gezeigt, dass eine Reduzierung der Herzfrequenz zu einer geringeren Mortalität führt (3).

Die ACE-Hemmer gehören zwar nicht zu den Mitteln der ersten Wahl bei KHK, weil sie im Gegensatz zu den Betablockern nicht die pectianginösen Beschwerden reduzieren, dennoch sind sie prognoseverbessernd in Bezug auf die Morbidität und Sterblichkeit bei Patienten mit erhöhtem vaskulärem Risiko und Hypertonie. Die Leitlinien empfehlen die ACE-Hemmer vor allem bei Patienten mit Linksherzinsuffizienz und Myokardinfarkt. Alternativ zu den ACE-Hemmern können AT-1-Rezeptorantagonisten (Sartane) gegeben werden (3).

Diese vier Medikamentengruppen und ihre Stellvertreter stellen nicht nur das Grundgerüst der medikamentösen Therapie der KHK dar, sondern sind auch die Standardmedikamente der postoperativen Behandlung nach aortokoronarer Bypassoperation (3).

Postoperativ werden zusätzlich Diuretika nach symptomatischer Indikation zur Entwässerung und damit zur Senkung der Vor- und Nachlast verabreicht. Auch diese Medikamente haben eine prognoseverbessernde Wirkung (3).

## 1.2 Koronare Bypassoperation

### 1.2.1 Ätiologie und Epidemiologie

Die koronare Bypassoperation ist eine der Standardtherapien der Koronarrevaskularisationen weltweit (7). In Deutschland wurden 2007 ca. 63.000 koronare Bypassoperationen durchgeführt (8) (9) (10). Diese Zahl ist in den letzten 10 Jahren stetig gesunken (ca. 67.000 Operationen im Jahr 2000), wobei in den letzten zwei Jahren wieder eine leichte Steigerung zu erkennen war (8). Dieser Rückgang ist zurückzuführen auf die zunehmende Tendenz, die KHK mittels perkutaner Ballonangioplastie (PTCA) und/oder Stent-Implantationen zu therapieren (8). Dennoch ist die koronare Bypassoperation die Standardtherapie bei Mehrgefäß-erkrankungen.

1949 führten erstmals Vineberg *et al.* die Überbrückung von stenosierten Koronargefäßen durch die direkte Implantation einer Brustwandarterie ein (11). Das Verwenden der linken Brustwandarterie ist im Laufe der Jahre zum Standardverfahren der operativen Versorgung der KHK geworden, an dessen Langzeitergebnissen sich weitere Bypassgefäße messen lassen müssen (12).

Murray *et al.* verwendeten 1952 erstmals Venensegmente als Bypassmaterial, überbrückten aber mit diesen lediglich proximal und distale Anteile des gleichen Herzkranzgefäßes (13).

Als Geburtsstunde der aortokoronaren Bypassoperation wird meist der Mai 1967 genannt. In der Cleveland Clinic (Ohio, USA) anastomosierte Rene G. Favaloro ein Venensegment von der Aorta ascendens zu einem Herzkranzgefäß (14).

1973 verwendeten Carpentier *et al.* erstmals die Art. radialis als arterielles Bypassgefäß (15). Diese Technik wurde dann aber aufgrund des muskulären Typs der Arterie und der damit verbundenen erhöhten Spasmenneigung schnell wieder aufgegeben (15).

Erst Mitte der 90er-Jahre etablierten Acar und Calafiore die Art. radialis als aortokoronares Bypassgefäß, wobei Calafiore die zentrale Anastomose an der *in situ* liegenden Brustwandarterie bevorzugte (16) (17).

Als arterielle Bypassgefäße werden heute zusätzlich zu den beiden Brustwandarterien die Art. radialis dexter et sinister des rechten und linken Unterarms für die Versorgung des hy-

poxischen Myokard genutzt (15). Die Sauerstoffversorgung der Hand muss aber weiterhin durch die Art. ulnaris gewährleistet sein (18) (19).

Die Verwendung von aortokoronaren Venenbypässen ist in vielen Langzeitstudien der Verwendung von aortokoronaren arteriellen Bypassgefäßen unterlegen gewesen, so dass zunehmend eine arterielle Versorgung angestrebt wird (12) (20) (21) (22) (23).

### 1.2.2 Bypassmaterial

Die Gefäße, die als Bypassgefäße genutzt werden, sind redundant. Dies bedeutet, dass der Körper die Entnahme der Gefäße durch kollaterale Kreisläufe kompensieren kann und die Versorgung der entsprechenden Körperregion gewährleistet ist. Als Beispiel gilt hier die Art. radialis. Vor Entnahme dieser Arterie wird durch den klinischen Allen-Test die Versorgung der Hand mit sauerstoffreichen Blut ohne die Art. radialis getestet. In diesem Fall läuft der kollaterale Kreislauf über die Art. ulnaris. Bei einem positiven Allen-Test kann die Art. radialis als Bypassgefäß genutzt werden, ohne dass die Versorgung der Hand mit sauerstoffreichen Blut unterbrochen ist (17).

Bisher gibt es noch keinen weltweiten Konsens welche Arterienkombination bei Mehrgefäß-revaskularisation das bessere Langzeitergebnis bringt. Im asiatischen Raum wird seit Jahren vermehrt die Art. radialis benutzt. In Europa hat sich zur Zeit die rechte Brustwandarterie gegenüber der Art. radialis durchgesetzt. Eindeutig scheint momentan nur zu sein, dass die Langzeitergebnisse venöser Bypassgefäße schlechter sind, als die Ergebnisse arterieller Bypassgefäße (3) (8) (9) (22) (23) (24).

Die Verwendung der redundanten Arterie aus dem Bauchraum (Art. gastroepiploica) wird heutzutage aufgrund des notwendigen Zweihöhleneingriffs (thorakal und abdominal) und dem damit verbundenden erhöhten Infektionsrisiko in Deutschland nur noch bei speziellen Indikationen durchgeführt (8).

#### **Art. mammaria dexter et sinister**

Die Art. mammaria sinister (LIMA) wird aufgrund ihrer Lage seit den Anfängen der operativen Therapie vorzugsweise verwendet. Diese wird meistens *in situ* an die linke Koronararterie anastomosiert. Die American Heart Association empfiehlt in Ihren Leitlinien von 2004, die Verwendung der linken Brustwandarterie bei allen Patienten zu erwägen, die sich einer operativen Revaskularisation der linken Koronararterie unterziehen müssen (Empfehlungsgrad I, Evidenzgrad B nach den Kriterien der American Heart Association) (8).

Bei isolierten koronarchirurgischen Eingriffen wurden laut Bundesqualitätsreport im Jahr 2008 bei 92,5% der Operationen die LIMA verwendet (25).

Die guten Ergebnisse der LIMA in diversen Langzeitstudien führten zum Schluss, dass die rechte Brustwandarterie ähnliche Ergebnisse erreichen würde. In verschiedenen Studien

konnte gezeigt werden, dass die Verwendung beider Brustwandarterien in einer 20-Jahreüberlebenskurve der Verwendung einer einzelnen Brustwandarterie mit zusätzlichem venösen Koronarbypass signifikant überlegen ist (8) (9) (24).

### **Art. radialis**

Die Art. radialis gewann um die Jahrtausendwende immer mehr an Bedeutung. Die mittelfristigen Offenheitsraten der Art. radialis lag in einer Studie von Iaco *et al.* nur geringfügig unter denen der Brustwandarterien, wobei die linke Brustwandarterie meistens an die linke Koronararterie anastomosiert wurde und die Art. radialis an eine andere Koronararterien anastomosiert wurde. Die Autoren der gleichen Studie stellten auch fest, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen proximaler Anastomose an der Aorta ascendens und der linken Brustwandarterie gibt (26).

Bei der konventionellen Entnahmetechnik der Art. radialis treten manchmal Komplikationen wie Sensibilitätsstörungen, postoperativen Schmerzen, Wundheilungsstörungen und Hämatombildung auf (27) (28). Zur Reduzierung dieser Komplikationen wurde in den letzten Jahren eine Methode zur minimal-invasiven Entnahme der Art. radialis entwickelt. Mit Hilfe eines Kaltlichtretraktors wird die Art. radialis in minimalinvasiver Technik mit nur einem oder maximal zwei Hautschnitten auf gleicher Länge wie bei der konventionellen Technik aus dem Unterarm des Patienten entfernt. Die mittelfristigen Ergebnisse zeigen in Bezug auf die Offenheit der Art. radialis keine signifikanten Unterschiede (29).

Die schwerwiegenden Risiken der Entnahme der Art. radialis wurde 2001 von Greene und Malias untersucht. Sie stellten in ihrer Studie fest, dass das Risiko einer schwerwiegenden Komplikation am Arm nach der Entnahme der Art. radialis unabhängig vom Alter sehr gering sei. Bei keinem der insgesamt 343 operierten Patienten bei denen die Arterie entnommen wurde, wurden postoperativ Symptome der Ischämie beobachtet (28).

Aufgrund des muskulären Typs dieser Arterie im Vergleich zum elastischen Typs der Brustwandarterien wurde ihr Einsatz aber immer kritisch gesehen, da dieser Arterientyp häufiger Spasmen aufweist als der elastische Typ (15).

Neuste Studien haben gezeigt, dass die Offenheitsrate abhängig vom Stenosegrad des Koronargefäßes ist. So konnte gezeigt werden, dass die Offenheitsrate der Art. radialis bei Anastomose mit Koronargefäßen mit einer Stenose von über 70% signifikant höher ist, als bei Anastomose an Koronargefäße mit Stenosen von unter 70%. Die Autoren der Studie ge-

hen davon aus, dass der restliche Fluss in den Koronargefäßen mit Stenosen von unter 70% dazu führt, dass die Art. radialis aufgrund ihres muskulären Typs häufiger Spasmen aufweist (30)

## **Venen**

Die Verwendung von Venen als Grafts geht bis auf die Anfänge der koronaren Bypasschirurgie zurück. Als erstes verwendeten Murray *et al.* im Jahr 1952 Venensegmente zur Überbrückung von stenosierten Arealen der Koronargefäße (13). 15 Jahre später transplantierten Favalaro *et al.* erstmals ein Venensegment von der Aorta zur LCA (14).

Am häufigsten wird heutzutage die Vena saphena magna aus dem Unterschenkel des Patienten verwendet. Aufgrund der oberflächlichen Lage dieser Vene ist eine Entnahme im Vergleich zu tiefer gelegenen Venen deutlich komplikationsloser und zusätzlich erfüllt diese Vene das Kriterium der Redundanz.

Die Entnahme der Venen erfolgt heutzutage überwiegend minimalinvasiv. Die minimalinvasive Entnahme hat zu einer Reduktion der postoperativen Schmerzen und zu einer Reduktion der Wundheilungsstörungen geführt. Bei der Implantation der Venen ist aufgrund der Venenklappen eine Umkehr des Flusses in den Venen notwendig, so dass das ehemals distale Ende als proximales Ende implantiert werden muss (31).

### 1.2.3 Komplett bzw. überwiegend arterielle koronare Bypassoperation

Als komplette arterielle koronare Bypassoperation bezeichnet man eine koronare Bypassversorgung mit ausschließlich arteriellen Grafts. Als überwiegend arterielle Koronarversorgung wird eine Bypassoperation mit vorwiegend arteriellen Grafts bezeichnet, wobei zusätzlich venöse Grafts verwendet werden. Die venösen Bypassgefäße werden aber meistens auf kleinere distale Koronaräste anastomosiert.

Loop *et al.* zeigten schon 1986 mit ihrer Studie, dass die LIMA hinsichtlich der Offenheitsrate nach 10 Jahren (90 Prozent versus 60 Prozent) dem venösen Bypassgefäßen der Vena saphena magna überlegen war (20). Dies war der erste Schritt zur vermehrten Verwendung arterieller Bypassgefäße.

Der Aussicht auf verbesserte Langzeitergebnisse stehen die Nachteile der Verwendung von Arterien gegenüber. Arterielle Conduite weisen kleinere Durchmesser, kürzere Längen und größere Vulnerabilität im Vergleich zu Venengrafts auf und stellen somit größere Anforderungen an das manuelle Geschick des Operateurs (5). Ebenso muss bei der Verwendung von arteriellen Gefäßen die verminderte Versorgung mit sauerstoffreichem Blut im Bereich der Entnahmestelle beachtet werden.

Aufgrund der begrenzten Anzahl arterieller Bypassgefäße müssen bei Mehrgefäßerkrankungen teilweise dennoch venöse Bypassgefäße verwendet werden. Aufgrund der schlechteren Langzeitergebnisse hat man in den letzten Jahren weitere Möglichkeiten kompletter arterieller Versorgungen entwickelt.

Ein Schritt in Richtung kompletter arterielle Revaskularisation ist die Möglichkeit Bypassgefäße sequentiell auf zwei Herzkranzgefäße zu anastomosieren, so dass das eine Koronargefäß Seit-zu-Seit und das andere Bypassgefäß End-zu-Seit mit dem Bypassgefäß vernäht wird. Diese Technik nennt man Jump-Anastomose (10).

### 1.2.4 Additiver und logistischer EuroSCORE

Als präoperativer Schätzwert des peri- und postoperativen Risikos gilt bei Herzoperationen in Europa der seit 1995 entwickelte European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (EuroSCORE). Dieser wurde von Roques *et al.* in Frankreich entwickelt und gilt seit 1999 als präoperative Standardanalyse der peri- und postoperativen Mortalität (32).

In der Studie wurden die Daten von fast 20.000 Patienten in 128 Krankenhäusern in acht europäischen Ländern analysiert. Es wurden von jedem Patienten 97 Risikofaktoren gesammelt. Die Analyse der Daten führte dann zum additiven EuroSCORE Punktesystem (siehe Tabelle 3). Dieser zählt nun 17 verschiedenen Risikofaktoren, die entsprechend ihrer Bedeutung hinsichtlich der 30-Tage-Letalität nach einer herzchirurgischen Operation verschiedene Punktwerte bekommen.

Nach Addition der Punkte ergeben sich drei Risikoklassen. Die erste Klasse mit Punktwerten von null bis zwei wird als Niedrigrisikoklasse bezeichnet und weist ein Mortalitätsrisiko von 0,56% bis 1,1% auf. Die zweite Gruppe mit Punktwerten von drei bis fünf wird als mittlere Risikoklasse bezeichnet (Mortalitätsrisiko: 2,62%-3,51%). Die Hochrisikoklasse mit Punktwerten von über fünf bildet die dritte Klasse (Mortalitätsrisiko: 10,25%-12,16%) (33).

2003 überarbeiteten Roques *et al.* den additiven Euroscore und führten den logistischen EuroSCORE ein (34). Dieser soll eine exaktere Einschätzung besonders der Hochrisikogruppe bezüglich der 30-Tage-Mortalität erreichen. Dazu wurden die 17 Risikofaktoren mit einem Beta-Koeffizienten versehen, um mit Hilfe der Formel

$$\frac{e^{(\beta_0 + \sum \beta_i X_i)}}{1 + e^{(\beta_0 + \sum \beta_i X_i)}}$$

die vorhergesagte Mortalität zu bestimmen, wobei gilt:

- $e$  ist der natürliche Logarithmus:  $e = 2,718281828$ .
- $\beta_0$  ist die Konstante der logarithmischen Beziehungsgleichung:  $\beta_0 = - 4,789594$ .
- $\beta_i$  ist der Koeffizient der Variablen  $X_i$ .
- $X_i = 1$  bei Vorliegen eines Risikofaktors,  $X_i = 0$  bei Nichtvorliegen eines Risikofaktors.

- Bezüglich des Alters gilt  $X_i = 1$  bei einem Lebensalter  $< 60$  Jahre; pro Lebensjahr  $\geq 60$  Jahre steigt  $X_i$  um 1 Punkt.

Der additive EuroSCORE zeigte nach der zusammenfassenden Studie von Gogbashian *et al.* von 2004, in die sechs Studien bezüglich des EuroSCORE Eingang fanden, dass der additive EuroSCORE die frühe postoperative Mortalität in den niedrigen Risikogruppen überschätze und die frühe postoperative Mortalität in der Hochrisikogruppe unterschätze (35).

Michel *et al.* sehen in einer im Jahr 2003 veröffentlichten Studie die größte Überlegenheit des logistischen EuroSCORE gegenüber dem additiven EuroSCORE im Hinblick auf die Hochrisikopatienten. Der logistische EuroSCORE weist jedem Patienten ein postoperatives Mortalitätsrisiko von 0,88% aus. Dieses Risiko steigt nach der oben genannten Formel. Mit dem logistische EuroSCORE ist eine viel genauere Risikostratifizierung für jeden einzelnen Patienten möglich (36).

Tabelle 3: EuroSCORE Risikofaktoren mit additiven und logistischen Werten

Parameter		Additiver Wert	Logistischer $\beta$ -Wert
<b>Alter</b>	additiv: 60-64 (1), 65-69 (2), 70-74 (3) usw. logistisch: < 60 (1), < 61 (2), < 62 (3) usw.	(6)	0,0666354
<b>Geschlecht</b>	Weiblich	(1)	0,3304052
<b>Chronische Lungenerkrankung</b>	Langzeitanwendung von Bronchodilatoren oder Steroiden	(1)	0,4931341
<b>Extrakardiale Arterienerkrankung</b>	Claudicatio, A. carotis interna Verschluss oder Stenose > 50%, vorausgegangene oder indizierte Operation an der Aorta, den Arterien der unteren Extremitäten oder den Karotiden	(2)	0,6558917
<b>Neurologische Erkrankung</b>	Erkrankungen, die die Fortbewegung oder den Alltagsablauf einschränken	(2)	0,841626
<b>Reoperation</b>	vorangegangene Perikarderöffnung	(3)	1,002625
<b>Serumkreatinin</b>	präoperativer Kreatinin > 200 $\mu$ mol/l	(2)	0,6521663
<b>Aktive Endokarditis</b>	mit stetiger Antibiotikatherapie	(3)	1,101265
<b>Kritischer präoperativer Zustand</b>	eines oder mehrere aus folgenden: Z.n. Reanimation, Beatmung, präoperativ IABP, präoperativ katecholaminpflichtig, Nierenversagen, Oligurie < 10 ml/h, Kammertachykardie, Kammerflimmern, Asystolie	(3)	0,9058132
<b>Instabile Angina Pectoris</b>	Nitrate bis zur Operation	(2)	0,5677075
<b>Linksventrikuläre Funktion</b>	Ejektionsfraktion 30-50%	(1)	0,4191643
	Ejektionsfraktion < 30%	(3)	1,094443
<b>Frischer Myokardinfarkt</b>	vor weniger als 90 Tage	(2)	0,5460218
<b>Pulmonale Hypertonie</b>	systolisch PA > 60 mmHg	(2)	0,7676924
<b>Notfallindikation</b>	Operation sofort oder vor Beginn des nächsten Arbeitstages	(2)	0,7127953
<b>Kombinationseingriff</b>	keine isolierte aortokoronare Bypassoperation	(2)	0,5420364
<b>Thorakaler Aorteneingriff</b>	Eingriffe an der Aorta ascendens, Aortenbogen oder Aorta descendens	(3)	1,159787
<b>Septumruptur</b>	Septumruptur des Myokards	(4)	1,462009

### 1.2.5 Body Mass Index (BMI)

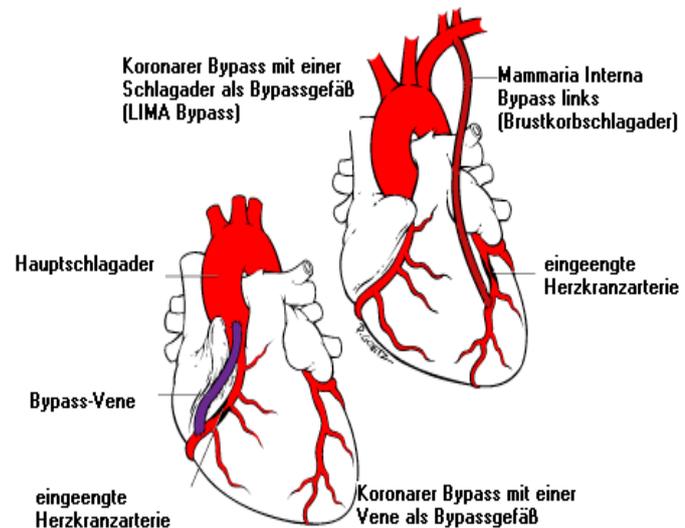
Der BMI ist der Quotient aus Gewicht und Körpergröße zum Quadrat ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Die World Health Organisation (WHO) hat in ihren Leitlinien von 2000 einen BMI von über  $25\text{kg}/\text{m}^2$  als Übergewicht festgelegt. Die WHO spricht bis zu einem BMI von  $29.9\text{ kg}/\text{m}^2$  von Präadipositas, ab einem BMI  $\geq 30\text{ kg}/\text{m}^2$  gilt der Patient als adipös.

Die WHO teilt die Adipositas in drei Grade ein, wobei Grad I von  $30\text{ kg}/\text{m}^2$  bis  $34,9\text{ kg}/\text{m}^2$ , Grad II von  $35\text{ kg}/\text{m}^2$  bis  $39,9\text{ kg}/\text{m}^2$  und Grad III mit Werten über  $40\text{ kg}/\text{m}^2$  definiert ist. Große prospektive Studien haben gezeigt, dass ein steigender BMI mit einer zunehmenden Verkürzung der Lebenserwartung verbunden ist (37) (38).

Mit höherem Lebensalter schwächt sich das Mortalitätsrisiko von adipösen Personen jedoch ab (39). Die Auswirkung der Adipositas auf die Mortalität hat sich in den letzten 30 Jahren durch eine verbesserte medikamentöse Therapie verringert (40).

## 1.2.6 Operationsverfahren

Die koronarchirurgische Operation ist weitestgehend standardisiert. Nach Zugang zum Herzen über eine mediane Sternotomie und Vollheparinisierung erfolgt der Anschluss an die Herz-Lungen-Maschine (HLM). Dazu wird die Aorta ascendens und der rechte Vorhof kanüliert. Es folgt die Abklemmung der Aorta ascendens und die Ruhigstellung des Herzens mittels Kardioplegie. Die HLM kühlt das Blut, so dass der Körper auf circa 32°C zum Schutz der Organe abkühlt. Nun kann am ruhiggestellten Herzen in Hypothermie die koronare Revaskularisation erfolgen. Dazu werden zuerst die peripheren Anastomosen gesetzt, wobei die Anastomose distal der Stenose der Koronararterie gesetzt wird.



**Abbildung 2:** Koronare Bypassanlage *in situ* der Art. mammaia sinister und aortokoronare Bypassanlage mit Vene (48)

Nach Fertigstellung der distalen Anastomosen wird zunächst das Blut durch die HLM langsam wieder bis zu einer Körpertemperatur von 36°C erwärmt. Nun beginnt das Herz entweder sich wieder spontan zu kontrahieren oder wird mittels Defibrillation zum Schlagen gebracht. Bei ausreichender Pumpleistung des Herzens kann von der HLM abgegangen werden. Die proximalen bzw. zentralen Anastomosen werden in der Regel entweder an der partiell abgeklemmten Aorta oder in T-Graft-Technik an die Brustwandarterie anastomosiert. Teilweise wird eine zentrale Anastomose an die Kanülierungsstelle der HLM an der Aorta ascendens genäht, um weitere Stanzlöcher der Aorta ascendens zu vermeiden.

Nur die Bypässe die von der Aorta zu den Herzkranzgefäßen gehen dürfen eigentlich aortokoronare Bypässe genannt werden, doch auch in der Literatur wird unsauber mit dem Begriff gearbeitet, so dass auch *in situ* belassene koronare Bypassgefäße wie die linke Brustwandarterie als aortokoronare Bypässe bezeichnet werden.

Am Ende der Operation werden die angelegten Bypässe mittels Flussmessung auf ihre Offenheit kontrolliert. Heparin wird mittels Protamin antagonisiert und der Brustkorb nach

ausreichender Blutstillung verschlossen. Vorher werden ins Perikard und in den Brustkorb Wunddrainagen gelegt sowie passagere Schrittmacherelektroden an den rechten Vorhof und die rechte Kammer genäht.

### **1.2.7 Operationsrisiken**

Die aortokoronare Bypassoperation ist eine seit 1967 durchgeführte Operation, die mittlerweile weltweit zu den häufigsten Operationen am Herzen zählt. Von den 150 000 Herzoperationen in Deutschland im Jahr 2007 waren etwa 44 Prozent aortokoronare Bypassoperationen (25).

Laut dem Bericht 2008 der Bundesgeschäftsstelle für Qualitätssicherung für isolierte koronarchirurgische Eingriffe lag die frühe In-Hospital-Letalität 2008 in Deutschland bei 3,1%. Die 30-Tages-Mortalität wird bei einer Datenvollständigkeit von 73,7% mit 3,0% angegeben (25). Eine Risikostratifizierung in Bezug auf die postoperative Mortalität liefert der präoperativ erhobene additive und logistische EuroSCORE (siehe Kapitel 1.2.4).

Aber auch andere postoperative Risiken treten bei Patienten mit hohem logistischem EuroSCORE deutlich häufiger auf als bei Patienten mit niedrigerem Risikoscore.

Zu den wichtigen postoperativen Risiken zählen (Häufigkeit laut BQS-Bericht 2008):

- **Myokardinfarkt (1,5%)**
- **Postoperative Retentionsstörungen (1,8%)**
- **Neurologische Komplikationen (1,8%)**
- **Mediastinitis (0,5%)**
- **Vorhofflimmern bei Entlassung (5,5%)**
- **Oberflächliche Wundinfektionen (k. A.)**
- **Wundheilungsstörungen (k. A.)**

Patienten mit einem präoperativen Myokardinfarkt erleiden postoperativ häufiger einen Myokardinfarkt als Patienten ohne präoperativen Myokardinfarkt. Durch Anastomosenstenosen kann es frühzeitig zu einem Verschluss eines Bypassgefäßes kommen und somit zu einer erneuten Hypoxie im betreffenden Myokardareal, die dann wiederum zu einem Myokardinfarkt führen kann.

Laut BQS-Bericht weisen 16,8% aller Patienten mit einem Low cardiac Output und Versorgung mit einer intraarteriellen Ballonpumpe (IABP) postoperative Retentionsstörungen auf. Diabetes Mellitus, erhöhtes Alter (>70 Jahre) und verlängerte Aortenabklemmzeit führen laut dem Bericht nicht zu einer postoperativen Nierenfunktionsstörung (25).

Neurologische Komplikationen treten vor allem durch Lösen eines Thrombus mit Einschwemmung in die versorgenden Arterien des Cerebrums und Stenosierung dieser auf. Intraoperativ ist die Gefahr beim Kanülieren und Dekanülieren der Aorta und beim Abklemmen und Lösen der Klemme der Aorta am größten (31).

Die postoperativ auftretenden Wundinfektionen können sowohl an den Entnahmestellen der Grafts auftreten als auch im eigentlichen OP-Gebiet im Bereich des Brustkorbes. Eine Infektion im Brustkorbbereich ist gefürchtet und bedarf einer intensiven Behandlung.

Man unterscheidet bei diesen Infektionen die oberflächliche Infektionen (Wundinfektionen) und die tiefe Infektionen (Mediastinitis). Oberflächliche Wunden müssen antibiotisch und gegebenenfalls mit antiseptischen Spülungen behandelt werden, damit ein Eindringen der pathogenen Keime in die Tiefe verhindert wird.

Infiziert sich der Knochen oder kommt es zu einer tiefen Wundinfektion ist meist eine mehrmalige operative Versorgung der Wunde mit Ausräumung von infiziertem Gewebe und eine offenen Wundbehandlung nötig. Diese Prozedur kann sich über mehrere Wochen hinziehen.

Wundheilungsstörungen können sowohl septisch als auch aseptisch sein. Aseptische Wundheilungsstörungen treten bei Minderdurchblutung der Haut (z.B. bei großflächiger subkutaner Präparation) auf. Ein Risikofaktor für eine Wundheilungsstörung ist unter anderem Diabetes Mellitus.

Im Bereich des Sternums kann es postoperativ zu einer Pseudoarthrose des Sternums kommen, die unter Umständen eine operative Versteifung mit Neuverdrahtung des Sternums bedeutet.

Die intraoperativen Komplikationen beziehen sich hauptsächlich auf die Verletzung anliegender Gefäße, Nerven und Organe. Sie sind vor allem vom Operationsgeschick des Operateurs abhängig, sind aber teilweise auch aufgrund von Verwachsungen (frühere Operationen oder Infektionen im OP-Gebiet) nicht zu vermeiden.

Aber auch während der Operation eingesetzten Geräte wie Klemmen und die Herz-Lungen-Maschine (HLM) können zu intraoperativen Komplikationen führen und teilweise lebensbedrohlich sein.

Zu den intraoperativen Komplikationen zählen:

- **Gefäßverletzungen**, meist können diese durch Ligation bzw. Neuanlage behoben werden
- **Nervenverletzungen**, hier speziell die Durchtrennung des Nervus phrenicus, welche zu einer Zwerchfellparese führt.
- **Verletzungen der Lunge**, häufige Komplikation ist die Eröffnung der Pleura, bei Verwachsungen kann es auch zu Verletzungen eines oder mehrerer Lungenflügel kommen
- **Verletzungen des Herzens**, dabei können sowohl Klappen als auch Myokardanteile durch Klemmen und Kanülen verletzt werden
- **Myokardinfarkt**, durch Mobilisation bzw. Verlegung von Koronararterien können diese eingeeengt werden, was zu einer Minderperfusion des Myokards mit irreversibler Schädigung führen kann. Auch intraoperativer Stress kann zu einer Stenose von Koronararterien führen.
- **Thromboembolien**, nach Setzen und Lösen der Gefäßklemmen können sich Thromben lösen und zu Gefäßverschlüssen führen, meist sind kraniale Gefäße betroffen
- **Blutgerinnungsstörungen durch HLM**, aufgrund Heparinisierung sehr selten
- **Perfusionsschäden durch Kühlung und/oder verminderter Sauerstoffsättigung in der Peripherie**, Zellen können durch die Kühlung auf 32°C und/oder durch eine unzureichende Sauerstoffsättigung geschädigt werden, was im Extremfall zu Organschäden bzw. -ausfällen führen kann
- **Infektionen durch Bluttransfusionen**, jede Bluttransfusion birgt ein statistisches Risiko für eine schwerwiegende Infektion mit zum Beispiel Hepatitis C Viren oder HIV

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Material

#### 2.1.1 Ein- und Ausschlusskriterien

In diese retrospektive Studie wurden alle Patienten aufgenommen, die im Universitären Herzzentrum Hamburg in den Jahren 2001 bis 2005 sich einer koronaren Bypassoperation unterzogen.

Folgende Kriterien mussten erfüllt sein:

- **isolierte koronare Bypassoperation**
- **Verwendung von mindestens zwei arteriellen Grafts**
- **Wohnort in Deutschland**

Die Auswahl erfolgte mittels Computer- und Aktenrecherche. Nach zugrundelegen dieser Kriterien wurden 714 Patienten in diese Studie aufgenommen.

#### 2.1.2 Aktenrecherche

Als erstes wurde in dieser retrospektiven Studie eine Vorauswahl der Patienten mit Hilfe der Operationsberichte anhand der Einschlusskriterien erstellt. Im zweiten Schritt wurden die Akten der einzelnen Patienten in den verschiedenen Archiven des UHZ gesichtet und die Daten zu jedem einzelnen Patienten in eine SPSS-Datenbank eingegeben.

Die gesammelten Daten setzten sich aus den prä-, peri- und postoperativen laborchemischen und klinischen stationären Daten zusammen. Diese sind in Tabelle 4 aufgeführt. Die stationären Daten konnten vollständig in die SPSS-Datenbank eingetragen werden.

Neben den postoperativen stationären Daten wurden vorhandene Rehabilitationsberichte in die Datenbank eingegeben. Bei den Rehabilitationsdaten wurden vor allem die Untersuchungsergebnisse dokumentiert, zusätzlich wurden die sozialmedizinische Wiedereingliederung und die Entlassungsmedikationen in die Datenbank übernommen (siehe Tabelle 5).

Tabelle 4: Aufzählung stationär erhobener Daten in dieser Studie

Erhebungszeitpunkt	Daten	Kriterien
<b>stationärer Aufenthalt (retrospektiv)</b>	Stammdaten	Name, Vorname, Behandlungsnummer, Geburtsdatum, Körpergröße, Körpergewicht, Aufnahme- und Operationsdatum, Entlassungsdatum, Geschlecht
	präoperative Ereignisse	Angina pectoris, Dyspnoe, Karotisstenose, Niereninsuffizienz, pulmonale Hypertonie, Myokardinfarkt, periphere arterielle Verschlusskrankheit, Z.n. Bypassoperation, Z.n. Stentimplantation, Notfallindikation, COPD, HLP, arterieller Hypertonus, Nikotinkonsum, Reanimationspflichtigkeit, Diabetes Mellitus, zerebrale Durchblutungsstörung, durchschnittlicher Stenosegrad Koronararterien, Anzahl der stenosierten Koronararterien, Einnahme Thrombozytenaggregationshemmer (ASS und Clopidogrel), linksventrikuläre Funktion
	perioperative Ereignisse	Verwendung welcher Arterien, Verwendung von Venen, zentrale und periphere Anastomose, intraoperative Komplikationen, Operations-, ECC- und Ischämiezeit
	postoperative Ereignisse	Aufenthaltsdauer Intensivstation, Blutungsmenge, Blutkonserventransfusionen, CK und CK-MB, erneute Operation, Rhythmusstörungen, Wundheilungsstörungen, linksventrikuläre Funktion, Niereninsuffizienz, Myokardinfarkt, Komplikationen, Koronarangiographien, kardiale Entlassungsmedikation, Mortalität, zerebrale Durchblutungsstörung

Tabelle 5: Aufzählung poststationär erhobener Daten in dieser Studie

Erhebungszeitpunkt	Daten	Kriterien
<b>Rehabilitationsaufenthalt (retrospektiv)</b>	postoperative Ereignisse	Angina pectoris, Belastungs-ergometrie, Myokardinfarkt, Niereninsuffizienz, Koronarangiographien, Komplikationen, kardiale Entlassungsmedikation, soziale Wiedereingliederung, Mortalität, zerebrale Durchblutungsstörung
<b>Patientenbefragung</b>	postoperative Ereignisse	postoperative Beschwerden, Angina pectoris, Dyspnoe, Myokardinfarkt, Koronarangiographien, subjektive Einschätzung der Leistungsfähigkeit präoperativ, 1 Jahr nach Operation und zum Befragungszeitpunkt, Einverständnis zur Befragung der weiterbehandelnden Ärzte
<b>Befragung der weiterbehandelnden Ärzte</b>	postoperative Ereignisse	Gewicht, Ergebnis Belastungs-ergometrie, Echokardiographie und Koronarangiographie, maligne Erkrankungen, Mortalität, Niereninsuffizienz, zerebrale Durchblutungsstörung, Diabetes Mellitus, COPD, periphere arterielle Verschlusskrankheit, derzeitige medikamentöse Therapie

### **2.1.3 Patientenbefragung**

Die Patientenbefragung erfolgte über einen Fragebogen (siehe Anhang). Es wurden alle Patienten mit Ausnahme der stationär verstorbenen Patienten angeschrieben.

Der Fragebogen wurde sehr kurz gestaltet. Die Fragen zielten im wesentlichen auf das subjektive Empfinden im Hinblick auf die Stadieneinteilungen der New York Heart Association in Bezug auf vorhandene Dyspnoe und der Canadian Cardiovascular Society in Bezug auf vorhandene Angina pectoris Beschwerden ab.

Ein Hauptinteresse bestand auch in der Frage nach einer postoperativ durchgeführten Koronarangiographie. Zusätzlich wurde noch die retrospektive Leistungseinschätzung der Patienten präoperativ, ein Jahr nach Operation und zum Befragungszeitpunkt abgefragt.

Dem Fragebogen wurden ein Anschreiben und eine Einverständniserklärung für die Weitergabe von Untersuchungsergebnissen der weiterbehandelnden Ärzte beigelegt.

Zur Steigerung des Rücklaufes von Fragebögen, wurde versucht, die Patienten, die innerhalb einer Frist von 2 Monaten nicht geantwortet haben, unter der zum stationären Aufenthalt angegebenen Telefonnummer telefonisch zu erreichen. Teilweise konnte so der Fragebogen telefonisch ausgefüllt werden oder die Patienten sendeten den Fragebogen nachträglich zu.

#### **2.1.4 Befragung der weiterbehandelnden Ärzte**

Um die subjektiven Antworten der Patienten zu objektivieren, erfolgte nach Abschluss der Patientenbefragung mit dem Einverständnis der Patienten die Befragung der jeweiligen weiterbehandelnden Ärzte.

Die weiterbehandelnden Ärzte (Kardiologen und Hausärzte) wurden angeschrieben und gebeten, ihre postoperativen Untersuchungsergebnisse mitzuteilen. Zur Unterstützung wurde ein einseitiger Fragebogen beigelegt (siehe Anhang).

Die weiterbehandelnden Ärzte wurden gebeten Körpergewicht, Ruhe- und Belastungs-EKG, Koronarangiographien, postoperativ neuaufgetretene Risikofaktoren der Arteriosklerose und ischämische Ereignisse anzugeben.

Neben den kardialen Untersuchungsergebnissen wurden die Ärzte auch nach neuaufgetretenen malignen Erkrankungen gefragt. Die weiterbehandelnden Ärzte wurden weiterhin gebeten die aktuelle Medikation der Patienten anzugeben.

Die Ergebnisse wurden nur in die Datenbank übernommen, wenn der weiterbehandelnde Arzt den Patienten innerhalb des letzten Jahres gesehen hat. Zusätzlich wurde jede bekannte postoperative Koronarangiographie und Ergometrie in die Datenbank übernommen.

## 2.2 Methoden

### 2.2.1 Definition: kardiales Ereignis

Aufgrund einer Vielzahl von postoperativ gesammelten Daten musste ein kardiales Ereignis definiert werden, welches als Marker für das kardiale Outcome der Patienten angesehen werden kann. Die Einteilung erfolgte rein klinisch und basiert auf keiner Evidenz gesicherten Grundlage. Ein kardiales Ereignis gilt als aufgetreten, wenn eines oder mehrere der folgenden Parameter postoperativ dokumentiert werden konnte.

Kriterien des kardialen Ereignisses:

- **postoperativ aufgetretener Myokardinfarkt**
- **kardialer Tod**
- **NYHA Stadium  $\geq$  III**
- **CCS Stadium  $\geq$  III**
- **instabile Angina pectoris**

Zur Definition des kardialen Ereignisses wurden zum einen die Parameter postoperativer Myokardinfarkt und kardialer Tod herangezogen, wobei festgelegt wurde, dass auch eine Todesursache unbekannter Genese als kardialer Tod zu bewerten sei.

Desweiteren wurden zwei Parameter der kardialen Leistungsfähigkeit bzw. das Auftreten oder die Verschlechterung der Symptome Angina pectoris (AP) und Dyspnoe herangezogen, die sowohl subjektiv durch die Patienten im Rahmen der Befragung als auch objektiv durch Untersuchungsergebnisse der weiterbehandelnden Ärzte Eingang in die Bewertung fanden.

Ein positives kardiales Ereignis wurde bei allen Patienten dokumentiert, die nach den subjektiven und objektiven Kriterien New York Heart Association (NYHA) in die Stadien NYHA III und IV eingeordnet wurden. Die Einteilung der Kurzatmigkeit (Dyspnoe) erfolgt nach den Richtlinien der NYHA zur Einteilung von Herzkrankheiten (siehe Tabelle 2). Die präoperative Einteilung resultiert aus den anamnestischen Einschätzungen der Patienten. Als Beschwerdekriterium wurde nur die Dyspnoe zugrunde gelegt.

Zudem wurde festgelegt, dass ein positives kardiales Ereignis auch bei Patienten dokumentiert wird, bei denen die Symptome der AP nach den Kriterien der Canadian Cardiovascular

Society (CCS) eine Einteilung in die Stadium CCS III oder IV ergaben. Dabei bekamen Patienten den Wert CCS 0, wenn ein Belastungs-EKG bis zur Maximalbelastung ohne AP-Beschwerden vorlag. In die Kategorie CCS 1 wurden die Patienten ohne AP-Symptome, bei denen kein Belastungs-EKG vorlag, eingeteilt. Zusätzlich wurden Patienten, die bei Maximalbelastung AP-Symptome zeigten, in diese Kategorien eingeteilt. Eingeteilt in die Kategorie CCS II – III wurden die Patienten, die progrediente Symptome aufwiesen, deren Beschwerden aber dennoch stabil waren.

Zusätzlich zu den Kriterien der CCS gilt eine postoperativ aufgetretene instabile AP auch als kardiales Ereignis. Fasst man alle Kriterien zusammen, die ein kardiales Ereignis beschreiben, erhält man ein kardiales Outcome, welches als Erfolgskriterium der koronaren Bypassoperation gesehen werden kann.

## 2.2.2 Statistische Analyse

Die Auswertung wurde mit SPSS Version 14 durchgeführt.

Eine mögliche stochastische Unabhängigkeit zweier statistischer Merkmale mit beliebiger Skalierung wurde mit Hilfe des  $\chi^2$ -Test (Chi-Quadrat-Test) nach Pearson berechnet.

Das Signifikanzniveau wurde dabei immer mit 5% festgelegt, das heißt, p-Werte kleiner 0,05 sind als statistisch signifikant zu bezeichnen.

Zum Vergleich der Patienten, deren Daten postoperativ vorhanden sind (Responder), mit den Patienten, deren Daten postoperativ nicht vorhanden sind (Nonresponder), wurde der Cohen-Kappa-Koeffizient ermittelt.

Der Cohen-Kappa-Koeffizient misst die Übereinstimmung zwischen zwei Gruppen. Ein Wert von 1 bedeutet perfekte Übereinstimmung. Ein  $\kappa$ -Wert von 0 bedeutet, dass die Übereinstimmung nicht über das Zufallsbedingte Maß hinausgeht.

Landis und Koch sprechen bei  $\kappa$ -Werten von 0-0,2 von „etwas (slight) Übereinstimmung“, so dass berechnete  $\kappa$ -Werte in diesem Bereich auf einen Unterschied der Gruppen hinweisen können.  $\kappa$ -Werte von 0,21-0,40 bezeichnen Landis und Koch als „ausreichende (fair) Übereinstimmungen. Negative  $\kappa$ -Werte können als „schlechte Übereinstimmung (poor agreement)“ bewertet werden und lassen auf einen signifikanten Unterschied der beiden Gruppen schließen (41).

Die Gleichung für Cohens Kappa lautet

$$\kappa = \frac{p_0 - p_c}{1 - p_c}$$

wobei  $p_0$  der gemessene Übereinstimmungswert der beiden Schätzer und  $p_c$  die zufällige Übereinstimmung ist.

Zur multivariaten Analyse diskreter, abhängiger Variablen wurde die Analyse mittels logistischer Regression gewählt. Dabei gilt für die abhängige Variable, sie darf nur zwei Werte annehmen, das heißt, nur den festen Wert a, wenn ein Ereignis aufgetreten ist, und den festen Wert b, wenn dieses Ereignis nicht aufgetreten ist.

Mit einer Erweiterung der logistischen Regression ist es auch möglich Abhängigkeiten von Einflussvariablen mit mehr als zwei Werten festzustellen.

Die Einflüsse der unabhängigen Variablen auf die abhängige Variable (Zielvariable) können mit einer Erweiterung der logistischen Regression als Einflüsse auf die Wahrscheinlichkeit der Zielvariablen aufgefasst werden.

SPSS gibt im Rahmen der logistischen Regressionsmessung sowohl eine Signifikanz  $p$  als auch eine OddsRatio  $\text{Exp}(\beta)$  an, so dass nicht nur eine Aussage über die statistische Signifikanz, sondern auch über die relative Risikozunahme eines Ereignisses in Bezug auf das auftreten oder nicht auftreten einer Variablen möglich ist.

Die Varianzanalyse (engl. analysis of variance, ANOVA) ist ein Instrument zum Aufspüren der Faktoren in einem multivariaten Modell, die das Modell am stärksten beeinflussen. Das kann auf die Frage reduziert werden, ob der Mittelwert mehrerer Stichproben immer gleich ist. Die Proben sind im Allgemeinen nicht voneinander unabhängig und stammen meist aus einem faktoriellen Versuchsplan (engl. factorial design)

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Gesamtpopulation

In diesem Kapitel wird die Gesamtpopulation mit allen prä-, peri-, und postoperativen Ereignissen und Ergebnissen beschrieben. Dabei sind hier nur Häufigkeiten abgebildet, die die gesamte Population von 714 Patienten betreffen. Teilweise fehlen die Daten von Patienten zu bestimmten postoperativen Ereignissen (siehe Kapitel 2.1).

Die stationären Daten liegen von 714 Patienten (100%) vollständig vor. Insgesamt antworteten 483 Patienten was einem Rücklauf von 68,9% entspricht. Zur Steigerung des Rücklaufes wurde versucht, die restlichen Patienten telefonisch zu erreichen und anhand des Fragebogens zu befragen, so dass schließlich in Zusammenarbeit mit den weiterbehandelnden Ärzten die poststationären Daten von 572 Patienten (80,1%) ermittelt werden konnten.

#### 3.1.1 Präoperative Ergebnisse

##### Operationsjahr

Im Universitären Herzzentrum Hamburg wurden im Jahr 2005 654 isolierte koronare Bypassoperationen mit Herz-Lungen-Maschine durchgeführt. Davon wurden bei 169 koronaren Bypassoperationen mindestens zwei arterielle Bypassgefäßen verwendet.

Im Jahr 2001 betrug diese Zahl noch 58, wobei die Gesamtzahl der Operationen an den Herzkranzgefäßen 518 betrug. Hier ist sowohl eine Steigerung der Gesamtanzahl der koronaren Bypassoperationen, als auch eine prozentuale Zunahme der überwiegend bzw. kompletten arteriellen Koronargefäßversorgung von 11,2% im Jahr 2001 zu 25,8% im Jahr 2005 zu erkennen.

Im Jahr 2003 wurden mit 197 isolierten koronaren Bypassoperationen mit mindestens zwei arteriellen Bypassgefäßen die meisten Operationen dieser Art durchgeführt. Auch der prozentuale Anteil lag mit 34,8% deutlich über den Anteilen der vier anderen Jahre (siehe Abbildung 3).

Die zeitliche Entwicklung der Bypassoperationen mit mindestens zwei arteriellen Grafts ist in Abbildung 3 graphisch dargestellt.

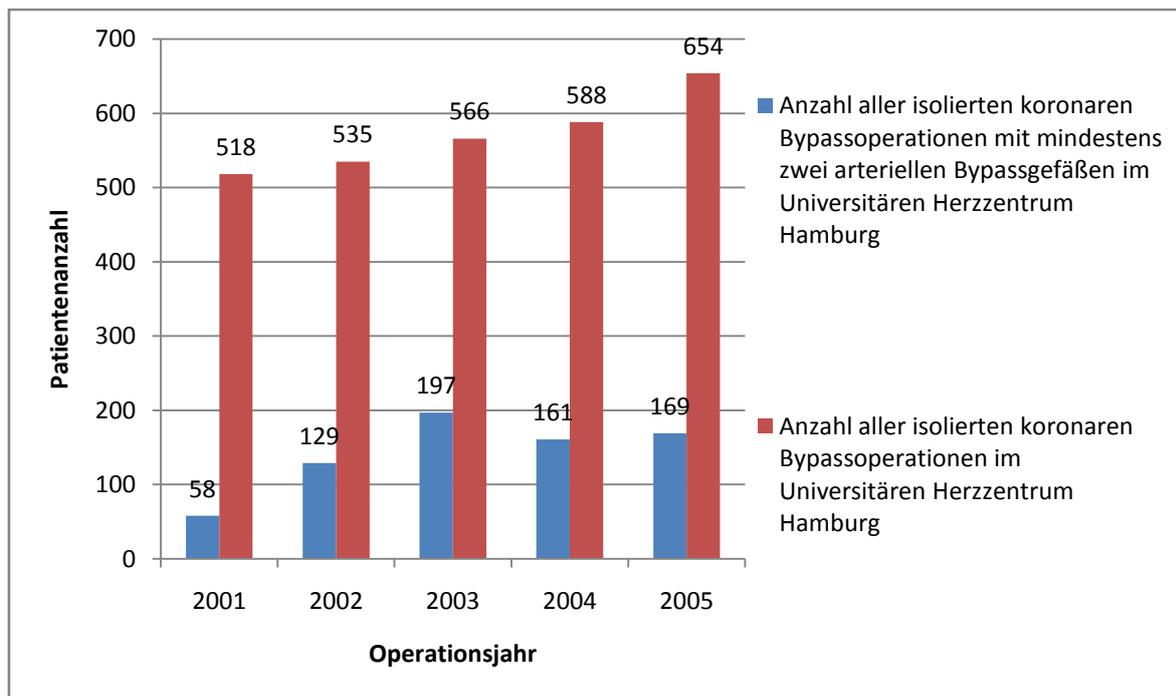
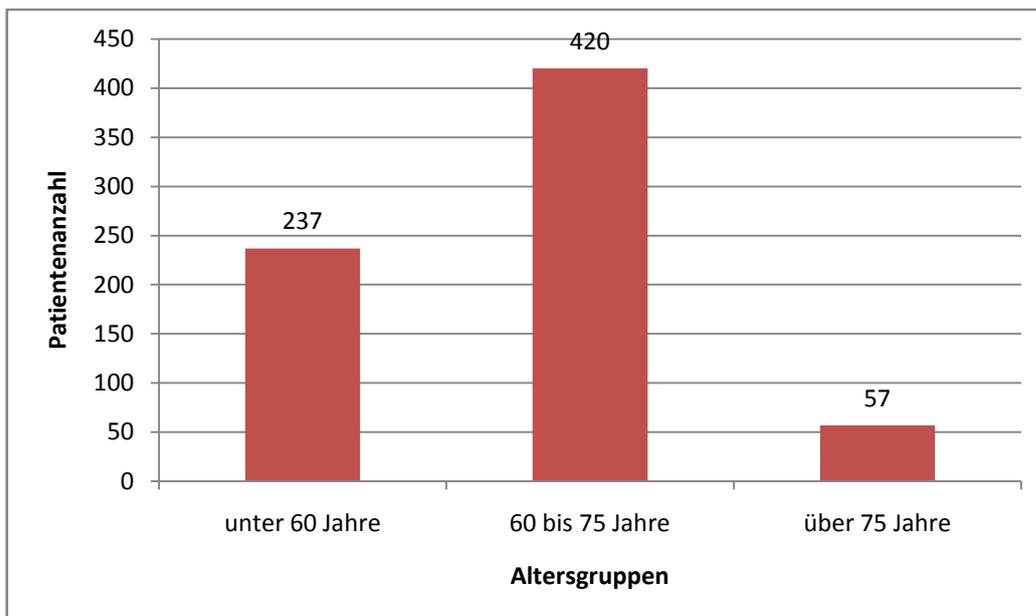


Abbildung 3: Häufigkeit der isolierten Bypassoperationen im Universitären Herzzentrum Hamburg

### Altersverteilung

Der Altersmedian betrug zum Operationszeitpunkt  $64,3 \pm 9,1$  Jahre. Der jüngste Patient war zu diesem Zeitpunkt 34,3 Jahre alt und der älteste Patient hatte ein Alter von 89,8 Jahren. Insgesamt erhielten im Universitären Herzzentrum 57 Patienten über 75 Jahre (8,0%) in dem Studienzeitraum eine isolierte Bypassoperation mit mindestens zwei arteriellen Bypassgefäßen (siehe Abbildung 4). Die Gruppe der Patienten unter 60 Jahre ist mit 237 Patienten (33,2%) relativ groß und spiegelt die Tatsache wieder, dass vor allem jüngere Patienten von einer kompletten bzw. überwiegend arteriellen koronaren Revaskularisation profitieren, da die Offenheitsrate der arteriellen Bypässe denen der venösen Bypässe deutlich im Langzeitverlauf überlegen sind (siehe Kapitel 1.2.2).



**Abbildung 4: Altersverteilung der isolierten koronaren Bypassoperation mit mindestens zwei arteriellen Bypassgefäßen**

### Präoperative Ereignisse

Auffallend ist der hohe männliche Anteil (83,3%) der Patienten. Zudem ist der Anteil der Mehrgefäßerkrankungen entsprechend den Nationalen Leitlinien der Kardiologie (siehe Kapitel 1.1) sehr groß, da vor allem die 3-Gefäß-KHK (81,0%) von einer Bypassoperation profitiert (siehe Tabelle 6).

Der Body Mass Index (BMI) lag bei der Patientenpopulation im Median bei  $27,4 \pm 4,2$  kg/m<sup>2</sup>. Damit war die Patientenpopulation im Durchschnitt übergewichtig. 158 Patienten (22,1%) waren zum Operationszeitpunkt adipös. 12 Patienten (1,7%) hatten einen Adipositasgrad III. Nur knapp ein Viertel der Patienten hatten in Bezug zu ihrer Größe ein Normalgewicht.

Die Verteilung des Nikotinkonsums (aktiv 250 Patienten (35%), Ex-Nikotinkonsum 168 Patienten (23,5%)) liegt über der durchschnittlichen Verteilung auf die Gesamtbevölkerung von Deutschland (siehe Tabelle 6). Laut Statistischem Bundesamt Deutschland rauchten im Jahr 2006 27% der Gesamtbevölkerung aktiv und 19% gaben einen Ex-Nikotinkonsum an (42).

Eine Stentimplantation wurde bei 179 Patienten (25,2%) vor der Operation durchgeführt. Bei 5,2% aller 714 Patienten wurde eine Stentimplantation primär geplant, jedoch verlief der

Versuch frustriert, so dass die Patienten in der Folge einer koronaren Bypassoperation zugeführt wurden. Die Rate der Re-Operationen lag bei 3,5% (siehe Tabelle 6).

Bei den kardialen Faktoren fällt die Gruppe ohne AP-Beschwerden auf. Diese Patienten waren klinisch in Bezug auf typische kardiale Beschwerden unauffällig (siehe Tabelle 7).

Anhand der gesammelten Daten konnte sowohl der additive als auch der logistische EuroSCORE ermittelt werden. Zur besseren Anschaulichkeit zeigt die Tabelle 7 den logistischen EuroSCORE in Gruppen eingeteilt. Diese Gruppeneinteilung erfolgte willkürlich und dient der statistischen Auswertung (siehe Tabelle 7).

Der logistische EuroSCORE geht bei Patienten unter 60 Jahren mit keinem der Risikofaktoren, welche in die Bewertung des EuroSCORE eingehen, von einem 30-Tages-Mortalitätsrisikos von 0,88% aus. Die Gruppen wurden nun nach dem relativen Risiko eingeteilt. In Gruppe I befinden sich die Patienten, die ein normales bis 5fach erhöhtes Risiko haben. Gruppe II wird gebildet aus den Patienten deren präoperatives Risiko peri- oder postoperativ innerhalb von 30 Tagen zu versterben 5fach bis 10fach erhöht ist im Vergleich zu den unter 60 jährigen ohne EuroSCORE relevante Risikofaktoren. Die Patienten mit einem höherem Risiko als ein 10faches des normalen Risikos sind in Gruppe III eingeteilt.

Tabelle 6: Prozentuale Häufigkeiten der präoperative Ereignisse in dieser Studie mit 714 Patienten

Präoperative Ereignisse	Unterteilungen	Häufigkeit (in Prozent)
<b>Patienten-abhängige Faktoren</b>		
<b>Geschlecht</b>	Männlich	595 (83,3%)
	Weiblich	119 (16,7%)
<b>Koronare Herzerkrankung (KHK)</b>	1-Gefäß-KHK	7 (1,0%)
	2-Gefäß-KHK	129 (18,1%)
	3-Gefäß-KHK	578 (81,0%)
<b>Nikotinkonsum</b>	Nikotinkonsum	250 (35,0%)
	Ex-Nikotinkonsum	168 (23,5%)
	Nichtraucher	296 (41,5%)
<b>Zerebrales Ereignis</b>	Apoplex	48 (6,7%)
	Transitorische ischämische Anfälle (TIA)	19 (2,7%)
<b>Periphere arterielle Verschlusskrankheit</b>		111 (15,5%)
<b>Karotisstenose über 50%</b>		100 (14,0%)
<b>Aortensklerose der Aorta ascendens</b>		15 (2,1%)
<b>Niereninsuffizienz</b>	Kompensiert	55 (7,7%)
	Akut	2 (0,3%)
<b>Chronische Lungenerkrankung (COPD)</b>		87 (12,2%)
<b>Hypercholesterinämie</b>		604 (86,4%)
<b>Zustand nach Stentimplantation</b>	Ja	179 (25,2%)
	Frustranter Versuch	38 (5,2%)
<b>Zustand nach Bypassoperation</b>		25 (3,5%)
<b>Diabetes Mellitus (DM)</b>	Kein DM bekannt	552 (77,3%)
	DM 1	6 (0,8%)
	DM 2 Diätetisch	60 (8,4%)
	DM 2 Medikamentös	65 (9,1%)
	DM 2 Insulinpflichtig	31 (4,4%)
<b>Notoperation</b>		40 (5,6%)
<b>Alter</b>	unter 60 Jahre	237 (33,2%)
	zwischen 60 und 75 Jahre	420 (58,8%)
	über 75 Jahre	57 (8,0%)

Tabelle 7: prozentuale Häufigkeit der kardialen Faktoren in dieser Studie mit 714 Patienten

<b>Kardiale Faktoren</b>		
<b>Angina pectoris Beschwerden nach Grundlage der Klassifikation der Canadian Cardiovascular Society (CCS)</b>	CCS 0	55 (7,7%)
	CCS I	16 (2,2%)
	CCS II	150 (21,0%)
	CCS III	84 (11,8%)
	CCS IV	35 (4,9%)
	CCS II-III	131 (18,3%)
	Instabile AP	243 (34,0%)
<b>Dyspnoe Beschwerden nach Grundlage der Klassifikation der New York Heart Association (NYHA)</b>	NYHA I	305 (42,7%)
	NYHA II	101 (14,1%)
	NYHA III	246 (34,5%)
	NYHA IV	62 (8,7%)
<b>Stattgefundenener Myokardinfarkt</b>	0-28 Tage	123 (17,2%)
	29-90 Tage	23 (3,2%)
	> 90 Tage	149 (20,9%)
	Kein Myokardinfarkt	419 (58,7%)
<b>Pulmonale Hypertonie</b>	> 60 mmHg	12 (1,7%)
<b>Arterieller Hypertonus</b>		621 (87,0%)
<b>Linksventrikuläre Funktion (Ejektionsfraktion)</b>	gut > 50%	484 (67,8%)
	mittel 30%-50%	202 (28,3%)
	schlecht < 30%	28 (3,9%)
<b>Akute präoperative Ereignisse</b>	Reanimationspflichtig	15 (2,1%)
	Präoperativ IABP	1 (0,1%)
<b>Grad der Stenose der Koronararterien</b>	Grad II 50%-74%	177 (24,8%)
	Grad III 75%-99%	530 (74,2%)
	Grad IV 100%	7 (1,0%)
<b>Additiver EuroSCORE</b>	Low Risk (0-2)	307 (43,0%)
	Medium Risk (3-5)	267 (37,4%)
	High Risk (> 5)	140 (19,6%)
<b>Logistischer EuroSCORE</b>	Gruppe I (0,88%-4,39%)	524 (73,4%)
	Gruppe II (4,40%-8,79%)	110 (15,4%)
	Gruppe III (> 8,80%)	80 (11,2%)

### 3.1.2 Intraoperative Ereignisse

Zu den intraoperativen Ereignissen zählen alle Vorkommnisse, die intraoperativ aufgetreten sind und vom Standard abweichen (siehe Tabelle 8).

Zudem sind in Tabelle 9 die durchschnittlichen Operationszeiten (OP-Zeiten), extrakorporale Zirkulationszeiten (ECC-Zeit) und Aortenabklemmzeiten aufgeführt.

14 Operationen (1,9%) wurden abweichend von der Standardoperationstechnik als Off Pump Coronary Artery Bypass (OPCAB) Operation durchgeführt. Bei dieser Operationstechnik werden die Bypässe am schlagenden Herzen anastomosiert, so dass keine extrakorporale Zirkulation benötigt wird und dementsprechend auch keine Aortenabklemmzeit mit der damit verbundenen Hypoxie für das Myokard auftritt.

Tabelle 8: Intraoperative Ereignisse bzw. Abweichungen vom Standard

Intraoperative Ereignisse bzw. Abweichungen vom Standard	Häufigkeit (in Prozent)
OPCAB	14 (1,9%)
Bypassrevision	12 (1,6%)
Wechsel von OPCAB auf ECC	8 (1,1%)
Zweite ECC	6 (0,8%)
Low out put mit IABP	7 (0,9%)
Rethorakotomie bei starker Blutung	2 (0,3%)
Myokardischämie	1 (0,1%)
<b>Gesamtanzahl intraoperativer Ereignisse</b>	<b>50 (7,0%)</b>

Tabelle 9: Intraoperative Zeiten

	Operationszeit (in h)	ECC-Zeit (in h)	Aortenabklemmzeit (in h)
<b>Gültig</b>	714	700	700
<b>Fehlend</b>	0	14	14
<b>Mittelwert Standardfehler</b>	mit 270,50 ± 2,53	112,85 ± 1,20	69,17 ± 0,78
<b>Median Standardabweichung</b>	mit 260 ± 67,70	109 ± 31,83	67 ± 20,70
<b>Minimum</b>	150	39	20
<b>Maximum</b>	720	293	138

## Verwendete Bypassgefäße

Das am häufigsten als Bypassgefäß verwendete Gefäß ist in dieser Population eindeutig die LIMA mit 99,2%, was dem weltweitem Standard entspricht (siehe Kapitel 1.2). Die RIMA (36,7%) wurde deutlich weniger verwendet, als die Art. radialis (83,9%) in dieser Population ( $p = 0,000$ ) (siehe Tabelle 10).

Obwohl alle Patienten dieser Population mit dem Ansatz der arteriellen Koronarbypassversorgung operiert wurden, erhielten 46,1% der Patienten einen zusätzlichen venösen Koronarbypass. Bei 52,5% der Patienten in dieser Population wurden die Koronararterien komplett mit arteriellen Bypassgefäßen versorgt (siehe Tabelle 10).

Die Kombinationshäufigkeiten sind in Tabelle 11 ersichtlich. Am Häufigsten wurde die Kombination LIMA zusammen mit Art. radialis verwendet (452 Patienten).

**Tabelle 10: Häufigkeit der verwendeten Bypassgefäße**

Bypassgefäße	Häufigkeit (in Prozent)
LIMA	708 (99,2%)
Art. radialis	599 (83,9%)
RIMA	262 (36,7%)
Vene saphena magna	339 (47,5%)

**Tabelle 11: Kombinationshäufigkeit**

Kombinationen	Häufigkeit (in Prozent)
Beide Brustwandarterien (BIMA)	116 (16,2%)
BIMA plus Art. radialis	140 (19,7%)
LIMA plus Art. radialis	452 (63,3%)
RIMA plus Art. radialis	6 (0,8%)

## Zentrale und periphere Anastomosen

Die zentralen Anastomosen der koronaren Bypassgefäße sind in Tabelle 12 zusammengefasst. Auffällig ist, dass die LIMA (99,2%) viel häufiger *in situ* belassen wurde als die RIMA (76,7%). Die Art. radialis wurde hauptsächlich zentral an die Aorta anastomosiert und nur in 11 Fällen an die rechte Brustwandarterie anastomosiert.

Bei den peripheren Anastomosen fällt auf, dass überwiegend die weiterführenden Arterien der Art. coronaria sinister mit arteriellen koronaren Bypässen versorgt wurden (siehe Tabelle 13). In der Regel wurde RIVA mit LIMA versorgt, was dem weltweiten Standard entspricht (siehe Kapitel 1.2).

Insgesamt wurden 196 Jump-Bypass gemacht, damit ist gemeint, dass mit einem koronarem Bypassgefäß zwei Koronararterien versorgt werden. Dies wird technisch durch eine Seit-zu-Seit Anastomose mit der ersten Koronararterie und mit einer End-zu-End Anastomose mit der zweiten Koronararterie gelöst. Dadurch ist die Anzahl der peripheren Anastomosen deutlich höher als die der zentralen Anastomosen.

Die hohe Anzahl der peripheren Anastomosen der venösen Gefäße erklärt sich durch die Verwendung von mehr als einem venösen Bypass in mehreren Fällen, so dass eine höhere Anzahl von Koronararterien versorgt werden konnte. Zentral wurden diese Gefäße meist gemeinsam als sogenannte Y-Anastomose auf die Aorta genäht.

Tabelle 12: Zentrale Anastomosen der Bypassgefäße

Zentrale Anastomose	LIMA	RIMA	Art. radialis	Venen
In situ	702 (99,2%)	201 (76,7%)	+	+
Aorta	1 (0,1%)	10 (3,8%)	395 (65,9%)	334 (98,5%)
LIMA	+	47 (17,9%)	193 (32,2%)	1 (0,3%)
RIMA	3 (0,4%)	+	11 (1,9%)	0
Art. radialis	2 (0,3%)	4 (1,6%)	+	4 (1,2%)
<b>Gesamt</b>	<b>708</b>	<b>262</b>	<b>599</b>	<b>339</b>

Tabelle 13: Häufigkeiten peripherer Anastomosen der Bypassgefäße. RIVA = Ramus interventricularis anterior; RCX = Ramus circumflexus; RCA = Right coronary Art. ; RIVP = Ramus interventricularis posterior; RPL = Ramus posteriolateralis dexter; RIM = Ramus intermedius

Periphere Anastomose	LIMA	RIMA	Art. radialis	Venen
RIVA	756	88	47	55
RCX	76	75	442	78
- RIM	16	4	11	17
RCA	0	92	105	100
- RIVP	1	4	24	98
- RPLD	0	2	2	67
<b>Gesamt</b>	<b>849</b>	<b>265</b>	<b>631</b>	<b>415</b>
<b>Y-Anastomosen</b>	<b>141</b>	<b>3</b>	<b>32</b>	<b>20</b>

### 3.1.3 Postoperative stationäre Ereignisse

Die durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer postoperativ betrug 8,4 Tage (siehe Tabelle 14). Die Patienten lagen im Durchschnitt 2,95 Tage postoperativ auf der Intensivstation und wurden dort im Median 16 Stunden beatmet.

Mit Abstand die häufigsten postoperativen Komplikationen waren Herzrhythmusstörungen im Sinne von Vorhofflimmern bei den Patienten. Der häufigste Grund für eine Re thorakotomie war eine thorakale Blutung. In allen Fällen konnte die Blutung gestoppt werden (siehe Tabelle 14).

Aufgrund von tiefen Wundheilungsstörungen und der Besiedelung von pathogenen Keimen mussten 18 Patienten mit einer Vakuumversiegelung der Wunde versorgt werden. Insgesamt traten bei 62 Patienten Wundheilungsstörungen auf.

19 Patienten erlitten postoperativ einen Myokardinfarkt, acht Patienten verstarben an diesem Ereignis. Bei neun Patienten wurde frühpostoperativ eine Koronarangiographie durchgeführt, welche in sechs Fällen einen unauffälligen Befund zeigte. In zwei Fällen ist stationär keine Koronarangiographie nach Auftreten eines Myokardinfarktes dokumentiert worden.

Bei den drei auffälligen Koronarangiographien zeigte sich einmal die Art. radialis spastisch verschlossen, einmal war ein venöser Bypass verschlossen und beim letzten Fall wurde ein Stent in ein nicht mit Bypässen versorgtes Atrial eingesetzt.

Drei Patienten mussten bei frühpostoperativ Herzrhythmusstörungen und pathologischen EKG-Veränderungen zügig einer Bypassrevision zugeführt werden.

Die Krankenhausletalität lag insgesamt bei 1,5% (11 Patienten). Acht Patienten verstarben an kardialen Ursachen. Ein Schlaganfall führte bei einem Patienten zum Tode und ein Patient starb an Multiorganversagen im Zuge einer Pneumonie mit anschließender Sepsis ohne Wundheilungsstörung. Bei einem Patienten ist die Todesursache unbekannt. Er wurde nach komplikationslosem postoperativem Verlauf am Entlassungstag Tod in seinem Bett aufgefunden. Seitens der Angehörigen wurde keine Obduktion gewünscht und auch die Staatsanwaltschaft lehnte eine Obduktion ab.

Tabelle 14: Mittelwerte und Mediane mit Standardfehlern und Standardabweichungen der präoperativen, postoperativen, intensivstationären und gesamten Aufenthaltsdauer und der Beatmungszeit

	Aufenthalt Präoperativ (in d)	Aufenthalt Postoperativ (In d)	Aufenthalt Gesamt (in d)	Aufenthalt Intensiv (in d)	Beatmungs- zeit (in h)
<b>Gültig</b>	714	714	714	714	714
<b>Fehlend</b>	0	0	0	0	0
<b>Mittelwert mit Standardfehler</b>	1,71 ± 0,05	8,4 ± 0,20	10,11 ± 0,20	2,95 ± 0,17	23,86 ± 2,00
<b>Median mit Standardabweichung</b>	1 ± 1,44	7 ± 5,22	9 ± 5,38	2 ± 4,41	16 ± 53,06
<b>Minimum</b>	0	1	1	0	6
<b>Maximum</b>	15	67	67	66	1200

Tabelle 15: Häufigkeit der stationären postoperativen Komplikationen

Stationäre postoperative Komplikationen	Häufigkeit (in Prozent)
<b>Rethorakotomie</b>	68 (9,5%)
Thorakale Blutung	38 (55,8%)
VAC-Therapie	18 (26,5%)
Sternuminstabilität	9 (13,2%)
Bypassrevision	3 (4,5%)
<b>Low Out Put mit IABP versorgt</b>	7 (1,0%)
<b>Wundheilungsstörungen</b>	62 (8,7%)
Tiefe	18 (29,0%)
Oberflächliche	44 (71,0%)
<b>Myokardinfarkt</b>	19 (2,6%)
Kammerflimmern	9 (47,4%)
Lokaler Wandinfarkt	6 (31,6%)
Pumpversagen	4 (21,0%)
<b>Niereninsuffizienz</b>	16 (2,2%)
Kompensierte	10 (62,5%)
Akute	6 (37,5%)
<b>Zerebrale Durchblutungsstörungen</b>	14 (1,8%)
<b>Vorhofflimmern postoperativ</b>	163(22,8%)
<b>Vorhofflimmern bei Entlassung</b>	36 (5,1%)
<b>Krankenhausletalität</b>	11 (1,5%)

### 3.1.4 Rehabilitationsdaten

Insgesamt konnten die Rehabilitationsdaten von 533 Patienten (75,8%) ermittelt werden (siehe Kapitel 2.1.2). Insgesamt traten bei zehn Patienten unerwünschte Ereignisse auf, welche in Tabelle 16 aufgelistet sind.

Die vier Patienten mit einem Myokardinfarkt wurden alle koronarangiographiert und mit einem Stent versorgt. Zweimal war die Art. radialis betroffen und je einmal die LIMA und ein venöser koronarer Bypass. In allen Fällen war die Ursache eine Anastomosenstenose.

Die drei aufgetretenen schweren Herzrhythmusstörungen (AV-Block Grad III, Sick-Sinus-Syndrom und Tachyarrhythmia absoluta) wurden alle mit entsprechenden Herzschrittmachern versorgt.

Ein Patient zeigte während des Aufenthaltes Anzeichen einer zerebralen Durchblutungsstörung, welche als prolongiertes reversibles ischämisches Defizite (PRIND) diagnostiziert wurde. Mittels forcierter Lysetherapie bildeten sich die Symptome der zerebralen Durchblutungsstörung innerhalb von wenigen Tagen vollständig zurück.

Zwei Patienten verstarben während ihres Rehabilitationsaufenthaltes. Ein Patient wurde beatmet in die Anschlussheilbehandlung entlassen und verstarb dort an einer kardialen Dekompensation. Der zweite Patient verstarb während seiner Anschlussheilbehandlung aufgrund eines Multiorganversagens im Zuge einer Sepsis.

531 Patienten wurden während Ihrer Rehabilitationsmaßnahme ergometrisch getestet und nach den Kriterien der New York Heart Association eingeteilt. 97% der Patienten konnten mehr als 50 Watt leisten, wobei 46,2% mehr als 100 Watt leisten konnten (siehe Tabelle 17).

Nach den Kriterien der CCS (siehe Tabelle 1) hatten 97,9% der getesteten Patienten keine Angina pectoris Beschwerden bei alltäglichen Belastungen, wobei nur 14 Patienten bis zur Leistungsgrenze ausbelastet wurden. Nur insgesamt 11 Patienten gaben Angina pectoris Beschwerden bei alltäglichen Belastungen an, wobei vier Patienten in Ruhe Angina pectoris Beschwerden äußerten (siehe Tabelle 18). In allen vier Fällen war eine koronarangiographische Intervention notwendig (siehe oben).

Sonographisch hatten 78% der Patienten eine gute linksventrikuläre Ejektionsfraktion (EF > 50%). Bei 19,9% lag die linksventrikuläre EF zwischen 30% und 50%. Bei 11 Patienten

wurde eine schlechte Auswurfleistung mit Werten unter 30% gemessen. Alle diese Patienten zeigten präoperativ auch schon eine schlechte EF-Funktion (< 30%).

Tabelle 16: Ereignisse während des Rehabilitationsaufenthaltes von 533 Patienten

<b>Unerwünschte Ereignisse</b>	<b>Häufigkeit (in Prozent)</b>
<b>Myokardinfarkt</b>	4 (0,8%)
<b>Schwere Herzrhythmusstörungen</b>	3 (0,6%)
<b>zerebrale Durchblutungsstörung</b>	1 (0,2%)
<b>Mortalität</b>	2 (0,4%)

Tabelle 17: Häufigkeit der Ausprägung der Dyspnoe nach den Kriterien der New York Heart Association während der Anschlussheilbehandlung. (531 Patienten)

<b>Einteilung der Dyspnoe</b>	<b>Häufigkeit (in Prozent)</b>
<b>NYHA I bis 150 Watt und mehr</b>	245 (46,2%)
<b>NYHA II bis 100 Watt</b>	270 (50,8%)
<b>NYHA III bis 50 Watt</b>	15 (2,8%)
<b>NYHA IV Belastungsuntersuchung nicht möglich</b>	1 (0,2%)

Tabelle 18: Häufigkeit der Ausprägung der Angina pectoris nach den Kriterien der Canadian Cardiovascular Society während der Anschlussheilbehandlung. Patienten in der Einteilung CCS 1 haben keine Angina pectoris Beschwerden angegeben, sind jedoch während ihres Rehabilitationsaufenthaltes nicht ausbelastet worden. (531 Patienten)

<b>Einteilung CCS</b>	<b>Häufigkeit (in Prozent)</b>
<b>CCS 0 Keine Angina pectoris</b>	14 (2,6%)
<b>CCS 1 Angina pectoris bei schwerer Belastung</b>	506 (95,3%)
<b>CCS 2 Angina pectoris bei mäßiger Belastung</b>	4 (0,8%)
<b>CCS 3 Angina pectoris bei leichter Belastung</b>	3 (0,6%)
<b>CCS 4 Angina pectoris in Ruhe</b>	4 (0,8%)

### 3.1.5 Patientenantworten

483 Patienten (68,9%) beantworteten den Fragebogen. Insgesamt gaben 17,1% der Patienten an, an kardialen Beschwerden seit der Bypassoperation gelitten zu haben. Einen Myokardinfarkt erlitten 13 Patienten. 27 Patienten gaben an seit der Bypassoperation nicht mehr in ärztlicher Behandlung gewesen zu sein (siehe Tabelle 20).

Der Befragungszeitpunkt lag durchschnittlich bei  $50,23 \pm 14,64$  Monaten nach der im Universitären Herzzentrum durchgeführten koronaren Bypassoperation.

Nach subjektiver Einschätzung der Patienten in Bezug auf die eigene Dyspnoe und Angina pectoris gaben 43 Patienten an, postoperativ an pectianginösen Beschwerden in Ruhe gelitten zu haben (siehe Tabelle 22). Ruhedyspnoe trat bei acht Patienten postoperativ nach dem stationärem Aufenthalt auf (siehe Tabelle 21). Zudem litten bei leichter Belastung 37 Patienten unter AP und 82 Patienten unter Dyspnoe.

Insgesamt antworteten 36 Verwandte von Patienten und teilten den Tod ihres Familienmitgliedes mit. Die überwiegende Zahl der Patienten verstarb, ohne dass postoperativ eine pathologische Untersuchung stattgefunden hat, so dass die genaue Todesursache unbekannt ist. Meist wurde die Todesursache als kardial eingestuft.

158 Patienten gaben an, dass sie postoperativ koronarangiographiert wurden. Diese Zahl ist aber nach Abgleich mit den Angaben der ambulant behandelnden Ärzte nicht zutreffend. Insgesamt wurden nur 86 Patienten (15,9%) koronarangiographiert.

Zusätzlich zu den Angaben der Patienten in Bezug auf Ihre AP Beschwerden und Dyspnoe wurden die Patienten auch gebeten ihre eigene Leistungsfähigkeit präoperativ, ein Jahr nach der koronaren Bypassoperation und zum Zeitpunkt der Befragung einzuschätzen. Dafür wurde eine Einschätzung im Schulnotensystem ausgewählt. Eindeutig ist eine subjektive Leistungsverbesserung der Patienten zu erkennen (siehe Tabelle 19). Im Median nahm die Leistung um zwei Schulnoten zu (siehe Tabelle 23).

Die Patienten bewerteten retrospektiv ihre präoperativ Leistungsfähigkeit als ausreichend. Insgesamt bezeichneten 218 Patienten (48,0%) ihre Leistungsfähigkeit als mangelhaft oder schlechter.

Ein Jahr nach der koronaren Bypassoperation steigerte sich die durchschnittliche Leistungsfähigkeit auf befriedigend und nur noch 24 Patienten (5,3%) bezeichneten ihre Leistungsfähigkeit als mangelhaft oder schlechter.

Zum Zeitpunkt der Befragung bewerteten 186 Patienten (40,6%) ihre Leistungsfähigkeit als gut. 53 Patienten schätzten ihre Leistungsfähigkeit sogar mit sehr gut ein. Nur 23 Patienten (5,1%) bewerteten ihre Leistungsfähigkeit als mangelhaft oder schlechter. Im Median ergibt sich somit eine gute Leistungsfähigkeit (siehe Tabelle 19).

**Tabelle 19: Subjektive Leistungseinschätzung seitens der Patienten präoperativ, 1 Jahr postoperativ und zum Befragungszeitpunkt nach Schulnotensystem**

Leistungen	Sehr Gut (1)	Gut (2)	Befriedigend (3)	Ausreichend (4)	Mangelhaft (5)	Ungenügend (6)
<b>präoperativ</b> n = 456	14 (3,0%)	80 (17,5%)	57 (12,5%)	87 (19,0%)	153 (33,5%)	65 (14,5%)
<b>1 Jahr postoperativ</b> n = 456	35 (7,6%)	175 (38,3%)	164 (36,1%)	58 (12,7%)	20 (4,4%)	4 (0,9%)
<b>Befragungszeitpunkt</b> n = 456	53 (11,6%)	186 (40,6%)	141 (30,9%)	53 (11,6%)	20 (4,4%)	3 (0,7%)

Tabelle 20: Patientenantworten auf Anschreiben. Insgesamt antworteten 483 Patienten. \*Anzahl aller in diese Studie eingeschlossenen Patienten nach Rücksprache mit Angehörigen und weiterbehandelnden Ärzten

Ereignisse	Häufigkeiten (in Prozent)	
<b>Kardiale Beschwerden postoperativ</b>	Ja	83 (17,2%)
	Nein	380 (78,7%)
	Keine Angaben	20 (4,1%)
<b>Myokardinfarkt</b>	Ja	13 (2,6%)
	Nein	450 (93,3%)
	Keine Angaben	20 (4,1%)
<b>Ärztliche Betreuung postoperativ</b>	Ja	437 (90,7%)
	Nein	27 (5,6%)
	Keine Angaben	19 (3,7%)
<b>Postoperative Koronarangiographie laut Patienten</b>	Ja	158 (32,8%)
	Nein	288 (59,8%)
	Keine Angaben	37 (7,5%)
<b>Im Laufe verstorben seit koronarer Bypassoperation*</b>	Ja	49 (8,6%)
	Nein	523 (91,4%)
	unbekannt	142

Tabelle 21: Einteilung der Patienten nach den subjektiven Kriterien der New York Heart Association NYHA (Insgesamt 462 Patienten)

Subjektive Einteilung NYHA	Häufigkeit (in Prozent)
<b>NYHA I keine Dyspnoe</b>	267 (57,8%)
<b>NYHA II Dyspnoe bei schwerer Belastung</b>	105 (22,7%)
<b>NYHA III Dyspnoe bei leichter Belastung</b>	82 (17,8%)
<b>NYHA IV Dyspnoe in Ruhe</b>	8 (1,7%)

Tabelle 22: Einteilung der Patienten nach den subjektiven Kriterien der Canadian Cardiovascular Society CCS. (Insgesamt 461 Patienten)

Subjektive Einteilung CCS	Häufigkeit (in Prozent)
CCS 0 Keine Angina pectoris	347 (75,2%)
CCS 1 Angina pectoris bei schwerer Belastung	24 (5,2%)
CCS 2 Angina pectoris bei mäßiger Belastung	10 (2,2%)
CCS 3 Angina pectoris bei leichter Belastung	37 (8,0%)
CCS 4 Angina pectoris in Ruhe	43 (9,4%)

Tabelle 23: Durchschnittliche subjektive Leistungseinschätzung der Patienten präoperativ, ein Jahr postoperativ und Zeitpunkt der Befragung

	Leistung präoperativ	Leistung ein Jahr postoperativ	Leistung zum Befragungszeitpunkt
Gültig	455	457	456
Fehlend	259	257	258
Mittelwert mit Standardfehler	4,05 ± 0,07	2,70 ± 0,05	2,58 ± 0,05
Median mit Standardabweichung	4 ± 1,42	3 ± 0,99	2 ± 1,03

### 3.1.6 Kardiologische Untersuchungsergebnisse

Zusammen mit dem Fragebogen gaben die Patienten ihr Einverständnis zur Befragung ihrer weiterbehandelnden Ärzte (siehe Kapitel 2.1). Tabelle 24 zeigt die Antworten der weiterbehandelnden Ärzte, jedoch wurde der Fragebogen nicht immer vollständig ausgefüllt, so dass die Gesamtantworten der einzelnen Ereignisse variieren.

**Tabelle 24: Postoperativ neuauftretene Ereignisse nach Angaben der weiterbehandelnden Ärzte. Prozentzahlen auf die jeweiligen gültigen Antworten bezogen.**

<b>postoperative neuauftretene Ereignisse</b>	<b>Häufigkeiten Ärzteangaben</b>	<b>Gesamtantworten</b>
<b>zerebrale Durchblutungsstörung</b>	4 (1,3 %)	302
<b>Instabile Angina Pectoris</b>	37 (12,1%)	305
<b>Myokardinfarkt</b>	13 (4,2%)	310
<b>periphere arterielle Verschlusskrankheit</b>	18 (6,0%)	302
<b>Diabetes Mellitus</b>	17 (5,6%)	302
<b>Hypercholesterinämie</b>	3 (1,0%)	302
<b>arterieller Hypertonus</b>	5 (1,7%)	302
<b>konsumierende Tumorerkrankung</b>	6 (2,0%)	304

Neben den Befragungen zu neuauftretenden Ereignissen stellten die meisten Ärzte auch ihre Untersuchungsergebnisse zur Verfügung. Bei insgesamt 282 Patienten wurde eine Belastungsergometrie durchgeführt (siehe Tabelle 25).

Auffällig war, dass nur sechs Patienten (2,1%) weniger als 50 Watt leisten konnten, was einem NYHA Stadium III entspricht (siehe Kapitel 1.1.3). Von den 209 Patienten (74,1%) im NYHA Stadium I erreichten 87 Patienten (41,6%) mehr als 150 Watt (siehe Tabelle 25).

Tabelle 25: Ergebnisse Belastungsergometrie der weiterbehandelnden Ärzte

Ergebnisse Belastungsergometrie	Häufigkeiten (in Prozent)
NYHA I (>150 Watt)	87 (30,9%)
NYHA II (100 – 150 Watt)	122 (43,2%)
NYHA III (50 – 100 Watt)	67 (23,8%)
NYHA IV (<50 Watt)	6 (2,1%)
<b>Gesamt</b>	<b>282</b>

Pathologische Streckenhebungen als Zeichen einer Belastungsischämie wurden bei 21 Patienten (7,4%) beobachtet. Lediglich 15 dieser Patienten wurden im Verlauf koronarangiographiert. Hierbei zeigte sich, dass bei sechs Patienten kein Bypassverschluss und auch kein neuer Verschluss einer Koronararterie zu sehen war.

Neun Patienten erhielten eine Stentversorgung in dem Gebiet, welches vorher im Belastungs-EKG auffällig war. Dieses Gebiet war bei allen Patienten gleichzeitig auch das Versorgungsgebiet eines koronaren Grafts, so dass bei allen neun Patienten ein Stent bei Bypassverschluss in den betreffenden koronaren Graft implantiert werden musste.

Interessanterweise erhielten die sechs Patienten mit einer Belastungsischämie in der Ergometrieuntersuchung aber ohne passendes Korrelat in der Koronarangiographie alle eine zweite Koronarangiographie im Verlauf. Bei allen Patienten zeigte die zweite Koronarangiographie erneut keinen Bypassverschluss.

Ein Herzechobefund konnte von 262 Patienten ermittelt werden. Wandbewegungsstörungen wurden bei neun Patienten (3,4%) beschrieben. Bei allen Patienten lag die Wandbewegungsstörung im Versorgungsgebiet eines arteriellen Bypassgefäßes.

Zusätzlich wurden die Ärzte gebeten, das momentane Körpergewicht der Patienten anzugeben. Zum Befragungszeitpunkt lag der BMI im Median bei  $28,2 \pm 3,8$  kg/m<sup>2</sup>. Der präoperative BMI der Patienten, deren BMI zum Befragungszeitpunkt ermittelt werden konnte, betrug im Median  $27,8 \pm 3,53$  kg/m<sup>2</sup> (Gesamtpopulation  $27,4 \pm 4,2$  kg/m<sup>2</sup>). Somit ist eine Steigerung des durchschnittlichen BMI in dieser Gruppe zu erkennen.

Bei Betrachtung der einzelnen Patienten hatten 53% der Patienten postoperativ einen höheren BMI-Wert als zum Operationszeitpunkt, wobei nur 9% der Patienten durch die Gewichtszunahme einen Grad höher in der WHO Klassifikation eingestuft werden mussten. Gleichzeitig konnten 15,5% der Patienten im Zuge einer Gewichtsabnahme mindestens einen Grad niedriger in der WHO Klassifikation eingestuft werden.

## 3.2 Kohortenvergleiche

### 3.2.1 Allgemeines

Die Daten der Gesamtpopulation befinden sich unter Kapitel 3.1. Diese Daten beschreiben nur die Gesamtpopulation und lassen keine Aussagen über die Relevanz von Risikofaktoren in Bezug auf das kardiale Outcome zu, so dass sie nur zur Präsentation der Gesamtpopulation dienen.

In diesem Kapitel werden zum einen die wichtigsten Risikofaktoren in Bezug auf Ihre wirkliche Relevanz auf das kardiale Outcome getestet und zum anderen mit logistischen Regressionen Abhängigkeiten unter den einzelnen Risikofaktoren und Ereignissen gezeigt. Die Definition eines kardialen Ereignisses ist im Kapitel 2.2.1 beschrieben.

#### Responder versus Nonresponder

Bei einer retrospektiven Studie sollte man sich immer die Gruppe der Patienten, die im Verlauf geantwortet haben (Responder), im Vergleich zu der Gruppe der Patienten, die nicht geantwortet haben (Nonresponder), anschauen.

Hierzu wurden in dieser Studie alle präoperativen und stationären postoperativen Daten, welche im Kapitel 3.1.1 und im Kapitel 3.1.2 aufgeführt sind, vor dem Hintergrund dieser beiden Gruppen untersucht. Die Gruppe der Responder zeigt präoperativ weniger Myokardinfarkte als die Nonresponder ( $\kappa = 0,076$ ). Wobei eine absolute Übereinstimmung (P) von 42,2% erreicht wurde.

Mit dem Kappa-Wert ( $\kappa$ ) unter 0,20 liegt die Übereinstimmung nach Landis und Koch im Bereich „etwas (slight) Übereinstimmung“, so dass von einem signifikanten Unterschied der beiden Gruppen in Bezug auf das präoperative Myokardinfarktgeschehen zu sprechen ist (41).

Desweiteren zeigt sich, dass Raucher bzw. Ex-Raucher deutlich weniger geantwortet haben als Nichtraucher ( $\kappa = 0,025$  ; P = 48,1%). Die Gruppen weisen keine weiteren signifikanten Unterschiede in Bezug auf Ihre präoperativen und stationär postoperativen Faktoren auf. Hervorzuheben ist auch, dass bei keinem Vergleich negative  $\kappa$ -Werte errechnet werden konnten.

### 3.2.2 Logistische Regression des kardialen Outcome

Die Definition des kardialen Ereignisses ist in Kapitel 2.2.1 beschrieben. Fasst man alle Kriterien zusammen, die ein kardiales Ereignis beschreiben, erhält man ein kardiales Outcome, welches als Erfolgskriterium der koronaren Bypassoperation gesehen werden kann.

Jeder Patient geht mit einem anderen präoperativen Status in die operative Revaskulierung der Herzkranzgefäße. Dabei spielen die präoperativen Faktoren die in Kapitel 3.1.1 aufgeführt werden die entscheidenden Rollen.

Mit Hilfe einer logistischen Regression kann gezeigt werden, dass bei Einbeziehung aller genannten Faktoren das weibliche Geschlecht, der logistische EuroSCORE in Gruppen eingeteilt, der aktive Nikotinkonsum und die Art. carotis Stenose ausschlaggebend für das kardiale Outcome und somit den Erfolg der koronaren Bypassoperation sind.

Tabelle 26 zeigt den letzten Schritt der logistischen Regression. Mit einer Signifikanz von  $p=0,003$  haben weibliche Patienten ein knapp doppelt so hohes Risiko für das Auftreten eines postoperativen kardialen Ereignisses im Vergleich zu männlichen Patienten. Dies bezieht sich aber nicht auf den postoperativen Myokardinfarkt und kardialen Tod. In Bezug auf diese beiden postoperativen Ereignisse weisen beide Geschlechter keinen signifikanten Unterschied auf. Dennoch gibt es signifikante Unterschiede im Bezug auf postoperative kardiale Ereignisse. Frauen sind postoperativ in Bezug auf NYHA und CCS Stadien häufiger höher eingestuft worden als Männer, beziehungsweise gaben deutlich mehr Dyspnoe und Angina pectoris bei leichter Belastung oder in Ruhe an.

Der aktive Nikotinkonsum zum Operationszeitpunkt führt bei einer Signifikanz von  $p = 0,000$  zu einer relativen Risikoerhöhung beim Auftreten eines kardialen Ereignisses um den Faktor 2,2. Damit ist der persistierende Nikotinkonsum das einzige präoperative Ereignis, welches nicht durch den EuroSCORE abgedeckt wird (siehe Tabelle 26).

Die Art. carotis Stenose ist zum Beispiel ein Kriterium des EuroSCORE und erhöht das relative Risiko für ein postoperatives kardiales Ereignis um den Faktor 1,8. Die Signifikanz ist mit  $p = 0,041$  jedoch nicht sehr deutlich (siehe Tabelle 26).

Der logistische EuroSCORE zeigt in dieser Studie gruppiert ein deutlich steigendes relatives Risiko von Gruppe II und Gruppe III in Bezug zu Gruppe I. Die Gruppierungen sind in Kapitel 3.1.1 beschrieben.

Tabelle 26: Logistische Regression, Schritt 19

Variable	Signifikanz (p)	Exp ( $\beta$ )
<b>Schritt 19</b> Geschlecht (weiblich)	0,003	2,051
Art. carotis Stenose	0,041	1,819
logistischer EuroSCORE	0,000	
Gruppe II	0,033	2,086
Gruppe III	0,000	3,509
aktiver Nikotinkonsum	0,000	2,236

### 3.2.3 Additiver und logistischer EuroSCORE

Im ersten Schritt wurde der additive EuroSCORE berechnet, wobei kein Zahlenwert festgelegt wurde, sondern nur eine Einteilung in die Gruppen Low, Medium und High Risk vorgenommen wurde (siehe Kapitel 1.2.4).

308 Patienten (43,1%) hatten ein niedriges Risiko laut additiven EuroSCORE Ranking (Mortalitätsrisiko: 0,56%-1,1%). Aus dieser Kohorte verstarb in den fünf Jahren der Datenerhebung kein Patient während des postoperativen stationären Aufenthaltes.

Im Beobachtungszeitraum verstarben 1,1% der 266 Patienten innerhalb der ersten 30 Tage postoperativ, die einen additiven EuroSCORE von zwei bis fünf Punkten erreichten und somit in die mittlere Risikogruppe präoperativ eingestuft wurden.

140 Patienten (19,6%) sind aufgrund ihrer Vorerkrankungen präoperativ in die Hochrisikogruppe des additiven EuroSCORE eingeteilt worden. Hier lag der tatsächliche Anteil der Mortalität deutlich unter dem errechneten Wert. In dieser Studie verstarben aus der Hochrisikogruppe acht Patienten, was einem prozentualen Wert von 5,7% entspricht.

Im zweiten Schritt wurde der logistische EuroSCORE bestimmt. Zur besseren Beurteilung wurden die Patienten in Risikogruppen eingeteilt (siehe Kapitel 3.1.1). Betrachtet man nun jede einzelne der drei Risikogruppen als eine Kohorte, so wird deutlich, dass die postoperative Mortalität nicht nur signifikant für die ersten 30 Tage vorausgesagt werden kann, sondern auch eine Signifikanz besitzt in Bezug auf die Gesamtmortalität in dieser Studie.

Insgesamt sind in den ersten 30 Tagen 11 Patienten (1,5%) verstorben (siehe Kapitel 3.1.3). Die Tabelle 27 zeigt nach wie vielen Tagen die einzelnen Patienten mit ihrem präoperativ festgelegtem Mortalitätsrisiko verstorben sind.

Betrachtet man Tabelle 28, so erkennt man eindeutig sowohl eine Signifikanz des logistischen EuroSCORE in Bezug auf die 30-Tages-Mortalität der Gruppe I und Gruppe II zu Gruppe III ( $p = 0,000$ ) als auch in Bezug auf die Mortalität insgesamt der Gruppe I und Gruppe II zu Gruppe III ( $p = 0,000$ ). Keine Signifikanz zeigt sich aber bei den Vergleichen Gruppe I zu Gruppe II ( $p > 0,05$ ).

Tabelle 27: 30-Tages-Mortalität in Bezug zum errechnetem präoperativem logistischem EuroSCORE

Patient	logistischer EuroSCORE	Zeitraum von Operation bis zum Tod in Tagen
1	2,25%	4
2	3,06%	7
3	3,47%	13
4	7,54%	29
5	11,39%	2
6	16,30%	4
7	19,46%	1
8	20,75%	2
9	22,37%	5
10	24,28%	7
11	47,40%	1

Tabelle 28: Logistischer EuroSCORE Gruppeneinteilung mit Bezug auf 30-Tages-Mortalität ( $p = 0,000$ ) und Mortalität insgesamt ( $p = 0,000$ ), wobei die Signifikanz in beiden Fällen nur für Gruppe I und Gruppe II zu Gruppe III gilt und nicht für Gruppe I zu Gruppe II ( $p > 0,05$ )

Logistischer EuroSCORE (vorausgesagte Mortalität)	30-Tages-Mortalität	Mortalität insgesamt
Gruppe I (0,88%-4,39%)	3 (0,6%) n = 524	26 (6,2%) n = 416
Gruppe II (4,40%-8,79%)	1 (0,9%) n = 110	7 (8,1%) n = 86
Gruppe III (> 8,80%)	7 (8,8%) n = 80	16 (22,9%) n = 70
<b>Gesamt</b>	<b>11 (1,5%) n = 714</b>	<b>49 (8,6%) n = 572</b>

Die Überlebenskurve aus Abbildung 5 zeigt deutlich die signifikante unterschiedliche 30-Tages-Mortalität der Gruppe III im Vergleich zu Gruppe I und Gruppe II. Die Kaplan-Meier Kurve aus Abbildung 6 verdeutlicht, dass auch nach 30 Tagen die Mortalität der Gruppe III weiterhin signifikant unterschiedlich zu Gruppe I und Gruppe II ist. Gruppe I und Gruppe II weisen im Verlauf nach ca. 50 Monaten ein gleiches Überleben auf, wobei Gruppe III ein deutlich niedrigeres Überleben aufweist.

Bei der Betrachtung der 30-Tages-Mortalität fällt auf, dass die verstorbenen Patienten der Gruppe III alle innerhalb der ersten acht Tage postoperativ verstorben sind und danach kein Patient mehr in dieser Risikogruppe innerhalb der ersten 30 Tage postoperativ verstorben ist.

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Betrachtung der Gesamtmortalität der Gruppe III. Hier zeigt sich, dass die verstorbenen Patienten zum Großteil innerhalb der ersten 15 Monate postoperativ verstorben sind. Von den 16 verstorbenen Patienten der Gruppe III sind 13 Patienten (81,3%) innerhalb der ersten 15 Monate verstorben.

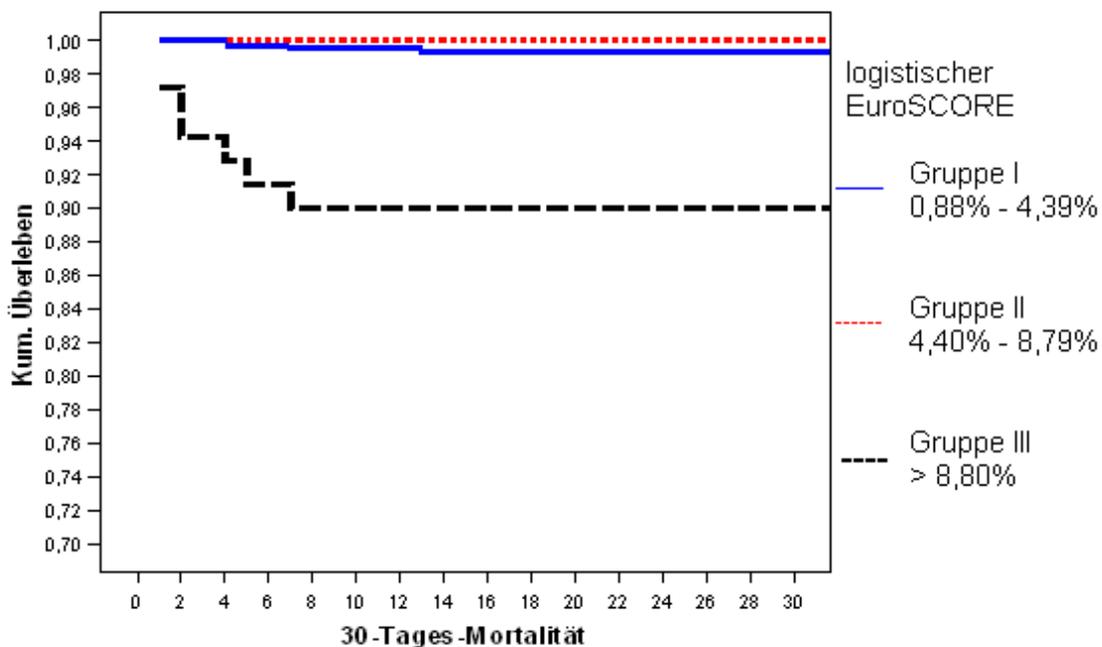
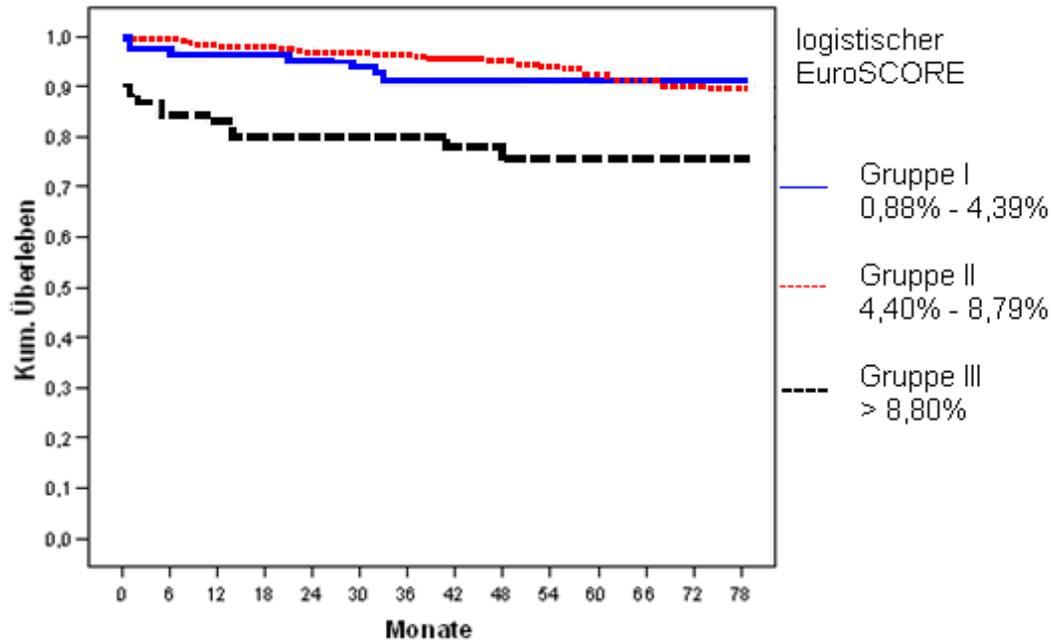


Abbildung 5: Kaplan-Meier Kurve der 30-Tages-Mortalität in Gruppen des logistischen EuroSCORE eingeteilt



**Abbildung 6:** Kaplan-Meier-Kurve der Mortalität insgesamt nach Gruppen des logistischen EuroSCORE eingeteilt.

Der logistische EuroSCORE ist bisher nur ein Mittel zur Bestimmung der 30-Tages-Mortalität, aber in dieser Studie können nicht nur Signifikanzen in Bezug auf das mittelfristige Überleben, sondern auch in Bezug auf das kardiale Outcome getätigt werden.

Patienten der Gruppe I hatten nur in 31,3% der Fälle ein kardiales Ereignis nach den in Kapitel 2.2.1 beschriebenen Kriterien. Das Auftreten eines kardialen Ereignisses stieg in dieser retrospektiven Studie bei Patienten der Gruppe II um den Faktor 1,4 auf 43,0%.

Vergleiche zwischen Gruppe I und Gruppe III zeigen, dass es zu einer Zunahme der kardialen Ereignisse um den Faktor 1,74 auf 54,3% kommt ( $p = 0,000$ ). Auch das Myokardinfarktrisiko steigt von Gruppe I bis Gruppe III signifikant an (siehe Tabelle 29).

Mit Hilfe der logistischen Regression konnte unter Einbeziehung aller in Kapitel 3.1.1 aufgezählten präoperativen Ereignisse gezeigt werden, dass das relative Risiko eines postoperativen kardialen Ereignisses signifikant von Gruppe zu Gruppe steigt (siehe Kapitel 3.2.2).

Tabelle 29: Logistischer EuroSCORE in Gruppen eingeteilt in Bezug zum kardialen Ereignis und postoperativem Myokardinfarkt

Kriterium	Gruppe I n=416	Gruppe II n=86	Gruppe III n=70	Signifikanz
Kardiales Ereignis	130 (31,3%)	37 (43,0%)	38 (54,3%)	0,000
Postoperativer Myokardinfarkt	14 (3,4%)	8 (9,3%)	10 (14,3%)	0,000

### 3.2.4 Art. radialis versus Art. mammaria dexter

Zum Vergleich der Art. radialis mit der Art. mammaria dexter wurden retrospektiv zwei Kohorten gebildet. In die Kohorte A wurden alle Patienten zusammengefasst, die mit beiden Brustwandarterien versorgt wurden. Die Patienten der Kohorte B wurden alle mit der linken Brustwandarterie und einer Art. radialis versorgt.

Die präoperativen Daten zeigen einen signifikanten Unterschied im Bezug auf den Body Mass Index und das Alter. Jedoch gibt es keine signifikanten Unterschiede im Bezug auf das Geschlecht und den logistischen EuroSCORE. Auch zeigte sich retrospektiv, dass die Patienten der Kohorte B signifikant mehr periphere Gefäßanastomosen haben als die Patienten, die mit beiden Brustwandarterien versorgt wurden (siehe Tabelle 30).

**Tabelle 30: Präoperativer Kohortenvergleich der Kohorte A (Art. mammaria sinister plus Art. mammaria dexter) und der Kohorte B (Art. mammaria sinister plus Art. radialis) Mittelwertangaben und Standardabweichung vom Alter, Body Mass Index, logistischen EuroSCORE, quantitativer koronarer Gefäßkrankung und Anzahl peripherer Anastomosen.**

Kriterium	Kohorte A	Kohorte B	Signifikanz	
<b>Population</b>	116 (20,4%)	452 (79,6%)	----	
<b>Geschlecht</b>	männlich	102 (87,9%)	367 (81,2%)	0,088
	weiblich	14 (12,1%)	85 (18,8%)	
<b>Alter</b>	62,04 ± 8,76	64,43 ± 8,67	0,009	
<b>Body Mass Index</b>	26,35 ± 2,97	28,19 ± 4,94	0,000	
<b>logistischer EuroSCORE</b>	3,94 ± 5,92	5,02 ± 7,45	0,147	
<b>quantitative koronare Gefäßkrankung</b>	2,66 ± 0,47	2,79 ± 0,36	0,756	
<b>Anzahl peripherer Anastomosen</b>	2,8 ± 0,7	3,1 ± 0,9	0,028	

Die Kohorten unterscheiden sich präoperativ neben den oben genannten Kriterien auch noch im Bezug auf das Vorhandensein von Diabetes Mellitus. Die Tabelle 31 differenziert die unterschiedlichen Behandlungsformen (diätetisch, medikamentös oder Insulinbedarf) der Patienten mit Diabetes Mellitus. Ein weiterer signifikanter Unterschied besteht bei der Versorgung von Patienten mit arteriellem Hypertonus. Die Patienten der Kohorte B weisen retrospektiv häufiger einen Bluthochdruck auf, als Patienten, die mit der linken Brustwandarterie und einer Art. radialis versorgt wurden.

**Tabelle 31: Präoperativer Kohortenvergleich von Kriterien außerhalb des EuroSCORE der Kohorte A (Art. mammaria sinister plus Art. mammaria dexter) und der Kohorte B (Art. mammaria sinister plus Art. radialis)**

<b>Kriterium</b>		<b>Kohorte A</b>	<b>Kohorte B</b>	<b>Signifikanz</b>
<b>Diabetes mellitus</b>	diätetisch	9 (7,8%)	55 (12,2%)	0,013
	medikamentös	5 (4,3%)	52 (11,5%)	
	Insulin	5 (4,3%)	24 (5,3%)	
	Kein Diabetes	97 (83,6%)	321 (71,0%)	
<b>NYHA</b>	Typ I	241 (46,7%)	186 (41,2%)	0,091
	Typ II	10 (8,6%)	67 (14,8%)	
	Typ III	38 (32,8%)	160 (35,4%)	
	Typ IV	13(11,2%)	39 (8,6%)	
<b>Nikotinabusus</b>		75 (64,7%)	253 (56,1%)	0,248
<b>arterieller Hypertonus</b>		90 (77,6%)	417 (92,3%)	0,000
<b>Hypercholesterinämie</b>		94 (81%)	387 (85,6%)	0,221

Die Versorgung der Patienten mit beiden Brustwandarterien dauert signifikant länger als die Versorgung der Patienten mit der Art. mammaria sinister und einer Art. radialis. Die Ischämiezeit und ECC-Zeit ist dabei aber nicht signifikant unterschiedlich. Der intensivmedizinische Aufenthalt und die Dauer der Intubation zeigen wiederum keinen statistischen Unterschied der Kohorten. Jedoch ist die postoperative Blutungsmenge in der Kohorte A signifikant höher als in Kohorte B. Die stationäre Aufenthaltsdauer ist bei beiden Kohorten annähernd gleich. Auch ergibt sich retrospektiv kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Dauer des Beobachtungszeitraumes (siehe Tabelle 32).

Tabelle 32: Retrospektiver Kohortenvergleich der Mittelwerte mit Standardabweichung der Kriterien der Kohorte A (Art. mammaria sinister plus Art. mammaria dexter) und der Kohorte B (Art. mammaria sinister plus Art. radialis).

Kriterium	Kohorte A	Kohorte B	Signifikanz
Operationsdauer in Minuten	303 ± 71	251 ± 63	0,000
Ischämiezeit in Minuten	68 ± 23	66 ± 20	0,428
ECC-Zeit in Minuten	109 ± 31	111 ± 33	0,577
Intubationsdauer in Stunden	20,3 ± 16,9	24,3 ± 63,0	0,508
Aufenthalt Intensivstation in Tagen	2,7 ± 2,0	3,1 ± 5,3	0,393
Blutungsmenge postoperativ in ml	984 ± 471	779 ± 519	0,000
Aufenthalt präoperativ in Tagen	1,5 ± 1,1	1,8 ± 1,6	0,045
Aufenthalt postoperativ in Tagen	8,5 ± 3,8	8,4 ± 5,9	0,990
Gesamtaufenthaltsdauer	9,9 ± 3,9	10,2 ± 6,1	0,608

Bei den kurzfristig (30 Tage postoperativ) aufgetretenen Komplikationen fällt auf, dass sich die Kohorten in keinem in dieser Studie erfasstem Ereignis signifikant unterscheiden (siehe Tabelle 33).

Tabelle 33: Kohortenvergleich in Bezug auf 30 Tage postoperativ aufgetretene Komplikationen der Kohorte A (Art. mammaria sinister plus Art. mammaria dexter) und der Kohorte B (Art. mammaria sinister plus Art. radialis)

Ereignis	Kohorte A	Kohorte B	Signifikanz
Rethorakotomie	10 (8,6%)	36 (8,0%)	0,877
- Blutung	7 (6,0%)	18 (4,0%)	
- VAC-Therapie bei tiefer Wundinfektion	2 (1,7%)	12 (2,6%)	
- Bypassrevision	1 (0,9%)	3 (0,7%)	
- Instabiles Sternum ohne Infektnachweis	0 (0%)	3 (0,7%)	
Myokardinfarkt	1 (0,9%)	12 (2,6%)	0,201
Zerebrale Durchblutungsstörung	2 (1,7%)	9 (1,8%)	0,405
Niereninsuffizienz	4 (3,5%)	11 (2,5%)	0,338
kardiale Mortalität	2 (1,7%)	11 (2,2%)	0,352

Retrospektiv weisen die Patienten in beiden Kohorten ca. 50 Monate Beobachtungszeitraum auf, wobei die Daten von insgesamt 461 Patienten in beiden Kohorten über diesen Zeitraum gesammelt werden konnten. Dies entspricht einer prozentualen Teilnahme an dieser Studie von 81,2% der Gesamtpopulation (siehe Tabelle 34).

Die Gesamtmortalität und die kardial bedingte Mortalität zeigen bei den Kohorten keinen statistischen Unterschied. Eine Signifikanz im Beobachtungszeitraum lies sich nur für die Freiheit von Angina pectoris nachweisen. Die Patienten der Kohorte A hatten deutlich weniger AP postoperativ als die Patienten der Kohorte B (siehe Tabelle 34).

**Tabelle 34: Kohortenvergleich in Bezug auf die Daten im Beobachtungszeitraum der Kohorte A (Art. mammaria sinister plus Art. mammaria dexter) und der Kohorte B (Art. mammaria sinister plus Art. radialis) \* Angabe des Mittelwertes mit Standardabweichung**

Kriterium	Kohorte A	Kohorte B	Signifikanz
<b>Follow-up in Monaten *</b>	47,8 ± 13,5	51,4 ± 14,9	0,054
<b>Anzahl der Patienten im Follow-up</b>	96 (82,76%)	365 (80,75%)	----
<b>Gesamtsterblichkeit</b>	6 (6,3%)	37 (10,1%)	0,244
<b>kardiale Mortalität</b>	6 (6,3%)	27 (7,4%)	0,698
<b>Myokardinfarkt</b>	4 (4,2%)	23 (6,3%)	0,428
<b>Keine Angina pectoris</b>	65 (81,3%)	217 (69,6%)	0,004
<b>kardiales Event</b>	31 (32,3%)	140 (38,4%)	0,274
<b>Koronarangiographie</b>	12 (12,5%)	58 (15,9%)	0,392

Die retrospektive subjektive Einschätzung der Patienten in Bezug auf ihre eigene Leistungsfähigkeit zeigt, dass die Patienten der Kohorte A und der Kohorte B ihre Leistung präoperativ durchschnittlich als ausreichend einstufen, sich ihre subjektive Leistungsfähigkeit ein Jahr postoperativ durchschnittlich deutlich verbesserte und die Patienten beider Kohorten ihre Leistungsfähigkeit am Ende des Beobachtungszeitraumes durchschnittlich als gut bis befriedigend einschätzten. Dabei ergibt sich für beide Kohorten eine Signifikanz von  $p = 0,000$  für den Vergleich der subjektiven präoperativen Leistungseinschätzungen mit den subjektiven postoperativen Leistungseinschätzungen. Die Kohorten unterschieden sich dabei nicht signifikant (siehe Tabelle 35).

Tabelle 35: Retrospektiver Kohortenvergleich in Bezug auf die subjektive Einschätzung der Leistungsfähigkeit der Kohorte A (Art. mammaria sinister plus Art. mammaria dexter) und der Kohorte B (Art. mammaria sinister plus Art. radialis). Bewertung im Schulnotensystem (Note 1 = sehr gut bis Note 6 = mangelhaft)

Kriterium	Kohorte A	Kohorte B	Signifikanz
Subjektive Einschätzung präoperativ	3,95 ± 1,26	4,12 ± 1,44	0,351
Subjektive Einschätzung 1 Jahr postoperativ	2,63 ± 0,94	2,72 ± 0,99	0,462
Subjektive Einschätzung zum Befragungszeitpunkt	2,47 ± 0,96	2,63 ± 1,04	0,195

Zum Vergleich der Art. radialis und der Art. mammaria dexter wurden die durchgeführten Koronarangiographien ausgewertet. Die Kohorten unterschieden sich nicht in der Anzahl der durchgeführten Koronarangiographien, jedoch zeigte sich bei der Auswertung der Befunde, dass die Art. radialis signifikant häufiger verschlossen war als die rechte Brustwandarterie. Auffallend ist auch, dass die Patienten der Kohorte A häufiger eine Koronarangiographie ohne pathologischen Befund zeigten, als die Patienten der Kohorte B (siehe Tabelle 36).

Tabelle 36: Kohortenvergleich in Bezug auf Koronarangiographien der Kohorte A (Art. mammaria sinister plus Art. mammaria dexter) und der Kohorte B (Art. mammaria sinister plus Art. radialis)

Kriterium	Kohorte A	Kohorte B	Signifikanz
Koronarangiographie	12 (12,5%)	58 (15,9%)	0,392
ohne Stenose	8 (66,7%)	22 (37,9%)	0,000
LIMA Stenose	0	6 (10,3%)	0,000
RIMA Stenose	3 (25,0%)	0	---
Art. radialis Stenose	0	22 (37,9%)	---
Second arteria stenosis	3 (25,0%)	22 (37,9%)	0,002
Venen Stenose	1 (8,3%)	7 (12,1%)	0,038

### 3.2.5 Kardiales Outcome arterieller Bypass-Kombinationen

Als arterielle Bypassgefäße kommen die LIMA, die RIMA und die Art. radialis für die operative Revaskularisierung der Herzkranzgefäße in Frage (siehe Kapitel 1.2.2). Die Häufigkeit der Verwendung der einzelnen Bypassgefäße und deren Kombinationsmöglichkeiten wird in Kapitel 3.1.2 besprochen.

Die Betrachtung eines einzelnen Gefäßes ist aufgrund mangelnder postoperativer Koronarangiographie nur bedingt möglich (siehe Kapitel 3.2.4 und Kapitel 4), so dass in diesem Kapitel die Kombinationen der Bypassgefäße in Bezug auf das kardiale Outcome ausgewertet werden.

Betrachtet man die Kombinationen hinsichtlich eines postoperativ auftretenden kardialen Ereignisses, so stellt man fest, dass sich weder mit Hilfe der logistischen Regression noch mit Hilfe von Kreuztabellen mit Chi-Quadrat Testungen signifikante Unterschiede der einzelnen Kombinationsgruppen zeigen lassen.

Fasst man diese Kombinationsgruppen als einzelne Kohorten auf, so zeigen sich beim Vergleich der präoperativen Risikofaktoren deutliche Unterschiede. Aufgrund der Versorgung von nur sechs Patienten mit der Kombination RIMA plus Art. radialis wurden diese Patienten mit den Patienten, die mit LIMA plus Art. radialis versorgt wurden, in Kohorte 2 zusammengefasst. In Kohorte 1 sind alle Patienten zusammengefasst, die beide Brustwandarterien ohne Art. radialis erhalten haben. Die Patienten, die zusätzlich zu beiden Brustwandarterien mit der Art. radialis versorgt wurden, bilden die Kohorte 3.

Bevor auf die qualitativen Unterschiede der Kohorten eingegangen werden kann, muss als erstes auf die doch sehr deutlichen quantitativen Unterschiede hingewiesen werden. Insgesamt sind 458 Patienten (64,1%) mit einer Brustwandarterie plus Art. radialis versorgt worden (Kohorte 2). Im Vergleich dazu sind die Patientenzahlen in der Kohorte 1 (116 Patienten, 16,3%) mit Versorgung der Koronargefäße mit beiden Brustwandarterien und der Kohorte 3 (140 Patienten, 19,6%) mit Versorgung durch beide Brustwandarterien plus Art. radialis deutlich geringer.

Qualitativ auffällig ist, dass der prozentuale Anteil der Patienten, die präoperativ eine instabile Angina pectoris hatten, in der Kohorte 2 am größten ist (siehe Tabelle 37).

Insgesamt wurden 70,9% der Patienten mit instabiler Angina pectoris mit einer Kombination aus einer Brustwandarterie und Art. radialis versorgt. Es zeigt sich kein signifikanter Unterschied der Kohorte 1 zu Kohorte 3 ( $p > 0,05$ ).

Der in Tabelle 37 angegebene p-Wert für alle AP-Beschwerden bezieht sich nur auf den Kohortenvergleich von Kohorte 1 und Kohorte 3 zu Kohorte 2.

Nur 8,1% der Patienten in Kohorte 2 hatten keinen arteriellen Hypertonus, während in den Kohorten 1 und 3 der Anteil der Patienten ohne arteriellen Hypertonus über 20% lag (siehe Tabelle 37). Somit ergibt sich auch hier eine Signifikanz von Kohorte 1 und 3 zu Kohorte 2, jedoch keine Signifikanz der Kohorte 1 zu Kohorte 3 ( $p > 0,05$ ).

**Tabelle 37: Häufigkeiten der Angina pectoris und des art. Hypertonus in den verschiedenen Kohorten. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis.**

Risikofaktor	Kohorte 1 n = 116	Kohorte 2 n = 458	Kohorte 3 n = 140	Signifikanz
<b>Angina pectoris (AP)</b>				
Stabile AP	65 (56,0%)	255 (55,7%)	81 (57,9%)	>0,05
Instabil AP	33 (28,5%)	173 (37,8%)	38 (27,1%)	0,000
Keine AP	18 (15,5%)	30 (6,6%)	21 (15,0%)	0,000
<b>Arterieller Hypertonus</b>	90 (77,6%)	421 (91,9%)	110 (78,6%)	0,000

Der Anteil der Patienten mit einem präoperativem logistischem EuroSCORE über 8,8% ist in der Kohorte 2 am größten, wobei der Anteil an Patienten mit einem logistischen EuroSCORE der Gruppe I (siehe Kapitel 3.2.3) in der Kohorte 1 und 3 deutlich erhöht ist im Vergleich zu Kohorte 2 (siehe Tabelle 38). Die angegebenen Signifikanzen beziehen sich in Tabelle 38 hauptsächlich auf die Vergleiche von Kohorte 1 und 3 gegen Kohorte 2. Beim Vergleich der Mittelwerte und Mediane mit Standardfehlern und Standardabweichungen zeigen sich jedoch keine Signifikanzen für die Vergleich der Kohorte 1 mit Kohorte 2 ( $p > 0,05$ ). Jedoch zeigt sich eine deutliche Signifikanz für die Vergleiche der Kohorte 1 und Kohorte 2 mit der Kohorte 3 (siehe Tabelle 39).

Auffällig ist auch, die signifikant unterschiedliche Altersverteilung der Kohorten 1 und 3 gegen Kohorte 2 (siehe Tabelle 38). Die Patienten der Kohorte 1 und 3 sind im Median signifikant jünger als die Patienten der Kohorte 2 (siehe Tabelle 40).

Die errechnete Signifikanz von  $p = 0,000$  bezieht sich auch hier wieder auf die Vergleiche von Kohorte 1 und 3 gegen Kohorte 2.

**Tabelle 38: Häufigkeiten des in Gruppen eingeteilten logistischen EuroSCORE und des Alters in den verschiedenen Kohorten. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis.**

Kriterium	Kohorte 1 n = 116	Kohorte 2 n = 458	Kohorte 3 n = 140	Signifikanz
<b>Logistischer EuroSCORE</b>				
0,88%-4,39%	93 (80,2%)	317 (69,2%)	114 (81,6%)	0,000
4,40%-8,79%	12 (10,3%)	78 (17,0%)	20 (14,4%)	0,018
> 8,80%	11 (9,5%)	63 (13,8%)	6 (4,0%)	0,000
<b>Alter</b>				
< 60 Jahre	44 (38,0%)	123 (26,9%)	70 (50,0%)	0,000
60-75 Jahre	65 (56,0%)	291 (63,5%)	64 (45,7%)	0,000
> 75 Jahre	7 (6,0%)	44 (9,6%)	6 (4,3%)	0,005

**Tabelle 39: Mittelwert und Median des logistischen EuroSCORE in Prozent der einzelnen Kohorten. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis. Signifikanztest mittels ANOVA-Tabelle. ( $p > 0,05$  für alle Vergleiche der Kohorte 1 mit Kohorte 2 und für alle Vergleiche der Kohorte 1 mit Kohorte 3,  $p = 0,000$  für alle Vergleiche der Kohorte 2 mit Kohorte 3)**

	logistischer EuroSCORE		
	Kohorte 1	Kohorte 2	Kohorte 3
<b>Gültig</b>	116	458	140
<b>Fehlend</b>	0	0	0
<b>Mittelwert mit Standardfehler</b>	3,94 ± 0,54	5,02 ± 0,35	3,23 ± 0,50
<b>Median mit Standardabweichung</b>	2,1 ± 5,92	2,72 ± 7,45	1,68 ± 5,89
<b>Minimum</b>	0,88	0,88	0,88
<b>Maximum</b>	47,40	84,70	61,54

**Tabelle 40: Mittelwert und Median des Alters der einzelnen Kohorten. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis. Signifikanztest mittels ANOVA-Tabelle. ( $p = 0,000$  für alle Vergleiche des Alters)**

	Alter		
	Kohorte 1	Kohorte 2	Kohorte 3
<b>Gültig</b>	116	458	140
<b>Fehlend</b>	0	0	0
<b>Mittelwert mit Standardfehler</b>	62,04 ± 0,81	64,43 ± 0,41	59,10 ± 0,80
<b>Median mit Standardabweichung</b>	63,54 ± 8,76	65,12 ± 8,67	58,67 ± 9,51
<b>Minimum</b>	39,2	35,1	34,3
<b>Maximum</b>	89,8	86,6	83,4

**Tabelle 41: Mittelwert und Median des BMI der einzelnen Kohorten. Kohorten 1: LIMA plus RIMA; Kohorten 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorten 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis. Signifikanztest mittels ANOVA-Tabelle. ( $p=0,000$  für die Vergleiche Kohorte 2 und 3 mit Kohorte 1.  $p > 0,05$  für die Vergleiche Kohorte 2 mit Kohorte 3)**

	Body Mass Index		
	Kohorte 1	Kohorte 2	Kohorte 3
<b>Gültig</b>	116	458	140
<b>Fehlend</b>	0	0	0
<b>Mittelwert mit Standardfehler</b>	26,35 ± 0,28	28,14 ± 0,21	27,49 ± 0,30
<b>Median mit Standardabweichung</b>	26,37 ± 2,97	27,78 ± 4,50	27,29 ± 3,57
<b>Minimum</b>	18,42	18,82	17,31
<b>Maximum</b>	35,27	49,59	36,67

Der prozentuale Anteil der Patienten mit einem Body Mass Index (BMI) über 30 kg/m<sup>2</sup> ist in Kohorte 2 signifikant am größten (siehe Tabelle 42). Jedoch zeigt sich keine Signifikanz bei der Anzahl der Patienten mit einem BMI unter 25 kg/m<sup>2</sup> in Kohorte 2 und 3, auch im Median ergibt sich kein signifikanter Unterschied der Kohorten 2 und 3 (siehe Tabelle 41). Jedoch ist der Anteil der Patienten, bei denen ein BMI größer 35 kg/m<sup>2</sup> ermittelt wurde, in Kohorte 2 signifikant am höchsten. Diese Verteilung zeigt, dass die meisten übergewichtigen Patienten mit einer Brustwandarterie plus Art. radialis versorgt wurden.

Erwähnt werden sollte auch, dass kein Patient mit einem BMI über 30 kg/m<sup>2</sup> mit der rechten Brustwandarterie plus Art. radialis versorgt wurde. Wenn man alle Patienten betrachtet, die einen BMI von über 30 kg/m<sup>2</sup> haben, dann fällt auf, dass nur 26,6% der Patienten beide Brustwandarterien erhalten haben, wobei eine zusätzliche Art. radialis bei 30 von insgesamt 42 Patienten verwendet wurde (siehe Tabelle 42).

Ein weiterer signifikanter Unterschied der Kohorten liegt in dem Vorliegen eines Diabetes Mellitus, wobei für die Auswertung der Typ I und der Typ II Diabetes Mellitus zusammengefasst wurden. Lediglich sechs Patienten wurden in diese Studie mit einem Diabetes Mellitus Typ I eingeschlossen, so dass bei der Auswertung der Kohorten aufgrund der geringen Anzahl von Typ I Diabetikern keine Differenzierung des Diabetes Mellitus Typs gemacht werden konnte. Es zeigt sich deutlich, dass der Anteil von Patienten mit Diabetes Mellitus in der Kohorte 2 am höchsten ist. In Kohorte 3 ist der Anteil dieser Patienten am geringsten (siehe Tabelle 42). Eine Signifikanz von  $p = 0,000$  konnte beim Vergleich vom Anteil der Diabetiker der einzelnen Kohorten für alle Gruppenvergleiche errechnet werden. Aufgrund der geringen Anzahl der Diabetiker in Kohorte 1 und 3 lässt sich diese Signifikanz nicht mittels linearer Regression darstellen, so dass man die mittels Chi-Quadrat-Test ermittelte Signifikanz kritisch betrachten muss.

**Tabelle 42: Häufigkeiten des in Gruppen eingeteilten Body Mass Index (BMI) und des Diabetes Mellitus (keine Einteilung in Typ I oder Typ II) in den verschiedenen Kohorten. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis. \* gilt nur für die Vergleich Kohorte 2 und 3 mit Kohorte 1.**

Kriterium	Kohorte 1 n = 116	Kohorte 2 n = 458	Kohorte 3 n = 140	Signifikanz
<b>Body Mass Index</b>				
< 25 kg/m <sup>2</sup>	34 (29,6%)	113 (24,7%)	32 (22,9%)	0,000*
25-30 kg/m <sup>2</sup>	69 (60,0%)	229 (50,0%)	78 (55,7%)	0,000
> 30 kg/m <sup>2</sup>	12 ( 10,4%)	116 (25,3%)	30 (21,4%)	0,000
<b>Diabetes Mellitus</b>	19 (16,4%)	130 (28,4%)	13 (9,3%)	0,000

Intraoperativ unterscheiden sich die Kohorten nur in der Länge der Operation. Es zeigt sich bei der Auswertung der Daten, dass die Patienten der Kohorte 2 im Median eine signifikant kürzere Operationszeit hatten ( $p=0,000$ ) als die Patienten der Kohorte 1 und 3 (siehe Tabelle 43). Die verlängerten Operationszeiten der Kohorte 1 und 3 sind bedingt durch die aufwendige Präparation beider Brustwandarterien.

Tabelle 43: Operationszeiten der einzelnen Kohorten. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis. Signifikanztest mittels ANOVA-Tabelle ( $p = 0,000$ , wobei nur für die Vergleiche Kohorte 1 und 3 mit Kohorte 2).

	Operationszeiten in Minuten		
	Kohorte 1	Kohorte 2	Kohorte 3
<b>Gültig</b>	116	458	140
<b>Fehlend</b>	0	0	0
<b>Mittelwert mit Standardfehler</b>	303 ± 6,6	252 ± 3,0	304 ± 4,4
<b>Median mit Standardabweichung</b>	290 ± 71,2	240 ± 63,8	300 ± 52,4
<b>Minimum</b>	185	150	210
<b>Maximum</b>	720	720	455

Die ECC-Zeiten und Ischämiezeiten sind im Median bei allen Gruppen nicht signifikant unterschiedlich. Die fehlenden ECC-Zeiten und Ischämiezeiten ergeben sich durch die insgesamt 14 OPCAB Operationen, bei denen keine Herz-Lungen-Maschine verwendet wurde (siehe Tabelle 44 und Tabelle 45).

Tabelle 44: : ECC-Zeiten der einzelnen Kohorten. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis. Signifikanztest mittels ANOVA-Tabelle (für alle Vergleiche  $p > 0,05$ ) \*fehlende ECC-Zeiten aufgrund von OPCAB.

	ECC-Zeiten in Minuten		
	Kohorte1	Kohorte2	Kohorte3
<b>Gültig</b>	110	452	138
<b>Fehlend</b>	6*	6*	2*
<b>Mittelwert mit Standardfehler</b>	109 ± 3,0	112 ± 1,6	120 ± 2,3
<b>Median mit Standardabweichung</b>	105 ± 31,1	108 ± 33,1	116 ± 27,0
<b>Minimum</b>	49	49	39
<b>Maximum</b>	240	293	203

Tabelle 45: : Ischämiezeiten der einzelnen Kohorten. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis. Signifikanztest mittels ANOVA-Tabelle (für alle Vergleiche  $p > 0,05$ ) \*fehlende Ischämiezeiten aufgrund von OPCAB.

	Ischämiezeiten in Minuten		
	Kohorte 1	Kohorte 2	Kohorte 3
<b>Gültig</b>	110	452	138
<b>Fehlend</b>	6*	6*	2*
<b>Mittelwert mit Standardfehler</b>	69 ± 2,1	67 ± 0,94	78 ± 1,6
<b>Median mit Standardabweichung</b>	65 ± 22,2	65 ± 20,0	76 ± 19,2
<b>Minimum</b>	20	27	43
<b>Maximum</b>	138	127	138

Die durchschnittlichen Beatmungszeiten sind statistisch nicht signifikant unterschiedlich, jedoch sind die Maximalwerte extrem unterschiedlich und verzerrten so ein wenig die Mittelwerte (siehe Tabelle 46).

In den ersten 24 Stunden postoperativ fällt eine erhöhte Blutungsmenge in den Kohorten 1 und 3 im Vergleich zu Kohorte 2. Das heißt, dass bei Verwendung beider Brustwandarterien, die postoperative Blutungsmenge signifikant im Vergleich zur Verwendung von nur einer Brustwandarterie steigt (siehe Tabelle 47). Der Vergleich der postoperativen intensivmedizinischen Betreuungszeit der Kohorten zeigt trotz unterschiedlicher postoperativer Blutungsmenge keine signifikanten Unterschiede (siehe Tabelle 48).

Tabelle 46: Beatmungszeiten der einzelnen Kohorten. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis. Signifikanztest mittels ANOVA-Tabelle (für alle Vergleiche  $p > 0,05$ )

	Beatmungszeiten in Stunden		
	Kohorte 1	Kohorte 2	Kohorte 3
<b>Gültig</b>	116	458	140
<b>Fehlend</b>	0	0	0
<b>Mittelwert mit Standardfehler</b>	20,34 ± 1,57	24,18 ± 2,92	25,77 ± 3,04
<b>Median mit Standardabweichung</b>	16 ± 16,89	16 ± 62,61	17 ± 35,76
<b>Minimum</b>	9	6	8
<b>Maximum</b>	99	1200	288

Tabelle 47: Blutungsmenge der einzelnen Kohorten. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis. Signifikanztest mittels ANOVA-Tabelle ( $p = 0,000$ , wobei dies nur für die Vergleiche Kohorte 1 und 3 mit Kohorte 2 gilt)

	Blutungsmenge postoperativ (24h in ml)		
	Kohorte 1	Kohorte 2	Kohorte 3
<b>Gültig</b>	116	458	140
<b>Fehlend</b>	0	0	0
<b>Mittelwert mit Standardfehler</b>	983,8 ± 43,73	779,7 ± 24,17	1062 ± 49,35
<b>Median mit Standardabweichung</b>	950 ± 417,0	650 ± 517,2	950 ± 583,9
<b>Minimum</b>	280	50	100
<b>Maximum</b>	2400	4000	3700

Tabelle 48: Aufenthalt Intensivstation der einzelnen Kohorten. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis. Signifikanztest mittels ANOVA-Tabelle (für alle Vergleiche  $p > 0,05$ )

	Aufenthalt Intensivstation in Tagen		
	Kohorte 1	Kohorte 2	Kohorte 3
<b>Gültig</b>	116	458	140
<b>Fehlend</b>	0	0	0
<b>Mittelwert mit Standardfehler</b>	2,65 ± 0,18	3,07 ± 0,25	2,79 ± 0,21
<b>Median mit Standardabweichung</b>	2 ± 1,96	2 ± 5,24	2 ± 2,50
<b>Minimum</b>	1	0	1
<b>Maximum</b>	14	66	16

Signifikante Unterschiede bei den intraoperativen und postoperativen Komplikationen zeigen die drei Kohorten nicht ( $p > 0,05$ ). Im Einklang mit den erhöhten Blutungsmengen der Kohorten 1 und 3, ist auch die Menge an benötigten Transfusionen erhöht. In dieser Studie zeigt sich eine Signifikanz für die Menge an transfundierten Einheiten von Fresh Frozen Plasma. Diese Signifikanz bezieht sich aber auch hier nur auf den Vergleich von Kohorte 1 und 3 gegen Kohorte 2 (siehe Tabelle 50). Eine Signifikanz beim Vergleich der postoperativ transfundierten Erythrozyteneinheiten ist nicht zu erkennen (siehe Tabelle 49).

Auch zeigt sich keine signifikant erhöhte Rate an Rethorakotomie aufgrund von Blutungen bei der Verwendung beider Brustwandarterien.

**Tabelle 49: Transfusion von Erythrozytenkonzentraten der einzelnen Kohorten. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis. Signifikanztest mittels ANOVA-Tabelle (für alle Vergleiche  $p > 0,05$ )**

	Transfusion von Erythrozytenkonzentraten		
	Kohorte 1	Kohorte 2	Kohorte 3
<b>Gültig</b>	116	458	140
<b>Fehlend</b>	0	0	0
<b>Mittelwert mit Standardfehler</b>	2,12 ± 0,23	1,94 ± 0,12	2,12 ± 0,22
<b>Median mit Standardabweichung</b>	2 ± 2,52	1 ± 2,58	2 ± 2,58
<b>Minimum</b>	0	0	0
<b>Maximum</b>	14	18	12

**Tabelle 50: Transfusion von Fresh Frozen Plasma der einzelnen Kohorten. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis. Signifikanztest mittels ANOVA-Tabelle ( $p < 0,01$ , wobei dies nur für Vergleiche Kohorte 1 und 3 gegen Kohorte 2 gilt)**

	Transfusion von Fresh Frozen Plasma		
	Kohorte 1	Kohorte 2	Kohorte 3
<b>Gültig</b>	116	458	140
<b>Fehlend</b>	0	0	0
<b>Mittelwert mit Standardfehler</b>	2,08 ± 0,29	1,38 ± 0,13	2,06 ± 0,28
<b>Median mit Standardabweichung</b>	0 ± 3,09	0 ± 2,85	0 ± 3,36
<b>Minimum</b>	0	0	0
<b>Maximum</b>	12	17	14

Neben den unterschiedlichen Operationszeiten fällt beim Vergleich der Kohorten noch die unterschiedliche Anzahl an zusätzlichen venösen koronaren Bypassgefäßen auf. 57,0% der Patienten in Kohorte 2 haben zusätzlich zu den beiden arteriellen koronaren Bypässen noch mindestens einen venösen koronaren Bypass erhalten (siehe Tabelle 51).

Bei den Patienten, die sowohl beide Brustwandarterien als auch die Art. radialis als arterielle Bypassgefäße erhalten haben, ist die Rate mit 11,4% deutlich geringer. 46,6% der Patienten in Kohorte 1 haben einen oder mehrere zusätzliche venöse Koronarbypässe erhalten (siehe Tabelle 51).

**Tabelle 51: Patienten mit zusätzlichen venösen Grafts nach Kohorten aufgeteilt. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis. ( $p = 0,000$  für alle Vergleiche)**

Kriterium	Kohorte 1 n = 116	Kohorte 2 n = 458	Kohorte 3 n = 140	Signifikanz
<b>Patienten mit zusätzlichen venösen Grafts</b>	54 (46,6%)	261 (57%)	16 (11,4%)	0,000

### Kohorte Unterteilung nach logistischem EuroSCORE

Aufgrund der präoperativen Unterschiede wurden die Kohorten aus Kapitel 3.2.5 in Untergruppen eingeteilt. Als erstes wurde das kardiale Outcome der Kohorten in Bezug auf den logistischen EuroSCORE untersucht.

Patienten mit einem logistischem EuroSCORE von unter 4,40% zeigten vor dem Hintergrund ihrer arteriellen Bypass-Kombination keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf ihr kardiales Outcome. Auch bei den Patienten mit einem fünffach bis zehnfach erhöhten Risiko konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Kohorten errechnet werden.

Die Patienten mit einem mindestens zehnfach erhöhten Mortalitätsrisiko ( $> 8,80\%$ ) zeigten jedoch deutliche Unterschiede im kardialen Outcome in Bezug zu ihrer arteriellen Bypass-Kombination. Bei Patienten der Hochrisikogruppe, die mit einer Brustwandarterie und der Art. radialis versorgt wurden, ist das Auftreten eines postoperativen kardialen Ereignisses am höchsten und postoperative Myokardinfarkte traten nur bei diesen Patienten auf. Jedoch muss man die Patientenzahl in dieser Kohorte nennen (siehe Tabelle 38). Insgesamt sind nur 70 Patienten der Hochrisikogruppe des logistischen EuroSCORE im Follow-up. Von diesen 70 Patienten haben 57 Patienten (81,2%) die Kombination Brustwandarterie plus Art. radialis erhalten, wobei von diesen Patienten 59,6% der Patienten (34 Patienten) postoperativ ein kardiales Ereignis aufwies. Bei neun Patienten wurden beide Brustwandarterien verwendet (drei Patienten mit postoperativem kardialen Ereignis) und bei weiteren vier Pa-

tienten (ein Patient mit postoperativem kardialen Ereignis) wurde zusätzlich zu den Brustwandarterien die Art. radialis verwendet. Damit sind die Fallzahlen in dieser Untergruppe für eine statistische Analyse zu gering.

### Kohorten Unterteilung nach Altersgruppen

Neben dem EuroSCORE fällt auch die unterschiedliche Altersverteilung der einzelnen Kohorten auf (siehe Tabelle 38). Bildet man auch hier Untergruppen der Bypass-Kombination in Bezug auf das Alter, so lässt sich kein statistisch signifikanter Unterschied in Bezug auf das kardiale Outcome für Patienten unter 60 Jahren berechnen (siehe Tabelle 52).

**Tabelle 52: Kardiales Outcome der Patienten unter 60 Jahre im Vergleich der Bypass-Kombinationen. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis**

Outcome	Alter	Kohorte 1 n = 31	Kohorte 2 n = 85	Kohorte 3 n = 50	Signifikanz
<b>Kardiales Ereignis</b>	<b>&lt; 60 Jahre</b>	11 (35,8%)	30 (35,3%)	13 (26,0%)	0,499

Zum gleichen Ergebnis kommt man, wenn man in der Gruppe der Patienten zwischen 60 und 75 Jahren die drei Bypass Kombinationen vergleicht. Auch hier zeigt sich in Bezug auf die Bypass Kombinationsmöglichkeiten kein signifikanter Unterschied (siehe Tabelle 53).

**Tabelle 53: Kardiales Outcome der Patienten zwischen 60 und 75 Jahren im Vergleich der Bypass-Kombinationen Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis**

Outcome	Alter	Kohorte 1 n = 59	Kohorte 2 n = 250	Kohorte 3 n = 53	Signifikanz
<b>Kardiales Ereignis</b>	<b>60-75 Jahre</b>	16 (27,1%)	93 (37,2%)	17 (32,1%)	0,310

Bei der Betrachtung des kardialen Outcome der Patienten über 75 Jahre ist wie bei der Hochrisikogruppe des logistischen EuroSCORE eine Auswertung aufgrund der niedrigen Fallzahlen der Patienten, die mit beiden Brustwandarterien mit oder ohne zusätzlicher Art. radialis versorgt wurden, nicht aussagekräftig (siehe Tabelle 54).

Tabelle 54: Kardiales Outcome der Patienten über 75 Jahren im Vergleich der Bypass-Kombinationen Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis

Outcome	Alter	Kohorte 1 n = 6	Kohorte 2 n = 35	Kohorte 3 n = 3	Signifikanz
Kardiales Ereignis	> 75 Jahre	4 (66,6%)	20 (57,1%)	1 (33,3%)	0,633

### Kohorten Unterteilung nach BMI

Auffallend ist die überwiegende Versorgung der Patienten mit einem BMI > 30 kg/m<sup>2</sup> mit einer Brustwandarterie plus Art. radialis (siehe Tabelle 42). Dennoch zeigt sich bei diesen Patienten kein Unterschied im kardialen Outcome in Bezug auf die Bypass-Kombination. Die niedrigen Fallzahlen der Kohorten 1 und 3 lassen eine statistische Aussage aber nur schwer zu (siehe Tabelle 55).

Tabelle 55: Kardiales Outcome der Patienten mit BMI > 30 kg/m<sup>2</sup> nach Kohorten aufgeteilt. Kohorte 1: LIMA plus RIMA; Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis.

Outcome	BMI	Kohorte 1 n = 10	Kohorte 2 n = 90	Kohorte 3 n = 23	Signifikanz
Kardiales Ereignis	> 30 kg/m <sup>2</sup>	4 (40%)	30 (33,3%)	7 (30,4%)	0,866

Tabelle 56: Kardiales Outcome der Patienten mit BMI 25-30 kg/m<sup>2</sup> nach Kohorten aufgeteilt. Kohorte 1: LIMA plus RIMA Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis.

Outcome	BMI	Kohorte 1 n = 57	Kohorte 2 n = 187	Kohorte 3 n = 62	Signifikanz
Kardiales Ereignis	25-30 kg/m <sup>2</sup>	20 (35,1%)	74 (39,6%)	17 (27,4%)	0,221

**Tabelle 57: Kardiales Outcome der Patienten mit BMI < 25 kg/m<sup>2</sup> nach Kohorten aufgeteilt. Kohorte 1: LIMA plus RIMA Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis.**

Outcome	BMI	Kohorte 1 n = 28	Kohorte 2 n = 93	Kohorte 3 n = 21	Signifikanz
<b>Kardiales Ereignis</b>	<b>&lt; 25 kg/m<sup>2</sup></b>	7 (25%)	39 (41,9%)	7 (33,3%)	0,246

Bei der statistischen Analyse der übergewichtigen Patienten mit einem BMI zwischen 25 kg/m<sup>2</sup> und 30 kg/m<sup>2</sup> zeigt sich bei niedrigen Fallzahlen kein signifikanter Unterschied der einzelnen Kohorten (siehe Tabelle 56). Gleiches gilt für die Patienten mit einem BMI von unter 25 kg/m<sup>2</sup>. Auch hier zeigt die statistische Analyse keinen signifikanten Unterschied beim Auftreten von postoperativen kardialen Ereignissen (siehe Tabelle 57).

### **Kohorten Unterteilung nach Diabetes Mellitus**

Die Häufigkeit der Patienten mit Diabetes Mellitus ist in den drei Kohorten signifikant unterschiedlich (siehe Tabelle 42). Es zeigt sich jedoch, dass Diabetiker in keiner Kohorte ein signifikant vermehrtes Auftreten eines postoperativen kardialen Ereignisses aufweisen als Patienten ohne Diabetes Mellitus.

Unterteilt man die Kohorten nach Auftreten eines Diabetes Mellitus, so zeigt sich, dass in allen drei Kohorten das durchschnittliche Auftreten eines kardialen Ereignisses der Patienten ohne Diabetes Mellitus nicht signifikant unterschiedlich ist (siehe Tabelle 58). Zum gleichen Ergebnis kommt man bei der Betrachtung der Diabetiker (siehe Tabelle 59).

Somit zeigt sich für jede Bypass-Kombination, dass sich in dieser Studie kein signifikanter Unterschied in Bezug auf das postoperative Auftreten eines kardialen Ereignisses bei Diabetiker und Patienten ohne Diabetes Mellitus statistisch errechnen lässt.

**Tabelle 58: Kardiales Outcome der Patienten ohne Diabetes Mellitus nach Kohorten aufgeteilt. Kohorte 1: LIMA plus RIMA Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis.**

Outcome	Diabetes Mellitus	Kohorte 1 n = 80	Kohorte 2 n = 266	Kohorte 3 n = 96	Signifikanz
<b>Kardiales Ereignis</b>	<b>negativ</b>	26 (32,5%)	104 (39,1%)	29 (30,2%)	0,231

Tabelle 59: Kardiales Outcome der Patienten mit Diabetes Mellitus nach Kohorten aufgeteilt. Kohorte 1: LIMA plus RIMA Kohorte 2: LIMA oder RIMA plus Art. radialis; Kohorte 3: LIMA plus RIMA plus Art. radialis.

Outcome	Diabetes Mellitus	Kohorte 1 n = 16	Kohorte 2 n = 104	Kohorte 3 n = 10	Signifikanz
Kardiales Ereignis	positiv	5 (31,3%)	39 (37,5%)	2 (20%)	0,507

### 3.2.6 Komplett versus überwiegend arterielle Bypassoperation

Eine weitere Möglichkeit der Einteilung der Patienten ist die der Unterscheidung zwischen Patienten, die eine komplett arterielle koronare Bypassoperation erhalten haben und Patienten, die zusätzlich noch einen venösen Koronarbypass erhalten haben.

Eine komplett arterielle koronare Bypassversorgung haben 385 Patienten (53,9%) erhalten. 329 Patienten (46,1%) haben in dem Untersuchungszeitraum eine isolierte koronare Bypassoperation mit mindestens zwei arteriellen Graft und mindestens einem zusätzlichem venösen Graft erhalten.

Vergleicht man bei diesen beiden Gruppen das kardiale Outcome, so stellt man fest, dass das Auftreten kardialer Ereignisse nicht signifikant unterschiedlich ist. Auch Vergleiche der Myokardinfarkthäufigkeit und des kardialen Todes zeigen keine signifikanten Unterschiede (siehe Tabelle 60).

Tabelle 60: Outcome von Patienten mit komplett arterieller koronarer Bypassversorgung versus überwiegend arterieller koronarer Bypassversorgung

Outcome	Komplette arterielle Versorgung n = 296	Überwiegend arterielle Versorgung n = 276	Signifikanz
kardiales Ereignis	109 (36,8%)	96 (34,8%)	0,611
Myokardinfarkt	13 (4,4%)	19 (6,9%)	0,195
kardialer Tod	19 (6,4%)	18 (6,5%)	0,960

Postoperativ ist somit kein Unterschied zwischen beiden Gruppen zu erkennen. Die Patienten unterscheiden sich präoperativ nur im Alter ( $p = 0,000$ ). 64,1% der Patienten unter 60 Jahre haben eine komplette arterielle koronare Bypassoperation erhalten. Bei den Patienten über 60 Jahren liegt der Anteil der kompletten arteriellen Bypassoperationen nur noch bei 48,8% (siehe Tabelle 61).

**Tabelle 61: Altersverteilung der Patienten mit komplett und überwiegend arterielle Bypassversorgung**

<b>Altersgruppen</b>	<b>Komplette arterielle Versorgung</b>	<b>Überwiegend arterielle Versorgung</b>	<b>Signifikanz</b>
<b>unter 60 Jahren n = 237</b>	152 (64,1%)	85 (35,9%)	0,000
<b>über 60 Jahren n = 477</b>	233 (48,8%)	244 (51,2%)	0,005
<b>Signifikanz</b>	0,000	0,000	-----
<b>Gesamt n = 714</b>	385 (53,9%)	329 (46,1%)	0,000

### 3.2.7 Diabetes Mellitus

Wie in Kapitel 3.2.2 beschrieben, zeigen die Patienten mit Diabetes Mellitus und die Patienten ohne Diabetes Mellitus keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf das kardiale Outcome. Jedoch gibt es in Bezug auf die postoperative Wundheilungsstörung signifikante Unterschiede zwischen Diabetikern und Patienten ohne Diabetes Mellitus.

In dieser Studie hatten 12,3% der Patienten mit Diabetes Mellitus (162 Patienten) eine Wundheilungsstörung, in der Gruppe der Patienten ohne Diabetes Mellitus (552 Patienten) lag die Rate der Wundheilungsstörungen bei 7,2%. Damit liegt das Risiko einer Wundheilungsstörung bei Diabetes Mellitus in dieser Studie um den Faktor 1,71 höher als bei Patienten ohne Diabetes Mellitus ( $p = 0,040$ ) (siehe Tabelle 62).

Auffallend war zudem, dass die größte Gruppe an Wundheilungsstörungen bei Patienten mit diätetischer Einstellung des bekannten Diabetes Mellitus auftrat. Hier wies jeder fünfte Patient eine Wundheilungsstörung auf. Bei den Patienten mit medikamentöser Behandlung liegt der Anteil bei 6,3%. Der Anteil an Wundheilungsstörungen liegt in der Gruppe der mit Insulin therapierten Diabetikern bei 12,9% (siehe Tabelle 62).

**Tabelle 62: Vergleich der auftretenden Wundheilungsstörungen in Bezug auf Diabetes Mellitus und seine Einstellung**

	Diabetes Mellitus n=162			Kein Diabetes Mellitus n = 552
	Diätetisch n = 37	Medikamentös n = 63	Insulin n = 62	
<b>Wundheilungsstörungen</b>	8 (21,6%)	4 (6,3%)	8 (12,9%)	40 (7,2%)
<b>Gesamt</b>		20 (12,3%)		40 (7,2%)

Insgesamt wurden nur bei 19,8% der 162 Patienten mit Diabetes Mellitus (Typ I und Typ II) die Möglichkeit der Verwendung beider Brustwandarterien genutzt. In der Patientengruppe ohne Diabetes Mellitus erhielten 234 Patienten (42,4%) eine Versorgung mit beiden Brustwandarterien. Damit zeigt sich ein deutlich signifikanter Unterschied mit  $p = 0,000$  bei der Versorgung von Patienten mit und ohne Diabetes Mellitus (siehe Tabelle 63).

Tabelle 63: Vergleich der Verwendung beider Brustwandarterien in Bezug auf Diabetes Mellitus

	Diabetes Mellitus n = 162	Kein Diabetes Mellitus n = 552	Signifikanz
<b>Verwendung beider Brustwandarterien</b>	32 (19,8%)	234 (42,4%)	0,000

### 3.2.8 Dringliche Operation versus elektiv Eingriff

Vergleicht man die elektiven Eingriffe mit den Notoperationen, so zeigt sich, dass das Auftreten kardialer Ereignisse postoperativ nicht signifikant unterschiedlich ist ( $p = 0,379$ ). Jedoch bei weiterer Differenzierung der kardialen Ereignisse fällt auf, dass die Patienten die notfallmäßig operiert wurden, postoperativ signifikant mehr Myokardinfarkte erlitten (siehe Tabelle 64).

Tabelle 64: Vergleiche des Outcome elektiver Eingriffe mit Notfalleingriffen

Outcome	Elektiver Eingriff n = 542	Notoperationen n = 30	Signifikanz
<b>kardiales Ereignis</b>	192 (35,4%)	13 (43,3%)	0,379
<b>Myokardinfarkt</b>	27 (5,0%)	5 (16,7%)	0,007
<b>kardialer Tod</b>	32 (5,9%)	5 (16,7%)	0,060

Insgesamt wurden nur 40 Patienten notfallmäßig mit mindestens zwei arteriellen Bypassgefäßen in den Jahren 2001 bis 2005 im UHZ versorgt. Bei diesen 40 Patienten konnte von insgesamt 30 Patienten ein vollständiges Follow-up erzielt werden. Das entspricht einem prozentualen Anteil von 75%. Betrachtet man diesbezüglich die Patienten die elektiv operiert wurden (674 Patienten), so zeigt sich, dass die Daten des Follow-up zu 80,4% (542 Patienten) vorliegen. Damit ergibt sich kein signifikanter Unterschied beim Vergleich des Verhältnisses der Responder und Nonresponder bei den elektiv und bei den notfallmäßig operierten Patienten ( $p > 0,05$ ).

### 3.2.9 Geschlecht

Das Geschlecht zählt zu den Risikofaktoren für das postoperative Auftreten von kardialen Ereignissen, die mittels logistischer Regressionsanalyse in dieser Studie einen signifikanten Unterschied zeigen (siehe Kapitel 3.2.2). Das relative Risiko postoperativ ein kardiales Ereignis zu haben, ist für Frauen im Vergleich zu Männern um den Faktor 2,05 erhöht (siehe Tabelle 26).

Das Infarktrisiko ist bei beiden Geschlechtern mit jeweils knapp 5% annähernd gleich. Auch die kardiale Sterblichkeit ist bei Männern (6,3%) und Frauen (7,5%) in dieser Population nicht signifikant unterschiedlich ( $p > 0,05$ ).

Frauen zeigen aber in dieser Studie häufiger Beschwerden im Sinne einer Dyspnoe bei leichter Belastung oder in Ruhe ( $p = 0,046$ ). Noch deutlicher ist der Geschlechtsunterschied in Bezug auf das postoperative Auftreten von AP-Beschwerden ( $p = 0,003$ ). Bei Frauen ist das relative Risiko für AP-Beschwerden bei leichter Belastung oder in Ruhe im Vergleich zu Männern um den Faktor 1,8 erhöht (siehe Tabelle 65).

**Tabelle 65: Häufigkeit des postoperativen Auftretens von Dyspnoe ( $p=0,046$ ) und Angina pectoris ( $p = 0,003$ ) nach Geschlecht sortiert**

<b>Geschlecht</b>	<b>Dyspnoe (NYHA III + IV)</b>	<b>Angina pectoris (CCS III + IV)</b>
<b>Männlich n=479</b>	73 (15,2%)	80 (16,7%)
<b>Weiblich n=93</b>	22 (23,7%)	28 (30,1%)
<b>Signifikanz</b>	0,046	0,003

Das postoperativ erhöhte relative Risiko von AP-Beschwerden beim weiblichen Geschlecht im Vergleich zum männlichen Geschlecht zeigt sich jedoch auch präoperativ. Auch das präoperative Auftreten von Dyspnoe bei leichter Belastung oder in Ruhe tritt bei Frauen signifikant häufiger auf als bei Männern (siehe Tabelle 66).

Tabelle 66: Häufigkeit des präoperativen Auftretens von Dyspnoe ( $p = 0,000$ ) und Angina pectoris ( $p = 0,019$ ) nach Geschlecht sortiert

Geschlecht	Dyspnoe (NYHA III + IV)	Angina pectoris (CCS III + IV + instabile AP)
Männlich n=595	237 (39,8%)	290 (48,7%)
Weiblich n=119	71 (59,7%)	72 (60,5%)
Signifikanz	0,000	0,019

Ein Vergleich der präoperativen ischämischen Schädigung des Herzens im Sinne eines Myokardinfarktes zeigt keine Signifikanz in Bezug auf die Geschlechter. Betrachtet man die Gesamtanzahl der aortokoronaren Bypassoperationen und teilt diese nach Geschlechtern auf, so fällt auf, dass überwiegend Männer operiert wurden. 2001 betrug der Anteil der männlichen Patienten 75,8%, die eine aortokoronare Bypassoperation im UHZ erhalten haben. Dieser Anteil blieb bis 2005 immer konstant bei ca. 75% (siehe Abbildung 7).

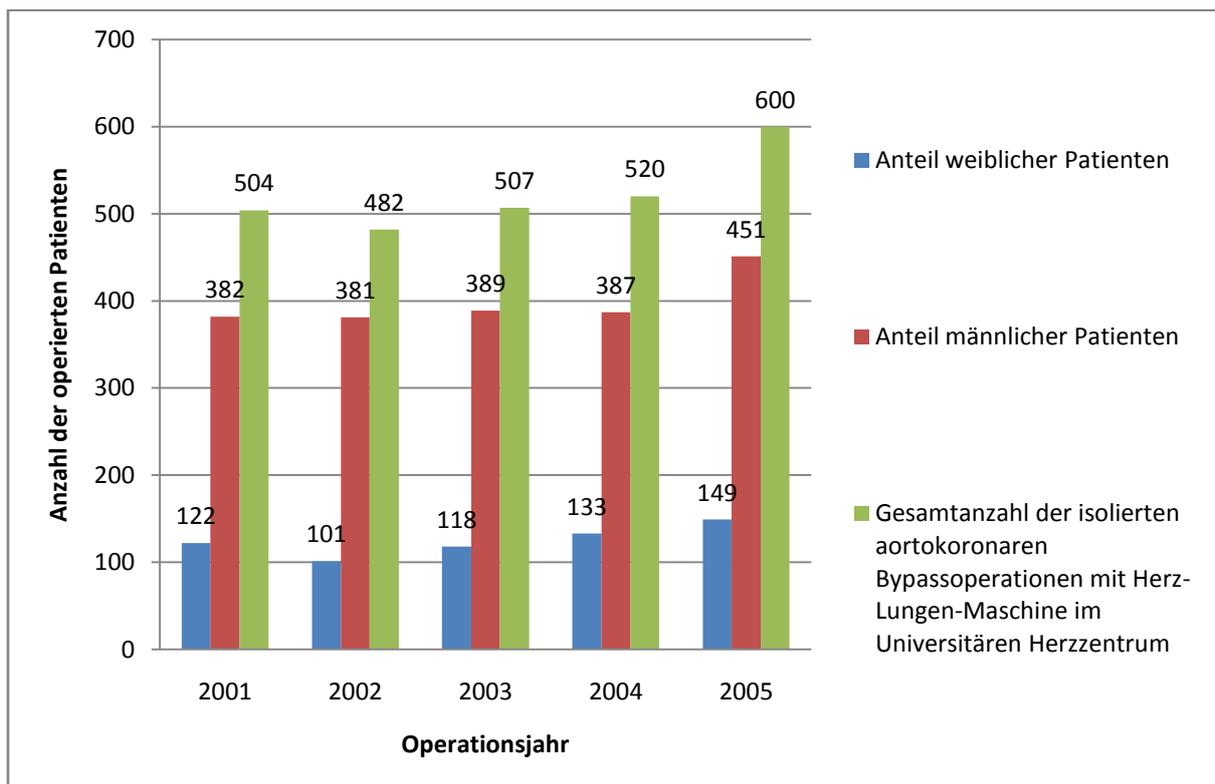


Abbildung 7: Häufigkeiten der isolierten aortokoronaren Bypassoperation mit Herz-Lungen-Maschine und geschlechtsspezifischer Aufteilung von 2001 bis 2005 im Universitären Herzzentrum Hamburg.

Auch eine Betrachtung der überwiegend bzw. komplett arteriellen koronaren Bypassoperationen zeigt ein ähnliches Bild. Der Anteil der männlichen Patienten betrug 2001 74,1%. Dieser Anteil steigerte sich in den drei folgenden Jahren auf Werte um die 85% und fiel dann 2005 wieder auf 77,5% ab (siehe Abbildung 8).

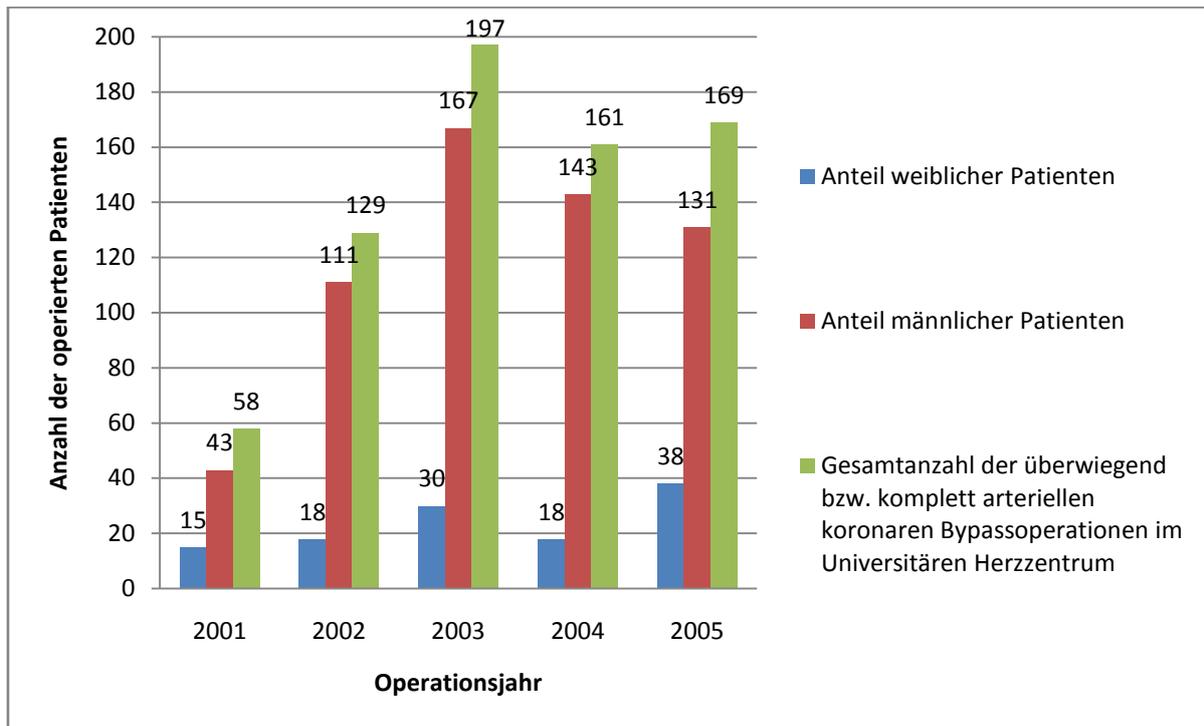


Abbildung 8: Häufigkeiten der isolierten überwiegend bzw. komplett arteriellen koronaren Bypassoperation mit Herz-Lungen-Maschine mit geschlechtsspezifische Aufteilung von 2001 bis 2005 im Universitären Herzzentrum Hamburg.

### 3.2.10 Jahresvergleiche

Vergleicht man die einzelnen Jahre nach dem kardialen Outcome, so fällt auf, dass es keine signifikanten Unterschiede gibt (siehe Tabelle 67).

Tabelle 67: kardiales Outcome im Jahresvergleich

Outcome	2001 n = 45	2002 n = 92	2003 n = 153	2004 n = 136	2005 n = 146	Signifikanz
<b>kardiales Ereignis</b>	19 (42,2%)	33 (35,9%)	50 (32,7%)	46 (33,8%)	57 (39,0%)	> 0,05
<b>Myokardinfarkt</b>	4 (8,9%)	8 (8,7%)	4 (2,6%)	8 (5,9%)	8 (5,5%)	> 0,05
<b>30-Tages-Mortalität</b>	1 (1,75%)	2 (1,55%)	3 (1,52%)	2 (1,25%)	3 (1,78%)	> 0,05
<b>kardiale Mortalität</b>	4 (8,9%)	7 (7,6%)	6 (3,9%)	9 (6,6%)	11 (7,5%)	> 0,05

Gleiches gilt auch für die präoperativen Kriterien. Auch hier zeigt sich kein signifikanter Unterschied im Jahresvergleich (siehe Tabelle 68). Damit scheint eine konstante Behandlungsstrategie im gesamten Beobachtungszeitraum vollzogen worden zu sein, so dass es keine Verfälschung der Ergebnisse in den anderen Kapiteln aufgrund von Lernkurven oder Änderungen der Behandlungsstrategien gibt.

Tabelle 68: präoperative Ereignisse im Jahresvergleich

präoperative Ereignisse		2001 n = 57	2002 n = 129	2003 n = 197	2004 n = 160	2005 n = 169	Signifikanz
<b>logistischer EuroSCORE</b>	<b>&lt;4,40</b>	44 (77,2%)	97 (75,2%)	149 (75,6%)	116 (72,5%)	118 (69,8%)	> 0,05
<b>(in Prozent)</b>	<b>4,40</b>	9 (15,8%)	16 (12,4%)	25 (12,7%)	28 (17,5%)	30 (17,8%)	> 0,05
	<b>-8,79</b>						
	<b>&gt;8,80</b>	4 (7,0%)	16 (12,4%)	23 (11,7%)	16 (10,0%)	21 (12,4%)	> 0,05
<b>komplette arterielle Bypassversorgung</b>		27 (46,6%)	72 (55,8%)	102 (51,8%)	85 (52,8%)	99 (58,6%)	> 0,05

### 3.2.11 Aktiver Nikotinkonsum

Bei den Patienten mit aktivem Nikotinkonsum zum Operationszeitpunkt ist in dieser Studie das relative Risiko eines postoperativ kardialen Ereignisses um den Faktor 2,34 erhöht im Vergleich zu den Patienten, die zum Operationszeitpunkt keinen aktiven Nikotinkonsum angegeben haben (siehe Tabelle 26 und Kapitel 3.2.2).

Die Patienten mit aktiven Nikotinkonsum weisen in dieser Studie im Vergleich mit der Kontrollgruppe ohne aktiven Nikotinkonsum kein signifikant erhöhtes postoperatives Myokardinfarkttrisiko auf. Ein signifikanter Unterschied kann auch nicht in Bezug auf postoperative AP-Beschwerden gezeigt werden (siehe Tabelle 69).

Patienten mit aktiven Nikotinkonsum zeigen aber deutlich häufiger Dyspnoe-Symptome bei leichter Belastung und in Ruhe ( $p = 0,026$ ). 21,6% der Patienten mit aktiven Nikotinkonsum haben postoperativ diese Beschwerdesymptomatik geäußert, während bei den Patienten ohne aktiven Nikotinkonsum bzw. noch nie stattgehabten Nikotinkonsum nur 14,2% der Patienten über Dyspnoe bei leichter Belastung oder in Ruhe klagten (siehe Tabelle 69).

**Tabelle 69: Vergleiche des kardialen Outcome von Patienten mit aktiven Nikotinkonsum und Patienten ohne Nikotinkonsum zum Operationszeitpunkt**

<b>Outcome</b>	<b>aktiver Nikotinkonsum n=185</b>	<b>kein Nikotinkonsum n=387</b>	<b>Signifikanz</b>
<b>kardiales Ereignis</b>	84 (45,4%)	121 (31,3%)	0,001
<b>Myokardinfarkt</b>	13 (7,0%)	19 (4,9%)	0,303
<b>kardialer Tod</b>	21 (11,4%)	16 (4,1%)	0,001
<b>NYHA <math>\geq</math> III</b>	40 (21,6%)	55 (14,2%)	0,026
<b>CCS <math>\geq</math> III</b>	36 (19,5%)	72 (18,6%)	0,807

Noch deutlicher ist aber der Unterschied der beiden Patientengruppen in Bezug auf die kardiale Mortalität ( $p = 0,001$ ). Bei den Nichtrauchern bzw. Ex-Rauchern sind im Studienzeitraum 16 Patienten (4,1%) verstorben. In der Gruppe der Patienten mit aktivem Nikotinkonsum verstarben im gleichen Zeitraum 21 Patienten (11,4%) (siehe Tabelle 69).

### 3.2.12 Alterskohorten

In dieser Studie waren 237 Patienten (33,2%) zum Operationszeitpunkt unter 60 Jahren. Die Anzahl der Patienten über 75 Jahre war zum Operationszeitpunkt mit 57 Patienten (8,0%) relativ gering. Am größten war die Gruppe der Patienten zwischen 60 und 75 Jahren mit insgesamt 420 Patienten (58,8%) (siehe Tabelle 6).

Die Patienten unter 60 Jahren unterscheiden sich von den Patienten, die zum Operationszeitpunkt zwischen 60 und 75 Jahren waren, nicht signifikant im Auftreten eines postoperativen kardialen Ereignisses. Es ergeben sich aber im Vergleich dieser beiden Gruppen zur Gruppe der Patienten, die zum Operationszeitpunkt älter als 75 Jahre alt waren, signifikante Unterschiede (siehe Tabelle 70).

Jedoch ist die Gruppe der über 75 Jahre alten Patienten relativ klein, so dass eine Aussage aufgrund fehlender statistischer Power nur eingeschränkt möglich ist. Dies spiegelt sich auch in der Tatsache wieder, dass das Alter nicht als signifikanter Risikofaktor mittels logistischer Regression für das kardiale Outcome ermittelt werden konnte (siehe Kapitel 3.2.2).

**Tabelle 70: Häufigkeiten des kardialen Ereignisses, des postoperativen Myokardinfarktes und des kardialen Todes nach Altersgruppen eingeteilt. \*Signifikanz gilt nur für Vergleiche von Patienten unter 60 Jahre und zwischen 60 und 75 Jahren im Vergleich zu Patienten über 75 Jahre.**

Altersgruppe	kardiales Ereignis	Postoperativer Myokardinfarkt	kardialer Tod
< 60 Jahre n = 166	54 (32,5%)	6 (3,6%)	8 (4,8%)
60-75 Jahre n = 362	126 (34,8%)	19 (5,2%)	20 (5,5%)
> 75 Jahre n = 44	25 (56,8%)	7 (15,9%)	9 (20,5%)
<b>Signifikanz</b>	0,000*	0,000*	0,000*

Wie im Kapitel 3.2.5 beschrieben, weisen die Alterskohorten signifikante Unterschiede im Bezug auf die Versorgung der Herzkranzgefäße mit arteriellen Bypässen auf. 52% der Patienten unter 60 Jahren haben eine Versorgung mit einer Brustwandarterie plus Art. radialis erhalten. 30% dieser Patienten haben beide Brustwandarterien plus Art. radialis erhalten. Bei den Patienten über 75 Jahre sind 77% der Patienten mit der Bypass-Kombination Brustwandarterie plus Art. radialis versorgt worden. Bei nur 10% wurden alle drei arteriellen Bypassgefäße verwendet.

Kapitel 3.2.6 zeigt auch, dass die Patienten unter 60 Jahren signifikant häufiger mit komplett arteriellen Koronarbypässen versorgt wurden als Patienten über 60 Jahre.

In einer statistischen Analyse mit Hilfe einer logistischen Regression zeigen sich aber in Bezug auf das postoperative Auftreten kardialer Ereignisse keine signifikanten Unterschiede der Altersgruppen.

### 3.2.13 Subjektiver Gewinn der aortokoronaren Bypassoperation

Betrachtet man die durchschnittliche in Schulnoten wiedergegebene retrospektive subjektive Beurteilung der Patienten bezüglich ihrer Leistung präoperativ ( $4,05 \pm 0,07$ ), ein Jahr nach der koronaren Bypassoperation ( $2,70 \pm 0,05$ ) und zum Befragungszeitpunkt ( $2,58 \pm 0,05$ ), so wird deutlich, dass die Patienten subjektiv deutlich von der operativen Versorgung ihrer koronaren Herzerkrankung profitiert haben (siehe Tabelle 23).

Schaut man sich nun die Patienten an, die retrospektiv ihre präoperative Leistung als mangelhaft bis ungenügend (Schulnote 5 und 6) bezeichneten, so zeigt sich, dass von den 218 Patienten ein Jahr nach dem operativen Eingriff 88 Patienten (40,4%) ihre Leistung als gut bis sehr gut (Schulnote 1 und 2) einschätzten und nur 11 Patienten (5,0%) ein Jahr nach dem Eingriff ihre subjektive Leistungsfähigkeit als nicht verbessert einschätzten (siehe Tabelle 71).

**Tabelle 71: Vergleich der subjektiven Leistungseinschätzung präoperativ und ein Jahr nach der Koronaren Bypassoperation in Gruppeneingeteilt.**

subjektive Leistungen präoperativ	Leistungen 1 Jahr postoperativ		
	gut bis sehr gut	befriedigend bis ausreichend	mangelhaft bis ungenügend
gut bis sehr gut n = 93 (20,5%)	45 (48,8%)	43 (46,2%)	5 (5,4%)
befriedigend bis ausreichend n = 143 (31,5%)	76 (53,1%)	61 (42,7%)	6 (4,2%)
mangelhaft bis ungenügend n = 218 (48,0%)	88 (40,4%)	119 (54,6%)	11 (5,0%)
<b>Gesamt</b>	209 (46,0%)	223 (49,1%)	22 (4,9%)

Zum Befragungszeitpunkt nach  $50,23 \pm 14,64$  Monaten bezeichnetet 52,5% der Patienten, die den Fragebogen beantwortet haben, ihre Leistungsfähigkeit als sehr gut bis gut und nur 4,9% der Patienten gaben an, dass ihre Leistungsfähigkeit mangelhaft bis ungenügend sei (siehe Tabelle 72).

Kritisch sind jedoch die Patienten zu sehen, die ihre Leistungsfähigkeit präoperativ als gut bis sehr gut einschätzten. In dieser Gruppe gaben insgesamt 48 Patienten (51,6%) an, dass sie postoperativ weniger leistungsfähig waren und/oder sind. Fünf Patienten (5,4%) bezeichneten ihre Leistungsfähigkeit ein Jahr postoperativ als mangelhaft bis ungenügend (siehe Tabelle 71). Zum Befragungszeitpunkt waren es nur noch zwei Patienten (2,2%) aus dieser Gruppe, die ihre Leistungsfähigkeit als mangelhaft bis ungenügend bezeichneten (siehe Tabelle 72).

**Tabelle 72: Vergleich der subjektiven Leistungseinschätzung präoperativ und zum Befragungszeitpunkt in Gruppen eingeteilt.**

subjektive Leistungen präoperativ	Leistungen zum Befragungszeitpunkt		
	gut bis sehr gut	befriedigend bis ausreichend	mangelhaft bis ungenügend
<b>gut bis sehr gut</b> n = 93 (20,5%)	55 (59,1%)	36 (38,7%)	2 (2,2%)
<b>befriedigend bis ausreichend</b> n = 143 (31,5%)	81 (56,4%)	54 (38,0%)	8 (5,6%)
<b>mangelhaft bis ungenügend</b> n = 218 (48,0%)	103 (47,2%)	103 (47,2%)	12 (5,5%)
<b>Gesamt</b>	239 (52,5%)	193 (42,6%)	22 (4,9%)

Versucht man nun diesen subjektiven Leistungsgewinn zu objektivieren, muss man sich die postoperativen kardialen Ereignisse der Patienten unter Berücksichtigung ihrer subjektiven Einschätzung anschauen. Auffällig ist, dass die subjektive Einschätzung der Patienten sich mit dem Auftreten kardialer Ereignisse deckt ( $p = 0,000$ ). Dennoch zeigt sich auch, dass insgesamt 36 Patienten (15,1%) trotz eines postoperativen kardialen Ereignisses ihre Leistungsfähigkeit als gut bis sehr gut einschätzen (siehe Tabelle 73).

Tabelle 73: Vergleich der subjektiven Leistungsfähigkeit mit dem kardialen Outcome

Outcome	Leistung postoperativ			Signifikanz
	gut bis sehr gut n = 239	befriedigend bis ausreichend n = 194	mangelhaft bis ungenügend n = 23	
<b>kardiales Ereignis</b>	36 (15,1%)	96 (49,5%)	20 (87,0%)	0,000
<b>Myokardinfarkt</b>	3 (1,3%)	14 (7,2%)	3 (13,0%)	0,001
<b>NYHA ≥ III</b>	10 (4,2%)	58 (29,9%)	20 (87,0%)	0,000
<b>CCS ≥ III</b>	27 (11,3%)	56 (28,9%)	13 (56,5%)	0,000

## 4 Diskussion

Als Diskussionsgrundlage dient das Kapitel 3. Als erstes soll aber die willkürliche Einteilung des postoperativen kardialen Ereignisses in Kapitel 2.2.1 diskutiert werden. Das kardiale Ereignis umfasst in dieser Studie die Kriterien kardialer Tod, postoperativer Myokardinfarkt, Patienten der NYHA Stadien III oder IV und Patienten der CCS Stadien III oder IV.

Beginnend vom kardialen Tod, der in dieser Studie die unbekanntes Todesfälle mit einschließt bis hin zur subjektiven Befragung der Patienten nach Dyspnoe und Angina pectoris mit der Ableitung in NYHA bzw. CCS Stadien sind hier unbekanntes und subjektive Faktoren nicht auszuschließen, dennoch wurden diese Kriterien gewählt.

Der kardiale Tod bezieht alle unbekanntes Todesursachen mit ein. Aufgrund einer gesetzlich vorgeschriebenen Zuweisung einer Todesursache auf dem Totenschein wird bei vielen Patienten die Todesursache als kardiales Geschehen angegeben, obwohl die Todesursache nicht endgültig in der Regel mittels einer Obduktion geklärt wurde. Dies trifft vor allem für ältere Patienten zu, die im häuslichen Umfeld ohne erkennbare äußere Einwirkungen versterben. Die Todesursachenstatistik in Deutschland weist hier also Ungenauigkeiten auf, da jedoch in einer Vielzahl der Fälle von einer kardialen Ursache – häufigste Todesursache in Deutschland – als Todesursache eines Patienten auszugehen ist, werden diese akzeptiert. Das gleiche Verfahren ist auch in dieser Studie angewendet worden.

Die Patienten, die zu Hause verstorben sind, sind wahrscheinlich zu einem gewissen Prozentsatz auch an anderen Ursachen verstorben, so dass wir bei der Datenerhebung alle verstorbenen Patienten, die nicht pathologisch untersucht wurden, als unbekanntes Todesursachen eingestuft haben.

In die Auswertung der kardialen Mortalität müssen diese Patienten aber mit einbezogen werden, auch wenn ihre Todesursache nicht vollständig geklärt ist, denn eine kardiale Ursache ist aufgrund ihrer Vorerkrankung und der Todesursachenstatistik für Deutschland (siehe Abbildung 1) als wahrscheinlich anzunehmen.

Der postoperative Myokardinfarkt ist der valideste Faktor, dennoch kann ein Myokardinfarkt symptomlos sein und/oder übersehen werden. Jedoch sind die meisten Patienten in kardialer Betreuung, so dass ein symptomloser Myokardinfarkt mittels Elektrokardiogramm in den Routineuntersuchungen gesehen werden sollte.

Ein „Nicht-ST-Strecken-Elevations-Myokardinfarkt“ (NSTEMI) geht in der Regel mit Symptomen einher, die auf einen Myokardinfarkt schließen lassen. Diabetiker weisen häufig keine klinischen Symptome eines Myokardinfarktes aufgrund von diabetischer Polyneuropathie auf, so dass hier vielleicht eine gewisse Dunkelziffer zu vermuten ist, diese ist jedoch retro-spektiv nicht zu belegen bzw. abzuschätzen.

Die beiden Kriterien NYHA Stadium III oder IV und CCS Stadium III oder IV sind sehr kritisch zu betrachten. Auf der einen Seite spielen hier auch subjektive Beurteilungen eine Rolle, die mit Untersuchungstechniken nicht immer valide und reproduzierbar bestimmt werden können. So können zum Beispiel Patienten mit einer fortgeschrittenen peripheren arteriellen Verschlusskrankheit keine aussagekräftige objektive Belastungsergometrieuntersuchung aufgrund von Claudicatio intermittens leisten.

Somit müssen auch die subjektiven Beurteilungen der Patienten für diese Kriterien mitberücksichtigt werden. Um dennoch eine gewisse Sicherheit in die Auswertung zu bekommen, wurden die Patienten im Rahmen der von den beiden Gesellschaften NYHA und CCS herausgegebenen Kriterien in Bezug auf Dyspnoe und Angina pectoris befragt.

Die Patienten wurden gebeten im Fragebogen anzukreuzen, ob eine Dyspnoe in Ruhe, bei leichter Belastung, bei schwerer Belastung oder keine Dyspnoe auftrat. Das gleiche Verfahren wurde auch für die Angina pectoris Beschwerden gewählt. Damit wurde eine Standardisierung der Antworten geschaffen.

In die Auswertung für ein positives kardiales Ereignis kamen nur die Patienten, die angaben, die Beschwerden traten in Ruhe oder bei leichter Belastung auf. Damit sind die Kriterien der NYHA und CCS Stadien III (leichte Belastung) oder IV (in Ruhe) erfüllt.

Dies führt zum Beispiel beim der Auswertung des kardialen Outcome dazu, dass Frauen doppelt so häufig postoperativ ein kardiales Ereignis haben als Männer, obwohl die Häufigkeit des kardialen Todes und des postoperativen Myokardinfarktes bei beiden Geschlechtern nicht signifikant unterschiedlich ist.

Dennoch ist bei postoperativen Belastungsbeschwerden bei leichter Belastung oder in Ruhe nicht von einer mittelfristigen bis langfristigen Verbesserung der Lebensqualität auszugehen, auch wenn dies bereits in einigen Fällen eine Verbesserung der Belastbarkeit darstellt.

So entspricht bei der Mehrzahl der Patienten mit Belastungsbeschwerden in Ruhe oder bei leichter Belastung mittelfristig die Belastbarkeit wieder dem präoperativen Belastungsstatus. In einigen Fällen traten auch Verschlechterungen der Belastungsfähigkeit auf.

Das Design dieser retrospektiven Studie ist nur auf vorhandene Untersuchungsergebnisse mit einer zusätzlichen Befragung der Patienten angelegt, so dass zum Beispiel keine Patienten zusätzlich koronarangiographiert wurden. Insgesamt wurden nur 84 Patienten postoperativ koronarangiographiert, so dass bei 85,3% der Patienten keine Koronarangiographie vorliegt.

Dies ist zum einen ein Problem der retrospektiven Analyse ohne festgesetzte postoperative Parameter - wie zum Beispiel eine Kontrollkoronarangiographie - als auch ein ethisches Problem mit der Frage, ob man symptomfreie Patienten dem Risiko einer perkutanen transarteriellen Koronarangiographie aussetzen darf.

Somit sind die hier gewählten Kriterien des kardialen Outcome sicherlich kritisch zu betrachten, doch bei einer retrospektiven Analyse mit diesem Design ist eine Auswertung bei mangelnden koronarangiographischen Untersuchungen nicht anders möglich, als sich auf die Symptome der eingeschränkten bzw. fehlenden arteriellen Perfusion des Herzens zu beziehen. Dabei müssen neben den relativ „harten“ Fakten wie Myokardinfarkt und kardialer Tod auch die relativ „weichen“ Fakten wie Dyspnoe und Angina pectoris Eingang in die Bewertung finden.

Damit wird auch klar, dass hier keine Auswertung in Bezug auf den Stenosegrad der einzelnen Bypassgefäße getroffen werden kann, aber hinsichtlich des kardialen Outcome in Bezug zu den genannten Kriterien ist dies möglich. Rückschlüsse auf den koronaren Bypassstatus sind meiner Ansicht nach nur sehr eingeschränkt möglich. Damit sind alle in Kapitel 3.2 aufgeführten Ergebnisse immer kritisch zu betrachten, aber teilweise sind sie durchaus relevant und aussagekräftig, was im folgendem belegt werden soll.

Im Bezug auf das erwähnte doppelt so hohe Risiko für Frauen ein postoperativ kardiales Ereignis zu haben, heißt dies zum Beispiel, dass Frauen ein signifikant schlechteres kardiales Outcome haben. Dennoch kann man daraus nicht ableiten, dass es bei Frauen häufiger zu Stenosen der Bypassgefäße gekommen ist.

Jedoch halte ich das postoperative Auftreten kardialer Ereignisse eines Patienten für den entscheidenderen Parameter zur Beurteilung eines Operationserfolges der koronaren Bypassoperation als den Stenosegrad eines Bypassgefäßes. Eine Stenose eines Koronargefäßes kann teilweise durch kollaterale Umgehungskreisläufe kompensiert werden, so dass sich die Symptome einer Stenose – auch einer Bypassstenose – nicht immer klinisch zeigen müssen.

Betrachtet man nun die Ergebnisse aus Kapitel 1, muss man als erstes die Patienten betrachten, deren postoperativer Verlauf unbekannt ist. Wie in Kapitel 3.2.1 beschrieben, sind die signifikanten Unterschiede der Gruppe der Responder in Bezug auf die Gruppe der Non-responder der aktive Nikotinkonsum und das Auftreten eines präoperativen Myokardinfarktes. Hervorzuheben ist aber, dass bei keinem weiteren Vergleich ein negatives Kappa errechnet werden konnte, so dass eine Aussage über die Hintergründe, ob ein Patient antwortet oder nicht, nur mit Hilfe der beiden Faktoren präoperativer Myokardinfarkt und stattgefundener Nikotinkonsum zu treffen ist, wenn man den Faktor Zufall nicht in Betracht ziehen möchte.

Mit dem präoperativem Myokardinfarkt steigt auch das postoperative Mortalitätsrisiko (33). Ein Teil der Nonresponder mit präoperativem Myokardinfarkt wird sicherlich verstorben sein und dies wurde dann nicht durch einen Verwandten oder den weiterbehandelnden Arzt gemeldet. Wie groß dieser Anteil ist, ist spekulativ und kann nicht beantwortet werden, denn das relative Mortalitätsrisiko bei der Population der Responder steigt bei Patienten mit präoperativen Myokardinfarkt zwar um den Faktor 1,8, aber eine Signifikanz in Bezug auf die Patienten ohne präoperativen Myokardinfarkt ist in dieser Population nicht darstellbar ( $p=0,065$ ).

Außerdem sollte erwähnt werden, dass sowohl der logistische als auch der additive EuroSCORE in beiden Gruppen annähernd gleich ist, so dass ein signifikanter Unterschied der postoperativen Mortalität in der Responder und Nonresponder Gruppe nicht sehr wahrscheinlich ist, denn der logistische EuroSCORE ist der entscheidende Parameter zur präoperativen Beurteilung der postoperativen 30-Tages-Mortalität (siehe Kapitel 3.2.3).

Anders verhält es sich meines Erachtens mit dem Risikofaktor Nikotinkonsum. Wenn man die Angaben der Patienten weiter aufschlüsselt und die Patienten als Nichtraucher bezeichnet, die zur Zeit der koronaren Bypassoperation nicht rauchten, also auch alle Ex-Raucher als Nichtraucher bezeichnet, nähert sich der Kappa-Wert noch weiter null ( $\kappa = 0,003$ ). Die

absolute Übereinstimmung steigt auch auf  $P = 63,2\%$ . Die präoperativen aktiven Raucher haben somit deutlich weniger postoperativ geantwortet. Eine Beurteilung hinsichtlich der Frage, ob dies eine Art Sozialverhalten von Nikotinkonsumenten ist, ist sehr fraglich und wird in der Literatur auch nicht beschrieben.

Raucher versterben in Deutschland im statistischem Durchschnitt 10 Jahre früher als Nichtraucher (43), so dass vielleicht auch in der Nonresponder Gruppe die Anzahl der Patienten, die verstorben sind, höher ist als in der Responder Gruppe. Dafür spricht auch, dass in der Responder Gruppe die Häufigkeit der Sterblichkeit mit kardialer Ursache bei den präoperativ aktiven Rauchern um den Faktor 2,9 ( $p = 0,001$ ) im Vergleich zu den Nichtrauchern erhöht ist. Somit zeigt sich deutlich bei einer Einteilung aktive Nikotinkonsumenten versus Nichtraucher plus ehemalige Nikotinkonsumenten eine Zunahme der postoperativen Mortalität.

Jedoch sollte man auch hier den EuroSCORE anführen (siehe Kapitel 1.2.4). Bei seiner Entstehung wurden 93 Faktoren ausgewertet und die 15 Risikofaktoren mit der größten Signifikanz bei knapp 20.000 Patienten für eine Erhöhung der 30-Tages-Mortalität ausgewählt. Der aktive Nikotinkonsum gehörte zu den Risikofaktoren die zwar ausgewertet wurden, aber im Zusammenspiel aller Faktoren ist der aktive Nikotinkonsum nicht von entscheidender Bedeutung gewesen, so dass er nicht zur Risikostratifizierung herangezogen wurde. So stellten auch Utley *et al.* fest, dass aktiver Nikotinkonsum kein Risikofaktor für postoperative Mortalität und Morbidität ist (44).

In Zusammenschau aller Kriterien zeigen die Responder und Nonresponder laut Landis und Koch „etwas Übereinstimmung“ in Bezug auf Nikotinabusus und präoperativen Myokardinfarkt, so dass ich der Meinung bin, man kann die beiden Gruppen zwar rein formell nicht miteinander vergleichen, aber dennoch dürften aufgrund der Einschätzung der Risikofaktoren in Bezug auf ihren prädiktiven Wert - basierend auf der Literatur - keine signifikanten Unterschiede der beiden Gruppen erwartet werden (siehe Kapitel 3.2.2).

Jedoch sollte man die Differenzen im kardialen Outcome von Rauchern und Nichtrauchern in der Responder Gruppe betrachten. Es fällt auf, dass nicht nur die Sterblichkeit sondern auch die Häufigkeit eines kardialen Events um den Faktor 1,46 steigt ( $p = 0,001$ ). Damit ist für die Nonresponder Gruppe bei vermehrter Anzahl von Rauchern eine Steigerung der kardialen Ereignisse und der Mortalität zu erwarten (siehe Kapitel 3.2.11).

Eine Steigerung der Mortalität würde ich aber, aufgrund des nicht signifikant unterschiedlichen logistischen EuroSCORE der Responder und Nonresponder in dieser Studie und aufgrund der in anderen Studien mit höheren Fallzahlen beschriebenen fehlenden signifikanten Auswirkung des Nikotinkonsums, als eher unwahrscheinlich einschätzen.

Eine komplette uneingeschränkte Auswertung der Gesamtpopulation ist nur für den postoperativen stationären Bereich möglich, da hier alle Daten fast vollständig vorliegen. Die Ergebnisse der Responder Gruppe können aber wahrscheinlich aufgrund der oben aufgeführten Gründe auf die Gesamtpopulation bezogen werden und damit dürfte es nicht zu einer Verzerrung der Ergebnisse in Bezug auf das kardialen Outcome gekommen sein.

Die Mortalität ist über die Einwohnermeldeämter in Deutschland erfragbar, doch ist die absolute Anzahl der Nonresponder mit 142 Patienten sehr hoch, so dass eine Anfrage mit sehr hohen finanziellen Kosten verbunden wäre (pro Patient ca. 8 Euro). Aus diesem Grund wurde von einer Anfrage abgesehen, auch wenn diese die Einschätzung der Mortalität verbessert hätte.

Wie in Kapitel 3.2.4 beschrieben, kann man mit den vorhandenen Daten nur schwer eine Aussage über die einzelnen arteriellen Bypassgefäße treffen und man kann, wie in Kapitel 3.2.5 beschrieben, auch nur schwer eine Aussage über das kardiale Outcome treffen, denn die Patienten der einzelnen Kohorten sind in ihren präoperativen Risikofaktoren signifikant unterschiedlich.

Betrachtet man die Ergebnisse aus Kapitel 3.2.3 so wird deutlich, dass der logistische EuroSCORE einer der entscheidenden präoperativen Marker für das kardiale Outcome ist. Die in Kapitel 3.2.5 gebildeten Kohorten unterscheiden sich aber unter anderem genau in diesem Punkt signifikant von einander, so dass ein signifikanter Unterschied im kardialen Outcome vielleicht durch den unterschiedlichen präoperativen logistischen EuroSCORE überdeckt wird. Dies ist nicht eindeutig zu klären, wie Kapitel 3.2.5 zeigt. Die Fallzahlen sind in dieser Studie im Bereich der Hochrisikogruppe einfach zu gering, um eine sinnvolle statistische Analyse zu machen.

Jedoch stellt sich die Frage, warum sich die Kohorten im Kapitel 3.2.5 im Bezug auf den logistischen EuroSCORE, arteriellen Hypertonus, Angina pectoris, Diabetes Mellitus, Body Mass Index und Alter signifikant unterscheiden.

Der Grund scheint in einer Vorauswahl der Patienten zu liegen. Jüngere, belastbarere Patienten erhielten eher eine Kombination aus rechter und linker Brustwandarterie, wobei einige Patienten zusätzlich die Art. radialis als arterielles Bypassgefäß erhielten. Die älteren und kränkeren Patienten bekamen meist eine Kombination aus linker Brustwandarterie und Art. radialis.

Die Gründe scheinen zum einen in der Operationsdauer zu liegen. Die Operationsdauer lag im Median bei der Verwendung von nur einer Brustwandarterie 30 bis 40 Minuten unter der Operationsdauer bei Verwendung beider Brustwandarterien. Der Grund hierfür ist die aufwendige Präparation der zusätzlichen Brustwandarterie. Die ECC-Zeit und die Ischämiezeit sind unabhängig davon und in allen Kohorten annähernd gleich. Somit scheint die Operationsdauer ein Kriterium bei der Auswahl der Bypassgefäße gewesen zu sein, obwohl in der Literatur keine Aussage über die Beziehung Operationsdauer und postoperatives Outcome beschrieben ist.

Ein weiterer Grund ist in Kapitel 1.2.2 beschrieben. Die Überlegenheit der arteriellen Grafts gegenüber den venösen koronaren Bypässen in Bezug auf ihre Langzeitergebnisse scheinen der Anlass gewesen zu sein, vor allem jüngere Patienten nur mit arteriellen Bypassgefäßen zu versorgen. Bei diesen Patienten bietet sich bei einer 3-Gefäßerkrankung an, die Koronararterien mit beiden Brustwandarterien mit oder ohne zusätzlicher Art. radialis zu versorgen. Bei Verwendung von nur zwei arteriellen Grafts zur Versorgung von drei Koronargefäßen erreicht man mittels Y-Anastomosen eine vollständige arterielle Revaskularisation aller Koronararterien. Ältere Patienten wurden häufiger bei der gleichen Anzahl von zu versorgenden Koronargefäßen mit zusätzlichen venösen Grafts versorgt als mit einem weiteren arteriellen Graft.

Beim Vergleich der überwiegend arteriellen koronaren Bypassoperationen mit den Eingriffen, bei denen nur Arterien als koronare Bypassgefäße verwendet wurden, zeigt sich, dass es auf den ersten Blick keinen signifikanten Unterschied im Bezug auf das Auftreten kardialer Ereignisse gibt, jedoch verdeutlicht das Kapitel 3.2.6, dass bei Patienten unter 60 Jahren überwiegend rein arterielle koronare Bypassgefäße verwendet wurden, während bei Patienten über 60 Jahren nur 48,8% der Patienten eine komplette arterielle Bypassoperation erhielten. Somit unterstreicht es noch mal die altersbezogene Vorauswahl der Patienten, welche eine uneingeschränkte Beurteilung des kardialen Outcome nicht ermöglicht.

Als weiteren Faktor der präoperativen Vorauswahl sollte das Operationsgeschick des Operateurs (siehe Kapitel 1.2.3) genannt werden. Dieser Punkt ist schwer zu evaluieren und soll hier nur der Vollständigkeit dienen.

Für eine abschließende Aussage zum kardialen Outcome der einzelnen Kohorten ist es meiner Meinung nach notwendig, die signifikant unterschiedlichen Faktoren aus Kapitel 3.2.5 genauer zu betrachten.

Hier fällt auf, dass sich bei Unterteilung der Kohorten nach den einzelnen präoperativen Risikofaktoren kein statistisch signifikanter Unterschied im Bezug auf das postoperative Auftreten eines kardialen Ereignisses errechnen lässt. Als Anmerkung sind, die für eine sinnvolle statische Auswertung teilweise zu geringen Fallzahlen der einzelnen Untergruppen zu nennen.

Das bedeutet, dass sicherlich die präoperative Vorauswahl der Patienten in Bezug auf die Verwendung der arteriellen Bypass-Kombinationen eine Rolle für das Auftreten von postoperativen kardialen Ereignissen spielt. Jedoch lassen sich bei Betrachtung von Patienten mit gleicher präoperativer Risikoeinstufung und unterschiedlichen arteriellen koronaren Bypass-Kombinationen keine statistisch signifikanten Unterschiede ermitteln, jedenfalls nicht in den Untergruppen mit ausreichenden Fallzahlen.

Somit könnte die Aussage, dass die verschiedenen arteriellen Bypass-Kombinationen keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich des Auftretens postoperativer kardialer Ereignisse zeigen, durchaus getroffen werden. Aufgrund mangelnder Fallzahlen vor allem in den Hochrisikogruppierungen halte ich diese Aussage aber für nicht korrekt, denn ich bin der Meinung, dass der Einfluss der präoperativen Vorauswahl aus den vorher genannten Gründen die Ergebnisse des kardialen Outcome der einzelnen Kohorten verfälscht.

Für eine sichere Einschätzung welche arterielle koronare Bypass-Kombination das beste kardiale Outcome hat, ist ein anderes Studiendesign notwendig. Hierfür sollte man eine prospektive randomisierte Studie wählen, bei der sich die einzelnen Kohorten präoperativ nicht signifikant unterscheiden.

In einer 2007 veröffentlichten Studie wurde eine prospektive und retrospektive Analyse am Beispiel chronischer Schmerzpatienten verglichen. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass retrospektive Studien insbesondere zur Optimierung der Patientenversorgung nur

wenig gehaltvolle Informationen bereitstellen können. Prospektive Studien sollten daher vermehrt durchgeführt werden (45).

Im Rahmen dieser retrospektiven Studie muss also der Schwerpunkt der Ergebnisse wo anders gesehen werden. Mit Hilfe der logistischen Regressionsanalyse konnten die entscheidenden präoperativen Risikofaktoren für das postoperative Auftreten von kardialen Ereignissen ermittelt werden (siehe Kapitel 3.2.2).

Der logistische EuroSCORE ist einer dieser Risikofaktoren mit prädiktivem Wert.

Der logistische EuroSCORE gibt eine individuelle präoperative Risikoeinschätzung der 30-Tages-Mortalität wieder (siehe Kapitel 1.2.4). In dieser Studie kann gezeigt werden, dass der logistische EuroSCORE auch ein guter prädiktiver Wert für das Auftreten eines postoperativen kardialen Ereignisses ist, wobei der Beobachtungszeitraum bei  $50,23 \pm 14,6$  Monaten liegt.

Vergleicht man den additiven EuroSCORE mit dem logistischem EuroSCORE, so zeigt sich wie in Kapitel 1.2.4 beschrieben, dass der logistische EuroSCORE die individuelle 30-Tages-Mortalität besser voraus sagen kann, als es der additive EuroSCORE vermag.

Dies wird auch bei Betrachtung dieser Studie deutlich. Von den Niedrigrisikopatienten des additiven EuroSCORE verstarben in den fünf Jahren der Datenerhebung (2001-2005) kein Patient während der ersten 30 Tage. In dieser Studie verstarben nur 1,1% der Patienten mit einem 30-Tages-Mortalitätsrisiko von 2,62%-3,51%. Auch in der Hochrisikogruppe wurde der angegebene Erwartungswert nicht erreicht. Der additive EuroSCORE gibt ein 30-Tages-Mortalitätsrisiko von 10,25% bis 12,16% für die Hochrisikopatienten an. In dieser Studie verstarben aus der Hochrisikogruppe innerhalb der ersten 30 Tage acht Patienten (5,7%). Somit ist die Erkenntnis von Gogbashian *et al.* (35), dass der additive EuroSCORE das frühe postoperative Mortalitätsrisiko überschätzen würde, auch in dieser Studie zutreffend. Gogbashian *et al.* sprechen in ihrer Studie aber eher von einer Unterschätzung der Mortalität in der Hochrisikogruppe des additiven EuroSCORE, so dass Werte über 12,16% zu erwarten gewesen wären.

Der additive EuroSCORE ist dem logistischem EuroSCORE genau in diesem Punkt unterlegen (siehe Kapitel 1.2.4). Der additive EuroSCORE ist aus diesem Grund nicht mehr im Klinikalltag gebräuchlich und wurde vom logistischen EuroSCORE abgelöst.

Ein weiterer prädiktiver Marker für das postoperative Auftreten kardialer Ereignisse ist das Geschlecht (siehe Kapitel 3.2.9). Bei Frauen tritt in dieser Studie im gleichen Beobachtungszeitraum im Vergleich zu Männern ein postoperatives kardiales Ereignis doppelt so häufig auf.

Interessanterweise liegen die Unterschiede zwischen den Geschlechtern nicht bei der postoperativen kardialen Sterblichkeit oder dem postoperativen Auftreten von Myokardinfarkten. Die weiblichen Patienten zeigen signifikant häufiger Beschwerden im Sinne von Dyspnoe und Angina pectoris bei leichter Belastung oder in Ruhe (NYHA III-IV und CCS III-IV).

Der Unterschied der Geschlechter in Bezug auf die Kurzatmigkeit ist aber nur sehr schwach signifikant mit  $p = 0,044$  und es ist fraglich, ob die Power ausreicht, dass heißt, die Anzahl der untersuchten Personen ausreichend ist, um eine Signifikanz valide festzustellen. Zusätzlich ist zu beachten, dass bei Frauen präoperativ signifikant häufiger Dyspnoe (Stadium NYHA III und IV) und AP-Beschwerden (Stadium CCS III und IV plus instabile AP) auftraten.

Ich denke, die Power ist nicht ausreichend, um hier eine statistisch sinnvolle Aussage in Bezug auf das Auftreten postoperativer Dyspnoe in Ruhe oder bei leichter Belastung im Vergleich der Geschlechter zu treffen.

Anders verhält es sich aber mit den angegebenen AP-Beschwerden. Hier ist die Signifikanz mit  $p = 0,003$  deutlich besser ausgeprägt. Frauen zeigen somit in dieser Studie postoperativ statistisch signifikant mehr AP-Beschwerden in Ruhe und bei leichter Belastung als Männer. Über die Gründe kann man hier nur spekulieren, eine ähnliche Feststellung ist in der Literatur nicht beschrieben.

Zur Relativierung der oben genannten Signifikanz muss man jedoch Tabelle 66 anführen. Hier zeigt sich, dass weibliche Patienten in dieser Studie auch präoperativ ein statistisch signifikant erhöhtes Auftreten von AP-Beschwerden in Ruhe und bei leichter Belastung zeigen ( $p = 0,019$ ). Jedoch sinkt die Häufigkeit der angegebenen AP-Beschwerden von präoperativ auf postoperativ bei den männlichen Patienten um ca. 66% und bei den weiblichen Patienten sinkt diese Zahl nur um ca. 50%.

Wenn man sich das postoperative Auftreten von kardialen Ereignissen anschaut und hier insbesondere die postoperativen AP-Beschwerden in Ruhe und bei leichter Belastung betrachtet, auch wenn diese Beschwerden schon präoperativ bei weiblichen und männlichen Patienten signifikant unterschiedlich waren, so kann man dennoch von einem schlechteren Operationserfolg bei den weiblichen Patienten im Vergleich zu den männlichen Patienten sprechen.

Denn die operative Versorgung der Herzkranzgefäße hat als Ziel eine Verbesserung der Sauerstoffzufuhr für das hypoxische Myokard, um somit eine Verbesserung der Beschwerden bzw. eine kardiale Leistungssteigerung zu erreichen. Dies beinhaltet auch die als Symptom für eine Hypoxie des Myokards angegebene AP-Beschwerden deutlich zu reduzieren. Dies ist wie bereits oben beschrieben für die weiblichen Patienten deutlich schlechter gelöst worden als für die männlichen Patienten.

Ein weiterer geschlechtsspezifischer Unterschied liegt schon am Anteil der operativen Versorgung der KHK. Dies gilt aber nicht nur für die operative Versorgung mit überwiegend bzw. komplett arteriellen koronaren Bypassgefäßen (siehe Abbildung 7), sondern betrifft alle koronarchirurgischen Eingriffe.

Wie in Kapitel 1.1 beschrieben, liegt die Lebenszeitprävalenz für eine koronare Herzerkrankung bei Männern bei 30% und bei Frauen bei 15%. Dies würde für eine geschlechtsspezifische Aufteilung der Operationshäufigkeiten von 66% männliche Patienten zu 33% weibliche Patienten sprechen, jedoch liegt der männliche Anteil hier deutlich über 70%, so dass bei Annahme von Normalverteilung andere Gründe eine Rolle spielen müssen.

In der INTERHEART-Studie lag der Anteil der Frauen, die einen Myokardinfarkt erlitten haben, international zwischen 14% und 33%. Für Deutschland wird ein Anteil der Frauen an allen Herzinfarktpatienten mit 33% angegeben (46).

Grande *et al.* zeigten in ihrer Studie aus dem Jahr 2008, dass es eine Reihe von Hinweisen dafür gäbe, dass die Versorgungsleitlinien für die medizinische Behandlung und Rehabilitation nach Herzinfarkt für Frauen weniger konsequent umgesetzt wurden als für Männer (47).

Der Anteil der Frauen an einer Versorgung der KHK mittels PTCA lag 2002 laut BQS Qualitätsreport bei 27,7% und stieg bis zum Jahr 2008 auf einen Anteil von 35,2% (10).

Somit lassen sich zwei Gründe anführen, warum der Anteil an aortokoronaren Bypassoperationen der Frauen nur durchschnittlich bei 25% liegt, obwohl der Herzinfarktanteil bei 33% liegt. Zum einen scheint die Versorgung des weiblichen Geschlechtes nicht konsequent den Versorgungsleitlinien entsprechend durchgeführt worden zu sein und zum anderen scheinen Frauen zunehmend interventionell mit einer PTCA versorgt zu werden, was den Anstieg des Anteils der Frauen an der Versorgung mittels PTCA bei KHK erklären würde (10).

Als einen weiteren nennenswerten Punkt möchte ich Kapitel 3.2.7 anführen. Hier zeigt sich deutlich, dass es eine präoperative Vorauswahl in Bezug auf die operative Versorgung der Patienten gegeben haben muss, denn anders ist es nicht zu erklären, warum der Anteil bei den Diabetikern mit Versorgung beider Brustwandarterien nur bei 19,8% liegt und der Anteil der Patienten ohne präoperativen Diabetes Mellitus, die mit beiden Brustwandarterien versorgt wurden, bei 42,4% liegt ( $p = 0,000$ ).

Aber auch ein anderer Punkt fällt bei den Vergleichen mit Diabetiker auf. Wie in Tabelle 62 beschrieben, zeigte knapp jeder fünfte Diabetiker, der präoperativ nur diätetisch auf seinen Diabetes Mellitus eingestellt war, eine Wundheilungsstörung. Patienten mit medikamentöser Einstellung (6,3%) und Patienten mit insulinabhängigem Diabetes Mellitus (12,9%) zeigten signifikant weniger Wundheilungsstörungen. In diesem Bereich lag auch der Anteil an Wundheilungsstörungen bei Patienten ohne präoperativ diagnostizierten Diabetes Mellitus (7,2%).

Eine Aussage aufgrund fehlender HbA1-Werte als Kriterium der Langzeiteinstellung des Blutzuckers ist in Bezug auf den Zusammenhang zwischen Einstellung des Diabetes Mellitus und Auftreten von Wundheilungsstörungen zwar kritisch zu sehen, jedoch zeigt sich hier deutlich, dass eine diätetische Einstellung signifikant das Risiko einer postoperativen Wundheilungsstörung erhöht.

Am Anfang dieser retrospektiven Studie stand die These, die Art. radialis sei der Art. mammaria dexter in Bezug auf ihre Offenheitsraten überlegen oder zumindest gleichwertig. Wie in Kapitel 3.2.4 beschrieben ist diese These mit dieser Studie hier nicht zu belegen. Man kann aber eher eine Überlegenheit der rechten Brustwandarterie gegenüber der Versorgung mit einer Art. radialis sehen, wenn man sich die Offenheit der beiden Arterien in Tabelle 36 anschaut. Kritisch anzumerken ist sicher die relativ geringe Anzahl von Koronarangiographie, jedoch scheint sich eine Tendenz in Richtung Art. mammaria dexter abzuzeichnen.

Präoperativ zeigen diese beiden Kohorten nur wenig signifikante Unterschiede. Die Patienten, die mit der linken Brustwandarterie und einer Art. radialis versorgt wurden, waren zwar signifikant älter als die Patienten, die mit beiden Brustwandarterien versorgt wurden, jedoch zeigten die Kohorten keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf den logistischen EuroSCORE. Bei den Patienten, die mit beiden Brustwandarterien versorgt wurden, konnte aber retrospektiv ein signifikant niedrigerer präoperativer Body Mass Index ermittelt werden als bei den Patienten, die mit der linken Brustwandarterie und einer Art. radialis versorgt wurden. Dies muss wieder als Hinweis für eine präoperative Vorauswahl gesehen werden.

Die signifikant verlängerte Operationsdauer der Patienten der Kohorte A, lässt sich mit der verlängerten Präparationsdauer beider Brustwandarterien im Vergleich zur Präparation nur einer Brustwandarterie erklären. Die Entnahme einer Art. radialis erfolgt in der Regel zeitgleich zur Präparation der linken Brustwandarterie, so dass die Zeitersparnis erklärt wird. Das belegt auch die Tatsache, dass sich die Ischämie-Zeiten und die ECC-Zeiten nicht signifikant unterscheiden.

Frühpostoperativ zeigen die beiden Kohorten keine signifikant unterschiedlichen Verläufe. Und auch im mittelfristigen und langfristigen postoperativen Bereich zeigen die beiden Kohorten kaum Unterschiede. Die Patienten fühlen sich subjektiv auch in beiden Kohorten postoperativ leistungsverbessert in Bezug auf ihre präoperative Leistungsfähigkeit.

Deshalb scheint es umso interessanter, dass bei den durchgeführten Koronarangiographien nur jede vierte Art. mammaria dexter stenosiert war und im Vergleich aber jede dritte Art. radialis verschlossen war. Dies scheint bei relativ gleichem präoperativen und postoperativen Verlauf den Rückschluss auf eine Tendenz zu zulassen, die zeigt, dass die rechte Brustwandarterie eine höhere mittel- und langfristige Offenheitsrate besitzt als eine Art. radialis, was sich mit den Literaturangaben aus Kapitel 1.2.2 deckt.

Vergleicht man die elektiven Operationen mit den Eingriffen, die notfallmäßig durchgeführt wurden, so zeigt sich kein signifikanter Unterschied in Bezug auf das Auftreten eines kardialen Ereignisses (siehe Kapitel 3.2.8). Es scheint einen signifikanten Unterschied in Bezug auf das Auftreten eines postoperativen Myokardinfarktes zu geben, jedoch erweist sich die Gruppe der im Follow-up betrachteten 30 Patienten als zu klein, um eine ausreichende statistische Power zu erhalten.

Abschließend möchte ich noch einmal auf den postoperativen subjektiven Gewinn der aorto-koronaren Bypassoperation eingehen (siehe Kapitel 3.2.13). Hier zeigt sich deutlich, dass die Patienten in überwiegender Anzahl langfristig von der operativen Versorgung ihrer KHK profitieren und sich ihre Leistungsfähigkeit signifikant verbessert. Bezeichneten noch präoperativ 20,5% der Patienten ihre Leistungsfähigkeit als gut bis sehr gut, so waren es zum Befragungszeitpunkt 52,5% der Befragten, die ihre Leistung als gut bis sehr gut einschätzten. Am deutlichsten wird der subjektive postoperative Gewinn aber an der Gruppe der Patienten mit einer präoperativen Leistungsfähigkeit von mangelhaft bis ungenügend. 48% der befragten gaben retrospektiv an, zu dieser Gruppe gehört zu haben. Zum Befragungszeitpunkt erfreuten sich 94,5% dieser Patienten einer gesteigerten Leistungsfähigkeit, was den Nutzen einer operativen Versorgung einer KHK deutlich widerspiegelt.

Diese subjektiven Erkenntnisse lassen sich auch mit dem kardialen Outcome in Einklang bringen und zeigen deutliche Signifikanzen (siehe Tabelle 73 ). Jedoch darf man hier nicht vergessen, dass sich das Auftreten eines kardialen Ereignisses in dieser Studie auch über die subjektive Einschätzung nach NYHA und CCS definiert, so dass vor allem die Dyspnoe in Ruhe oder bei leichter Belastung über die eigene Leistungsfähigkeit entscheidet.

Interessanterweise, sehen Patienten dies in der Beurteilung ihrer Leistungsfähigkeit unterschiedlich, so dass auch 10 Patienten mit in Ruhe oder bei leichter Belastung auftretender Dyspnoe ihre Leistungsfähigkeit als gut bis sehr gut einschätzen. Dies sind zwar nur 4,2% aus dieser Gruppe und insgesamt 87% der Patienten mit einer subjektiven Leistungsfähigkeit von mangelhaft bis ungenügend zeigen auch Dyspnoe bei leichter Belastung und in Ruhe, aber es wird hier deutlich, dass es sich um eine subjektive Einschätzung handelt.

Dennoch ist meine Meinung, der langfristige subjektive Gewinn der koronaren Bypassoperation sollte der wichtigste Parameter zur Beurteilung eines operativen Erfolges sein und dabei spielt es erstmal keine Rolle, ob eine überwiegend oder komplette arterielle Revaskularisation der Koronargefäße erfolgt ist. Sicher spielen die verschiedenen Offenheitsraten der verschiedenen zur Verfügung stehenden Grafts eine entscheidende Rolle und beeinflussen die subjektive Beurteilung auch sehr stark, aber in dieser Studie konnte zum Beispiel kein signifikanter Unterschied der einzelnen Bypass-Kombinationsmöglichkeiten in Bezug auf die subjektive Leistungsfähigkeit gezeigt werden, so dass ich meine, der operative Erfolg ist nicht nur anhand objektiver valider Untersuchungsergebnisse abzuleiten, sondern ergibt sich aus der Summe der subjektive Eindruck des Patienten und der objektiv messbaren Ergebnisse wie

zum Beispiel die Bestimmung der Offenheitsrate der koronaren Bypässe mittels PTCA oder die Bestimmung der linksventrikuläre Funktion mittels Echokardiografie.

## 5 Zusammenfassung

Die vorliegende Dissertation ist eine retrospektive Analyse des mittelfristigen Outcome bei isolierten, überwiegend bzw. kompletten arteriellen koronaren Bypassoperationen. Hierzu wurden die prä-, peri und postoperativen Daten der Patienten des Universitären Herzzentrums Hamburg (UHZ) aus den Jahren 2001 bis 2005 analysiert, die sich in den genannten Jahren oben genannter Operation unterzogen haben. Die Zahl der überwiegend bzw. komplett arteriellen koronaren Bypassoperationen hat sich von 2001 (58 Operationen) bis 2005 (169 Operationen) fast verdreifacht mit einer prozentualen Anteilssteigerung von 11,2% 2001 auf 25,8% 2005 in Bezug auf alle isolierten Bypassoperationen.

Es werden insgesamt 714 Patienten in die Analyse eingeschlossen (männlicher Anteil 83,3%, Altersmedian  $64,3 \pm 9,1$  Jahre). Nach durchschnittlich  $50,23 \pm 14,6$  Monaten erfolgte eine Befragung der Patienten und deren weiterbehandelnden Ärzte. Insgesamt kann ein Follow-up von 572 Patienten (80,1%) erreicht werden.

Mit Hilfe einer logistischen Regression kann gezeigt werden, dass das weibliche Geschlecht ( $p = 0,003$ ), der gruppierte logistische EuroSCORE ( $p = 0,000$ ) und der aktive Nikotinkonsum ( $p = 0,000$ ) ausschlaggebend für das kardiale Outcome und somit den Erfolg der koronaren Bypassoperation sind.

Der logistische EuroSCORE als Ablösung des additiven EuroSCORE ist in dieser Studie nicht nur ein verlässlicher prädiktiver Marker für das postoperative 30-Tages-Mortalitätsrisiko, sondern ist auch ein guter prädiktiver Marker für eine Einschätzung des mittelfristigen Überlebens der Patienten. Auch zeigt sich eine zunehmende Anzahl kardialer Ereignisse bei steigenden präoperativen logistischen EuroSCORE-Werten.

Durch das retrospektive Studiendesign bleibt die initiale Frage der Offenheitsraten der unterschiedlichen arteriellen Bypassgefäße aufgrund mangelnden postoperativer Koronarangiographien – nur 82 Patienten wurden postoperativ koronarangiographiert – offen. Jedoch konnten andere interessante Ergebnisse gezeigt werden. So zeigte zum Beispiel jeder fünfte Diabetiker mit diätetischer Einstellung eine postoperative Wundheilungsstörung, was im Vergleich zu Diabetikern mit medikamentöser (6,3%) oder insulinabhängiger (12,9%) Einstellung und auch im Vergleich zu Patienten ohne bekannten Diabetes Mellitus (7,2%) eine signifikant höhere Wundheilungsstörungsrate darstellt.

## 6 Abkürzungsverzeichnis

ANOVA	Analysis of variance
AP	Angina pectoris
Art.	Arteria
BMI	Body Mass Index
BQS	Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung
CCS	Canadian Cardiovascular Society
DM	Diabetes Mellitus
EF	Ejektionsfraktion
HLM	Herz-Lungen-Maschine
KHK	Koronare Herzerkrankung
LCA	Arteria coronaria sinister
LIMA	Arteria mammaria sinister
NYHA	New York Heart Association
PRIND	prolongiertes reversibles ischämisches neurologisches Defizit
PTCA	perkutan transarterielle Coronarangiographie
PTCA	Perkutane Transluminale Coronare Angioplastie
RCA	Arteria coronaria dexter
RCX	Ramus circumflexus
RIMA	Arteria mammaria dexter
RIVA	Ramus interventricularis anterior
RIVP	Ramus interventricularis posterior
RPLD	Ramus posterolateralis dexter
TIA	Transitorische ischämische Attacke
UHZ	Universitäres Herzzentrum Hamburg
WHO	World Health Organization

## 7 Literaturverzeichnis

1. **Herold, G.** Kapitel 2: Kardiologie. *Herold Innere Medizin 2009*. 2009, S. 133-304.
2. **Statistisches Bundesamt Deutschland.** <http://www.destatis.de>. [Online] [Zitat vom: 10. Nov 2009.]
3. **Donner-Banzhoff, N., et al.** Nationale VersorgungsLeitlinie Chronische KHK. *Deutsches Ärzteblatt*. Jun 2006, 103 (44), S. A-2968 / B-2584 / C-2484.
4. **Dietel, M.** *Harrisons Innere Medizin*. s.l. : ABW Wissenschaftsverlag Berlin, 2008. Bd. Dt. Ausgabe 17. Auflage.
5. **Wendler, O., Hennen, B. und Schäfers, H-J.** Neue Aspekte in der arteriellen koronaren Bypasschirurgie. *Deutsches Ärzteblatt*. 2003, 100 (27), S. A-1876-82.
6. **Renz-Polster, H., Krautzig, S. und Braun, J.** Kapitel 1: Herz. *Basislehrbuch Innere Medizin*. s.l. : Elsevier Urban & Fischer, 2008, Bd. 4.
7. **Zylka-Menhorn, V.** Herzbericht 2006: Leistungsstarke Kardiologie. *Deutsches Ärzteblatt*. 2007, 104 (42), S. A-2840.
8. **Klotz, S. und Scheld, H.** Moderne Verfahren in der operativen Myokardrevaskularisation. *Deutsches Ärzteblatt*. 2007, 104 (48), S. A-3334 / B-2933 / C-2831.
9. **Rankin, JS., et al.** Techniques and benefits of multiple internal mammary artery bypass at 20 years of follow-up. *Annals of Thoracic Surgery*. Feb 2007, 83, S. 1008-1015.
10. **Krian, A.** Herzbericht 2008. 2008.
11. **Vinberg, AM. und Miller, WD.** An experimental study of the physiological role of an anastomosis between the left coronary circulation and the left internal mammary artery implanted in the left ventricular myocardium. *Surgery Forum*. 1950, S. 294-9.
12. **Cameron, A., et al.** Coronary artery bypass surgery with internal-thoracic-artery-grafts - Effect on survival over a 15- period. *New England Journal of Medicine*. Jan 1996, 334, S. 216-20.

13. **Murray, G., et al.** Surgery of coronary heart disease. *Angiology*. 1953, 4, S. 526-31.
14. **Favallo, RG.** Saphenous vein autograft replacement of severe segmental coronary artery occlusion: operative technique. *Annals of Thoracic Surgery*. 1968, 5, S. 334-9.
15. **Manasse, E., et al.** Use of the radial artery for myocardial revascularization. *Annals of Thoracic Surgery*. 1996, 62, S. 1076-82.
16. **Acar, C., et al.** Use of the radial artery for coronary bypass. A new experience after 20 years. *Arch Mal Coeur Vaiss*. Dec 1993, 86(12), S. 1683-9.
17. **Calafiore, AM., et al.** Coronary revascularization with radial artery: a new interest for an old conduit. *J Card Surg*. Mar 1995, 10 (2), S. 140-6.
18. **Acar, C., et al.** The radial artery for coronary artery bypass grafting: Clinical and angiographic results at five years. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. Dec 1998, 116 (6), S. 981-9.
19. **Dumanian, GA., et al.** Radial artery use in bypass grafting does not change digital blood flow or hand function. *Annals of Thoracic Surgery*. 1998, 68, S. 1284-1287.
20. **Loop, FD., et al.** Influence of the internal-mammary-artery graft on 10 year survival and other cardiac events. *The New England Journal of Medicine*. Jan 1986, 314 (1), S. 1-6.
21. **Tatoulius, J., Buxton, BF. und Fuller, JA.** Patencies of 2127 Art.I to coronary conduits over 15 years. *Annals of Thoracic Surgery*. Jan 2004, 77 (1), S. 93-101.
22. **Sabik, JF., et al.** Comparison of saphenous vein and internal thoracic artery graft patency by coronary system. *Annals of Thoracic Surgery*. 2005, 79, S. 544-51.
23. **Fitzgibbon, GM., et al.** Coronary bypass graft fate and patient outcome: Angiographic follow-up of 5,065 grafts related to survival and reoperation in 1,388 patients during 25 years. *Journal of the American College of Cardiology*. Sep 1996, 28, S. 616-626.
24. **Lytle, BW., et al.** The effect of bilateral internal thoracic artery grafting on survival during 20 postoperative years. *Annals of Thoracic Surgery*. Dec 2004, 78, S. 2005-14.

- 
25. **bqs-qualitaetsreport.de.** [Online] 2008. [http://www.bqs-qualitaetsreport.de/2008/ergebnisse/leistungsbereiche/hch\\_kch/HCH-Koro.pdf/view](http://www.bqs-qualitaetsreport.de/2008/ergebnisse/leistungsbereiche/hch_kch/HCH-Koro.pdf/view).
26. **Iaco, Al., et al.** Radial artery for myocardial revascularization: long-term clinical and angiographic results. *The Annals of Thoracic Surgery.* 2001, 72(2), S. 464-68.
27. **Schmidt, C. und Scheld, HH.** Severe complex regional pain syndrom typ II after radial artery harvesting. *Annals of Thoracic Surgery.* 2002, 74, S. 1250-51.
28. **Greene, MA. und Malias, MA.** Arm complications after radial artery procurement for coronary bypass operation. *Annals of Thoracic Surgery.* 2001, 72 (1), S. 126-28.
29. **Abugameh, A., et al.** Minimalinvasive Entnahme der Art. radialis für die arterielle Myokardrevaskularisation. *Zeitschrift für Herz-, Thorax-, und Gefäßchirurgie.* 18, Feb 2004, Bd. 1, S. 3-6.
30. **Moran, SV., et al.** Predictors of radial artery patency for coronary bypass operations. *Annals of Thoracic Surgery.* Nov 2001, 72 (5), S. 1552-56.
31. **Allen, K., et al.** Endoscopic vascular harvest in coronary artery bypass grafting surgery: a consensus statement of the international society of minimally Invasive surgery (ISMICS) 2005. *Innovations: Technology Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery.* Winter 2005, Bd. 2, S. 51-60.
32. **Roques, F., et al.** Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery.* Jun 1999, 15 (6), S. 816-22.
33. **Nashef, SA., et al.** European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery.* Jul 1999, 16 (1), S. 9-13.
34. **Roques, F., et al.** The logistic EuroSCORE. *European Heart Journal.* 2003, 24 (9), S. 881-2.
35. **Gogbashian, A., Sedrakyan, A. und Treasure, T.** EuroSCORE: a systematic review of international performance. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery.* 2004, 25 (5), S. 695-700.

36. **Michel, P., Roques, F. und Nashan, SA.** Logistic or additive EuroSCORE for high-risk patients? *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. May 2003, 23 (5), S. 684-687.
37. **Fontaine, KR., et al.** Years of live lost due to obesity. *Journal of the American Medical Association*. Jan 2003, 289, S. 187 - 193.
38. **Peeters, A., et al.** Obesity in adulthood and its consequences for life expectancy: a life table analysis. *Annals of Internal Medicine*. Jan 2003, 138, S. 24-32.
39. **Calle, EE., et al.** Body-Mass Index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *The New England Journal of Medicine*. Oct 1999, 341, S. 1097-1105.
40. **Flegal, KM., et al.** Excess deaths associated with underweight, overweight and obesity. *The Journal of the American Medical Association*. Apr 2005, 293, S. 1861-67.
41. **Landis, JR. und Koch, GG.** The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. Mar 1977, 33, S. 159-74.
42. **Deutschland, Statistisches Bundesamt.** [www.destatis.de](http://www.destatis.de). [Pressemitteilung Nr.249] 22. Juni 2006.
43. **Doll, R., et al.** Mortality in relation to smoking: 50 years observations on male British doctors. *BMJ*. Jun 2004, 328, S. 1519.
44. **Utley, JR., et al.** Smoking is not a predictor of mortality and morbidity following coronary artery bypass grafting. *Journal of Cardiac Surgery*. Nov-Dec 1996, 11, S. 377-84.
45. **Lukas-Nülle, M., Ahrens, D. und Güntert, B.D.** Retrospektive versus prospektive Krankheitskostenstudien - Eine Analyse am Beispiel chronischer Schmerzpatienten. *Gesundheitsökonomie & Qualitätsmanagement*. 2007, 12, S. 247-52.
46. **Yusuf, S., et al.** Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study). *Lancet*. Sep 2004, 364 (9438), S. 937-52.

47. **Grande, G.** Genderspezifische Aspekte der Gesundheitsversorgung und Rehabilitation nach Herzinfarkt. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*. Jan 2008, 51 (1), S. 36-45.
48. <http://www.theheart.de>. [Online]
49. **Acar, C., et al.** Comparative anatomy and histology of the radial artery and the internal thoracic artery. Implication for coronary artery bypass. *Surg Radiol Anat*. 1991, 13, S. 283-8.
50. **Calafiore, AM., et al.** Composite Art.I conduits for a wider Art.I myocardial revascularization. *The Annals of Thoracic Surgery*. 1994, 58 (1), S. 185-90.
51. **Behrenbeck, W. und Breithardt, G.** Koronarangiographie und perkutane transluminale Koronarangioplastie (PTCA). [www.bqs-qualitaetsreport.de](http://www.bqs-qualitaetsreport.de). [Online] Bundesamt für Qualitätssicherung, 2004. [Zitat vom: 10. Nov 2009.]



# 8 Anhang



Universitäres Herzzentrum  
Hamburg

Ein Unternehmen des UKE

Klinik und Poliklinik für  
Herz- und Gefäßchirurgie

Prof. Dr. H. Reichenspurner, Ph. D.  
Direktor

Martinistraße 52  
20246 Hamburg  
Telefon: (040) 42803-7503  
Telefax: (040) 42803-4926  
sprathof@uke.de  
www.uhz.de

Universitäres Herzzentrum Hamburg GmbH Martinistraße 52 20246 Hamburg

Max Mustermann-Patient  
Mustermannstrasse 2  
2000 Hamburg

Ansprechpartner:

Frau Sprathoff / Herr Haye

## Patientenbefragung

### „Retrospektive Analyse isolierter, überwiegend bzw. komplett arterieller koronare Bypassoperationen der Jahre 2001 bis 2005“

Bitte kreuzen Sie Zutreffendes an.

1. Hatten Sie seit Ihrer Bypassoperation in unserer Klinik Beschwerden mit dem Herzen? Ja  Nein   
Wenn ja, wann? von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ (Monat/Jahr)  
nur einmalig am \_\_\_\_\_ (Monat/Jahr)
2. Hatten Sie seit Ihrer Bypassoperation Schmerzen in der Brust oder Schmerzausstrahlungen vom Herzen in andere Regionen des Körpers? Ja  Nein   
Wenn ja, wann haben sie die Schmerzen? In Ruhe?.....   
Bei leichter Belastung?.....   
Bei schwerer Belastung?.....
3. Sind Sie seit Ihrer Bypassoperation kurzatmig? Ja  Nein
4. Wenn ja, wann sind Sie kurzatmig? In Ruhe?.....   
Bei leichter Belastung?.....   
Bei schwerer Belastung?.....
5. Sind Sie seit ihrer Bypassoperation in hausärztlicher/kardiologischer Behandlung? Ja  Nein
6. Wurde bei Ihnen seit Ihrer Bypassoperation eine Darstellung der Herzkranzgefäße durchgeführt? Ja  Nein

## 7. Wie würden Sie Ihr Leistungsvermögen beurteilen?

(Bewertung im Notensystem 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = befriedigend, 4 = ausreichend, 5 = mangelhaft, 6 = ungenügend. Bitte zutreffendes ankreuzen.)

Vor der Bypassoperation	1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6
1 Jahr nach der Bypassoperation	1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6
Heute	1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6



Universitäres Herzzentrum  
Hamburg

Ein Unternehmen des UKE

Klinik und Poliklinik für  
Herz- und Gefäßchirurgie

Prof. Dr. H. Reichenspurner, Ph. D.  
Direktor

Martinistraße 52  
20246 Hamburg  
Telefon: (040) 42803-7503  
Telefax: (040) 42803-4926  
sprathof@uke.de  
www.uhz.de

Universitäres Herzzentrum Hamburg GmbH Martinistraße 52 20246 Hamburg

Max Mustermann-Arzt  
Mustermannstrasse 2  
2000 Hamburg

Ansprechpartner:

Frau Sprathoff / Herr Haye

### Befragung der weiterbehandelnden Ärzte

Patient: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_  
Name Vorname Geburtsdatum

aktuelles Gewicht: \_\_\_\_\_

Belastungs – EKG: Belastet bis \_\_\_\_\_ Watt für \_\_\_\_\_ sec

pathologische Streckenveränderungen: \_\_\_\_\_

Echokardiographie:  Befund beigelegt

Koronarangiographie:  Befund beigelegt

Ereignisse postoperativ:

Wann ? / Seit Wann?

- |   |       |
|---|-------|
| <input type="checkbox"/> Apoplex                          | _____ |
| <input type="checkbox"/> Instabile / stabile AP           | _____ |
| <input type="checkbox"/> Myokardinfarkt                   | _____ |
| <input type="checkbox"/> PAVK                             | _____ |
| <input type="checkbox"/> Diabetes Mellitus                | _____ |
| <input type="checkbox"/> HLP                              | _____ |
| <input type="checkbox"/> Hypertonus                       | _____ |
| <input type="checkbox"/> Konsumierende<br>Tumorerkrankung | _____ |

Letzte Medikation: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## 9 Eidesstattliche Versicherung

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.

Unterschrift: .....