

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Aus der Chirurgischen Klinik für Herzchirurgie
Klinikum Bogenhausen
Lehrkrankenhaus der Technischen Universität München

Postoperative Ergebnisse in der koronaren Bypass-Chirurgie bei Patienten mit präoperativer Stentimplantation im Vergleich zu Patienten ohne vorausgegangener Stentimplantation
Niklas Hoffmann

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Medizin genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. E. J. Rummeny
Prüfer der Dissertation:
1. apl. Prof. Dr. B. Gansera
2. Univ.-Prof. Dr. K.-L. Laugwitz

Die Dissertation wurde am 07.02.2014 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 17.09.2015 angenommen.

Ich bedanke mich für die Bereitstellung und Überlassung der Arbeit bei der herzchirurgischen Abteilung des Klinikums Bogenhausen (Durchführung der Arbeit Herr Prof. Kemkes, jetzt Prof. Eichinger).

Des Weiteren möchte ich mich für die initiale Idee bei Frau Dr. Bohmann, sowie bei Frau Prof. Gansera für die exzellente und kompetente Betreuung herzlich bedanken.

Ein besonderer Dank gebührt meiner Frau, die mir jederzeit eine Inspiration und Unterstützung war.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
1 Einleitung.....	5
1.1 Zugrundeliegende Erkrankung.....	5
1.1.1 Anatomische Grundlagen.....	5
1.1.2 Ätiologie und Pathophysiologie.....	5
1.1.3 Klinik.....	6
1.1.4 Diagnostik.....	7
1.2 Konservative Therapiemöglichkeiten.....	7
1.2.1 Medikamentöse Behandlung der KHK.....	7
1.3 Invasive Therapiemöglichkeiten.....	8
1.3.1 Geschichtlicher Überblick der Koronarchirurgie.....	8
1.3.2 Verfahren der Bypasschirurgie.....	9
1.3.3 Verwendete Transplantate.....	9
1.3.4 Weitere Operationsverfahren.....	10
1.4 Fragestellung und Zielsetzung.....	10
2 Material und Methode.....	12
2.1 Patienten.....	13
2.1.1 Einschlusskriterien.....	13
2.1.2 Ausschlusskriterien.....	13
2.2 Datenerhebung.....	13
2.2.1 Schlüssel.....	15
2.2.2 Schlüssel präoperativ.....	15
2.2.3 Schlüssel postoperativ.....	17
3 Ergebnisse.....	18
3.1 Patienten.....	18
3.2 Präoperatives Matching.....	19
3.3 Darstellung signifikanter Einzelergebnisse.....	20
3.3.1 Beatmungsdauer postoperativ.....	20
3.3.2 Reanimation postoperativ.....	21
3.3.3 Rethorakotomie postoperativ.....	21
3.3.4 Postoperative Dialysepflichtigkeit.....	22
3.3.5 Postoperative Thrombozytenkonzentrate.....	22

3.3.6	Drainageblutverlust.....	23
3.4	Nicht signifikante Einzelergebnisse	24
3.4.1	Dauer des Aufenthalts auf der Intensivstation	24
3.4.2	Postoperative Infarkte.....	24
3.4.3	Low Cardiac Output.....	25
3.4.4	Respiratorische Insuffizienz.....	25
3.4.5	Todesursache.....	26
3.4.6	Schrittmacher-/Defibrillatorimplantation	26
3.5	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.....	27
4	Diskussion	28
4.1	Diskussion der Einzelergebnisse.....	28
4.1.1	Beatmungsdauer	28
4.1.2	Reanimation postoperativ.....	30
4.1.3	Rethorakotomie.....	30
4.1.4	Dialyse	31
4.1.5	Thrombozytenkonzentrate.....	32
4.1.6	Drainageblutverlust.....	33
4.2	Vergleich zwischen perkutaner Stentimplantation und Bypass-OP anhand von 5- 10- Jahresüberlebensraten.....	34
4.3	Limitationen der Studie.....	34
5	Zusammenfassung.....	35
6	Klinische Bedeutsamkeit.....	36
7	Verwendete Abkürzungen.....	37
8	Literaturverzeichnis.....	38

1 Einleitung

1.1 Zugrundeliegende Erkrankung

Die zugrunde liegende Erkrankung, die Koronare Herzkrankheit (KHK oder die englischen Abkürzungen CAD: Coronary Artery Disease bzw. CHD: Coronary Heart Disease), ist eine Durchblutungsstörung des Herzmuskels aufgrund verengter Koronargefäße.

Sie ist dadurch charakterisiert, dass ein Missverhältnis zwischen dem Sauerstoffbedarf und dem Sauerstoffangebot des Herzmuskels über die Koronarien besteht.

Die KHK und ihre Manifestationformen führen die Todesstatistik in Deutschland an. Im Jahr 2007 wurden insgesamt mehr als 16 Prozent aller registrierten Todesfälle durch chronische KHK und Herzinfarkt verursacht⁵⁷. Circa 3 bis 4 % der Bevölkerung leiden an einer chronischen koronaren Herzkrankheit⁵². Die Lebenszeitprävalenz für eine KHK in Deutschland beträgt für Männer 30%, für Frauen 15%, mit einer Inzidenzzunahme im Alter²³. Für z.B. den plötzlichen Herztod im Sport steht bei älteren Sportlern, solchen über 35 Jahren, die koronare Herzkrankheit als Ursache ganz im Vordergrund³⁸.

1.1.1 Anatomische Grundlagen

Die Herzkranzgefäße sind arterielle Blutgefäße die sauerstoffreiches Blut führen und damit der Versorgung mit selbigem dem Herzmuskels dienen. Sie gehen direkt von der Aorta ab und verzweigen sich um die beiden Herzhälften, ähnlich eines Kranzes.

Die rechte Herzkranzarterie (Arteria coronaria dextra, RCA) versorgt den rechte Ventrikel, den rechten Vorhof, die Hinterwand, einen kleinen Teil des Septums sowie den Sinus- und den AV-Knoten.

Der Hauptstamm der linken Herzkranzarterie teilt sich nach ca. 1 cm in zwei Äste, den Ramus interventricularis anterior (RIVA, LAD) und Ramus circumflexus (RCx), welcher die Versorgung der Vorderwand des rechten Ventrikels, Teile des Ventrikelseptums, und einen Teil des Erregungsleitungssystems (His-Bündel) übernimmt. Des Weiteren gibt er Äste zur Versorgung der anteroapikalen Anteile des linken Ventrikels ab, sowie des linken Vorhofs ab.

1.1.2 Ätiologie und Pathophysiologie

Die Koronare Herzkrankheit (KHK) ist die kardiale Manifestation der Atherosklerose mit Einengung oder Verschluss der Koronararterien. Die Ursache ist in der Regel eine Arteriosklerose der Herzkranzgefäße.

Zu den Risikofaktoren, welche die KHK begünstigen, gehören Dyslipoproteinämie, Nikotinabusus, Diabetes mellitus, arterielle Hypertonie, männliches Geschlecht und Lebensalter ($m \geq 45$ Jahre; $w \geq 55$ Jahre).

Ulzerierende Plaques können zu diffusen Mikroembolien oder über lokale Thrombosen zum plötzlichen Verschluss einer Herzkranzarterie und damit zum Vollbild eines Myokardinfarktes führen.

Die häufigste Lokalisation von Koronarstenosen ist der Ramus interventrikularis anterior der linken Herzkranzarterie mit seinen Seitenästen, gefolgt von der rechten Herzkranzarterie und dem seltener befallenen Ramus circumflexus der linken Herzkranzarterie. Erst ab einer Stenose von über 70 % des Gefäßdurchmessers der Koronararterien wird eine Minderdurchblutung des Herzens verursacht. Eine Myokardischämie tritt erst dann auf, wenn die Herzarbeit und der Sauerstoffbedarf des Herzmuskels die Fähigkeit des Koronararteriensystems, sauerstoffhaltiges Blut zu liefern, übersteigen.

1.1.3 Klinik

Der klinische Verlauf der KHK wird durch den Schweregrad und die Dauer der Ischämie bestimmt.

Man unterscheidet verschiedene Stadien der KHK⁵⁵:

Latente KHK : „stumme“ Myokardischämie; etwa 1/3 aller Patienten mit gesicherter koronarer Herzerkrankung weist eine latente KHK auf

Stabile KHK : Angina pectoris; reversible Beschwerden bei Belastung oder Kälteexposition

Instabile KHK : Angina pectoris; Beschwerden auch in Ruhe, rasch zunehmende Häufigkeit und Intensität

Akutes Koronarsyndrom: Spektrum der instabilen Angina pectoris, Nicht-ST-Hebungsinfarkt (NSTEMI) und ST-Hebungsinfarkt (STEMI)

Eine gängige Graduierung zur Einteilung der Schweregrade der Angina pectoris ist die Canadian Cardiovascular Society (CCS) Klassifikation in 1 (stumme Ischämie ohne Symptomatik) bis 4 (Beschwerden bereits in Ruhe) Schweregrade.

1.1.4 Diagnostik

Die Diagnostik wird neben der Koronarangiographie vor allem durch die Klinik (Schmerzanamnese: retrothorakale Schmerzen mit oder ohne Ausstrahlung > 20min), das EKG (ST-Strecken Veränderungen) und serologische Marker (Troponin T oder Troponin I, CK, CK-MB) bestimmt.

Subsumiert werden alle Manifestationsformen unter dem Begriff des Akuten Koronarsyndroms (ACOS). Dies unterteilt sich in die instabile angina pectoris (bei erstmalig aufgetretener, sich im Verlauf verändernder oder in Ruhe auftretender retrothorakaler Symptomatik ohne EKG Veränderungen und ohne Erhöhung der serologischen Marker), Nicht-ST-Hebungsinfarkt (NSTEMI, Erhöhung der o.g. serologischen Marker ohne ST-Strecken Hebungen im EKG) und den ST-Hebungsinfarkt (STEMI, Erhöhung der o.g. serologischen Marker mit ST-Strecken Hebungen im EKG).

Die American Heart Association (AHA) unterteilt 5 Schweregrade der Koronarstenosen, entsprechend der Verminderung des Gefäßdurchmessers³⁵:

- $\leq 25\%$: Konturunregelmässigkeit bzw. diffuse, nicht stenosierende Koronararteriosklerose
- 25-50%: geringgradige Stenose
- 51-75%: mittelgradige Stenose
- $>75\%$: höhergradige Stenose
- 100%: kompletter Verschluss

1.2 Konservative Therapiemöglichkeiten

1.2.1 Medikamentöse Behandlung der KHK

Zur Standardtherapie der chronischen koronaren Herzerkrankung werden verschiedene Medikamentengruppen als Dauermedikation eingesetzt. Dazu zählen Thrombozytenaggregationshemmer, Betablocker, Statine, Nitratre und ACE-Hemmer. Des Weiteren können nach Bedarf noch weitere Medikamente zur Blutdrucksenkung angewandt werden (z. B. Kalziumkanalblocker oder Angiotensin-I-Blocker).

Instabile Angina pectoris Anfälle bzw. ein akuter Myokardinfarkte werden in der akut Situation zusätzlich zur Standardtherapie der chronischen KHK mit Morphin, Heparin und Ticagrelor, bei Unverträglichkeit oder Kontraindikationen auch Clopidogrel bzw. Prasugrel, therapiert.

1.3 Invasive Therapiemöglichkeiten

1.3.1 Geschichtlicher Überblick der Koronarchirurgie

Historie der Bypasschirurgie

1950 führte Arthur Vinneberg erstmals eine Bypassoperation am Menschen durch, indem er die Arteria thoracica interna (nebst Begleitvenen und Bindegewebe) in einen Myokardtunnel zur Revaskularisation des durchblutungsgestörten Herzmuskels implantierte.

Einsprossende Kollateralen der Koronarien sollten Anschluß an die Arteria thoracica interna finden.

1960 führt Robert H. Goetz als erster eine koronare Bypassoperation mit der A. thoracica interna durch. Der argentinische Chirurg Rene Favoloro führte letztendlich 1967 die erste weltweit erfolgreiche Bypassoperation am Herzen durch. Dies war der Startschuss für eine der erfolgreichsten und am häufigsten durchgeführten Operationen der Gegenwart⁹.

Historie der Stentimplantation

Die Grundtechniken der koronaren Stentimplantation gehen bis in die Anfänge des 20. Jahrhunderts zurück.

Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts führte der 1912 mit dem Nobelpreis für Medizin ausgezeichnete französische Arzt Alexis Carrel erste Versuche mit Gefäßstützen durch.

Da zur damaligen Zeit noch keine Biowerkstoffe in der gewünschten Form kleiner, dünnwandiger Röhrchen mit entsprechender mechanischer Stabilität vorhanden waren, verwendete er dünne, mit Paraffin beschichtete Glasröhrchen.

Seit den 80er Jahren werden diese Gefäßstützen „Stents“ genannt⁴¹.

Erst im Jahr 1964 berichten erstmals Charles T. Dotter und Melvin P. Judkins über die perkutane transluminale Angioplastie peripherer Arterien.

1969 war es dann erneut Charles T. Dotter, der als erster endovaskuläre Stützen, Vorläufer der heutigen Stents, einsetzte, um Arterien offen zu halten.

Zur klinischen Reife wurde die Stentbehandlung erst nach 1980 gebracht.

Andreas Grüntzig entwickelte 1977 die Ballonangioplastie, die erstmals am 16. September 1977 klinisch an Koronararterien erprobt wurde¹⁴.

Im Unterschied zu Charles Dotter, dessen Katheter die Gefäße durch den eigenen Aussendurchmesser erweiterte, hatte Grüntzig einen Katheter entwickelt, der die Stenosen durch das ballonartige aufblasbare Dilatationssegment an seiner Spitze erweiterte.

1979 berichtete Grüntzig über die Ergebnisse der PTCA von 32 Patienten.

Bis 1983 waren in den USA 32000, bis 1986 bereits 133000 PTCA durchgeföhrt. In Deutschland betrug 1990 die Relation von PTCA zu Bypassoperation bereits 55:45²⁶.

1.3.2 Verfahren der Bypasschirurgie

Das Prinzip der koronaren Bypassoperation besteht darin, die erkrankten KoronargefäÙe distal ihrer Stenose mit einem Bypass zu versorgen. Bei mehrfachen Stenosen wird versucht, im wichtigsten Bereich des KoronargefäÙes oder über eine Stenose hinweg eine GefäÙanastomose anzulegen. In seltenen Fällen erfolgen auch zwei Bypassanastomosen am selben KoronargefäÙ. Der Zugang zum Herzen erfolgt standardgemäÙ über eine mediane Sternotomie.

1.3.3 Verwendete Transplantate

Als BypassgefäÙe wurden über viele Jahre hinweg bevorzugt Venen aus dem Vena-Saphena-magna-Gebiet benutzt, die einfach zu entnehmen und zu anastomosieren sind. Nach 10 Jahren sind jedoch ca. 50% der Venenbypässe verschlossen.

Mittlerweile hat sich daher die Verwendung der linken Arteria thoracica interna (LITA), durchgesetzt. Dougenis et al.¹¹ konnten zeigen, dass nach 5 und 10 Jahren die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von erneuter Angina pectoris-Symptomatik signifikant erniedrigt, das Fehlen von kardialen Ereignissen und das Überleben nach Reoperationen signifikant erhöht in der Gruppe der Patienten mit verwendeten LITA GefäÙen war. Dies konnten auch Loop et al.³⁹ zeigen. Die Bypässe mit LITA weisen im Langzeitverlauf nahezu keine Intimahyperplasie oder Atherosklerose auf und nach 10 Jahren sind noch etwa 90% der Anastomosen durchgängig²⁷.

Als zweites arterielles Transplantat kann zusätzlich die rechte Arteria thoracica interna (RITA) präpariert werden. Sie kann mit nahezu allen KoronargefäÙen anastomosiert werden, lediglich für den Ramus interventricularis posterior kann sie zu kurz sein.

Auch die Arteria Radialis findet Verwendung. Um keine Ischämie der Hände zu riskieren, sollte vor ihrer Entnahme ein Allen-Test durchgeföhrt werden.

Wenn die RITA oder die Radialarterie eine unzureichende Länge aufweist, können sie seitlich auf der LITA anastomosiert werden, als sogenannter Y-Graft bzw. T-Graft. Diese seitliche Anastomose auf der LITA anderer BypassgefäÙe ist zumeist problemlos möglich, da die Arteria thoracica interna proximal einen ausreichenden Durchmesser aufweist und in ihrem Fluss nicht limitiert ist, sondern sich adaptieren kann. Ein Vorteil dieser Methode ist die Vermeidung der zusätzlichen partiellen Abklemmung der Aorta Ascendens, was das Risiko von Schlaganfällen besonders bei verkalkter Aorta deutlich vermindert.

1.3.4 Weitere Operationsverfahren

Off-Pump-Technik

Die Bypass-Operation am schlagenden Herzen wird im Englischen als „Off Pump Coronary Artery Bypass“, kurz OPCAB, bezeichnet.

Mit Hilfe von Stabilisierungssystemen wird das zu anastomosierende Areal am schlagenden Herzen soweit ruhig gestellt, dass eine sichere und saubere Anastomosierung möglich ist. Die Vorteile dieser Methode liegen in der Vermeidung von Herzlungenmaschinen assoziierten Risiken, wie Nierenversagen und Schlaganfallrate. Nachteile liegen in der möglichen Unsauberkeit der Anastomosen sowie einer Minderrevaskularisation.

Schlüssellochtechnik (MIDCAB)

MIDCAB steht für „minimally invasive direct coronary artery bypass“. Im Gegensatz zur herkömmlichen Methode und zur OPCAB wird hierbei keine konventionelle Sternotomie durchgeführt, der Zugang erfolgt über einen ca. 10 cm langen Schnitt links unterhalb der Brust. Beim MIDCAB-Verfahren können 1-2 Herzkranzgefäße angeschlossen werden. Venenbypässe werden nicht verwendet⁸.

1.4 Fragestellung und Zielsetzung

Eine koronare Eingefäßerkrankung liegt definitionsgemäß vor, wenn eine oder mehrere Stenosen in einem Hauptast der Koronararterien, eine Mehrgefäßerkrankung, wenn eine oder mehrere hochgradige Stenosen in zwei oder mehr Hauptästen der Koronararterien vorliegen.

So einfach die Definition und Unterscheidung der Ein- oder Mehrgefäßerkrankung erscheint, so weit gehen die Behandlungsstrategien dabei auseinander. Zwar sind in der Nationalen Versorgungsleitlinie „Chronische KHK“ u.a. von der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie-, Herz- und Kreislaufforschung e.V. (DGK) und von der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie e.V. (DGTHG) die Behandlungsempfehlungen klar festgelegt, das Dilemma ist jedoch bekannt: Koronarstents werden häufig „Off-Label“ in Indikationen eingesetzt, die nicht durch randomisierte kontrollierte Studien untersucht wurden. Hierzu zählen alle Mehrgefäßerkrankungen, hochgradige Hauptstammstenosen und langstreckige Stenosen, die vormals eine klare Indikation für eine Bypass-Operation waren⁴⁴.

Aufgrund dieser Problematik sind Vergleichsstudien und Scores, die eine Vorhersage von ungewollten Ereignissen nach chirurgischen oder nicht-chirurgischen Eingriffen bei kardiologischen Patienten erlauben, von großer klinischer Bedeutung.

Solch ein Score kommt zum Beispiel in der SYNTAX-Studie (Synergy between PCI with Taxus and cardiac surgery) zur Anwendung. Die Fünfjahresdaten der SYNTAX-Studie zeigen

zwar ein gleichwertiges Abschneiden zwischen PCI und CABG (coronary-artery bypass grafting), allerdings nur solange die Patienten eine einigermaßen übersichtliche Koronaranatomie haben.

Dieser Problematik widmet sich der SYNTAX-Score. Dafür wurde im Rahmen der Studie auf Basis fest definierter Kriterien eine Bewertung der Komplexität der Koronarstenosen für jeden Studienpatienten durchgeführt. Der Algorithmus besteht aus 12 Hauptfragen, die in 2 Gruppen aufgeteilt werden. Berücksichtigt wird dabei die Dominanz, die Gesamtzahl der Gefäßsegmente und die Zahl der Segmente, die pro Läsion involviert sind. Der SYNTAX-Score berücksichtigt weder die Patientencharakteristiken noch die Behandlungsstrategie, sondern lediglich die Koronaranatomie, wobei ein hoher Score-Wert eine sehr komplexe koronare Anatomie repräsentiert.

Der „Syntax-Score“ klassifiziert die Koronaranatomie einer koronaren Herzerkrankung in die Kategorien „niedrig“ (<23), „mittel“ (23-32) und „schwer“ (>32).

Patienten mit einer 3-Gefäß-Erkrankung niedriger Komplexität haben vergleichbare Überlebensraten sowohl nach CABG als auch nach PCI. Bei Patienten mit komplexen Stenosen hingegen zeigt sich ein deutlicher Überlebensvorteil fünf Jahre nach einer CABG gegenüber einer PCI (Sterblichkeit: CABG 11,4%, PCI 19,2%). Genauso deutlich waren Unterschiede im Hinblick auf die Zahl der Herzinfarkte, die für die Bypass-Operation 3,9 Prozent und 10,1 Prozent für die PCI betragen, sowie die Notwendigkeit eines erneuten Eingriffes von 12,1 Prozent für die Bypass-Operation und 30,9 Prozent für die PCI. Nahezu identisch stellen sich die Ergebnisse dieser Endpunkte auch für die Patienten mit 3-Gefäß-Erkrankung und mittlerer Komplexität dar.

Die Patienten mit Hauptstammstenose in der SYNTAX-Studie wurden nach dem Vorliegen weiterer Stenosen unterschieden. Dabei zeigte sich im primären Endpunkt nach 5 Jahren nur bei Patienten mit Hauptstammstenose plus Dreigefäßerkrankung ein signifikanter Unterschied: Hier lag die MACCE-Rate (Major Adverse Cardiac and Cerebrovascular Events) bei 29,9% unter CABG und bei 44,0% unter PCI ($p = 0,04$).

Patienten mit einem SYNTAX-Score mit geringer oder intermediärer Komplexität der Koronararterien, schnitten unter CABG und PCI gleich gut ab. Die MACCE lag nach 5 Jahre nach CABG bei einem Score bis 22 bei 31,5% und nach PCI bei 30,4%, bei intermediärer Komplexität Score 23-32, waren es 32,3% vs. 32,7%.

Bei Patienten mit einem SYNTAX-Score ≥ 33 Punkten betrug die Ereignisrate nach 5 Jahren 29,7% bei CABG vs. 46,5% bei PCI.

Auch andere Studien wie z.B. von Hannan et al.²⁰ oder David J. Cohen et al.⁷ konnten zeigen, dass die Überlebensraten 18 Monate nach einer Bypass-Operation signifikant höher sind, bzw. die Häufigkeit von Angina Pectoris Beschwerden bei Patienten 6 bzw. 12 Monate nach CABG geringer ausfielen als bei Patienten bei Zustand nach PCI.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die postoperativen Ergebnisse nach koronarer Bypassoperation bei Patienten ohne vorangegangener Stentimplantation und Patienten mit vorangegangener Stentimplantation zu vergleichen. Hauptaugenmerk lag auf der Analyse der postoperativen Merkmale und Komplikationen wie Beatmungszeit, Intensivaufenthalt, Reanimation, Infarkte, Drainagenblutverlust, Rethorakotomie, respiratorischer Insuffizienz, Low Cardiac Output, Dialysepflichtigkeit, Notwendigkeit der Applikation von Thrombozytenkonzentraten, Mortalität und die Todesursache.

Die geltenden Leitlinien geben eine eindeutige Empfehlung für die Bypass-Operation in der Behandlung der ungeschützten Hauptstammstenose⁵⁶. Ähnlich bewerten die europäischen Richtlinien den Sachverhalt: Diese geben eine Empfehlung für eine percutane Koronarintervention nur in Abwesenheit anderer revaskulisierender Optionen³¹.

2 Material und Methode

In die vorliegende Studie wurden aus einem Patientenkollektiv von insgesamt 11844 Patienten 1200 Patienten, die sich zwischen 1994 und 2007 im Klinikum Bogenhausen München in der herzchirurgischen Abteilung einer konventionellen koronaren Bypassoperation unterzogen hatten, ausgewählt und in zwei gleich große Gruppen unterteilt. Dabei wurden 600 Patienten ohne vorhergegangene Stentimplantation einem „Propensity score pair matched“ Kontrollkollektiv von 600 Patienten mit vorausgegangener Stentimplantation gegenübergestellt. Der Datensatz wurde aus der Herzchirurgischen Datenbank erstellt, die die wesentlichen Daten beinhaltet (BMI, Alter, Geschlecht, Schwere der KHK, Pumpfunktion, Lungenerkrankungen Nierenfunktion etc.). Die Auswertung erfolgte anhand des Dokumentationsbogensatzes der BQS, Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung Herz, Modul Herzchirurgie.

Die Daten wurden mit Hilfe des T-Test auf signifikante Unterschiede der beiden Gruppen hin analysiert, die Auswertung erfolgte mit SPSS (Superior Performing Software System).

Es wurden insgesamt 14 nicht-hierarchische Tests vorgenommen, so dass jeder p-Wert mit dem Faktor 14 multipliziert werden musste, um die korrigierten p-Werte (adjustiert für multiples Testen) zu erhalten. Das Signifikanzniveau wurde auf $p \leq 0,05$ festgelegt.

2.1 Patienten

Bei dem 1200 Patienten umfassenden Kollektiv handelt es sich ausschließlich um Patienten, die zwischen 1994 und 2007 im Klinikum Bogenhausen in der herzchirurgischen Abteilung koronarchirurgisch behandelt wurden.

Dem Patientenkollektiv von 600 Patienten, die in der Vergangenheit keinerlei kardiale interventionellen Eingriffe erhielten, wurde ein Propensity score pair matched- Kontrollkollektiv von 600 Patienten mit vorausgegangener Stentimplantation gegenübergestellt.

2.1.1 Einschlusskriterien

Alle Patienten, die innerhalb des Zeitraumes im Klinikum Bogenhausen eine herzchirurgische Bypassoperation erhalten haben.

2.1.2 Ausschlusskriterien

Ausschlusskriterium waren eine unvollständig erhobene Datenlage sowie herzchirurgische Reoperationen.

2.2 Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte anhand des Dokumentationsbogensatzes der BQS, Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung Herz, Modul Herzchirurgie.

Es wurden nicht sämtliche Merkmale des Dokumentationsbogensatzes evaluiert, sondern lediglich die für die Studie relevanten Merkmale mit in die Fragestellung einbezogen und analysiert, die im folgendem im Detail gelistet sind.

Aus dem präoperativen Auswertungsbogen waren folgende anamnestische Befunde relevant:

- Geschlecht
- Körpergrösse (in cm)
- Körpergewicht (in Kg)
- Führender Rhythmus
- Schrittmacher-/Defibrillatorträger
- Infarkte
- Kardiogener Schock/Dekompensation
- Reanimation
- Patient beatmet
- Pulmonale Hypertonie
- Diabetes mellitus
- NYHA Klassifikation

- ASA Klassifikation
- left ventricular ejection fraction (LVEF)
- Herzkatheterbefund, Datum der Durchführung
- Signifikante Hauptstammstenosen
- Notfall nach PTCA
- Stent(s)
- Lysetherapie
- Aktuelle Infektionen
- Arterielle Gefäßerkrankungen
- Lungenerkrankungen
- Neurologische Erkrankungen
- Nierenfunktion
- Kreatininwerte i.S. in mg/dl

Aus dem intraoperativen Auswertungsbereich waren folgende anamnestische Befunde relevant:

- Dringlichkeit des Eingriffs
- Mechanische Kreislaufunterstützung
- Wundkontaminationsklassifikation
- Operativer Zugang
- Operationszeit
- Bypass-Zeit (=Herzlungenmaschinenzeit)
- Aortenabklemmzeit
- Anzahl der Grafts
- Art der Grafts

Für den postoperativen Verlauf wurden folgende anamnestische Befunde berücksichtigt:

- Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation
- Beatmungsdauer
- Mobilisation
- Reanimation
- Infarkte
- Low cardiac output
- Intraaortale Ballonpumpe (IABP)
- Rethorakotomie
- Respiratorische Insuffizienz

- Zerebrovaskuläres Ereignis bis zur Entlassung
- Psychosyndrom
- Kreatininwerte i.S. in mg/dl
- Neu aufgetretene Dialysepflichtigkeit
- Hämofiltration/ Dialyse
- Drainageblutverlust
- Thrombozytenkonzentrate
- Herzrhythmus bei Entlassung
- Defibrillator/ Schrittmacher
- Entlassungsgrund

2.2.1 Schlüssel

Die Einteilung der jeweiligen erhobenen Befunde erfolgte für die statistische Auswertung analog der klinisch relevanten Parameter.

Dabei wurden die Untergruppen der einzelnen Fragen des Dokumentationsbogensatzes zum Teil zusammengefasst.

Im Folgenden sind die modifizierten Verschlüsselungen, basierend auf den Merkmalen des Dokumentationsbogensatzes der BQS, aufgeführt.

2.2.2 Schlüssel präoperativ

Tabelle 1 zeigt den modifizierten präoperativ verwendeten Schlüssel

Notfall *	
	0= nein
	1= ja
*= beinhaltet: Reanimation/kardiogener Schock/Dekompensation/Beatmung präoperativ, Notfall nach PTCA	
SM/Defi*	
	0= nein
	1= ja
*=Schrittmacher/Defibrillator	
Hauptstammstenose	
	0= nein
	1= ja
Diabetes Mellitus	
	0= nein
	1= ja
Herz-Vor-Op's	
	0= nein
	1= ja

Klinischer Schweregrad	
Angina Pectoris	0= keine Beschwerden
	1= AP bei schwerer/mittelschwerer Belastung
	2= AP bei leichter Belastung/in Ruhe
Herzinsuffizienz	0= keine Beschwerden
	1= Beschwerden bei stärkerer Belastung
	2= Beschwerden bei leichter Belastung/in Ruhe
Infarkte	
	0= nein
	1= ja, <48h
	2= ja, >48h
	9= keine Angaben
LVEF*	
	0= keine Schätzung
	1= gut
	2= mittel
	3= schlecht
*=Schätzwert	
ASA*	
	1= gesund
	2= leichte Allgemeinerkrankung
	3= schwere Allgemeinerkrankung/Leistungseingeschränkt
	4= inaktivierende Allgemeinerkrankung, ständige Lebensbedrohung
	5= keine Beschwerden
	9= keine Angaben
*American Society of Anesthesiologists	
Arterielle Gefäßerkrankungen	
	0= nein
	1= paVK
	2= A. Carotis
	3= Aortenaneurysma
	4= sonstige
	5= Kombinationen
	9= unbekannt
Anzahl Grafts	
	0
	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7

Lungenerkrankungen	
	0= nein
	1= ja, COPD mit Langzeitbronchodilatoren
	2= ja, andere ohne Bronchodilatoren
	8= andere
	9= unbekannt
Neurologisches Erkrankungen	
	0= nein
	1= ja, ZNS (zerebrovaskulär)
	2= ZNS, andere
	3= peripher
	4= Kombination
	9= unbekannt
Nierenfunktion	
	1= normal
	2= kompensiert /Nieren-Tx
	3= dialysepflichtig

2.2.3 Schlüssel postoperativ

Tabelle 2 zeigt den modifizierten postoperativ verwendeten Schlüssel

Beatmungsdauer	
	1= < 24h
	2= > 24h
Reanimation	
	0= nein
	1= ja
Rethorakotomie*	
	0= nein
	1= ja
*=low cardiac output, Graftprobleme, Blutung, Tamponade	
Dialyse	
	0= nein
	1= ja
Thrombozytenkonzentrate	
	0= nein
	1= ja
*=mind.1	
Intensivtage	
	1= < 24h
	2= >24h
Infarkte	
	0= nein
	1= ja
low cardiac output*	
	0= nein
	1= ja
*=konservativ behandelt, IABP, Assist Device, erneute Op/EKZ	

Respiratorische Insuffizienz*	
	0= nein
	1= ja
*= mit forcierter Atemtherapie/Reintubation/Tracheotomie	
Todesursache	
	0= kein Tod
	1= kardial
	2=extrakardial
Schrittmacher/Defibrillator	
	0= nein
	1=ja

3 Ergebnisse

3.1 Patienten

Das Alter der Patienten betrug im Mittel in der Gruppe ohne vorrangegangene Stentimplantation 67,2 Jahre und in der Kontrollgruppe 67,3 Jahre, der BMI betrug in beiden Gruppen 27,1 und die Geschlechterverteilung unterteilte sich in beiden Gruppen in 460 Männer (76,7%) und 140 Frauen (23,3%). Insgesamt erhielten 19% der Patienten ein bis zwei Grafts, in 66,7% drei bis vier und in 14,1% der Fälle wurden mehr als vier Grafts eingesetzt.

Tabelle 3 zeigt demographische, operative und postoperative Daten im Vergleich zum Propensity score pair matched Kontrollkollektiv (Patienten ohne präoperative Stentimplantation=0, Patienten mit präoperativer Stentimplantation =1)

	Stent(s) prä OP	Mittelwert	Median	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Perzentile					
							5	10	25	75	90	95
Alter	0	67,3	68,5	9,7	33,9	84,9	49,5	53,2	60,7	74,7	78,4	80,8
	1	67,2	68,6	9,7	32,4	84,6	49,2	53,2	60,7	74,7	78,5	80,7
Körpergröße in cm	0	171	170	8	149	198	156	159	165	176	181	185
	1	170	170	8	145	192	156	159	164	175	180	182
Körpergewicht in kg	0	78,9	78,0	13,2	45,0	135,0	58,0	63,1	70,0	86,0	96,0	103,0
	1	78,2	78,0	13,1	40,0	119,0	59,0	62,0	70,0	86,0	95,0	101,0
BMI	0	27,1	26,6	3,7	17,3	45,3	21,7	22,8	24,6	29,2	32,1	34,0
	1	27,1	26,6	3,8	16,1	43,0	21,5	22,8	24,4	29,1	32,1	34,4
Bypasszeit	0	83	81	30	0	286	44	51	63	97	115	134
	1	84	80	32	0	278	42	49	64	98	119	138
Aortenab- klemmzeit	0	56	55	20	0	159	27	33	43	68	82	92
	1	57	55	21	0	157	29	34	44	67	83	93
OP-Zeit	0	177	170	50	70	505	110	120	145	200	240	270
	1	194	187	56	78	540	120	130	155	225	259	285
Intensivtage	0	1,5	1,0	,6	,0	3,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0
	1	1,5	1,0	,8	,0	3,0	1,0	1,0	1,0	2,0	3,0	3,0
Beatmungsdauer	0	1,2	1,0	,5	,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	3,0
	1	1,6	1,0	,7	1,0	3,0	1,0	1,0	1,0	2,0	3,0	3,0
Drainagenblut- verlust	0	975	770	758	0	8780	345	400	570	1100	1739	2253
	1	1187	960	809	0	5980	460	550	700	1360	2118	2997

3.2 Präoperatives Matching

Tabelle 2 zeigt die präoperative Verteilung von Vorerkrankungen und gesundheitlicher Zustand des Kollektivs von Patienten ohne Stentimplantation im Vergleich zum Propensity score pair matched Kontrollkollektiv mit präoperativer Stentimplantation.

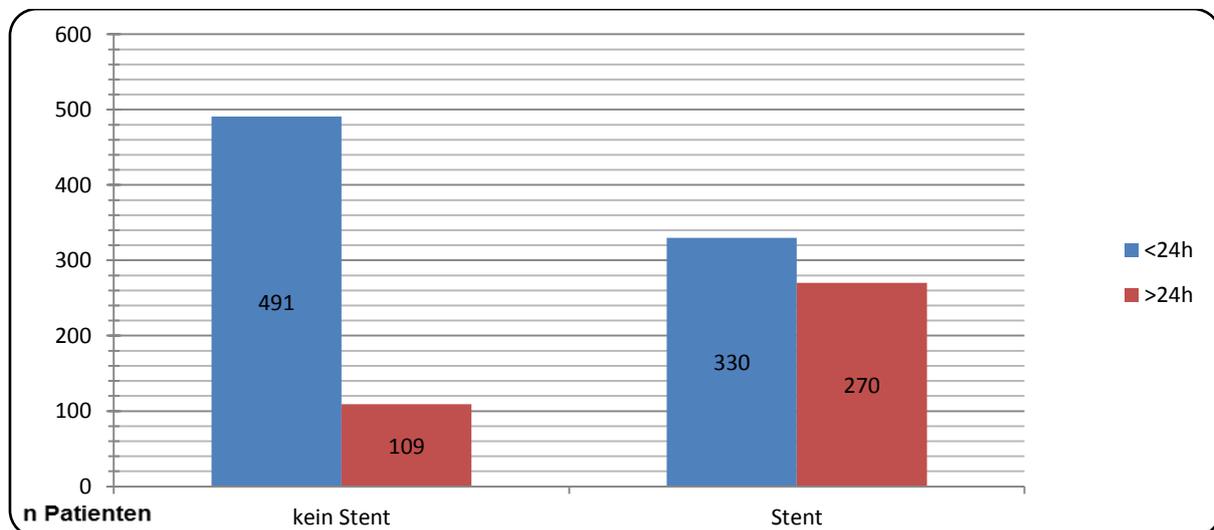
	Schlüssel	kein Stent	Stent
Notfall* *0= nein, 1=Ja	0	92,20%	92,20%
	1	7,80%	7,80%
Schrittmacher/Defibrillator* *0= nein, 1=Ja	0	98,20%	98,80%
	1	1,80%	1,20%
Hauptstammstenose* *0= nein, 1=Ja	0	73,50%	73,70%
	1	26,50%	26,30%
Diabetes Mellitus* *0= nein, 1=Ja	0	69,20%	69,20%
	1	30,80%	30,80%
Herz-Vor-Op's* *0= nein, 1=Ja	0	97,50%	97,50%
	1	2,50%	2,50%
Herzinsuffizienz* *0= keine Beschwerden, 1=Beschwerden bei stärkerer Belastung, 2= Beschwerden bei leichter Belastung/in Ruhe	0	96,50%	96,50%
	1	1,70%	1,70%
	2	1,80%	1,80%
Infarkte* *0= nein, 1= ja, <48h, 2= ja, >48h, 9= keine Angaben	0	56,2%	50,0%
	1	6,7%	6,0%
	2	36,8%	43,5%
	9	0,3%	0,5%
LVEF* *0= keine Schätzung, 1= gut, 2= mittel, 3= schlecht	0	1,5%	0,7%
	1	70,0%	67,2%
	2	24,5%	28,7%
	3	4,0%	3,5%
Nierenfunktion* *1= normal, 2= kompensiert /Nieren-Tx	1	92,7%	97,7%
	2	6,5%	0,2%
ASA* *1= gesund, 2= leichte Allgemeinerkrankung, 3= schwere Allgemeinerkrankung/Leistungseingeschränkt, 4= inaktivierende Allgemeinerkrankung, ständige Lebensbedrohung, 5= keine Beschwerden, 9= keine Angaben	1	11,0%	11,5%
	2	17,0%	16,8%
	3	6,0%	5,8%
	4	1,2%	1,2%
	9	64,7%	64,7%
Arterielle Gefäßerkrankungen* *0= nein, 1= paVK, 2= A. Carotis, 3= Aortenaneurysma, 4= sonstige, 5= Kombinationen, 9= unbekannt	0	81,7%	83,2%
	1	10,0%	5,7%
	2	4,5%	5,0%
	3	0,3%	1,0%
	4	0,2%	1,0%
	5	3,3%	4,0%
	9	0%	0,2%

	Schlüssel	kein Stent	Stent
Anzahl Grafts	0	0,2%	0,3%
	1	3,5%	3,0%
	2	15,3%	16,2%
	3	34,3%	36,2%
	4	33,5%	29,3%
	5	12,0%	11,8%
	6	1,0%	2,8%
	7	0,2%	0,3%
Lungenerkrankungen* *0= nein, 1= ja, COPD mit Langzeitbrocholiatoren, 2= ja, andere ohne Bronchodilatoren, 8= andere, 9= unbekannt	0	87,8%	94,5%
	1	7,8%	3,0%
	2	1,5%	1,8%
	8	2,5%	0,7%
	9	0,3%	0%
Angina Pectoris* *0= keine Beschwerden, 1= AP bei schwerer/mittelschwerer Belastung, 2= AP bei leichter Belastung/in Ruhe	0	65,2%	65,2%
	1	10,7%	10,7%
	2	24,2%	24,2%

3.3 Darstellung signifikanter Einzelergebnisse

3.3.1 Beatmungsdauer postoperativ

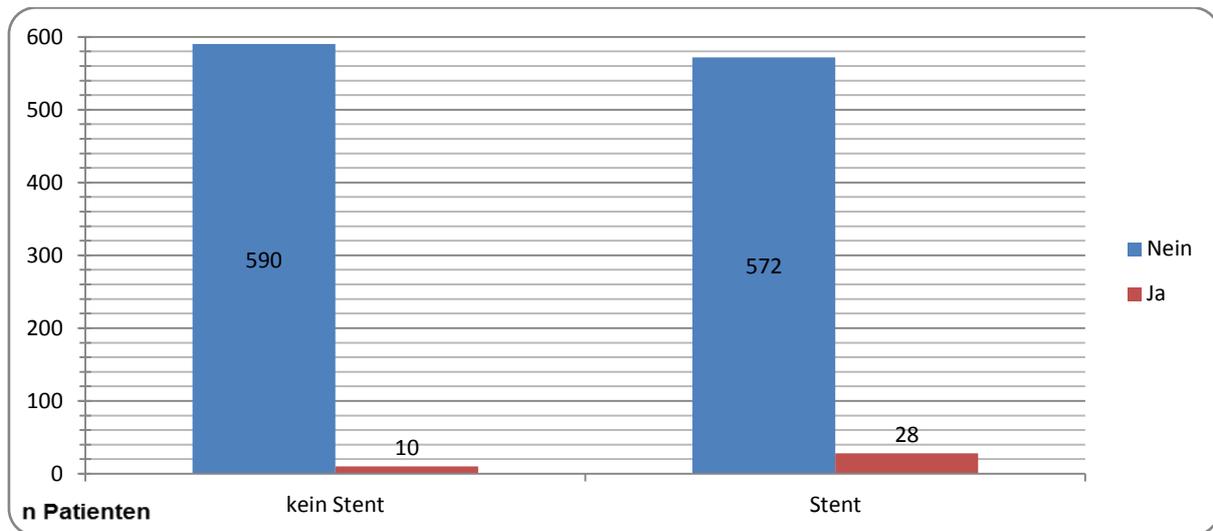
Grafik 1 zeigt die Unterschiede in der Beatmungsdauer



Die postoperative Beatmungszeit unter 24h betrug in der vorgestenteten Gruppe 55% (n=330), im Gegensatz zur nicht vorgestenteten Gruppe mit 81,8% (n=491), Über 24h Beatmungszeit benötigten 45% (n=270) der gestenteten Gruppe im Gegensatz zu 18,2% (n=109) der nicht gestenteten Gruppe. Mit $p=0,014$ war die Beatmungsdauer im Kollektiv der präoperativ gestenteten Patienten signifikant verlängert.

3.3.2 Reanimation postoperativ

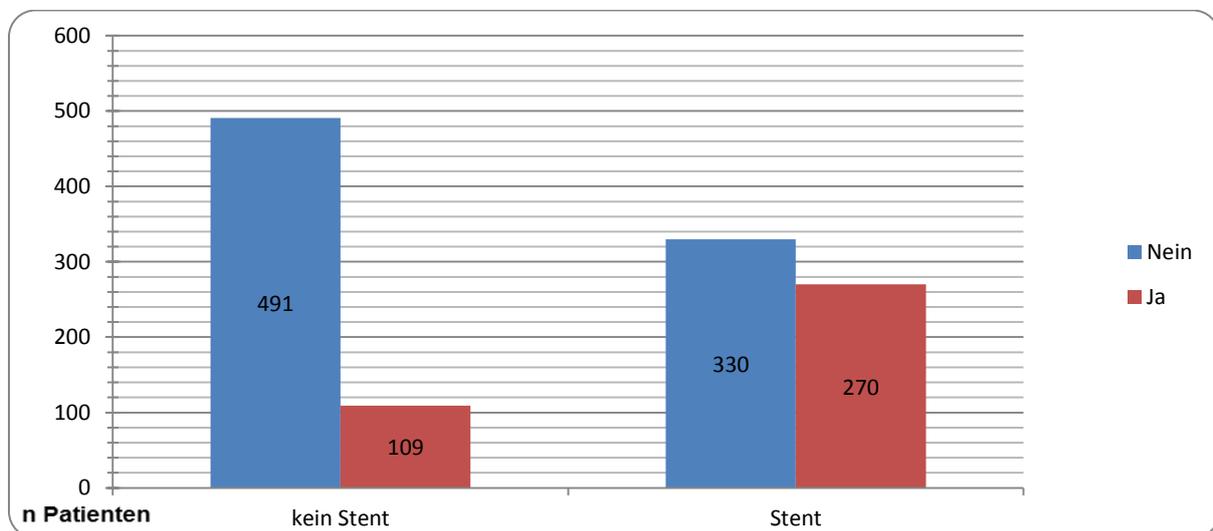
Grafik 2 zeigt die Unterschiede in der Frequenz postoperativer Reanimationen



Im Kollektiv der gestenteten Patienten mussten postoperativ 4,7% (n=28) der Patienten reanimiert werden. In der nicht gestenteten Gruppe waren es dagegen nur 1,7% (n=10). Der Unterschied ist mit $p=0,042$ statistisch signifikant.

3.3.3 Rethorakotomie postoperativ

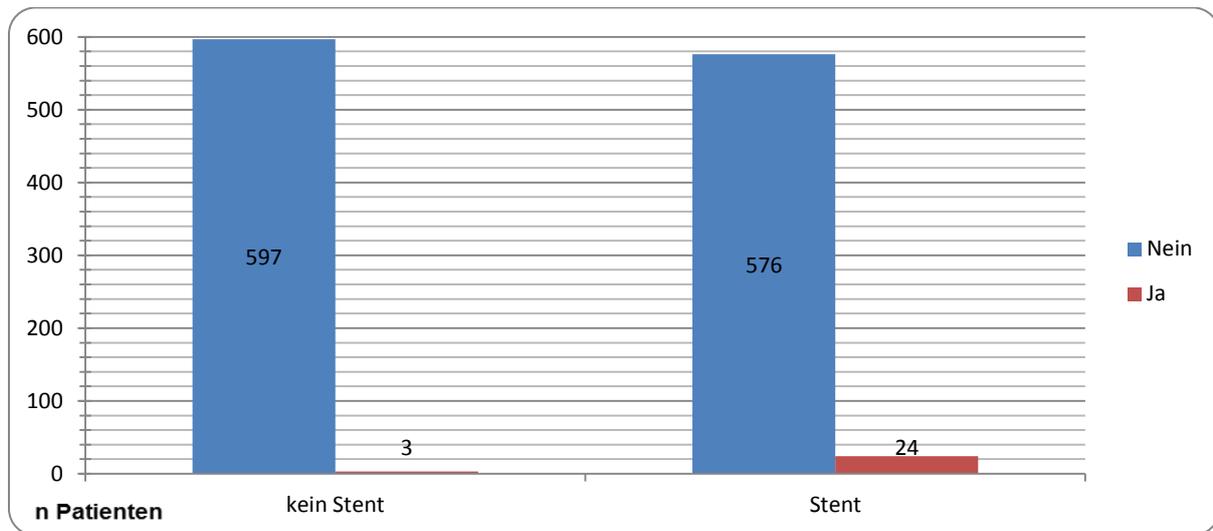
Grafik 3 zeigt die Unterschiede der postoperativen Rethorakotomieraten



Die Patientengruppe mit vorhergegangener Stentimplantation mussten in 13% (n=78) der Fälle postoperativ erneut thorakotomiert werden, wohingegen in der nicht gestenteten Gruppe 5% (n=30) erneut thorakotomiert wurden. Mit $p=0,014$ war die Rethorakotomierate im Kollektiv der präoperativ gestenteten Patienten signifikant gehäuft.

3.3.4 Postoperative Dialysepflichtigkeit

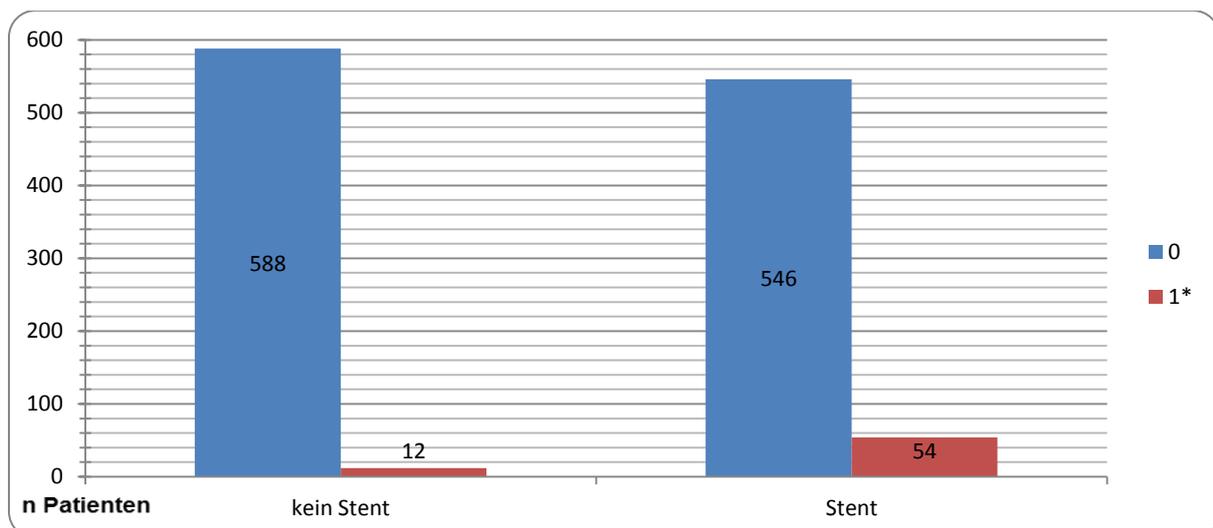
Grafik 4 zeigt die Unterschiede in der Dialysepflichtigkeit postoperativ



Die Gruppe mit den vorgestenteten Patienten hat sich in 4% der Fälle (n=24) einer Dialyse postoperativ unterziehen müssen, in der nicht gestenteten Gruppe waren es hingegen 0,5% (n=3). Mit $p=0,014$ war die postoperative Dialysepflichtigkeit im Kollektiv der präoperativ gestenteten Patienten signifikant erhöht.

3.3.5 Postoperative Thrombozytenkonzentrate

Grafik 5 zeigt die Unterschiede in der Notwendigkeit der Applikation von Thrombozytenkonzentraten



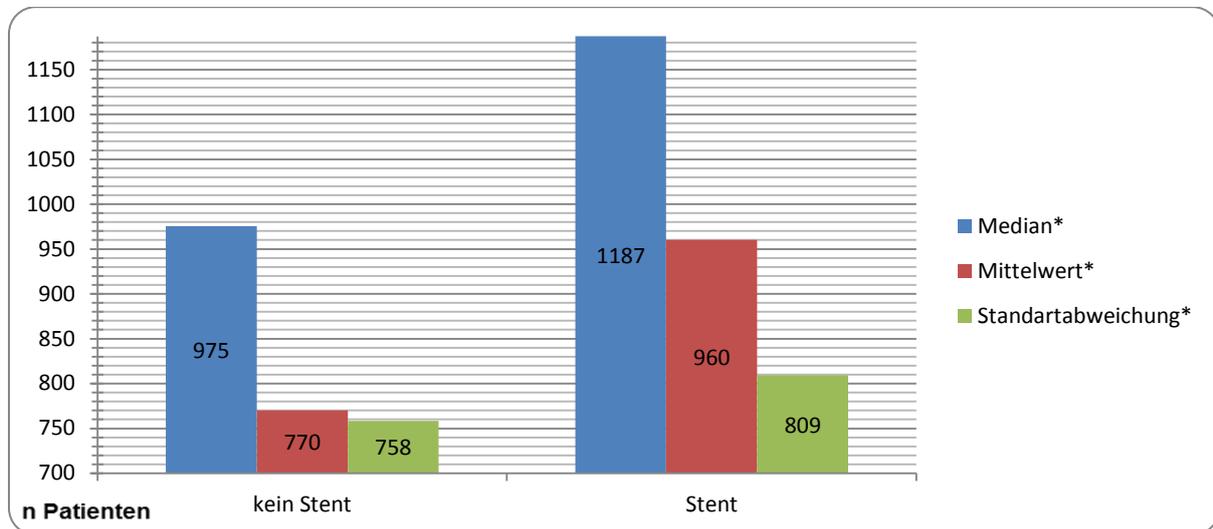
*mind.1

In der Gruppe der Patienten mit vorhergegangener Stentimplantation musste postoperativ bei 9% der Patienten (n=54) Thrombozytenkonzentrate appliziert werden und bei 2% der Patienten (n=12) in der Gruppe der Patienten ohne vorhergegangene Stentimplantation. Mit $p=0,014$

zeigt sich ein signifikant erhöhte Applikation von Thrombozytenkonzentraten im stentimplantierten Kollektiv.

3.3.6 Drainageblutverlust

Grafik 6 zeigt die Unterschiede im Drainageblutverlust



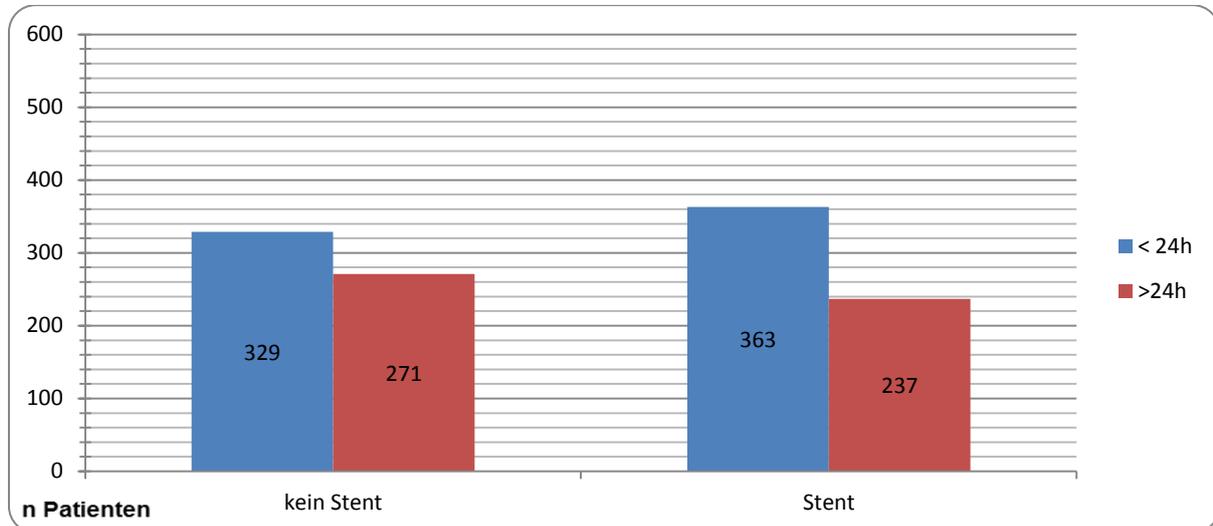
*in ml

Im Kollektiv der Patienten mit vorangegangener Stentimplantation betrug der Drainageblutverlust im Mittel 1187ml, in der Gruppe der Patienten ohne vorhergegangene Stentimplantation im Mittel 975ml. Der Median bzw. die Standardabweichung lag bei der gestenteten Gruppe bei 960ml bzw. 809ml und bei der nicht gestenteten Gruppe bei 770ml bzw. 758ml. Der Drainageblutverlust zeigt mit $p=0,014$ einen signifikant erhöhten Unterschied der gestenteten Gruppe zum ungestenteten Kollektiv.

3.4 Nicht signifikante Einzelergebnisse

3.4.1 Dauer des Aufenthalts auf der Intensivstation

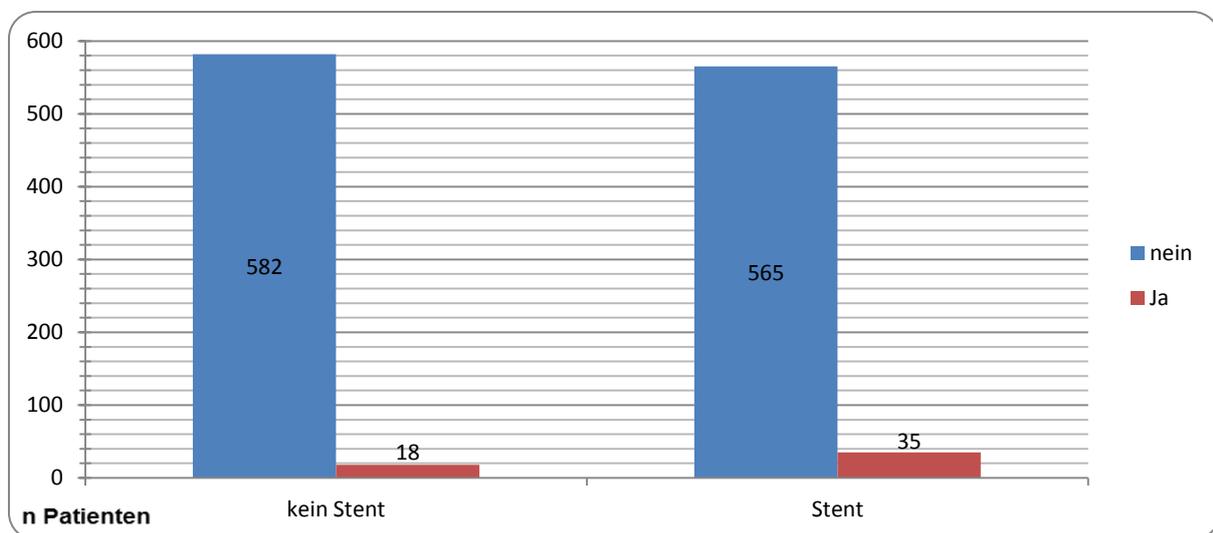
Grafik 7 zeigt den Unterschied bezüglich der Dauer des Aufenthalts auf der Intensivstation



Die Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation hat mit einem p-Wert von 0.67 keinen signifikanten Unterschied der beiden Gruppen ergeben.

3.4.2 Postoperative Infarkte

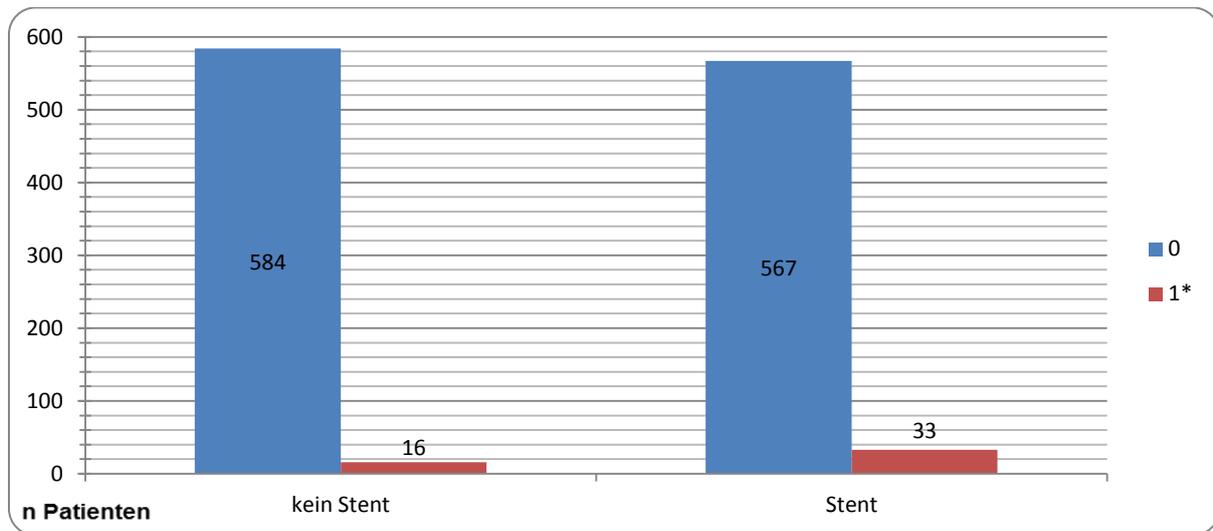
Grafik 8 zeigt die Anzahl der postoperativ aufgetretenen Infarkte



Patienten mit vorausgegangener Stentimplantation entwickelten in 5,8% der Fälle (n=35) einen postoperativen Infarkt, jene Patienten ohne vorausgegangener Stentimplantation in 3% der Fälle (n=18). Es zeigte sich lediglich ein numerischer, jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen.

3.4.3 Low Cardiac Output

Grafik 9 zeigt postoperativ aufgetretenes kardiales Pumpversagen

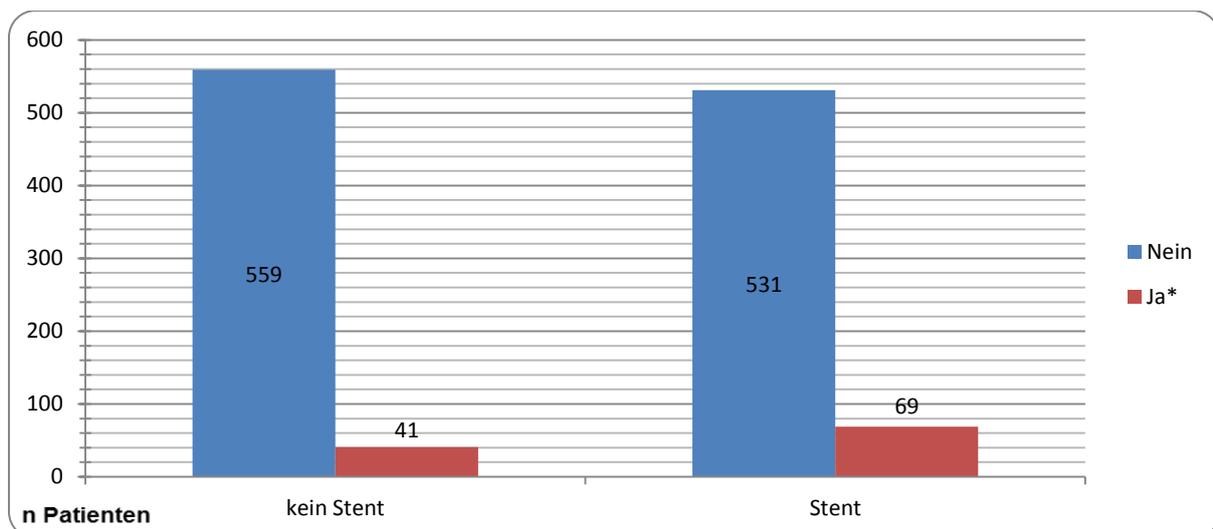


*=konservativ behandelt, IABP, Assist Device, erneute Op/EKZ (extrakorporale Zirkulation)

Die Patienten mit vorausgegangener Stentimplantation entwickelten in 5,5% der Fälle (n=33) ein postoperatives low Cardiac Output, die Patienten ohne vorausgegangener Stentimplantation in 2,7% der Fälle (n=16). Es ergab sich lediglich ein numerischer, aber kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen.

3.4.4 Respiratorische Insuffizienz

Grafik 10 zeigt postoperativ neuauftretene respiratorische Insuffizienz



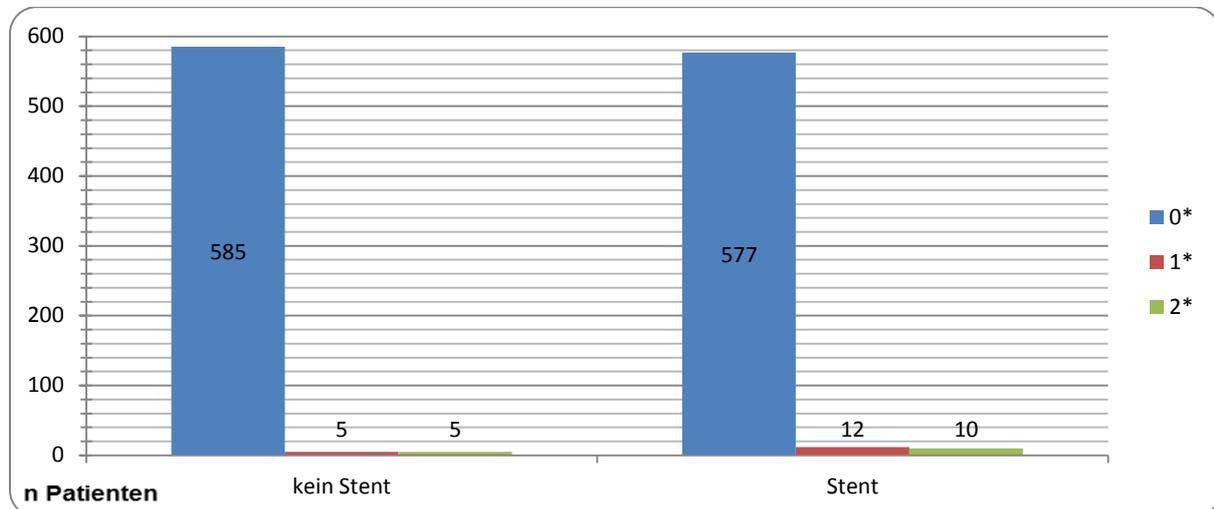
*mit forcierter Atemtherapie/Reintubation/Tracheotomie

In der Gruppe der Patienten mit vorhergegangener Stentimplantation, haben postoperativ 11,5% der Patienten (n=69) eine respiratorische Insuffizienz entwickelt, dagegen nur 6,8% der Patienten (n=41) in der Gruppe der Patienten ohne vorhergegangene Stentimplantation.

Allerdings ergibt sich mit einem p-Wert von 0,07 kein signifikanter Unterschied der beiden Kollektive.

3.4.5 Todesursache

Grafik 11 zeigt die postoperative Todesursache

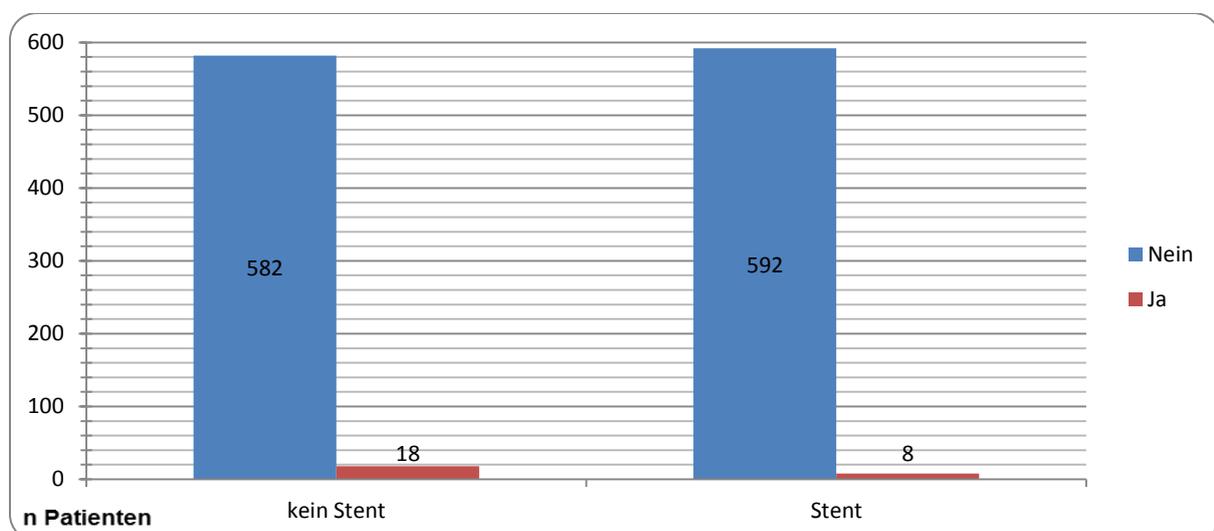


*0= kein Tod, 1=Tod kardial bedingt, 2=Tod extrakardial

Im Kollektiv der vorgestenteten Patienten sind 2% (n=12) Patienten aufgrund kardialer Komplikationen verstorben, im ungestenteten Kollektiv 0,8% (n=5). Die Sterblichkeit aufgrund von extrakardialen Komplikationen betrug in der stentimplantierten Gruppe 1,7% (n=10) und in der Gruppe ohne Stent 0,8% (n=5). Es konnte jedoch kein signifikanter Unterschied der beiden Gruppen festgestellt werden (p-Wert > 0,99).

3.4.6 Schrittmacher-/Defibrillatorimplantation

Grafik 12 zeigt die Notwendigkeit postoperativer Schrittmacher/Defibrillatorimplantation



Den Patienten mit vorausgegangener Stentimplantation musste in 1,3% der Fälle (n=8) ein Schrittmacher/Defibrillator postoperativ implantiert werden, den Patienten ohne vorausge-

gangener Stentimplantation in 3% der Fälle (n=18). Jedoch ergab sich, mit einem p-Wert von 0,67 kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen.

3.5 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

Es zeigten sich bei den Kriterien Beatmungsdauer, Reanimation, Rethorakotomie, Dialyse, Thrombozytenkonzentrate und Drainageblutverlust signifikante Unterschiede (p-Werte von 0,01 - 0,04). Bei den Kriterien Intensivzeit, Infarkte, Low Cardiac Output, respiratorische Insuffizienz, Schrittmacher-/ Defibrillationstherapie und Todesursache konnten hingegen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (p-Werte zwischen 0,07 - >0,99). Aufgrund der insgesamt 14 nicht-hierarchischen Tests, die vorgenommen wurden, mussten die p-Werte mit dem Faktor 14 multipliziert werden um die korrigierten p-Werte (adjustiert für multiples Testen) zu erhalten.

Tabelle 3 zeigt eine Zusammenfassung der signifikanten Ergebnisse

	Schlüssel	kein Stent	Stent	p-Wert
Beatmungsdauer* *1= ≤ 24h, 2= > 24h	1	81,83%	55,00%	0,014
	2	18,17%	45,00%	
Reanimation* *0= nein, 1= Ja	0	98,33%	95,33%	0,04
	1	1,67%	4,67%	
Rethorakotomie* *0= nein, 1= Ja	0	95,0%	87,0%	0,014
	1	5,00%	13,00%	
Dialyse* *0= nein, 1= Ja	0	99,50%	96,00%	0,014
	1	0,50%	4,00%	
Thrombozytenkonzentrate* *0= nein, 1= Ja	0	98,00%	91,00%	0,014
	1	2,00%	9,00%	
Drainageblutverlust	Median	770ml	960ml	0,014
	Mittelwert	975ml	1187ml	
	Standardabweichung	758ml	809ml	

Tabelle 4 zeigt eine Zusammenfassung der nicht signifikanten Ergebnisse

	Schlüssel	kein Stent	Stent	p-Wert
Intensivtage* *1= ≤ 24h, 2= > 24h	1	54,8%	60,5%	0,65
	2	45,2%	39,5%	
postoperative Infarkte* *0= nein, 1= Ja	0	97,0%	94,2%	0,23
	1	3,00%	5,83%	
Low Cardiac Output* *0= nein, 1= Ja	0	97,3%	94,5%	0,18
	1	2,67%	5,50%	
respiratorische Insuffizienz* *0= nein, 1= Ja	0	93,17%	88,50%	0,07
	1	6,83%	11,50%	
Todesursache* *0= kein Tod, 1= kardial, 2= extrakardial	0	98,32%	96,33%	>0,99
	1	0,84%	2,00%	
	2	0,84%	1,67%	
Schrittmacher/Defibrillator *0= nein, 1= Ja	0	97,00%	98,67%	0,66
	1	3,00%	1,33%	

4 Diskussion

4.1 Diskussion der Einzelergebnisse

4.1.1 Beatmungsdauer

Die Beatmungsdauer in der gestenteten Gruppe betrug in 270 Fällen (45%) über 24h. Im Kontrollkollektiv waren es dagegen 109 Patienten (18,2%, $p=0,01$), obwohl die Zahl der Patienten mit einer vorbestehenden Lungenerkrankung im Kollektiv der gestenteten Patienten signifikant geringer war (siehe Grafik 13, $p<0,001$).

Andere Studien konnten diesen Sachverhalt nicht belegen. So zeigten sich in den Studien von Thielmann et al.^{60 61} und Eifert et al.¹² keine signifikanten Unterschiede in der Beatmungszeit. Dies kann allerdings auch im Zusammenhang mit den kleineren Patientenzahlen in der gestenteten Gruppe gesehen werden. So nahmen an der Studie von von Thielmann et al.⁶⁰ 3275 Patienten teil, davon waren allerdings lediglich 649 Patienten (20%) dem Kollektiv der Stentgruppe zugeordnet. In einer anderen Studie von Thielmann et al.⁶¹ waren es insgesamt nur 749 Patienten, davon entfielen auf die Stentgruppe lediglich 128 Patienten (17%). Die Studie

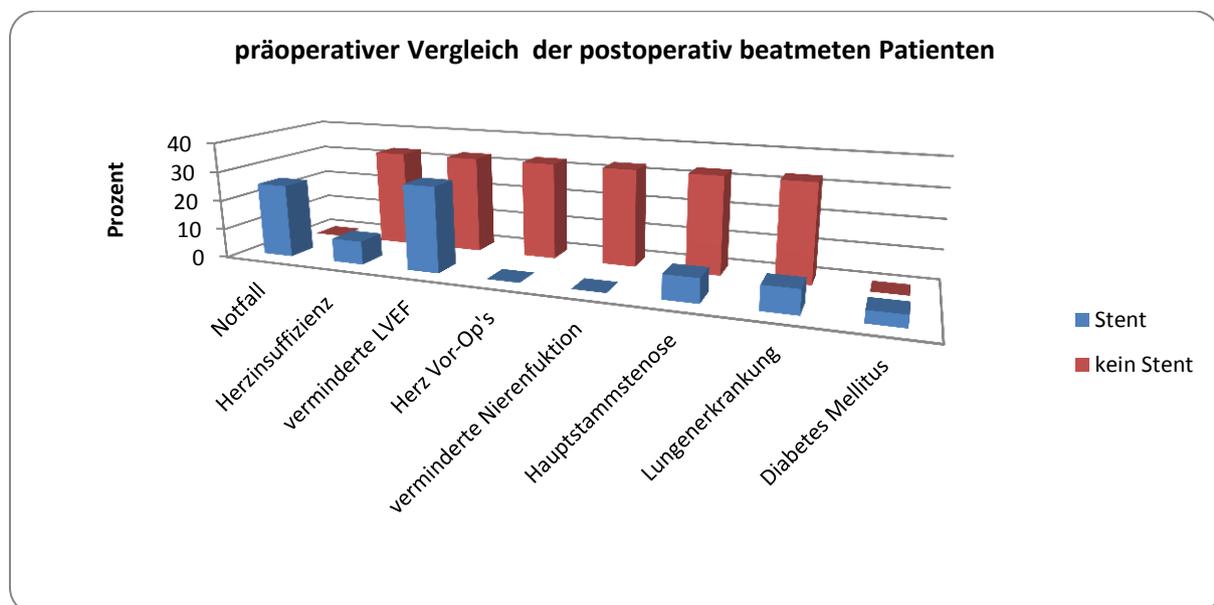
von Eifert et al.¹² zeigte zwar eine ausgeglichene Patientenselektion (n=100), umfasste aber mit 200 Patienten eine geringe Gesamtfallzahl.

Friedrich et al.¹⁵ konnten zeigen, dass bei Patienten mit einem Alter von ≥ 75 Jahren die Beatmungszeit im Durchschnitt 16% über 24h betrug, wohingegen sie bei Patienten unter 75 Jahren im Durchschnitt bei 7,4% lag.

Der beatmete Patient hat ein 6- bis 21-fach höheres Risiko, an einer Pneumonie zu erkranken als der nicht beatmete Patient. Das Risiko, an einer ventilatorassoziierten Pneumonie (VAP) zu erkranken, ist in den ersten sechs Beatmungstagen erhöht und nimmt dann langsam wieder ab. Bei ca. 25 - 50 % aller beatmeten Patienten kommt es während der Beatmungszeit zu einer beatmungs- bzw. ventilatorassoziierten Pneumonie, die Letalität beträgt dabei 40 - 70 %.

Die nosokomiale Pneumonie stellt die zweithäufigste Hospitalinfektion in den westlichen Industrieländern dar. In der Intensivmedizin beträgt ihr Anteil ca. 54 % und ist damit in diesem Behandlungsbereich die häufigste Infektionskrankheit. Der wichtigste Risikofaktor für die nosokomiale Pneumonie auf der Intensivstation ist die maschinelle Beatmung mit der endotrachealen Intubation. Somit ist die Beatmungsdauer der wichtigste Risikofaktor für die nosokomiale Pneumonie⁵¹.

Grafik 13 zeigt den Vergleich prozentualer Verteilungen von präoperativen klinischen Skills isoliert hinsichtlich der postoperativen Beatmungsdauer



4.1.2 Reanimation postoperativ

Patienten, die sich im Vorfeld einer Stentimplantation unterziehen mussten, wurden in 4,7% (n=28) postoperativ reanimiert, Patienten ohne Stenting in der Vorgeschichte dagegen nur in 1,7% (n=10) der Fälle. ($p=0,04$).

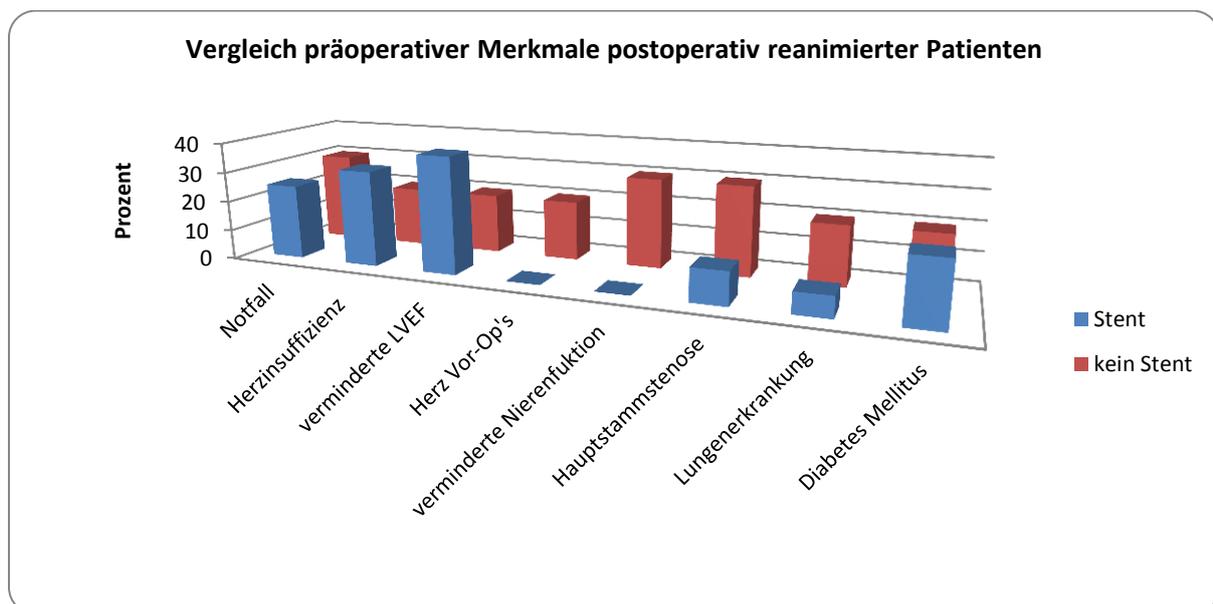
In anderen Studien konnten diese Daten ebenfalls gezeigt werden.

Die Studien von Thielmann et al.⁶¹ und von Eifert et al.¹² zeigten ebenfalls eine signifikant erhöhte postoperative Reanimationsrate in der Gruppe mit vorangegangener Stentimplantation.

In einer anderen Studie konnte dies jedoch nicht bestätigt werden. So zeigte sich in der Studie von Thielmann et al.⁶⁰ zwar ein numerischer, jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen.

Andere Untersuchungsreihen konnten belegen, dass reanimationspflichtige Patienten ein signifikant erhöhtes Risiko für ein akutes Nierenversagen aufweisen⁴.

Grafik 14 zeigt den Vergleich prozentualer Verteilungen von präoperativen klinischen Skills isoliert bei der Untergruppe postoperativ reanimierter Patienten



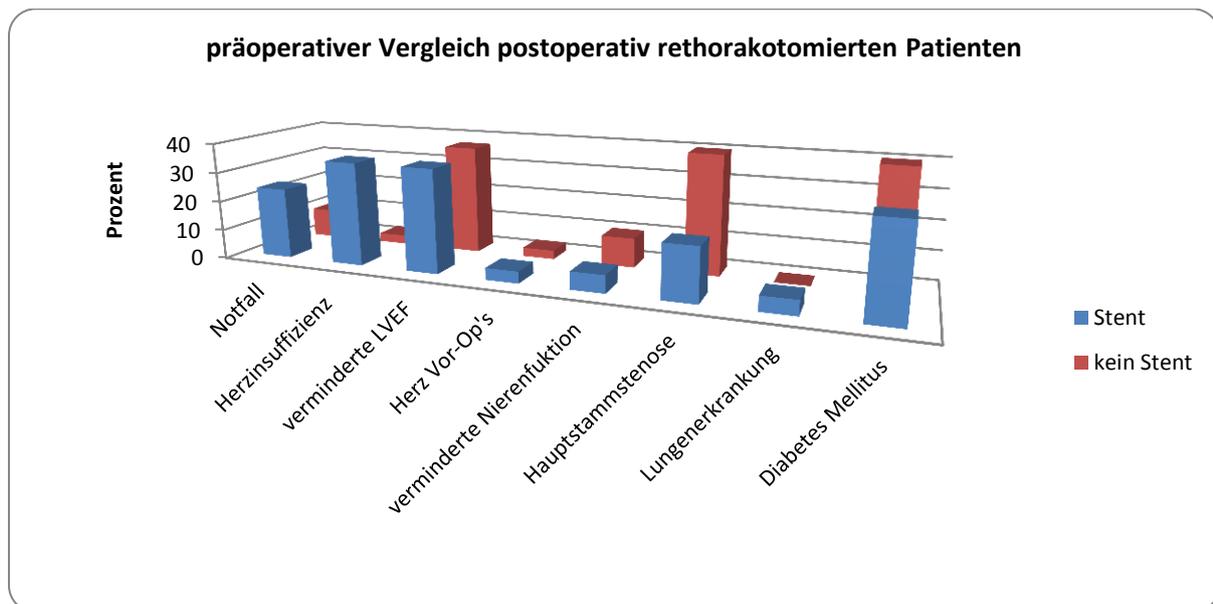
4.1.3 Rethorakotomie

Die Patientengruppe mit vorhergegangener Stentimplantation mussten in 13% (n=78) der Fälle postoperativ erneut thorakotomiert werden, wohingegen in der nicht gestenteten Gruppe lediglich 5% (n=30) erneut thorakotomiert wurden ($p=0,014$).

Dies zeigte sich auch in den Studien von Thielmann et al.^{60 61} Dort zeigte sich eine signifikant erhöhte Rethorakotomierate in der Stentgruppe. In einer anderen Untersuchungsreihe von Eifert et al.¹² konnte dies nicht bestätigt werden. Allerdings ist weder in dieser noch in einer

der anderen Studien ausgewertet worden, wie lange eine thrombozytenhemmende Therapie durchgeführt bzw. präoperativ pausiert wurde. Empfehlungen für die präoperative Pause vor dem herzchirurgischen Eingriff sehen 5 Tage vor, sind aber selten im klinischen Alltag durchführbar.

Grafik 15 zeigt den Vergleich prozentualer Verteilungen von präoperativen klinischen Skills isoliert bei der Untergruppe postoperativ rethorakotomierter Patienten



4.1.4 Dialyse

Im Kollektiv der Patienten mit Stentimplantation entwickelten 4% (n=24) der Patienten postoperativ eine neuauftretene Dialysepflichtigkeit, dagegen nur 0,5% (n=3) des Kollektivs ohne Stentimplantation (p=0,01). Entsprechend waren auch die postoperativen Creatininwerte in der Gruppe der vorgestenteten Patienten signifikant erhöht (p=0,03).

Die Sterblichkeit der Patienten mit postoperativ neuauftretener Dialysepflichtigkeit war mit 44,4% deutlich erhöht. Bei Patienten, die sich postoperativ keiner Dialyse unterziehen mussten, betrug diese lediglich 0,018%.

Ähnliche Ergebnisse fanden auch Gruberg et al.¹⁷ für Patienten nach PTCA.

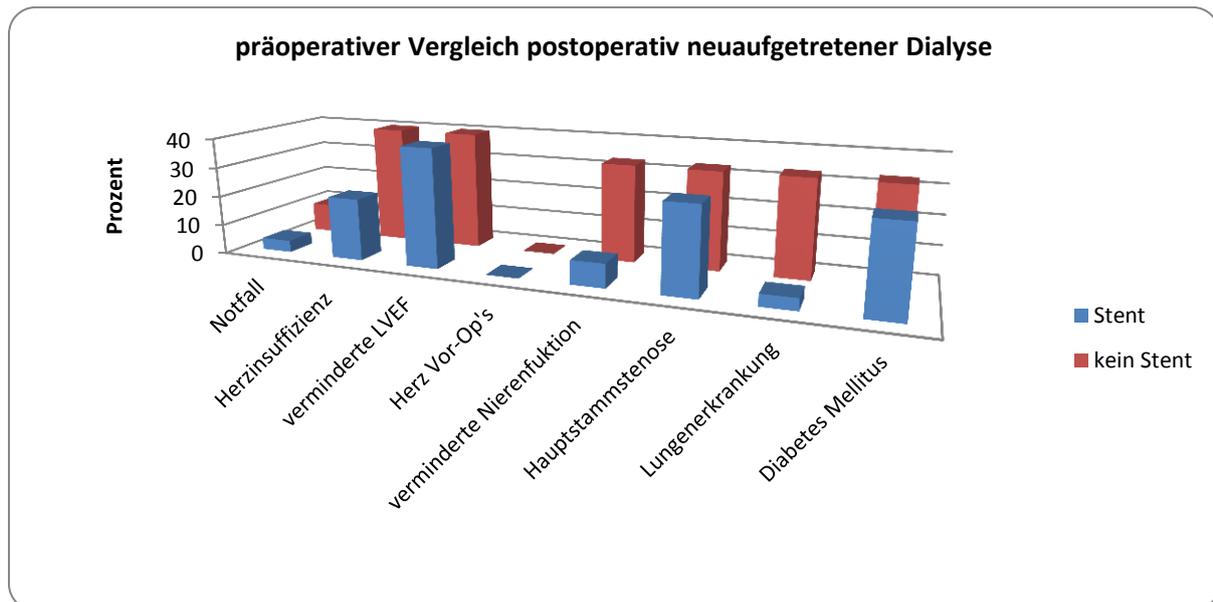
Hosada et al.³² konnte zeigen, dass Patienten mit vorbestehender Dialysepflichtigkeit eine erhöhte postoperative Mortalität aufweisen. Dies zeigt auch eine Studie von Dacey et al.¹⁰ Hier konnte gezeigt werden, dass die jährliche Sterberate für Nierengesunde bei 3,8%, für Nierenkranke jedoch bei 16,9% liegt.

In den Studien von Thielmann et al.⁶⁰ und Eifert et al.¹² konnten ebenfalls numerisch erhöhte postoperative Dialysepflichtigkeit gezeigt werden. Diese lag allerdings unter dem statistisch signifikanten Niveau.

Herzog et al.²⁵ konnten zeigen, dass Dialysepatienten nach CABG ein besseres Langzeitüberleben aufweisen als Dialysepatienten nach PTCA.

Das Nierenversagen ist häufig als eine Folge von erhöhten Rethorakotomieraten und der damit verbundenen erhöhten Nachblutungen mit konsekutivem Volumenmangelschock zu erklären.

Grafik 16 zeigt den Vergleich prozentualer Verteilungen von präoperativen klinischen Skills isoliert der Untergruppe von Patienten mit postoperativ neuauftretener Dialysepflichtigkeit

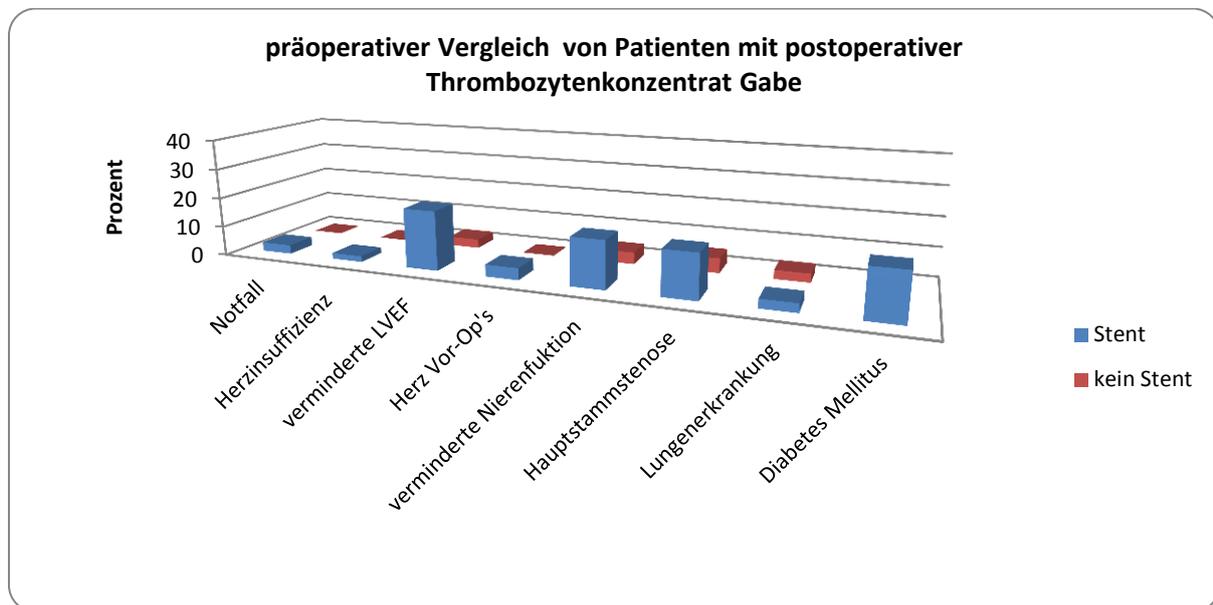


4.1.5 Thrombozytenkonzentrate

In der Gruppe der Patienten mit vorhergegangener Stentimplantation, mussten postoperativ bei 9% der Patienten (n=54) Thrombozytenkonzentrate verabreicht werden, in der Gruppe der Patienten ohne vorhergegangene Stentimplantation lediglich bei 2% (n=12, p=0,01).

Dies zeigte sich auch in den Studien von von Thielmann et al.⁶¹ und von Eifert et al.¹² Allerdings muss man diese Ergebnisse vor dem Hintergrund der dauerhaften und vermehrten Einnahme von antithrombozytären Substanzen in der Stentgruppe sehen. In dieser Untersuchungsreihe ist dies, wie auch in anderen Studien, nicht im Detail evaluiert worden.

Grafik 17 zeigt den Vergleich prozentualer Verteilungen von präoperativen klinischen Skills isoliert hinsichtlich postoperativer Notwendigkeit der Gabe von Thrombozytenkonzentraten



4.1.6 Drainageblutverlust

Im Kollektiv der Patienten mit vorangegangener Stentimplantation betrug der Drainageblutverlust im Mittel 1187ml, in der Gruppe der Patienten ohne vorhergegangene Stentimplantation im Mittel 975ml. Der Drainageblutverlust zeigt mit $p=0,014$ einen signifikant erhöhten Unterschied der gestenteten Gruppe zum ungestenteten Kollektiv ($p=0,01$).

Dies konnte ebenfalls in der Studie von Thielmann et al.⁶⁰ gezeigt werden. Dort zeigte sich in den ersten 12 postoperativen Stunden eine erhöhte Blutungsrate in der Stentgruppe.

Auch in der Studie von Eifert et al.¹² zeigte sich ein erhöhter postoperativer Blutverlust in der Studiengruppe mit vorhergegangener Stentimplantation.

Die Ergebnisse müssen jedoch vor dem Hintergrund der dauerhaften und vermehrten Einnahme antithrombozytärer Substanzen in der Stentgruppe bewertet werden.

4.2 Vergleich zwischen perkutaner Stentimplantation und Bypass-OP anhand von 5- 10-Jahresüberlebensraten

Bravata et al.⁵ konnten zeigen, dass die Überlebensrate der beiden Strategien keine signifikanten Unterschiede zeigen. Die Unterschiede in der 10-Jahres Überlebensrate zwischen PCI und CABG waren kleiner als 1%. Allerdings zeigen sich signifikante Unterschiede in erneuten Revaskularisationsmaßnahmen zwischen den beiden Gruppen. In der PCI Gruppe mussten in 40,1% der Fälle erneute revaskularisierende Interventionen innerhalb von 5 Jahren nach dem Eingriff vorgenommen werden, dagegen nur in 9,8% der Fälle innerhalb von 5 Jahren nach CABG.

Vor diesem Hintergrund sollten die hier präsentierten Daten interpretiert und bewertet werden. Die Behandlungsstrategien bei kurzstreckigen bzw. Eingefäßerkrankungen sind zwar eine Domäne der PCI, jedoch sollten die Patienten hinsichtlich wahrscheinlicher erneuter Revaskularisierungen überprüft und die Behandlungsstrategie gegebenenfalls evaluiert werden.

4.3 Limitationen der Studie

Nicht erfasst wurde die Morphologie des Gefäßstatus, primäre Ein- oder Zweigefässerkrankungen (zum Zeitpunkt der PTCA/Stentimplantation) und die Latenz von PTCA bis zur Bypass-Op. Die Anzahl der implantierten Stents ist nicht in das präoperative Matching mit eingeflossen. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurde das präoperative Absetzen bzw. Pausieren einer antithrombozytären Therapie.

5 Zusammenfassung

In dieser retrospektiven Studie wurden aus einem Kollektiv von insgesamt 11844 Patienten 1200 Patienten ausgewertet und in 600 Patienten ohne vorhergegangene Stentimplantation und 600 Patienten mit vorhergegangener Stentimplantation bzw. PTCA unterteilt. In der Gruppe der gestenteten Patienten wurde die Anzahl der vorausgegangenen Stentimplantationen bzw. PTCA('s) nicht weiter unterschieden. Jedem Patienten der einen Gruppe wurde ein Patient der anderen Gruppe gegenübergestellt, der hinsichtlich demographischer Daten (Alter, Geschlecht und BMI) sowie operativem Prozedere (Bypassanzahl, Abklemmzeit etc.) und Komorbidität vergleichbar war (propensity score pair matched Kollektive).

Die Auswertungen der prä-, intra- und postoperativen standardisierten Fragebögen, basierend auf der Datenerhebung der Bundesqualitätssicherung, waren die Grundlage für die erhobenen Daten in dieser Studie. Dabei wurden die Fragebögen, die sich über die Zeit verändert haben, angepasst und zu einem einheitlichen Schlüssel zusammengefasst. Die folgenden postoperativen Merkmale wurden in diese Studie einbezogen: die Beatmungszeit, die Intensivzeit, Reanimationspflichtigkeit, Infarktrate, Drainageblutverlust, Rethorakotomie, respiratorische Insuffizienz, Low Cardiac Output, Dialysepflichtigkeit, Gabe von Thrombozytenkonzentraten und die Todesursache.

In der vorliegenden Untersuchungsreihe konnte gezeigt werden, dass bei Patienten ohne präoperative Stentimplantation signifikante Unterschiede hinsichtlich der Parameter Beatmungsdauer, Reanimationspflichtigkeit, Rethorakotomierate, Dialysepflichtigkeit, Gabe von Thrombozytenkonzentraten und Drainageblutverlust im Vergleich zu den Patienten mit vorausgegangener Stentimplantation bestehen. Hinsichtlich der Parameter Intensivtage, Infarkte, Low Cardiac Output, respiratorische Insuffizienz, Todesursache und Schrittmacher-/ Defibrilatorpflichtigkeit ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

6 Klinische Bedeutsamkeit

In Anbetracht der zunehmenden Zahl präoperativer kardiologischer Interventionen liegt die Bedeutsamkeit der Studie vor allem in den erfassten postoperativen Komplikationen nach vorausgegangener Stentimplantation, die regelhaft eine konsequente Thrombozytenfunktionshemmung und damit möglicherweise Blutungskomplikationen mit konsekutiver Organbeteiligung nach sich zieht. Bedeutsamkeit und Fragestellung dieser Untersuchung war nicht die primäre Indikation zur PTCA/Stent oder chirurgischer Revaskularisation zu evaluieren, welche von Koronarstatus, Morphologie der Koronargefäße abhängig ist und in großen randomisierten Studien (z.B. SYNTAX-Studie) beantwortet wurde.

7 Verwendete Abkürzungen

A.	Arteria
AHA	American Heart Association
ASA	American Society of Anesthesiologists
BQS	Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung
CABG	Coronary-artery bypass grafting
CAD	Coronary Artery Disease
CCS	Canadian Cardiovascular Society
CHD	Coronary Heart Disease
COPD	Chronisch obstruktive Lungenerkrankung
Defi	Defibrillator
DGK	Deutschen Gesellschaft für Kardiologie-, Herz- und Kreislaufforschung e.V.
DGTHG	Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie e.V.
EKZ	extrakorporale Zirkulation
i.S.	im Serum
IABP	Intraaortale Ballonpumpe
KHK	koronare Herzerkrankung
LAD	left anterior descending (Ramus interventrikularis anterior)
LITA	left internal thoracica interna (linke Arteria thoracica interna)
LVEF	left ventriculare ejection fraction (linksventrikuläre Auswurfraction)
MACCE	Major Adverse Cardiac and Cerebrovascular Events
MIDCAB	Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass
NSTEMI	Nicht ST-Hebungsinfarkt
NYHA	New New ork Heart Association
o.g.	oben genannten
OPCAB	Off Pump Coronary Artery Bypass
PCI	Percutaneous coronary intervention
PTCA	Perkutane transluminale coronare Angioplastie
RITA	right internal thoracica interna (rechte Arteria thoracica interna)
RIVA	Ramus interventricularis anterior
SM	Schrittmacher
SPSS	Superior Performing Software System
STEMI	ST-Hebungsinfarkt
SYNTAX	Synergy between PCI with Taxus and cardiac surgery
V.	Vena

8 Literaturverzeichnis

- ¹Alderman et al. (1996) Comparison of Coronary Bypass Surgery with Angioplasty in Patients with Multivessel Disease. *N Engl J Med* 335: 217–225
- ²Arablinskiĭ et al. (2007) Coronary bypass grafting or endovascular angioplasty in patients with coronary artery disease with multivascular coronary lesions. *Klin Med (Mosk)* 85: 15–20
- ³Boesch et al. (2005) Maintenance of exercise capacity and physical activity patterns 2 years after cardiac rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil* 25: 14–21
- ⁴Böhm et al. Nierendysfunktion und akutes Nierenversagen im frühpostoperativen Verlauf nach Lebertransplantation. 1. Auflage Tenea Verlag, Berlin 2004
- ⁵Bravata et al. (2007) Systematic Review: The Comparative Effectiveness of Percutaneous Coronary Interventions and Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Ann Intern Med.* 147: 703-716
- ⁶Chieffo et al. (2006) Percutaneous Treatment With Drug-Eluting Stent Implantation Versus Bypass Surgery for Unprotected Left Main Stenosis A Single-Center Experience. *Circulation* 113: 2542–2547
- ⁷Cohen et al. (2011) Quality of Life after PCI with Drug-Eluting Stents or Coronary-Artery Bypass Surgery. *N Engl J Med* 364: 1016–1026
- ⁸Cremer et al. (2005) Stand der minimalinvasiven Herzchirurgie. *Dtsch Arztebl* 102: A-1137
- ⁹Cooley (2000) In Memoriam. Tribute to René Favalaro, Pioneer of Coronary Bypass. *Tex Heart Inst J* 27: 231–232
- ¹⁰Dacey et al. (2002) Long-term survival of dialysis patients after coronary bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 74: 458-463
- ¹¹Dougenis et al. (1998) Long term results of reoperations for recurrent angina with internal mammary artery versus saphenous vein grafts. *Heart* 80: 9-13
- ¹²Eifert et al. (2010) Mid-term outcomes of patients with PCI prior to CABG in comparison to patients with primary CABG. *Vasc Health Risk Manag* 6: 495-501
- ¹³Engblom et al. (2007) Exercise habits and physical performance during comprehensive rehabilitation after coronary artery bypass surgery. *Eur Heart J* 13: 1053–1059
- ¹⁴Freyschmidt et al. *Handbuch der Radiologischen Diagnostik Kardiovaskuläre Diagnostik*, Springer Verlag, Berlin 2007
- ¹⁵Friedrich et al. (2009) Der alte Patient in der Herzchirurgie. *Dtsch Arztebl Int* 106: 416-422
- ¹⁶Green et al. (2009) Combining PCI and CABG: the Role of Hybrid Revascularization. *Curr Cardiol Rep* 15: 351
- ¹⁷Gruberg et al. (2001) Acute renal failure requiring dialysis after percutaneous coronary interventions. *Cathet Cardiovasc Intervent* 52: 409–416
- ¹⁸Hake et al. (2007) Koronaroperationen ohne Herz-Lungen-Maschine. *Dtsch Arztebl* 104: A2127
- ¹⁹Hannan et al. (2012) Drug-Eluting Stents vs. Coronary-Artery Bypass Grafting in Multivessel Coronary Disease. *N Engl J Med* 358: 331–341
- ²⁰Hannan et al. (2005) Long-Term Outcomes of Coronary-Artery Bypass Grafting versus Stent Implantation. *Engl J Med* 352: 2174–2183
- ²¹Hassan et al. (2005) The association between prior percutaneous coronary intervention and short-term outcomes after coronary artery bypass grafting. *Am Heart J.* 150: 1026-1031
- ²²Hedback et al. (2001) Cardiac rehabilitation after coronary artery bypass surgery: 10-year results on mortality, morbidity and readmissions to hospital. *J Cardiovasc Risk* 8: 153–158
- ²³Herold et al. *Innere Medizin*, Urban & Fischer Verlag, Köln 2008
- ²⁴Hlatky et al. (1997) Medical care cost and quality of life after randomization to coronary angioplasty or coronary bypass surgery. *N Engl J Med* 336: 92-99
- ²⁵Herzog et al. (2002) Comparative Survival of Dialysis Patients in the United States After Coronary Angioplasty, Coronary Artery Stenting, and Coronary Artery Bypass Surgery and Impact of Diabetes. *Circulation* 106: 2207-2211
- ²⁶Hort *Pathologie des Endokard, der Kranzarterien und des Myokard*, Springer Verlag, Berlin 2000
- ²⁷Ivert et al. (1988) Angiographic studies of internal mammary artery grafts 11 years after coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 96: 1-12
- ²⁸Kalaycıoğlu et al. (1998) Coronary artery bypass grafting (CABG) after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA): is PTCA a risk for CABG. *Int Surg* 83: 190–193
- ²⁹Kodali et al. (2012) Two-Year Outcomes after Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement. *N Engl J Med* 366: 1686–1695
- ³⁰Kodis et al. (2012) Changes in exercise capacity and lipids after clinic versus homebased aerobic training in coronary artery bypass graft surgery patients. *J Cardiopulm Rehabil* 21: 31–36
- ³¹Kolh P et al. (2014) ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-

- Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur J Cardiothorac Surg*. 46: 517-592
- ³²Hosada et al. (2001) Coronary artery bypass grafting in patients on chronic hemodialysis: surgical outcome in diabetic nephropathy versus nondiabetic nephropathy patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 15: 691-696
- ³³Lamy et al. (2012) Off-Pump or On-Pump Coronary-Artery Bypass Grafting at 30 Days. *N Engl J Med* 366: 1489–1497
- ³⁴Lan et al. (2002) Improvement of cardiorespiratory function after percutaneous transluminal coronary angioplasty or coronary artery bypass grafting. *Am J Phys Med Rehabil* 81: 336–341
- ³⁵Lapp et al. *Das Herzkatheterbuch Diagnostische und interventionelle Kathedertechniken*. 3. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2010
- ³⁶Legrand et al. (2004) Three-year outcome after coronary stenting versus bypass surgery for the treatment of multivessel disease. *Circulation* 109: 1114–1120
- ³⁷Lisboa et al. (2012) Previous Percutaneous Coronary Intervention as Risk Factor for Coronary Artery Bypass Grafting. *Arq Bras de Cardiol* 99: 586–595
- ³⁸Löllgen et al. *Notfallmedizin Plötzlicher Herztod im Sport - Koronare Herzkrankheit als häufigste Ursache*. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York 2003
- ³⁹Loop et al. (1986) Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med* 314: 1-6
- ⁴⁰Luxembourg et al. (2007) Basiswissen Gerinnungslabor. *Dtsch Arztebl* 104: A-1489
- ⁴¹Machraoui et al. *Koronarstenting*. Steinkopf Verlag, Darmstadt 2001
- ⁴²O. V. (2010) Bypass-Operation weiterhin erste Wahl. *Dtsch Arztebl* 107: A-838
- ⁴³O. V. (2009) Aortokoronare Bypassoperation überlegen. *Dtsch Arztebl* 106: A-1936
- ⁴⁴Marroquin et al. (2008) A Comparison of Bare-Metal and Drug-Eluting Stents for Off-Label Indications. *N Engl J Med* 358: 342-352
- ⁴⁵Meyer (2001) Aortokoronarer Bypass. Postoperativ häufig kognitive Störungen. *Dtsch Arztebl* 98: A-725
- ⁴⁶Mohr et al. (2013) Coronary artery bypass graft surgery versus percutaneous coronary intervention in patients with three-vessel disease and left main coronary disease: 5-year follow-up of the randomised, clinical SYNTAX trial. *Lancet* 381: 629-638
- ⁴⁷Nikolsky et al. (2013) Comparison of Outcomes of Patients with ST-Segment Elevation Myocardial Infarction with versus without previous coronary artery Bypass Grafting (from the Harmonizing Outcomes With Revascularization and Stents in Acute Myocardial Infarction [HORIZONS-AMI] Trial. *Am J Cardiol*. 111: 1377-1386
- ⁴⁸Park et al. (2011) Randomized Trial of Stents versus Bypass Surgery for Left Main Coronary Artery Disease. *N Engl J Med* 364: 1718–1727
- ⁴⁹Pasquali et al. (2003) Effect of cardiac rehabilitation on functional outcomes after coronary revascularization. *Am Heart J* 145: 445–451
- ⁵⁰Rickards et al. (1995) First-year results of CABRI (Coronary Angioplasty versus Bypass Revascularisation Investigation). *Lancet*. 346: 1179-84
- ⁵¹Rothaug et al. (2006) Aspekte der Prophylaxe beatmungsassoziierter Pneumonien durch Mikroaspiration bei beatmeten Patienten. *intensiv* 14: 56–62
- ⁵²Ruß et al. (2009) Differenzialtherapie der chronischen koronaren Herzkrankheit – Wann medikamentöse Therapie, wann perkutane Koronarintervention, wann aortokoronare Bypassoperation?. *Dtsch Arztebl Int* 106: 253-261
- ⁵³Serruys et al. (2009) Percutaneous Coronary Intervention versus Coronary-Artery Bypass Grafting for severe Coronary Artery Disease. *N Engl J Med* 360: 961–972
- ⁵⁴Serruys et al. (2005) Five-Year Outcomes After Coronary Stenting Versus Bypass Surgery for the Treatment of Multivessel Disease. *Am Coll Cardiol* 46: 575–581
- ⁵⁵Siegenthaler et al. *Klinische Pathophysiologie*, 9. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart 2006
- ⁵⁶Smith et al. (2006) PCI-Guidelines: PCI = Class III indication for left main disease eligible for CABG. *Circulation* 113: 156-75
- ⁵⁷Statistisches Bundesamt - Todesursachen in Deutschland, 2012
- ⁵⁸Taggart (2009) Does prior PCI increase the risk of subsequent CABG?. *Eur Heart* 29: 573–575
- ⁵⁹Taylor et al. (2004) Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and metaanalysis of randomized controlled trials. *Am J Med* 116: 682–692
- ⁶⁰Thielmann et al. (2007) Prognostic impact of previous percutaneous coronary intervention in patients with diabetes mellitus and triple-vessel disease undergoing coronary artery bypass surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 134: 470-6
- ⁶¹Thielmann et al. (2006) Surgery for Coronary Artery Disease. *Circulation*. 114: I-441-I-447
- ⁶²Van den Brule et al. (2004) Risk of coronary surgery for hospital and early morbidity and mortality after initially successful percutaneous intervention. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 4: 96–100
- ⁶³Vanhees et al. (1995) Prognostic value of training-induced change in peak exercise capacity in patients with myocardial infarcts and patients with coronary bypass surgery. *Am J Cardiol* 76: 1014–1019

- ⁶⁴Vetter et al. (2011) Koronare Mehrgefäßerkrankung: Bypass bessert Angina pectoris etwas mehr als Stents. Dtsch Arztebl 108: A-705
- ⁶⁵Wang et al. (2011) Comparison of percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass grafting in patients with severe left ventricular dilatation. Zhonghua Yi Xue Za Zhi 91: 3409–3412
- ⁶⁶Weintraub et al. (2012) Comparative Effectiveness of Revascularization Strategies. N Engl J Med 366: 1467–1476
- ⁶⁷Wosornu et al. (1996) A comparison of the effects of strength and aerobic exercise training on exercise capacity and lipids after coronary artery bypass surgery. Eur Heart J 17: 854–863
- ⁶⁸Wright et al. (2002) Is early, low level, short term exercise cardiac rehabilitation following coronary bypass surgery beneficial? A randomized controlled trial. Eur Heart J 23: 83–84
- ⁶⁹Yap et al. (2009) Does Prior Percutaneous Coronary Intervention Adversely Affect Early and Mid-Term Survival After Coronary Artery Surgery?. J Am Coll Cardiol Intv. 2: 758-764
- ⁷⁰Zylka-Menhorn (2012) Diabetespatienten. Eher Bypass als Stent. Dtsch Arztebl 109: A-2466