

Aus der Herzchirurgischen Klinik und Poliklinik - Großhadern
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. B. Reichart

Präoperativer Status und kurzfristiger postoperativer Verlauf nach
OPCAB-Operation bei Patienten eines herzchirurgischen Zentrums und
Interpretation von postoperativer Mortalität und Apoplexrate in Relation
zur präoperativen Morbidität anhand observed-expected Ratios

Dissertation zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin an der
Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Vorgelegt von
Johannes Schilling
aus Bamberg
2007

Mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

Berichterstatter: PD Dr. med. P. Lamm

Mitberichterstatter: Prof. Dr. W.-M. Franz
Prof. Dr. M. Dichgans

Dekan: Prof. Dr. med. D. Reinhardt

Tag der mündlichen Prüfung: 13.12.2007

„Das Entscheidende am Wissen ist, dass man es beherzigt und anwendet.“
(Konfuzius, chinesischer Philosoph, 551-479 v. Chr.)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Zielsetzung	6
2. Geschichte der Kardiochirurgie	8
3. Patientenversorgung in der Herzklinik Augustinum	11
3.1 Infrastruktur und Patientenmanagement.....	11
3.2 Indikationsstellung.....	13
3.3 OP-Prozedur	13
4. Datenerfassung	15
4.1 Methodik und Material.....	15
4.2 Definitionen	16
4.3 Statistik.....	16
5. Resultate	18
5.1 Präoperative Variablen.....	18
5.1.1 Demographie	18
5.1.2 Morbidität und Komorbidität.....	19
5.1.2.1 Kardiovaskuläre Risikofaktoren.....	19
5.1.2.2 Präoperativer Gefäßstatus	19
5.1.2.3 Präoperativer zerebrovaskulärer Status.....	21
5.1.2.4 Präoperative Nierenfunktion.....	21
5.1.2.5 Respiratorisches System präoperativ	24
5.1.2.6 Präoperatives Vorhofflimmern.....	24
5.1.2.7 Ernährungsstatus	24
5.1.2.8 Präoperativer kardialer Status.....	25
5.1.2.9 Präoperativ stattgehabter Myokardinfarkt	26
5.1.2.10 Kritischer präoperativer Status und IABP.....	27
5.1.2.11 Operationsdringlichkeit.....	27
5.1.2.12 EuroSCORE	27
5.1.2.13 Weitere Daten zum kardialen präoperativen Status.....	28
5.2 Peri- und postoperativer Verlauf	29
5.2.1 Intraoperativer Verlauf	29
5.2.1.1 Operationsdauer.....	29
5.2.1.2 Anzahl und Art der Grafts.....	30
5.2.1.3 Operateur	30
5.2.2 Postoperative Resultate.....	33
5.2.2.1 Mortalität und Todesfallkasuistiken	34
5.2.2.2 Postoperative Dauer der stationären Behandlung	40
5.2.2.3 Postoperative Katecholaminpflichtigkeit.....	41
5.2.2.4 Respiratorisches System postoperativ	41
5.2.2.5 Postoperativer Blutverlust	42
5.2.2.6 Postoperative Nierenfunktion	44
5.2.2.7 IABP postoperativ.....	46
5.2.2.8 Postoperatives persistierendes fokalneurologisches Defizit	46
5.2.2.9 Herz/Koronarien (postoperativer Myokardinfarkt/Reangiographie).....	46
5.2.2.10 Reoperation	47
5.2.2.11 Vorhofflimmern postoperativ	47
5.2.2.12 Perikard- und Pleuraerguss postoperativ.....	47
5.2.2.13 Postoperative Infektionen.....	48
5.2.2.14 Weitere postoperative Komplikationen.....	48
5.3 Bewertung postoperativer Resultate mittels observed/expected- Ratios anhand von Risikomodellen (Scores)	49
5.3.1 O/E- Ratios des unselektionierten Patientenkollektivs	51
5.3.1.1 O/E- Ratio der Mortalität mittels EuroSCORE.....	51
5.3.1.2 O/E- Ratio der Apoplexrate mittels NNE-Score	52
5.3.2 O/E- Ratios ausgewählter Risikopatienten	52
5.3.2.1 O/E- Ratios der Mortalität mittels EuroSCORE.....	53
5.3.2.2 O/E- Ratios der Apoplexrate mittels NNE-Score.....	55
5.4 Prä- und postoperative Parameter von Patienten mit deutlich reduzierter linksventrikulärer Pumpfunktion	57
5.4.1 Präoperative Situation	57
5.4.1 Postoperativer Verlauf	60

6. Diskussion	64
6.1 Diskussion der präoperativen Variablen im unselektionierten Patientenkollektiv	68
6.1.1 Demographie	68
6.1.1.1 Lebensalter	68
6.1.1.2 Geschlecht	68
6.1.2 Kardiovaskuläre Risikofaktoren	69
6.1.2.1 Adipositas	69
6.1.2.2 Arterielle Hypertonie	69
6.1.2.3 Hyperlipoproteinämie	70
6.1.2.4 Nikotinabusus	70
6.1.2.5 Diabetes mellitus	71
6.1.3 Weitere Komorbiditäten	72
6.1.3.1 Zerebrovaskuläres Ereignis präoperativ (Cerebrovascular Accident, CVA)	72
6.1.3.2 Zerebrovaskuläre Erkrankung (Cerebrovascular Disease, CVD)	72
6.1.3.3 Periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK)	73
6.1.3.4 Chronisch-obstruktive Atemwegserkrankung (COPD)	73
6.1.3.5 Präoperatives Vorhofflimmern	73
6.1.3.6 Präoperatives Nierenversagen	74
6.1.4 Kardialer Status präoperativ	75
6.1.4.1 Präoperativer Myokardinfarkt	75
6.1.4.2 Instabile Angina Pectoris (AP) präoperativ	75
6.1.4.3 Präoperative IABP	76
6.1.4.4 Anzahl der stenosierten Koronargefäße	76
6.1.4.5 Stenosen am linken Hauptstamm (left main stem, LMS)	77
6.1.4.6 Linksventrikuläre Punktfunktion präoperativ	77
6.1.4.7 Operationsdringlichkeit	78
6.1.4.8 Kardiale Voroperationen	79
6.1.5 Erwartete Mortalität (mittels Scores)	79
6.2 Diskussion des intra- und postoperativen Verlaufs im unselektionierten Patientenkollektiv	80
6.2.1 Anastomosen	80
6.2.2 Operationsdauer	80
6.2.3 Postoperative Mortalität	81
6.2.4 Postoperative Morbidität	82
6.2.4.1 Postoperativer Myokardinfarkt	82
6.2.4.2 Postoperativer Apoplex / zerebrovaskuläres Ereignis	82
6.2.4.3 Postoperatives Nierenversagen	82
6.2.4.4 Postoperative Reoperationen	83
6.2.4.5 Postoperative Beatmungsdauer	83
6.2.4.6 Postoperative Anlage einer IABP	84
6.2.4.7 Postoperative Mediastinitis	84
6.2.4.8 Postoperativ Vorhofflimmern und Bluttransfusionen	85
6.2.4.9 Dauer des postoperativen Klinikaufenthaltes	85
6.3 Fazit des Literaturvergleichs	86
6.4 Diskussion über die Anwendbarkeit von Prognosemodellen	87
6.5 Diskussion über die Ergebnisse der Patienten mit linksventrikulärer Dysfunktion	89
7. Schlussbemerkung und Ausblick	90
8. Zusammenfassung	92
Abkürzungen	95
Literaturverzeichnis	98
Anhang	103
Lebenslauf	107

1. Einleitung und Zielsetzung

Die koronare Gefäßerkrankung stellt weiterhin eine der wichtigsten Erkrankungen in Deutschland dar. Die Behandlungsstrategien reichen von konservativ-medikamentös über interventionell bis operativ, wobei letztere eher den „schwereren“ Fällen vorbehalten ist (siehe Kapitel 3.2 Indikationsstellung). Durch die operative Versorgung mittels aortokoronarer Bypassgrafts können die durchschnittliche Lebenserwartung verlängert und kardiale Symptome reduziert werden (vgl. Eagle, 2004). Diesen Benefits steht jedoch das Risiko peri- und postoperativer Komplikationen wie beispielsweise Tod, Apoplex, Vorhofflimmern, Nierenversagen, kognitiver Dysfunktion oder auch die Notwendigkeit von Bluttransfusionen gegenüber.

Neben der konventionellen Operationsmethode (conventional coronary artery bypass = CCAB), die sich durch Verwendung der Herz-Lungen-Maschine die Möglichkeiten der extrakorporalen Zirkulation zu Nutze macht, werden in zunehmendem Maße minimalinvasive Operationsverfahren angewandt. Hierbei hat sich in den vergangenen Jahren vor allem die „off-pump-coronary-artery-bypass-graft“ (OPCAB-) Methode etabliert. Nach medianer Sternotomie wird dabei durch gerätetechnische Stabilisation des Herzens am schlagenden Herzen operiert und damit auf die Herz-Lungen-Maschine („off-pump“) verzichtet (siehe Kapitel 3.3 OP-Prozedur).

Ob und wie sich koronarrevaskularisierende Operationsverfahren mit und ohne Extrakorporalzirkulation unterscheiden, wurde in zahlreichen Studien, in den vergangenen zehn Jahren zunehmend, untersucht. Hierzu wird auf entsprechende retrospektive (z.B. Hernandez, 2001; Magee, 2002; Plomondon, 2001; Cleveland, 2001) oder randomisierte kontrollierte Studien sowie deren Metaanalysen, beispielsweise von Nalysnyk et al. (2003), Parolari et al. (2003), Reston et al. (2003), van der Heijden et al. (2004) oder Cheng et al. (2005), verwiesen. Sellke und Kollegen fassen in ihrem Review für die American Heart Association den wissenschaftlichen Kenntnisstand des OPCAB-CCAB-Vergleichs wie folgt zusammen (Sellke, 2005): *“Patients may achieve an excellent outcome with either type of procedure, and individuals’ outcome likely depend more on factors other than whether they underwent standard CABG or OPCAB. Nevertheless, there appear to be trends in most studies. These trends include less blood loss and need for transfusion after OPCAB, less myocardial enzyme release after OPCAB up to 24 hours, less early neurocognitive dysfunction after OPCAB, and less renal insufficiency after OPCAB. Fewer grafts tend to be performed with OPCAB than with standard CABG. Length of hospital stay, mortality rate, and long-term neurological function and cardiac outcome appear to be similar in the 2 groups.”* Ein abschließendes Statement soll dies allerdings nicht sein: In den nordamerikanischen CABG-Leitlinien (Eagle, 2004) wird nach Auflistung einiger exemplarischer Publikationen die

Forderung gestellt: „Larger randomized trials will be necessary to delineate which patients benefit from avoidance of CPB and what the magnitude of that benefit actually is.“ (Anm.: CPB=cardiopulmonary bypass).

An der Herzchirurgischen Klinik und Poliklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München am Klinikum Großhadern wird seit einigen Jahren zunehmend auch nach dem OPCAB-Verfahren operiert. Es war eines der ersten herzchirurgischen Zentren in Deutschland, das sich mit dieser neuen Technik auseinandersetzte und darüber hinaus in den Folgejahren wichtige Impulse für deren Weiterentwicklung lieferte.

Zielsetzung:

Ziel dieser Analyse ist die Darstellung aller an der Herzklinik der LMU München am Augustinum (siehe Kap. 3.1 Infrastruktur und Patientenmanagement) im OPCAB-Verfahren operierten Patienten zweier aufeinanderfolgender Jahre hinsichtlich präoperativer Situation und kurzfristigem postoperativen Verlauf. Eine Wertung erfolgt hinsichtlich postoperativer Mortalität und Apoplexrate mittels Berechnung von observed/expected – Verhältnissen (O/E-Ratios) anhand etablierter Prognosemodelle: dem EuroSCORE (Mortalität) und dem Score der Northern New England Cardiovascular Disease Study Group (Apoplexrate).

Vorweg sei angemerkt, dass die Bezeichnung „Patient“ geschlechtsneutral für Frauen und Männer verwendet wird.

2. Geschichte der Kardiochirurgie

Im Jahre 1896 operierte Ludwig Rehn in Frankfurt erstmals erfolgreich eine Stichwunde des Herzens (Rehn, 1897). 1916 entdeckte McLean das Heparin, womit eine wichtige Voraussetzung für die spätere Anwendung der Herz-Lungen-Maschine geschaffen war. In den 20er Jahren beschrieben Elliott Cutler und Samuel Levine Mitralklappenoperationen (Cutler, 1923), 1931 wird von Ferdinand Sauerbruch erstmals die erfolgreiche Resektion eines Herzwandaneurysmas berichtet (Sauerbruch, 1931).

1937 stellte Gibbon einen Prototypen der Herz-Lungen-Maschine in den „Archives of Surgery“ vor. 1953 versorgte er erstmals mithilfe dieser technischen Neuerung erfolgreich einen Vorhofseptumdefekt (Gibbon, 1954). 1958 wendete Rudolf Zenker in Marburg als erster Herzchirurg in Deutschland die extrakorporale Zirkulation erfolgreich an (Zenker, 1991).

Parallel hierzu etablierte Arthur Vineberg in Montreal ein anderes Verfahren: 1946 nähte er die Arteria mammaria interna auf das Myokard am schlagenden Herzen (Vineberg, 1946). Angiographisch konnte nachgewiesen werden, dass sich hierdurch eine Neovaskularisierung um die Implantationsstelle entwickelte und sich somit die Perfusion des ischämischen Areals im Verlauf verbesserte. Nach längerer tierexperimenteller Vorbereitung versorgte Vineberg 1951 erstmals einen Menschen mit dieser Operationstechnik, die somit als „Vineberg-Operation“ bekannt wurde und bis Anfang der 70er Jahre Anwendung fand.

William Longmire und Kollegen führten in Los Angeles Endarteriektomien bei stenosierten Koronararterien (ohne extrakorporale Zirkulation) ab 1958 durch (Longmire, 1958). Ein erster koronararterieller Bypass wurde durch diese Arbeitsgruppe beschrieben, da angesichts einer perioperativen Komplikation die beschädigte Arteria coronaria dextra durch ein Teilstück der linken Arteria mammaria interna ersetzt wurde (Hazelrigg, 1999). Ake Senning ergänzte 1959 das Verfahren der Endarteriektomie durch eine venöse Erweiterungsplastik (Senning, 1959).

Einen Meilenstein in der Diagnostik der KHK lieferte Mason Sones 1958 an der Cleveland Clinic. Im Rahmen einer laevokardiographischen Untersuchung platzierte er den Katheter versehentlich im Ostium der Arteria coronaria dextra. Damit war die selektive Koronarangiographie geboren (Sones, 1962).

Der erste aortokoronare Venenbypass (ACVB) wird 1964 von Edward Garrett et al. (Houston) beschrieben (Garrett, 1964). Dies geschah im Rahmen einer Endarteriektomie des Ramus interventricularis anterior (RIVA), die primär frustran verlief und die Operateure veranlasste, dieses Vorgehen zu wählen.

Die systematische Entwicklung dieser Technik wurde jedoch durch den argentinischen Herzchirurg René Favaloro vorangetrieben. Gemeinsam mit Donald Effler führte er 1967 in

Cleveland die Technik der aortokoronaren Bypassoperation zur Überbrückung stenosierender Plaques ein (Favaloro, 1969). Nach medianer Sternotomie wurde unter Verwendung der Herz-Lungen-Maschine das Venentransplantat von der Aorta ascendens direkt mit dem betroffenen Koronargefäß anastomosiert. Diese Technik wurde zum häufigsten Eingriff in der Herzchirurgie (Cooley, 2000).

Gordon Murray erforschte in den 40er Jahren die Möglichkeit der LIMA-LAD-Anastomose am schlagenden Herzen am Tiermodell (Murray, 1954). Dieses Anastomose-Verfahren wand Vassily Kolessov am Pavlov Institut in Leningrad 1967 bei sechs Patienten an (Kolessov, 1967). Seine Erkenntnisse fanden jedoch zunächst wenig Beachtung. Ende der 60er Jahre berichtete auch George Green in New York über seine guten Erfahrungen mit LIMA-Bypässen (Green, 1968), die seither zunehmend Priorität bei der Auswahl der Grafts gewannen.

Die Entwicklung minimalinvasiver Operationsverfahren:

Um potentielle Nachteile und Gefahren der extrakorporalen Zirkulation zu vermeiden wurde in den letzten Jahren zunehmend die Entwicklung von Operationsverfahren etabliert, bei denen auf den Einsatz der Herz-Lungen-Maschine verzichtet wird.

Seit Jahrzehnten wurden Bypassoperationen am schlagenden Herzen ohne Herz-Lungen-Maschine an Zentren durchgeführt, denen aus finanziellen oder logistischen Gründen die Möglichkeit der Herz-Lungen-Maschine verwehrt blieb (Hazelrigg, 1999). Ankeney berichtet 1973 über 143 am schlagenden Herzen durchgeführte Bypassoperationen. Buffolo et al. operierten in Sao Paulo zahlreiche Patienten ohne Herz-Lungen-Maschine, ebenso wie Benetti et al. in Buenos Aires (Hazelrigg, 1999). In Buffolos Vergleich von 593 Fällen am schlagenden Herzen vs. 3086 Eingriffen unter extrakorporaler Zirkulation lag die Letalität der ohne Herz-Lungen-Maschine operierten Patienten bei 1,7% bei einer geringeren Bluttransfusionsrate. Diese Gruppe wurde jedoch im Durchschnitt nur mit 1,6 Grafts versorgt gegenüber 2,8 in der Standardgruppe, wofür der erschwerte Zugang zur Seitenwand des Herzens verantwortlich gemacht wurde (Buffolo, 1990).

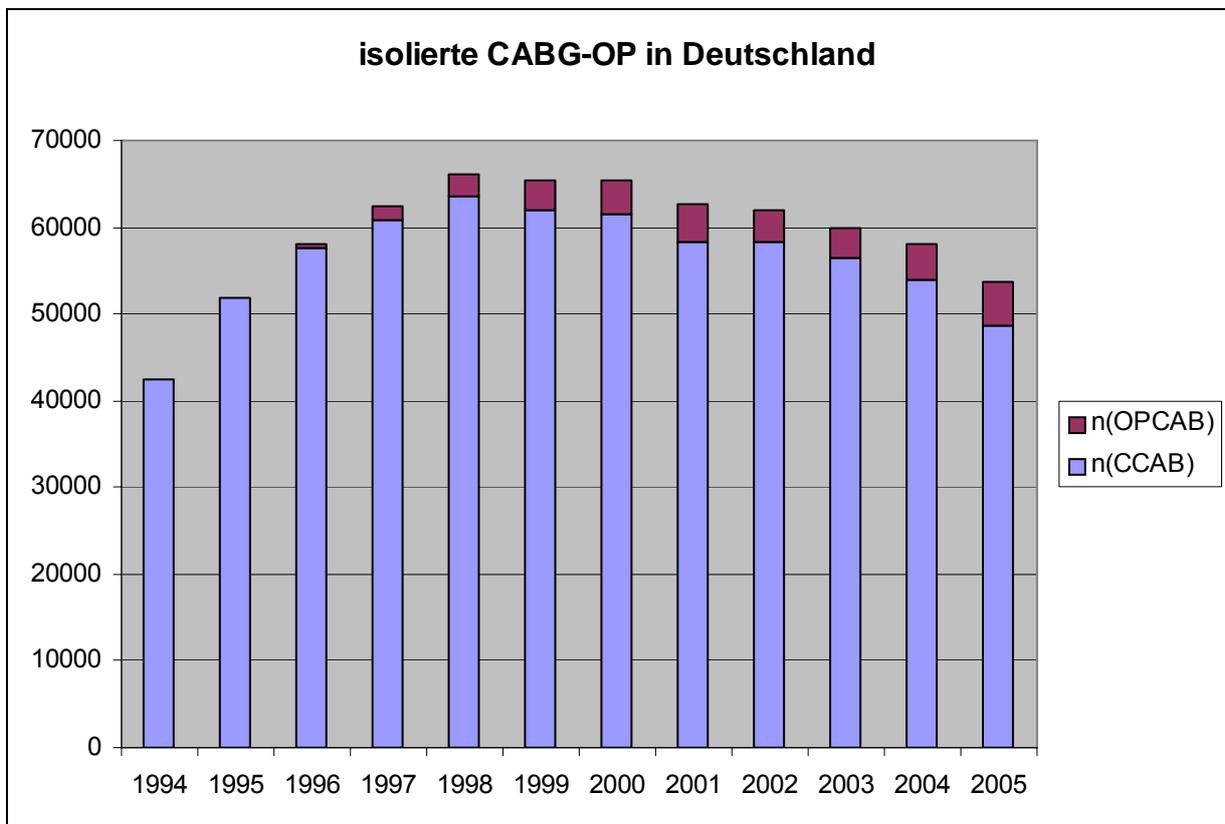
Benetti et al. berichteten 1991 über einen verkürzten Krankenhausaufenthalt und eine Letalität von 1% bei ihren 700 Eingriffen ohne extrakorporale Zirkulation. Nach ihrer Erfahrung profitierten von dieser Technik insbesondere Patienten in hohem Alter und mit ausgeprägter Komorbidität (Benetti, 1991).

Buffolo zeigte Mitte der 90er Jahre bei 1274 Prozeduren am schlagenden Herzen bei medianer Sternotomie bei einer Letalität von 2,5% eine niedrigere Rate an schwerwiegenden Komplikationen als mit Herz-Lungen-Maschine (Buffolo, 1996). Er beschrieb die Vorteile der ohne Herz-Lungen-Maschine operierten Patienten zusammenfassend mit: weniger Komplikationen, weniger Bluttransfusionen, geringere Kosten und kürzere

Krankenhausverweildauer. Als einschränkend wurden jedoch die Beschränkung auf ein kleines Kollektiv von Patienten und die hohen Anforderungen an den Operateur gewertet.

Der Anteil an OPCAB-Prozeduren ist in Deutschland in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen, 2005 waren es 9,7% aller isolierten CABG-Operationen (siehe Graphik 2.1).

Für die Operation am schlagenden Herzen wurden verschiedene Instrumente zur mechanischen Stabilisierung entwickelt, die durch Druck oder Sog die Myokardbewegung im Bereich der zu fertigenden Anastomose reduzieren.



Graphik 2.1: isolierte CABG-Prozeduren in Deutschland 1994-2005 nach Gummert, 2006

3. Patientenversorgung in der Herzklinik Augustinum

3.1 Infrastruktur und Patientenmanagement

Die „Herzklinik Augustinum“ in München bezeichnet die Kooperation der Klinik Augustinum (früher Stiftsklinik Augustinum) mit der Herzklinik der LMU München am Augustinum. Letztere ist eine Dependence der Herzchirurgischen Klinik und Poliklinik der LMU München am Klinikum Großhadern. Sie besitzt zur Patientenversorgung zwei Operationssäle sowie eine anästhesiologische Intensivstation mit einer maximalen Bettenkapazität von zwölf Betten und ist räumlich angegliedert an die Klinik Augustinum, eine internistische Fachklinik mit kardiologischem Schwerpunkt (176 Betten, davon acht Intensivbetten). Neben allen gängigen nicht-invasiven Untersuchungsmethoden stehen an der Klinik Augustinum drei Kathetermessplätze für die invasive Diagnostik sowie für interventionelle, endovaskuläre Therapieverfahren bei koronarer Herzerkrankung oder Herzklappen- und Herzmuskelfunktionsstörungen zur Verfügung. Desweiteren können in der Klinik mittels eines 64-Zeilen-Mehrschicht-Computertomographen u.a. nichtinvasive Koronar- und Bypassangiographien angefertigt werden. In der Gastroenterologie werden alle gängigen diagnostischen und interventionellen Verfahren angewandt (auch Laparoskopie, Endosonographie und Lasertherapie). Die nephrologische Abteilung verfügt u.a. über mehrere Hämodialyseeinheiten.

Patienten, die sich einem herzchirurgischen Eingriff in der Herzklinik Augustinum (kurz: „Augustinum“) unterziehen, werden, außer in lebensbedrohlichen, sofort operationspflichtigen Notfällen, zuvor in der internistischen Klinik aufgenommen. Nachdem mittels Koronarangiographie, ggf. mit Laevokardiographie, der operationspflichtige Befund erhoben wurde, wird bei elektiver oder dringlicher Operationsindikation die routinemäßige präoperative Diagnostik (Anamnese, körperliche Untersuchung, Labor mit Blutbild, Gerinnung, Serumchemie und Blutgruppenbestimmung, EKG, transthorakale Echokardiographie, Duplexsonographie der hirnzuführenden Gefäße, Abdomensonographie, Röntgenübersicht des Thorax p.a. und seitlich, Bodypletysmographie, kapilläre Blutgasanalyse) vervollständigt und der Patient vorbereitet. Letzteres umfasst u.a. Verhaltenshinweise zur postoperativen Atemgymnastik und Bewegung (Sternotomie!), enterale Vorbereitung am Vorabend sowie Aufklärungsgespräche. Bei notfallmäßiger OP-Indikation erfolgt die Vorbereitung situationsadaptiert.

Dieser präoperative Aufenthalt wird in einem ärztlichen Bericht zusammengefasst, mit dem der Patient am Operationstag in die Herzchirurgie verlegt wird. Postoperativ wird der Patient zunächst auf der anästhesiologischen Intensivstation versorgt, nach klinischer Stabilisierung

erfolgt die Verlegung auf Normalstation. Bei Bedarf werden Patienten auch auf die internistische Intensivstation verlegt. (Die Kliniken verfügen nicht über eine „Intermediate Care Unit“.) In wenigen Fällen erfolgt die Verlegung von der anästhesiologischen Intensivstation direkt auf eine Intensivstation externer Kliniken. Bei Verlegung wird von den behandelnden Ärzten ein ausführlicher epikritischer Bericht über den bisherigen postoperativen Verlauf verfasst.

Auf Normalstation wird die medizinische Betreuung wieder durch die Ärzte der internistischen Klinik übernommen, wobei die Herzchirurgie hier durch tägliche Visiten mitwirkt.

Im weiteren Verlauf (auf Normalstation) erfolgen neben den ärztlichen und pflegerischen Visiten routinemäßige Kontrollen von Serumchemie und Blutbild, EKG, Pleurasonographie, UKG, Röntgen-Thorax, kontinuierlicher Monitorüberwachung über ca. fünf Tage und 24-Stunden-Langzeit-EKG-Ableitung. Auch über diesen Verlauf wird ein ausführlicher ärztlicher Bericht erstellt.

An die Behandlung im Akutkrankenhaus schließt sich in aller Regel eine Anschlussheilbehandlung in einer externen Klinik an.

Follow up:

Alle Patienten werden 6 und 12 Monate postoperativ angeschrieben und gebeten, einen standardisierten Fragebogen auszufüllen und zurückzusenden. Hierin werden Fragen hinsichtlich der Lebensqualität und des zwischenzeitlichen medizinischen Verlaufs gestellt. Die Daten werden anschließend EDV-basiert archiviert.

3.2 Indikationsstellung

Die Indikation zur CABG-Operation liegt in der Verlängerung der Lebenserwartung und Verbesserung der kardialen Symptome wie Angina pectoris oder Dyspnoe. Sie wird in enger Zusammenarbeit mit den interventionellen Kardiologen gestellt. Dabei orientiert man sich am derzeitigen medizinischen Kenntnisstand, der sich in den gültigen Leitlinien widerspiegelt (z.B. Eagle, 2004). Schwerpunktmäßig werden Patienten mit koronarer Dreifäßerkrankung oder signifikanter Stenose des linkskoronaren Hauptstammes operativ versorgt. Hinzu kommen Fälle, die einem interventionellen Vorgehen nicht zugänglich sind (z.B. komplexe Abgangsstenosen), oder bei denen ein interventioneller Versuch gescheitert ist. Ein minimalinvasives Vorgehen im OPCAB-Verfahren ist nach Angabe des Hauptoperators prinzipiell für jedes der drei großen Koronargefäße möglich. Auch linksventrikuläre Dysfunktion stellt keine Kontraindikation zur OPCAB-Prozedur dar. Tendenziell werden am Augustinum operationspflichtige Koronarpatienten höheren Lebensalters oder mit höherer Komorbidität (z.B. aufgrund höhergradiger Niereninsuffizienz oder eines stattgehabten zerebrovaskulären Ereignisses) eher durch ein minimalinvasives Operationsverfahren versorgt.

Mit Patienten im Alter von 80 Jahren und älter erfolgt vor einer elektiven Operation ein ausführliches Gespräch mit dem Operateur im Beisein der nächsten Angehörigen. Hierbei wird das Für- und Wider verschiedener Behandlungsmöglichkeiten erörtert.

3.3 OP-Prozedur

Der Patient wird in Rückenlage gelagert, es wird in Intubationsnarkose operiert. Nach medianem Hautschnitt wird der Thorax durch komplette mediane Sternotomie eröffnet und das Operationsfeld mittels eines Sperrers offen gehalten. Falls die Verwendung der A. mammaria interna geplant ist, wird diese freipräpariert und ihre Eignung als Graft überprüft. Nach Perikarderöffnung wird eine epikardiale Vorhof-Schrittmachersonde angebracht und das zu versorgende Koronargefäß aufgesucht. Die geplante Anastomosierungsstelle wird mit einem mechanischen Stabilisator (OctopusTM Tissue Stabilizer, Medtronic) fixiert. Falls eine mechanische Luxation des Herzens erforderlich ist, wird hierfür die „Saugglocke“ (Guidant) oder der Starfish[®] Heart Positioner (Medtronic) verwendet. Als Graftgefäße werden LIMA, RIMA, A. radialis und die Vv. Saphenae verwendet. Vor Inzision der Koronararterie wird diese proximal mit einem Tourniquet-Faden umschlungen, im Bedarfsfall kann das Gefäß hiermit abgeklemmt werden. Nach Anastomosierung mit dem Graftgefäß und Freigabe des Blutstromes wird auf Bluttrockenheit getestet. Abschließend erfolgt eine

dopplersonographische Flussmessung zur Überprüfung des primären Revaskularisierungserfolges. In ca. 20% der Fälle wird im Rahmen des Qualitätsmanagements eine intraoperative Herzkatheteruntersuchung durchgeführt (Pulsera[®], Philipps). Zusätzlich zur o.g. atrialen wird vor Thoraxverschluss auch eine ventrikuläre epikardiale Schrittmacherelektrode angebracht. Auf Perikardverschluss wird angesichts der Gefahr einer Perikardtamponade meist verzichtet. Nach Anlage der Thorax- und substernalen Drainagen wird der Thorax verschlossen, wobei für die Sternumstabilisierung Drahtcerclagen verwendet werden. Die kutanen Schnittwunden werden in der Regel mittels Drahtklammern verschlossen. Die Operation erfolgt unter Heparinisierung, wobei ein ACT-Wert von >400 Sekunden angestrebt wird. Am Ende der Operation wird die Heparinisierung entweder ganz oder teilweise durch Protamin aufgehoben. Zur Plasminhemmung wird Aprotinin verabreicht. Zur detaillierteren Beschreibung der Operationstechnik sei auf andere Literaturquellen verwiesen (z.B. Connolly, 2000 oder Sergeant, 2000)

4. Datenerfassung

4.1 Methodik und Material

Mittels der OPS (Operationen- und Prozedurenschlüssel) -kodierten Datenerfassung der EDV-Abteilung des Zentrums wurden alle OPCAB-Verfahren der Jahre 2004 und 2005 identifiziert. In die vorliegende Auswertung eingeschlossen wurden alle auf diese Art ermittelten Patienten, wenn das Operationsverfahren nicht intraoperativ auf die Verwendung der Herz-Lungen-Maschine umgestellt wurde (n=244).

Zur Datenerhebung wurden alle ärztlichen Berichte, die am Augustinum über den jeweiligen Patienten erstellt wurden, ausgewertet. Die Genehmigung zur Einsicht in die Krankenblätter der Klinik Augustinum wurde zuvor vom Ärztlichen Direktor der Klinik eingeholt. Im Detail sind dies: präoperativer Bericht (94,7%, n=231), OP-Bericht (99,6%, n= 243), Verlegungsbericht von anästhesiologischer Intensivstation (100%, n=244), ggf. Verlegungsbericht von internistischer Intensivstation, Entlassbericht (98,4%, n=240). Wenn nötig wurden darüber hinaus die im EDV-System (IFU®, Klinik Informationssystem des Institut für Unternehmensforschung OR GmbH) der Klinik Augustinum verfügbaren Befunde technischer Untersuchungen (z.B. Herzkatheter, UKG, Sonographie, Labor, Röntgen) separat analysiert.

Bei Patienten, die nach extern (z.B. ins Klinikum München-Großhadern, n=7, oder ins Klinikum München-Pasing, n=17) verlegt wurden, wurden sowohl der ärztliche Intensivverlegungsbericht als auch der ärztliche Entlassbericht dieser jeweiligen Kliniken ausgewertet.

Aus der in Kap. 3.1 genannten Follow-up-Erhebung wurden die wichtigsten Verlaufsdaten ausgewertet. Für die dem Autor zur Verfügung stehende Analyse lag die Rücklaufquote der Patientenfragebögen bei 26,2 % (n=64) im 6-Monats-Follow-up, bei 26,6 % (n=65) im 12-Monats-Follow-up (29,9% der Patienten haben mind. einen der Follow-up-Fragebögen zurückgeschickt).

Die Literatur-Recherche für die Diskussion wurde mittels einer Pubmed-Abfrage mit den Schlüsselwörtern OPCAB, CABG und CCAB sowie einer separaten Recherche der Zeitschriften „The Annals of Thoracic Surgery“, „European Journal of Cardio-thoracic Surgery“, „Journal of Thoracic Cardiovascular Surgery“, „The Lancet“ und „The New England Journal of Medicine“ der vergangenen 7 Jahre durchgeführt (Suchwort „CABG“).

4.2 Definitionen

Zur Datenerhebung wurden die in Deutschland üblichen schulmedizinischen Definitionen verwendet, zumal viele Variablen auf den Angaben der o.g. ärztlichen Berichte beruhen (also z.B. Diagnose: „arterielle Hypertonie“ oder Anamnese: „pektanginöse Beschwerden CCS Klasse 3“). Darüber hinaus wurde auf Verwendung der Definitionen des EuroSCORE-Modells Wert gelegt, die im Anhang zu finden sind, sowie auf ausgewählte Definitionen nach Vorschlägen der Society of Thoracic Surgeons (STS). Die Definition der einzelnen Variablen finden sich der besseren Übersichtlichkeit wegen nicht an dieser Stelle, sondern in den entsprechenden Unterkapiteln in Kapitel 5 und Kapitel 6. Es sei hier angemerkt, dass die Variabilität von Definitionen in verschiedenen wissenschaftlichen Veröffentlichungen teils erhebliche Schwierigkeiten in der Vergleichbarkeit bereiten. Auch um diese Variabilität jeweils detailliert zu diskutieren, wurden die Definitionen in die Unterkapitel platziert (siehe Kapitel 6).

4.3 Statistik

Die Dateneingabe und statistische Auswertung erfolgte mittels SPSS®, Versionen 12.0.1 und 14.0, sowie Microsoft Excel®, 2002. Zur Angabe der zumeist dichotomen (ja/nein) oder kategorisierten prä- und postoperativen Variablen wurden Häufigkeitstabellen verwendet. Im Falle linearer Daten erfolgte die Berechnung der üblichen statistischen Maße (Mittelwert, Median, Standardabweichung, Minimum, Maximum) sowie ggf. eine Überprüfung auf Normalverteilung mittels des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests.

In Kapitel 5.2.1.3 wurde für alle relevanten Variablen untersucht, ob sich die Patienten des jeweils ersten Operateurs von den Patienten unterscheiden, die nicht von ihm operiert wurden. Bei dichotomen Variablen (ja/nein) erfolgte die Berechnung der zweiseitigen asymptotischen Signifikanz mittels des exakten Tests nach Fisher. Zur Berechnung des Mittelwertunterschiedes wurde im Falle normalverteilter Variablen (Alter, Operationsdauer) der t-Test nach Student, im Falle intervall- oder ordinalskalierten Variablen (EuroSCORE, LV-EF, GFR, Dauer der ICU-Behandlung, Dauer der Akutklinikbehandlung, Blutverlust, Maximalwerte von Kreatinkinase, Serumkreatinin und CRP) der u-Test nach Mann und Whitney und bei ordinalskalierten Variablen mit nur wenigen Kategorien (Anzahl der signifikant stenosierten Koronarien, Anzahl der Grafts, Anzahl der benötigten Erythrozytenkonzentrate) der Kolmogorov-Smirnov-Test angewendet.

In Kapitel 6 werden die Augustinum-Daten mit Literaturangaben wissenschaftlicher Publikationen diskutiert. Hierzu wurden Signifikanzberechnungen zum Vergleich dichotomer Variablen mittels Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Berechnung des Mittelwertunterschiedes bei normalverteilten Variablen mit bekannter Standardabweichung lieferte der Student-t-Test, der mittels eines Internet-online-Rechners gerechnet wurde (Quickcalcs Online Calculators for Scientists, Graphpad Software®; <http://graphpad.com/quickcalcs/ContMenu.cfm>).

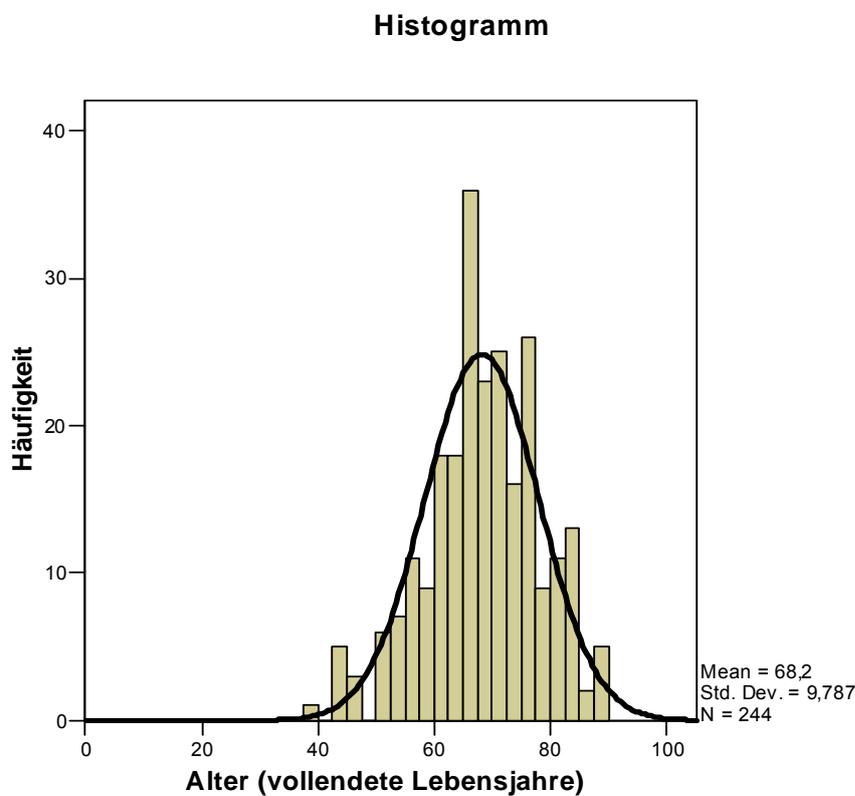
5. Resultate

In den Jahren 2004 und 2005 wurden an der Herzkrank der LMU München am Augustinum insgesamt 244 Patienten im OPCAB-Verfahren operiert. Es folgt eine Darstellung von präoperativen Variablen (Kapitel 5.1) und dem kurzfristigen postoperativen Verlauf (Kapitel 5.2).

5.1 Präoperative Variablen

5.1.1 Demographie

Das mittlere Lebensalter zum Zeitpunkt der Operation betrug 68,2 Jahre (Graphik 5.1, Tabelle 5.1). Der jüngste Patient war 39 Jahre alt, der älteste 90 Jahre. 20,5% (n=50) der Patienten waren weiblich, 79,5% (n=294) männlich (Tabelle 5.2). Es liegt Normalverteilung vor ($p=0,278$ nach Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest).



Graphik 5.1: Häufigkeitsverteilung des Lebensalters (Anm.: die Gaußsche Glockenkurve ist als Hilfslinie unterlegt)

Tabelle 5.1: Alter (vollendete Lebensjahre)

N	Gültig	244
	Fehlend	0
Mittelwert		68,20
Median		68,00
Standardabweichung		9,787
Minimum		39
Maximum		90

5.1.2 Morbidität und Komorbidität

5.1.2.1 Kardiovaskuläre Risikofaktoren

(Siehe Tabelle 5.2)

89,8% (n=219) der Patienten litten an arterieller Hypertonie, bei 82% (n=200) war eine Hyperlipoproteinämie vorbeschrieben (LDL>100mg/dl und/oder laufende CSE-Hemmerbehandlung). Bei 29,9% (n=73) Patienten bestand ein medikamentös therapierter Diabetes mellitus (21,3% unter oraler antidiabetischer Behandlung, 8,6% unter Insulintherapie, wobei 1,2% als Typ 1 Diabetiker und 7,4% als Typ 2 Diabetiker eingestuft waren).

Eine positive Familienanamnese bzgl. kardiovaskulärer Erkrankungen ließ sich retrospektiv bei 17,2% (n=42) der Patienten eruieren, stattgehabter oder aktiver Nikotingenuss bei 34,8% (n=85).

5.1.2.2 Präoperativer Gefäßstatus

Eine „extrakardiale Arteriopathie“ nach der Definition des EuroSCORE-Systems (d.h. Stenose, stattgehabte oder geplante Intervention an Aorta abdominalis, Extremitätenarterien oder Karotiden) bestand bei 28,3% (n=69) der Patienten (siehe Tabelle 5.2, Variable pAVK). Die Karotiden wurden in 12,3% (n=30) als einseitig, in 2,9% (n=7) als beidseitig stenosiert (>50%) beschrieben.

Tabelle 5.2: präoperative Variablen

Variable	ja (n)	ja (% von gesamt)	ja (% von bekannt)	unbekannt (n)	unbekannt (% von gesamt)	gesamt (N)
weibliches Geschlecht	50	20,5	20,5	0	0,0	244
arterielle Hypertonie	219	89,8	89,8	0	0,0	244
Hyperlipidämie	200	82,0	82,0	0	0,0	244
Diabetes mellitus	73	29,9	29,9	0	0,0	244
NIDDM	52	21,3	21,3	0	0,0	244
IDDM	21	8,6	8,6	0	0,0	244
Typ 1 IDDM	3	1,2	1,2	0	0,0	244
Typ 2 IDDM	18	7,4	7,4	0	0,0	244
positive kardiovaskuläre Familienanamnese	42	17,2	18,3	14	5,7	244
Nikotin	85	34,8	35,4	4	1,6	244
pAVK	69	28,3	28,3	0	0,0	244
ACI Stenose > 50% einseitig	30	12,3	12,9	12	4,9	244
ACI Stenose > 50% beidseitig	7	2,9	3,0	12	4,9	244
CVA (cerebrovascular accident)	36	14,8	15,1	5	2,0	244
CVD (cerebrovascular disease)	66	27,0	27,4	3	1,2	244
neurologische Dysfunktion	9	3,7	3,7	0	0,0	244
akuter Apoplex	3	1,2	1,2	0	0,0	244
Kreatinin > 2,0 mg/dl	16	6,6	7,0	16	6,6	244
Kreatinin > 200 micromol/l	12	4,9	5,3	16	6,6	244
GFR < 15 ml/min und/oder Dauerdialyse	4	1,6	1,8	16	6,6	244
COPD	32	13,1	13,1	0	0,0	244
pulmonale Hypertonie	5	2,0	2,0	0	0,0	244
Vorhofflimmern	21	8,6	8,6	0	0,0	244
Adipositas	64	26,2	33,0	50	20,5	244
KHK-1 (>50%ige Stenose)	26	10,7	10,7	1	0,4	244
KHK-2 (>50%ige Stenosen)	55	22,5	22,6	1	0,4	244
KHK-3 (>50%ige Stenosen)	162	66,4	66,7	1	0,4	244
Hauptstammstenose 50-70%	19	7,8	7,8	0	0,0	244
Hauptstammstenose >70%	41	16,8	16,8	0	0,0	244
LV-EF ≥60% (normal)	141	57,8	57,8	0	0,0	244
LV-EF 45-59% (leicht reduziert)	44	18,0	18,0	0	0,0	244
LV-EF 30-44% (mäßig reduziert)	46	18,9	18,9	0	0,0	244
LV-EF <30% (schwer reduziert)	13	5,3	5,3	0	0,0	244
Myokardinfarkt in der Anamnese	108	44,3	44,3	0	0,0	244
akut	21	8,6	8,6	0	0,0	244
vor <90d	25	10,2	10,2	0	0,0	244
vor >90d (auch stumme)	62	25,4	25,4	0	0,0	244
Koronargefäßverschluss ohne Infarkt ereignis oder Wandbewegungsstörungen	31	12,7	12,7	0	0,0	244
kritischer prä-OP-Status	12	4,9	4,9	0	0,0	244
IABP-Anlage präoperativ	9	3,7	3,7	0	0,0	244
kardiale Reoperation	13	5,3	5,3	0	0,0	244
AP CCS-Stadium 0 und 1	17	7,0	7,7	23	9,4	244
AP CCS-Stadium 2	52	21,3	23,5	23	9,4	244
AP CCS-Stadium 3	47	19,3	21,3	23	9,4	244
AP CCS-Stadium 4 (= instabile AP)	105	43,0	47,5	23	9,4	244
OP-Indikation elektiv	130	53,3	53,3	0	0,0	244
OP-Indikation dringlich	91	37,3	37,3	0	0,0	244
OP-Indikation notfallmäßig	23	9,4	9,4	0	0,0	244

5.1.2.3 Präoperativer zerebrovaskulärer Status

(Siehe Tabelle 5.2)

Ein in der Patientenvorgeschichte erfragtes zerebrovaskuläres Ereignis (cerebrovascular accident, CVA) wurde in 14,8% (n=36) der Fälle angegeben. (Mit „positiv“ kodiert wurden Patienten, in deren Diagnoseliste sich die Stichwörter „Apoplex“, „PRIND“ oder „TIA“ fanden.) Im Rahmen der Aufnahmeuntersuchung bestand bei 3,7% (n=9) der Fälle eine relevante neurologische Dysfunktion, die die Alltagstätigkeit schwer beeinträchtigte (entsprechend der EuroSCORE-Definition). Bei drei Patienten (1,2%) bestand ein akuter Apoplex.

Die nordamerikanische Society of Thoracic Surgeons (STS) schlägt eine Definition „CVD=cerebrovascular disease“ vor mit *„indicate whether the patient has cerebrovascular disease, documented by any one of the following: unresponsive coma > 24 hrs; CVA (symptoms > 72 hrs after onset); RIND (recovery within 72 hrs); TIA (recovery within 24 hrs); Non-invasive carotid test with > 75% occlusion; or Prior carotid surgery. Does not include neurological disease processes such as metabolic and/or anoxic ischemic encephalopathy.“* Hiernach wären im Augustinum-Kollektiv 27% (n=66) positiv zu bewerten, mit der Einschränkung, dass aus methodischen Gründen als kritischer Stenosegrad der A. carotis hier 50% verwendet wird (anstatt 75%), was aus der Datenerhebung nach dem EuroSCORE-modell resultiert (in dem 50% als kritischer Wert definiert ist).

5.1.2.4 Präoperative Nierenfunktion

Bei 93,9% (n=228) der Patienten war die Nierenfunktion präoperativ anhand der Serumkreatininwerte bekannt. Mittels der Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) – study- Formel (Levey, 1999) wurde – den Empfehlungen der Leitlinien der nordamerikanischen National Kidney Foundation (NKF) (Levey, 2003) folgend – die glomeruläre Filtrationrate (GFR) berechnet. Hierfür sind Lebensalter und Geschlecht die notwendigen Berechnungsparameter:

$$\text{GFR} = 186,3 \times \text{Serumkreatinin (mg/dl)}^{-1,154} \times \text{Lebensalter}^{-0,203} \times \text{Geschlechtstfaktor}$$

(Anm.: Geschlechtstfaktor: Frauen: 0,742, Männer: 1)

Folgende Verteilung lag den Augustinum-Patienten zugrunde:

Tabelle 5.3 Nierenfunktion präoperativ

	GFR in ml/min	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Gültig	GFR \geq 90	15	6,1	6,1
	60 \leq GFR<90	121	49,6	55,7
	30 \leq GFR<60	78	32,0	87,7
	15 \leq GFR<30	11	4,5	92,2
	GFR<15, oder Dauerdialyse	4	1,6	93,9
	unbekannt	15	6,1	100,0
	Gesamt	244	100,0	

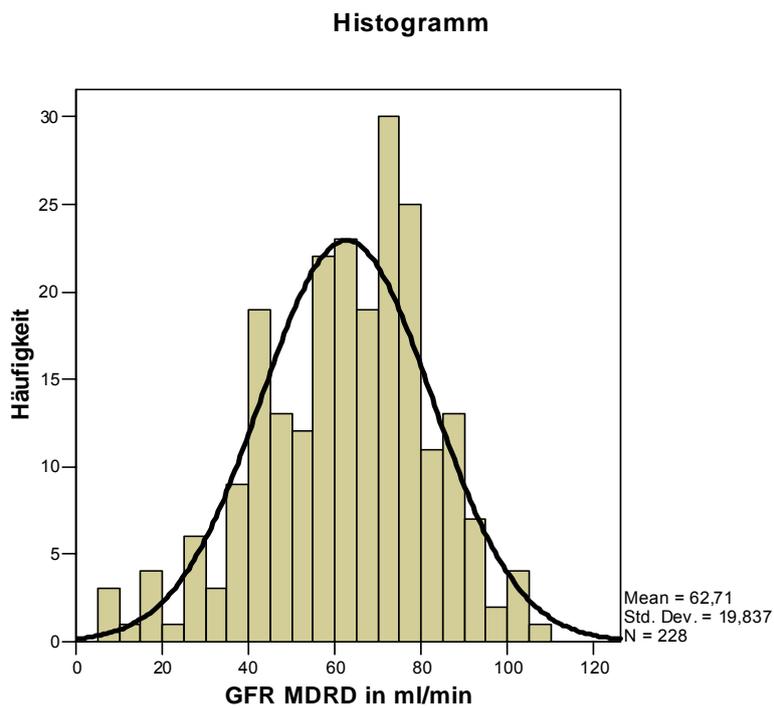
Die mittlere GFR nach MDRD war 62,71 ml/min (normalverteilt, $p=0,311$ nach Kolmogorov-Smirnov). Der mittlere Serumkreatininwert betrug 1,37 mg/dl (nicht normalverteilt, $p=0,000$ nach Kolmogorov-Smirnov) (s. Tabelle 5.4 und Tabelle 5.5 sowie Graphik 5.2 und 5.3). In der STS- National Adult Cardiac Surgery Database wird ein Serumkreatininwert von 2,0 mg/dl als kritischer Wert zur Definition der Variable „renal failure“ verwendet. Im Augustinum-Kollektiv hatten 6,6% ($n=16$) der Patienten ein Serumkreatinin von $>2,0$ mg/dl (siehe Tabelle 5.2). Nach der EuroSCORE-Definition wird der kritische Serumkreatininwert bei 200 micromol/l angesetzt, dieser Definition entsprachen 4,9% ($n=12$) der Fälle.

Tabelle 5.4 GFR_{MDRD} in ml/min präoperativ

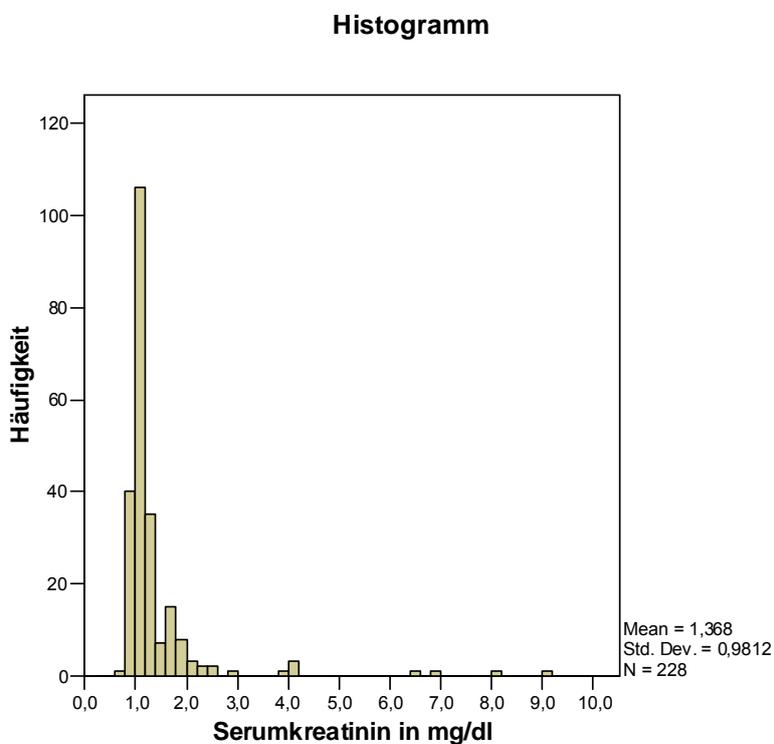
N	Gültig	228
	Fehlend	16
Mittelwert		62,71
Median		64,71
Standardabweichung		19,837
Minimum		6
Maximum		106

Tabelle 5.5: Serumkreatinin in mg/dl präoperativ

N	Gültig	228
	Fehlend	16
Mittelwert		1,368
Median		1,100
Standardabweichung		,9812
Minimum		,7
Maximum		9,0



Graphik 5.2: GFR_{MDRD} präoperativ (Anm.: die Gaußsche Glockenkurve ist als Hilfslinie unterlegt)



Graphik 5.3 Serumkreatinin präoperativ

5.1.2.5 Respiratorisches System präoperativ

(Siehe Tabelle 5.2)

Eine COPD, definiert durch Verwendung von medikamentösen Bronchodilatoren oder Steroiden angesichts einer chronisch-obstruktiven Lungenerkrankung oder Zeichen deutlicher bronchialer Obstruktion im Rahmen der präoperativen Bodyplethysmographie, bestand bei 13,1% (n=32) der Patienten.

Die Variable „pulmonale Hypertonie“ (PAH) wurde entsprechend der EuroSCORE-Definition als positiv im Falle eines mittleren pulmonalarteriellen Druckes von ≥ 60 mmHg (gemessen im präoperativen UKG oder - selten - im Rahmen einer Rechtsherzkatheteruntersuchung) gewertet. Hiernach bestand ein pulmonalarterieller Hypertonus in 2,0% (n=5) der Fälle.

5.1.2.6 Präoperatives Vorhofflimmern

Vorhofflimmern war anamnestisch bei 8,6% (n=21) der Patienten vorbeschrieben. Es besteht hierzu eine noch nicht einheitlich verwendete Nomenklatur, weshalb eine genaue Aufteilung wie derzeit empfohlen in „paroxysmal“, „persistierend“ und „permanent“ nicht durchgehend möglich war. Die Typenverteilung der Patienten mit bekanntem Vorhofflimmern ist in Tabelle 5.6 dargestellt:

Tabelle 5.6: präoperatives Vorhofflimmern

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	nein	223	91,4
	paroxysmal	7	2,9
	persistierend	3	1,2
	permanent	3	1,2
	chronisch	3	1,2
	ja, nicht klassifiziert	5	2,0
	Gesamt	244	100,0

5.1.2.7 Ernährungsstatus

(Siehe Tabelle 5.2)

Soweit die Angaben Körpergewicht und –größe vorlagen, wurde der Body-Mass-index (BMI) bestimmt (siehe Tabelle 5.7). Ein BMI ≥ 30 entspricht der Definition „Adipositas“. Im Falle der Nichtverfügbarkeit von Körpergröße und –gewicht wurde entsprechend der Angabe des Ernährungsstatus im körperlichen Untersuchungsbefund der präoperativen ärztlichen Untersuchung zugeordnet. Bei 79,5% (n=194) aller Patienten war so eine Aussage möglich,

26,2% (n=64) wurden als adipös eingestuft. Der mittlere BMI lag bei 28,0 kg/qm (normalverteilt, p=0,130 nach Kolmogorov-Smirnov).

Tabelle 5.7: BMI in kg/qm

N	Gültig	133
	Fehlend	111
Mittelwert		27,96
Median		27,48
Standardabweichung		4,504
Minimum		18
Maximum		43

5.1.2.8 Präoperativer kardialer Status

(Siehe Tabelle 5.2)

Koronarstenosen (mind. mittelgradig) bestanden in 10,7% (n=26) der Fälle in einem, in 22,5% (n=55) in zwei und in 66,4% (n=162) in allen drei Versorgungsbereichen der drei großen Koronargefäße LAD, RCx und RCA. (Betrachtet man die Verteilung nur im Hinblick auf signifikante, also >70%ige Stenosen, so waren es 20,5% Ein-, 33,2% Zwei- und 45,1% Dreifäßerkrankungen.)

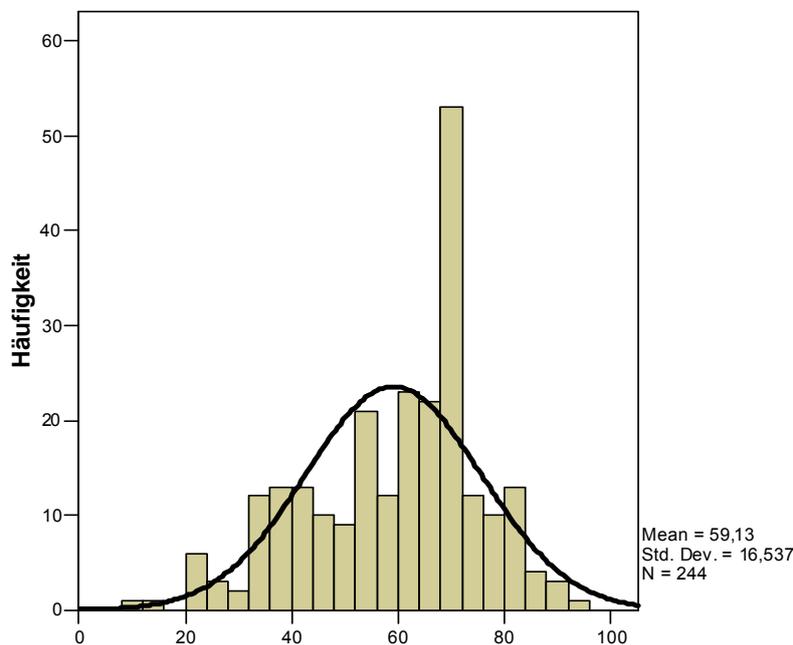
Eine Beteiligung des linkskoronaren Hauptstamms mit >70%iger Stenosierung lag in 16,8% (n=41) der Fälle vor, mit 50-70%iger Stenosierung in 7,8% (n=19) der Fälle.

Die linksventrikuläre Ejektionsfraktion (LV-EF) wurde meist laevokardiographisch, teils auch echokardiographisch bestimmt. Im seltenen Falle nicht vorliegender technischer präoperativer LV-EF-Bestimmung wurde der visuelle Eindruck des Operateurs für diesen Parameter verwendet (zum Beispiel: „normale Kontraktilität“ = normale LV-EF).

Die LV-EF war „normal“ ($\geq 60\%$) in 57,8% (n=141), „leicht reduziert“ (45-59%) in 18,0% (n=44), „mäßig reduziert“ (30-44%) in 18,9% (n=46) und „schwer reduziert“ ($< 30\%$) in 5,3% (n=13) der Fälle. Die mittlere LV-EF betrug 59,1% (Verteilung siehe Tabelle 5.2 sowie Graphik 5.4, nicht normalverteilt, p=0,003 nach Kolmogorov-Smirnov). Im Fall, dass bei einem Patienten kein Absolutwert der LV-EF, sondern nur die o.g. Kategorie angegeben war, wurde zur Darstellung von Graphik 5.4 sowie zur Mittelwertberechnung der Mittelwert der jeweiligen Kategoriengruppe benutzt (d.h. „normal“ $\approx 71\%$, „leicht reduziert“ $\approx 53\%$, „mäßig reduziert“ $\approx 39\%$ und „schwer reduziert“ $\approx 20\%$).

Tabelle 5.8: Verteilung der linksventrikulären Ejektionsfraktion (LV-EF) präoperativ

N	Gültig	244
	Fehlend	0
Mittelwert		59,13
Median		62,50
Standardabweichung		16,537
Minimum		10
Maximum		94



Graphik 5.4: präoperative linksventrikuläre Ejektionsfraktion (LV-EF) (Anm.: die Gaußsche Glockenkurve ist als Hilfslinie unterlegt)

5.1.2.9 Präoperativ stattgehabter Myokardinfarkt

(Siehe Tabelle 5.2)

44,3% (n=108) der Patienten hatten einen präoperativen Myokardinfarkt. In 25,4% (n=62) der Fälle bestand ein Infarkt ereignis vor über 90 Tagen, wobei hierzu auch aufgrund verschlossener Koronarien und bestehender Wandbewegungsstörungen anzunehmende stumme Infarkte gezählt wurden. Ein Infarkt geschehen vor weniger als 90 Tagen (aber nicht akut) wurde in 10,2% (n=25) der Patienten, ein akutes Infarkt geschehen in 8,6% (n=21) der Fälle angegeben. 12,7% (n=31) der Patienten wiesen ein verschlossenes Koronargefäß ohne myokardiale Kontraktionsstörung auf.

5.1.2.10 Kritischer präoperativer Status und IABP

(Siehe Tabelle 5.2)

Ein „kritischer präoperativer Status“ nach der Definition des EuroSCORE-Systems („*anaesthetic room, preoperative inotropes or IABP, preoperative Acute Renal Failure (anuria or oliguria <10ml/hr)*“) lag bei 4,9% (n=12) der Patienten vor.

Die präoperative oder unmittelbar zu Beginn der Operation notwendige Anlage einer intraaortalen Ballongegenpulsationspumpe (IABP) erfolgte in 3,7% (n=9) der Fälle.

5.1.2.11 Operationsdringlichkeit

(Siehe Tabelle 5.2)

53,3% (n=130) der Fälle wurden „elektiv“ kategorisiert, 37,3% (n=91) „dringlich“ (d.h. ein OP-Termin ist zügig anzustreben, um unnötigen medizinischen Schaden zu vermeiden; der Patient sollte bis zur Operation stationär überwacht werden), in 9,4% (n=23) der Fälle bestand eine Notfall-Indikation (OP-Beginn vor Beginn des nächsten Arbeitstages).

5.1.2.12 EuroSCORE

Ein weitverbreitetes Modell zur Schätzung des unmittelbar peri- und postoperativen Sterblichkeitsrisikos ist das Modell des European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (EuroSCORE) (Nashef, 1999, und Roques, 2003). Es existieren eine additive (Nashef, 1999) und eine logistische Version (Roques, 2003, sowie Michel, 2003). Folgende 17 Faktoren gehen in die EuroSCORE-Berechnung mit ein: Alter, Geschlecht, COPD, extrakardiale Arteriopathie, neurologische Dysfunktion, vorherige Herz-Operation, Serumkreatinin, aktive Endokarditis, kritischer präoperativer Status, instabile Angina pectoris (hier nach dem strengen Kriterium „Ruheangina, die die Verwendung von i.v.-Nitraten bis zur Narkoseeinleitung notwendig macht“), linksventrikuläre Dysfunktion, Myokardinfarkt in der Vorgeschichte, pulmonale Hypertonie, Notfall-Operation, Art der Operation (isolierte CABG-OP?), Operation an Aorta thorakalis, postinfarzielle Septumruptur.

Zur Berechnung des additiven wie auch des logistischen EuroSCOREs wird auf die EuroSCORE-Tabellen und Erläuterungen im Anhang oder unter www.EuroSCORE.org verwiesen. **Der berechnete Wert entspricht dem geschätzten prozentualen Mortalitätsrisiko des jeweiligen Patienten.** Von den Autoren werden folgende Risikounterteilungen empfohlen: niedriges Risiko EuroSCORE 0-2, mittleres Risiko 3-5, hohes Risiko 6 und mehr (Nashef, 1999).

Eine Vielzahl an Untersuchungen setzte sich mit der Frage auseinander, welches der EuroSCORE-Modelle den genaueren prädiktiven Wert besitzt. Sergeant (2001) schreibt, bezogen auf den additiven EuroSCORE: “The overall acceptable prediction of the hospital

mortality using the EuroSCORE is the consequence of an overestimation of the low risk and an underestimation of the high risk.” Diese Erfahrung wurde durch weitere Untersuchungen bestätigt, daher fordern beispielsweise Jin et al. (2005), „the additive EuroSCORE gives excellent discrimination, as good as the logistic risk model, but it greatly underestimates the risk of high-risk patients, compared to the logistic. The logistic equation should be used to predicate the mortality when possible.”

Für die vorliegende Auswertung wurde daher das logistische EuroSCORE-Modell verwendet. Im Patientenkollektiv des Augustinum betrug der Mittelwert des logistischen EuroSCORES 6,01 (Verteilung siehe Tabelle 5.9, es liegt keine Normalverteilung vor, $p=0,000$ nach Kolmogorov-Smirnov).

Tabelle 5.9: logistischer EuroSCORE

N	Gültig	244
	Fehlend	0
Mittelwert		6,01
Median		2,91
Standardabweichung		8,267
Minimum		1
Maximum		57

5.1.2.13 Weitere Daten zum kardialen präoperativen Status

5,3% (n=13) der Patienten unterzogen sich einer kardialen Reoperation. Die Einteilung der pektanginösen Beschwerden nach dem Canadian Cardiovascular Society (CCS-) Score konnte in 90,6% (n=221) der Fälle nachvollzogen werden. 7,0% (n=17) der Patienten hatten keine pektanginösen Beschwerden oder waren im CCS-Stadium eins, 21,3% (n=52) im CCS-Stadium zwei, 19,3% (n=47) im CCS-Stadium drei und 43% (n=105) im CCS-Stadium vier. (Die Einteilung der Herzinsuffizienz nach den New York Heart Association (NYHA) - Stadien war nur in 22,1% der Fälle bekannt und wird daher hier nicht aufgeführt.)

5.2 Peri- und postoperativer Verlauf

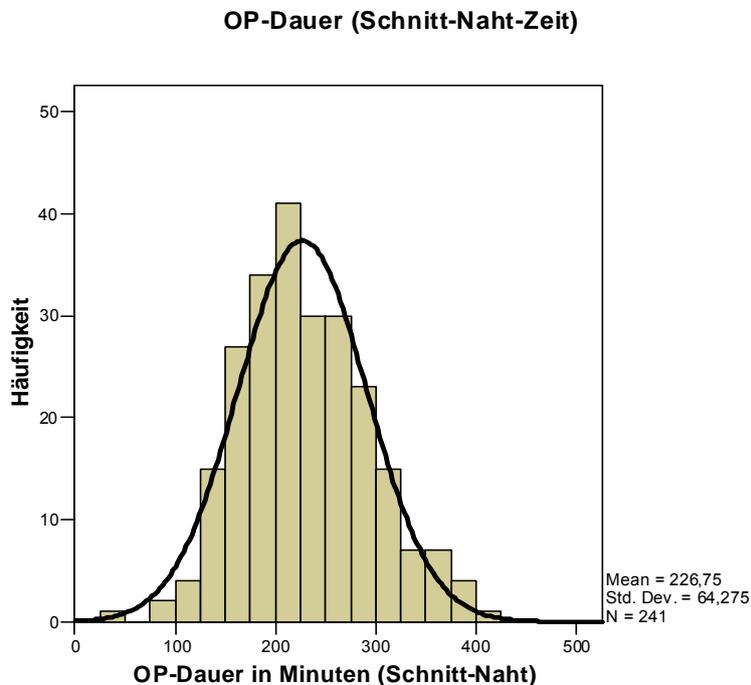
5.2.1 Intraoperativer Verlauf

5.2.1.1 Operationsdauer

Die mittlere Operationsdauer (definiert durch die Schnitt-Naht-Zeit) betrug 227 min (normalverteilt, $p=0,240$ nach Kolmogorov-Smirnov; siehe Tabelle 5.10 und Graphik 5.5).

Tabelle 5.10: Operationsdauer in Minuten (Schnitt-Naht-Zeit)

N	Gültig	241
	Fehlend	3
Mittelwert		226,75
Median		220,00
Standardabweichung		64,275
Minimum		35
Maximum		410



Graphik 5.5: OP-Dauer (Schnitt-Naht-Zeit) (Anm.: die Gaußsche Glockenkurve ist als Hilfslinie unterlegt).

5.2.1.2 Anzahl und Art der Grafts

In 25% der Fälle wurde ein Bypass-Graft angelegt, zwei Bypass-Grafts in 36,5% der Fälle, drei Bypass-Grafts in 32% und vier Bypass-Grafts in 6,6 % der Fälle (Tabelle 5.11).

Tabelle 5.11: Anzahl der Grafts

	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Gültig 1	61	25,0	25,0
2	89	36,5	61,5
3	78	32,0	93,4
4	16	6,6	100,0
Gesamt	244	100,0	

Bei 94,7% (n=231) der Patienten wurde ein LIMA-Graft verwendet, bei 7% (n=17) ein RIMA-Graft, bei 2% (n=5) eine Radialarterie. 38,1% (n=93) der Patienten erhielten einen, 31,1% (n=76) zwei und 5,3% (n=13) drei Venengrafts.

5.2.1.3 Operateur

Im untersuchten Zeitraum waren am Augustinum fünf Ärzte bei mindestens zehn OPCAB-Operationen als erste Operateure tätig (siehe Tabelle 5.12). Die Patienten wiesen bei den verschiedenen Operateuren teilweise signifikant unterschiedliche Charakteristika auf. Diese können Tabelle 5.13 entnommen werden, hier sind auch Unterschiede hinsichtlich postoperativer Verläufe aufgelistet. Die Testung auf Unterschiedlichkeit erfolgte je nach Variablenpaar mittels des exakten t-Tests nach Fisher, des u-Tests nach Mann-Whitney und des Kolmogorov-Smirnov-Tests (siehe Kapitel 4.3 Statistik). In Tabelle 5.13 sind die Operateure umkodiert und anders angeordnet aufgelistet.

Ein Operateur hatte eine signifikant längere Operationszeit, wobei er durchschnittlich eine höhere Anzahl Grafts implantierte. Die von ihm behandelten Patienten wiesen im Mittel eine größere Anzahl stenosierter Koronarien auf. Dieser Operateur hatte zudem einen signifikant größeren Anteil an Männern als Patienten, was jedoch als zufällige Verteilung gewertet werden muss.

Bei einem anderen Operateur war die mittlere Operationsdauer, die mittlere Dauer der invasiven Beatmung wie auch die mittlere Dauer des ICU- und des akutstationären Aufenthaltes seiner Patienten signifikant kürzer. Sein Patientenkollektiv wies einen signifikant größeren Anteil an Patienten mit einem Lebensalter von mind. 80 Jahren auf.

Ein anderer Operateur hatte einen signifikant größeren Anteil an Notoperationen wobei seine Patienten einen signifikant höheren mittleren (log.) EuroSCORE-Wert und einen höheren Anteil extrakardialer Arteriopathien (nach EuroSCORE-Definition) aufwiesen. Diese Patienten waren mit signifikantem Unterschied zu einem größeren Teil länger als 48 Stunden invasiv beatmet und länger als 14 Tage in stationärer Behandlung. Des weiteren bestand ein größerer Anteil an Patienten mit postoperativem, persistierendem fokalneurologischen Defizit.

Tabelle 5.12: 1. Operateur

	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Gültig Operateur 1	111	45,5	45,5
Operateur 2	63	25,8	71,3
Operateur 3	19	7,8	79,1
Operateur 4	23	9,4	88,5
Operateur 5	10	4,1	92,6
Andere Operateure	17	7,0	99,6
unbekannt	1	,4	100,0
Gesamt	244	100,0	

Tabelle 5.13: Operateurvergleich (*=signifikant mit $p<0,05$, **=hoch signifikant mit $p<0,01$, ***=höchst signifikant mit $p<0,001$, n.s.= nicht signifikant)

	Operateur v	Operateur w	Operateur x	Operateur y	Operateur z	andere Operateure
mittleres Lebensalter	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Anteil mind. 80-jähriger Pat.	n.s.	n.s.	n.s.	höher*	n.s.	n.s.
mittlerer log. EuroSCORE	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	höher**	n.s.
mittlere LV-EF	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
mittlere GFR (nach MDRD)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
mittlere Anzahl sig. stenosierter Koronarien	n.s.	höher***	n.s.	n.s.	n.s.	geringer**
Anteil an Pat. mit weibl. Geschlecht	n.s.	geringer*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Anteil Pat. mit signif. Hauptstammstenosen	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Anteil Pat. mit COPD	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Anteil Pat. mit Adipositas	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Anteil Pat. mit Diabetes mellitus	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Anteil Pat. mit extrakardialer Arteriopathie	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	höher*	n.s.
Anteil Notfalloperationen	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	höher*	n.s.
mittlere Operationsdauer	n.s.	länger***	n.s.	kürzer***	n.s.	n.s.
mittlere Anzahl der implantierten Grafts	n.s.	mehr***	n.s.	n.s.	n.s.	weniger**
Anteil verstorbener Pat.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
mittlere ICU-Behandlungsdauer	n.s.	n.s.	n.s.	kürzer**	n.s.	n.s.
mittlere Dauer des Akutklinikaufenthaltes	n.s.	n.s.	n.s.	kürzer**	n.s.	n.s.
Anteil Pat., die > 14d in Akutklinik waren	n.s.	n.s.	n.s.	geringer*	höher**	n.s.
mittlere invasive Beatmungsdauer	n.s.	n.s.	n.s.	kürzer**	n.s.	n.s.
Anteil Pat. mit einer inv. Beatmung über > 48h	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	höher**	n.s.
mittlerer Drainagenblutverlust	n.s.	höher**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Anzahl Erythrozytenkonzentrate	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Anteil Pat. mit postoperativem Nierenersatzverfahren	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
mittleres max. Serumkreatinin	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
mittlere max. CK-Aktivität auf ICU	n.s.	höher**	n.s.	geringer**	n.s.	n.s.
mittleres max. CRP	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Anteil Pat. mit IABP	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Anteil Pat. mit postoperativer Reoperation	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Anteil Pat. mit postoperativ neuem, persist. fokalneurologischem Defizit	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	höher**	n.s.
Anteil Pat. mit postoperativer Reangiographie	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Anteil Pat. mit postoperativem Myokardinfarkt	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Anteil Pat. mit postoperativer Anlage einer Vakuumsaugpumpe	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

5.2.2 Postoperative Resultate

Tabelle 5.14: postoperative Resultate

Variable	nein		ja		unbekannt		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Todesfälle im Klinikaufenthalt	236	96,72	8	3,28	0	0,00	244	100,0
Aufenthalt >14 Tage	173	70,90	61	25,00	10	4,10	244	100,0
Beatmung >48h	232	95,08	9	3,69	3	1,23	244	100,0
CPAP/PEEP-Beatmung	165	67,62	77	31,56	2	0,82	244	100,0
Reintubation	236	96,72	4	1,64	4	1,64	244	100,0
Hämodialyse/Hämofiltration	222	90,98	21	8,61	1	0,41	244	100,0
ANV mit Neuanwendung von Hämodialyse oder Hämofiltration	222	92,50	17	7,08	1	0,42	240	100,0
neue Dialysepflichtigkeit	239	99,58	0	0,00	1	0,42	240	100,0
ANV nach STS-Definition	205	84,02	39	15,98	0	0,00	244	100,0
Gebrauch einer IABP	229	93,85	14	5,74	1	0,41	244	100,0
post-OP Neuanlage einer IABP	229	97,03	6	2,54	1	0,42	236	100,0
neues, persist. fokalneurolog. Defizit	237	98,34	4	1,66	0	0,00	241	100,0
neuer Myokardinfarkt	220	98,65	3	1,35	0	0,00	223	100,0
Reangiographie	234	95,90	9	3,69	1	0,41	244	100,0
Re-OP generell	227	93,03	16	6,56	1	0,41	244	100,0
Re-OP wegen starker Blutung (<1000ml)	233	95,49	10	4,10	1	0,41	244	100,0
Re-OP wegen Sternuminstabilität	237	97,13	6	2,46	1	0,41	244	100,0
Vorhofflimmern	148	60,66	85	34,84	11	4,51	244	100,0
Vorhofflimmern neu	143	64,13	71	31,84	9	4,04	223	100,0
Intervention aufgrund Perikarderguss	225	92,21	1	0,41	18	7,38	244	100,0
Intervention aufgrund Pleuraerguss	203	83,20	22	9,02	19	7,79	244	100,0
Wundinfektion	218	89,34	7	2,87	19	7,79	244	100,0
Vakuum-Saugpumpe	149	61,07	5	2,05	90	36,89	244	100,0
Sternuminfektion/Mediastinitis	222	90,98	3	1,23	19	7,79	244	100,0
Bronchopulmonaler Infekt	192	78,69	34	13,93	18	7,38	244	100,0
Harnwegsinfekt	204	83,61	19	7,79	21	8,61	244	100,0
Lungenödem	224	91,80	1	0,41	19	7,79	244	100,0
TVT	225	92,21	0	0,00	19	7,79	244	100,0

5.2.2.1 Mortalität und Todesfallkasuistiken

(Siehe Tabelle 5.14)

Im Rahmen des unmittelbaren postoperativen Klinikaufenthaltes in den behandelnden Akutkliniken (vor Beginn einer Anschlussheilbehandlung) verstarben 8 Patienten (Mortalität 3,28%). Im Rahmen der follow-up- Befragung konnte kein zusätzlicher Todesfall ermittelt werden. Angesichts der geringen Rücklaufquote von insgesamt 29,9 % (siehe Kapitel 4.1 „Methodik und Material“) ist eine sichere Aussage zur 30-Tages-Mortalität jedoch nicht mit ausreichender Verlässlichkeit zu treffen.

In Folgendem werden die Verläufe der 8 verstorbenen Patienten kasuistisch vorgestellt.

1.: 84-jährige Patientin, die sich mit einem akuten Vorderwandinfarkt (CK 486 U/l, CK-MB 174 U/l, ST-Streckenhebung in V2 und V3) vorstellt. Koronarangiographisch wird der Befund einer koronaren Dreigefäßerkrankung (linker Hauptstamm 60%, LAD 99%, R. intermedius 100%, R. diagonalis 99%, RCx 80%, RCA 50%) mit eingeschränkter LV-EF (53%) bei Vorderwandhypokinesie erhoben. Die Patientin wird am zweiten Tag nach Infarktbeginn unter laufender Heparininfusion (nach Erhalt von Azetylsalicylsäure und Clopidogrel in loading-dose) kreislaufstabil bei notfallmäßiger OP-Indikation aus einer externen Klinik direkt in die Herzchirurgische Klinik zur OP verlegt.

Nebendiagnosen: chronisches Vorhofflimmern, periphere arterielle Verschlusskrankheit, arterielle Hypertonie und Hyperlipidämie. GFR_{MDRD} 73ml/min. Letalitätsrisiko (logistischer EuroSCORE): 44%.

Operation: OPCAB mit LIMA auf LAD und ACVB auf R. intermedius. Intraoperative Anlage einer IABP, die Patientin kommt mit ausreichenden hämodynamischen Verhältnissen postoperativ auf die Intensivstation.

Hier entwickelt sich ein hochkatecholaminpflichtiges Low-output-Syndrom bei deutlich eingeschränkter linksventrikulärer Pumpfunktion, Tachyarrhythmie bei Vorhofflimmern, anurisches Nierenversagen (es erfolgt Hämofiltration), Hämatothorax (laterale Thorakotomie zur Blutstillung am 6. postoperativen Tag) sowie Lebersversagen. Bei zudem nicht auszuschließendem septischen Geschehen erfolgt kalkulierte antibiotische Behandlung.

Im Verlauf werden zunehmend Katecholamine benötigt, zudem Applikation von Argipressin und Milrinon. Der Lactatspiegel steigt trotz Bicarbonat-Hämodiafiltration auf maximal 24 mmol/l an, die kontinuierliche Entwicklung einer Lactatacidose kann nur durch die hochdosierte Gabe von Trometamol verhindert werden. Es zeichnet sich ein Lebersversagen ab, in dem normoglykämie Blutzuckerwerte nur unter Glucosezufuhr aufrechterhalten werden

können. Die Gerinnungsparameter fallen spontan deutlich ab. Eine Normothermie kann trotz Wärmemaßnahmen nicht mehr erreicht werden. Exitus letalis am 11. postoperativen Tag.

2.: 83-jähriger Patient mit ca. zwei Wochen vor stationärer Aufnahme beginnenden Stenokardien, Myokardinfarkt zwei Tage präoperativ (CKmax 772 U/l, CK-MB 38 U/l, Troponin I 0,14 ng/ml, im EKG R-Verlust in V1-V4). Koronarangiographisch zeigt sich eine koronare Dreifäßerkrankung mit grenzwertig normaler linksventrikulärer Funktion mit signifikanten Stenosen an LAD, R. diagonalis₁, RCA und R. marginalis₂. Z.n. NSTEMI 11/2004 mit PTCA und jeweils zweifach Stentimplantation der LAD und des R. diagonalis₁. Unter laufender intravenöser Applikation von Heparin und Tirofiban ist die CK sinkend und der Patient kreislaufstabil. Die Zuverlegung erfolgt bei dringlicher OP-Indikation.

Nebendiagnosen: Geringe Aortenklappeninsuffizienz, geringe Trikuspidalklappeninsuffizienz, paroxysmales Vorhofflimmern, arterielle Hypertonie, Hyperlipoproteinämie, infrarenales Bauchaortenaneurysma (4,6cm x 4,2cm), Gonarthrose, unklare Übelkeit mit Erbrechen mit 15 kg Gewichtsverlust seit Monaten (gastroskopisch Magenpolyp, Koloskopie geplant). GFR_{MDRD} 68ml/min. Letalitätsrisiko (logistischer EuroSCORE): 7%.

Operation: OPCAB mit LIMA auf LAD und ACVB auf R. diagonalis₁.

Postoperativ steht bei ausreichendem Perfusionsdruck unter der kontinuierlichen Gabe von Noradrenalin, adäquater Volumentherapie und normalem Elektrolythaushalt rezidivierendes Kammerflimmern im Vordergrund, das mehrfach elektrisch in den Sinusrhythmus kardiovertiert werden kann. Bei postoperativen EKG-Veränderungen in den posterioren Ableitungen wird eine Koronarangiographie veranlasst, in der sich die Bypässe offen darstellen, eine PTCA der bisher noch nicht revaskularisierten RCA wird durchgeführt. Im Anschluss kann bei stabilen Kreislaufverhältnissen die Katecholamintherapie schrittweise reduziert und am zweiten postoperativen Tag zunächst beendet werden. Die Extubation erfolgt 33 Stunden postoperativ.

Der weitere Verlauf gestaltet sich diffizil. Es entwickelt sich unter breiter und testgerechter antibiotischer Behandlung eine septische Pneumonie mit zunehmender respiratorischer Insuffizienz, sodass die erneute Intubation und im Verlauf Tracheotomie zur Langzeitbeatmung notwendig werden. Desweiteren rezidivierende Katheterinfektionen, kultureller Nachweis von Citrobakter, Staphylokokken, Enterokokken (Blutkultur) bzw. Klebsiellen, Citrobakter, Candida, Pseudomonas und Stenotrophomonas (Sputum). Die Katecholamingabe muss zur Kreislaufunterstützung wieder aufgenommen und im Verlauf zunehmend intensiviert werden. Tachyarrhythmische Episoden werden medikamentös und elektrisch kardiovertiert. Der Patient entwickelt transfusionspflichtige gastrointestinale Blutungen, deren Quelle endoskopisch nicht gefunden werden kann. Die Eigendiurese kann zunächst medikamentös ausreichend stimuliert werden, letztlich wird jedoch bei

zunehmender Niereninsuffizienz die kontinuierliche Hämofiltration erforderlich. Neurologisch kommt es bei dem zwischenzeitlich wachen und orientierten Patienten rezidivierend zu Verwirrheitszuständen. Unter der zunehmenden Katecholamin- und Beatmungspflichtigkeit wird schließlich eine Analgosedierung durchgeführt. Der Patient verstirbt letztlich an septischem Multiorganversagen. Exitus letalis am 28. postoperativen Tag.

3.: 80-jähriger Patient mit akutem Vorderwandinfarkt (CK 267 U/l, CK-MB 38 U/l, Troponin 0,5 ng/ml). Angiographisch zeigt sich eine koronare Eingefäßerkrankung (filiforme Bifurkationsstenose der LAD / R. diagonalis) bei eingeschränkter linksventrikulärer Funktion (LV-EF 49%) und Akinesie der Vorderwand. Der Patient wird kreislaufstabil bei notfallmäßiger Indikation zur operativen Revaskularisierung zuverlegt (Operation am Infarkttag).

Nebendiagnosen: Z.n. Nephrektomie rechts bei Carcinom 1998 mit ossärer Metastasierung der Lendenwirbelsäule, Z.n. Radiatio und Spondylodese der Lendenwirbelsäule, arterielle Hypertonie, Hyperlipoproteinämie, Mitralinsuffizienz Grad 2 bis 3, Trikuspidalinsuffizienz Grad 2, Prostatahyperplasie, bronchopulmonaler Infekt. GFR_{MDRD} 41 ml/min. Letalitätsrisiko (logistischer EuroSCORE): 11%.

Operation: OPCAB mit LIMA auf LAD sowie ACVB auf R. diagonalis. Intraoperativ Anlage einer IABP.

Postoperativ entwickelt sich ein hämofiltrationspflichtiges Nierenversagen sowie eine therapieresistente Pneumonie mit der Notwendigkeit der Langzeitbeatmung. Des weiteren Pneumothorax, der nach Drainierung regredient ist. Die Katecholaminsubstitution kann am siebten postoperativen Tag beendet werden. Angesichts persistierender Beatmungsnotwendigkeit wird bei metastasiertem, austerapiertem malignen Nierenleiden in Absprache mit den Angehörigen die Hämofiltration eingestellt. Exitus letalis am 13. postoperativen Tag.

4.: 79-jähriger Patient mit seit wenigen Wochen stabiler Angina pectoris. Einen Monat präoperativ war im Rahmen der operativen Anlage einer biliacalen Y- Prothese bei Bauchortenaneurysma eine geringe passagere myokardiale Ischämie aufgetreten. In der daher elektiv im Intervall durchgeführten Koronarangiographie trat eine koronare Dreigefäßerkrankung (LAD medial 90%, R. diagonalis₁ 90%, R. diagonalis₂ 75%, RCx 75%, R. marginalis 90%, RCA 50%) bei normaler linksventrikuläre Funktion (LV-EF >70%) zu Tage. OP-Indikation elektiv.

Nebendiagnosen: Aortenklappenstenose Grad 2 bis 3, arterielle Hypertonie, Hyperlipoproteinämie, chronisch-obstruktive Lungenerkrankung, Stenose der Arteria carotis interna rechts (40%), Z.n. inflammatorischem Bauchortenaneurysma (mit biliacaler Y-

Prothese versorgt), Z.n. Harnwegsinfekt aktuell. GFR_{MDRD} unbekannt. Letalitätsrisiko (logistischer EuroSCORE): 16%.

Operation: OPCAB mit LIMA auf LAD und ACVB auf RCx

Der Aufenthalt auf der anästhesiologischen Intensivstation gestaltet sich komplikationslos (Katecholaminbedarf bis zum ersten postoperativen Tag, stabiler Sinusrhythmus, CK_{max} 300U/l, Extubation 12 Stunden postoperativ, geringer Spitzenpneu, suffiziente Eigendiurese). Verlegung auf Normalstation am zweiten postoperativen Tag.

Hier wird der Patient am Morgen des dritten postoperativen Tages bei zuvor subjektiv und objektiv gutem postoperativen Zustand reanimationspflichtig. Die mechanischen und medikamentösen Reanimationsmaßnahmen bleiben frustan. Im Obduktionsbefund zeigt sich bei stattgehabten rezidierten Myokardinfarkten der linksventrikulären Vorder- und Hinterwand eine frische transmurale Ventrikelruptur der linksventrikulären Vorderwand als Todesursache (Bypasses nicht okkludiert). Exitus letalis am 3. postoperativen Tag.

5.: 77-jähriger Patient mit seit Monaten zunehmender Angina Pectoris (CCS 3). Es zeigt sich koronarangiographisch eine koronare Zweigefäßerkrankung (LAD proximal und medial jeweils 80%, RCA 100%) mit normaler linksventrikuläre Funktion, die Zuverlegung erfolgt kreislaufstabil aus einer externen internistischen Klinik mit dringlicher OP-Indikation.

Nebendiagnosen: Aortenklappeninsuffizienz Grad 1, Mitralklappeninsuffizienz Grad 1, arterielle Hypertonie, Hyperlipoproteinämie, Nikotinabusus, kompletter Rechtsschenkelblock, Stenose der Arteria carotis externa rechts (70%), Virushepatitis B (infektiös bei positivem HBs-Antigen, sonographisch kein Hinweis auf manifeste Leberzirrhose), Struma multinodosa mit hyperthyreoter Stoffwechsellage (TSH basal 0,28 mU/l), Z.n. Ulcus ventriculi 1993, aktuell geringe Antrumgastritis und erosive Bulbitis und Duodenitis (gastrointestinales Blutungsrisiko als „nicht erhöht“ eingeschätzt), Cholecystolithiasis, diskrete Splenomegalie, mäßiggradige Sklerose der Aorta abdominalis. GFR_{MDRD} 87ml/min. Letalitätsrisiko (logistischer EuroSCORE): 3%.

Operation: OPCAB mit LIMA auf LAD und ACVB auf RCA.

Am ersten postoperativen Tag tritt Kammerflimmern ein, woraufhin sofortige mechanische und medikamentöse Reanimation erfolgt. Nach dreimaliger Defibrillation etabliert sich unter Noradrenalin ein ausreichender Perfusionsdruck bei tachykardem Vorhofflimmern. Die daraufhin sofort durchgeführte koronarangiographische Untersuchung zeigt ausgeprägte Spasmen der LAD und des LIMA-Bypass. Die Spastik lässt sich mittels intrakoronarer Nitrat-Bolusinjektionen jeweils nur kurzfristig antagonisieren. Vor der geplanten Anlage einer intraaortalen Ballongegenpulsationspumpe setzt erneut Kammerflimmern ein. Trotz mechanischer und medikamentöser Reanimation und mehrfacher Defibrillation können zu

keinem Zeitpunkt stabile Rhythmus- und Kreislaufverhältnisse hergestellt werden. Exitus letalis am 1. postoperativen Tag.

6.: 76-jähriger Patient mit instabiler Angina Pectoris und Dyspnoe NYHA 3 bis 4. In der Herzkatheteruntersuchung zeigt sich eine koronare Dreigefäßerkrankung (LAD filiforme, langstreckige Stenosierung des LAD-Stents, 40% Instentstenosen, RCX 50%, Sulcusast 80%, RCA diffus sklerosiert, Z.n. mehrfacher PTCA und Stent der LAD, zuletzt zwei Monate zuvor) mit normaler linksventrikulärer Funktion (LV-EF >60%). Angesichts persistierender thorakaler Beschwerden wird der Patient unter laufender Heparininfusion aus einer externen internistischen Klinik mit notfallmäßiger OP-Indikation zuverlegt.

Nebendiagnosen: Diabetes mellitus Typ 2 b (nicht insulinpflichtig), arterielle Hypertonie, Hyperlipoproteinämie, Hochgradige Stenose der Arteria carotis interna links mit Z.n. PTA zwei Monate präoperativ, rezidivierende Synkopen, vertebrobasiläre Insuffizienz, ausgeprägte vaskuläre Defekte, Demenz bei massiven Frontalhirndefekten bei Z.n. Schädelhirntrauma Grad 3 1986, latente Hyperthyreose bei Struma multinodosa. GFR_{MDRD} 87 ml/min. Letalitätsrisiko (logistischer EuroSCORE): 20%.

Operation: OPCAB mit LIMA auf LAD.

Der postoperative Intensivaufenthalt verläuft zunächst unkompliziert. (Katecholaminzufuhr und externe Schrittmacherstimulation können am zweiten postoperativen Tag beendet werden, die Extubation erfolgt elf Stunden postoperativ. Verlegung auf Normalstation am dritten postoperativen Tag.)

Am vierten postoperativen Tag setzt eine ventrikuläre Tachykardie (150/Minute) mit rascher Regredienz in Kammerflimmern ein (normale Elektrolyte, kein Perikarderguss). Es erfolgen kardiopulmonale Reanimation, Defibrillation und Intubation. Im weiteren Verlauf können trotz medikamentöser antiarrhythmischer Therapie und Anlage eines externen Schrittmachers bei Wechsel zwischen Kammerflimmern und Asystolie sowie elektromechanischer Entkoppelung keine suffizienten Herz-Kreislauf Verhältnisse mehr hergestellt werden. Die kardiopulmonalen Reanimationsmaßnahmen werden nach eineinhalb Stunden frustran eingestellt. Exitus letalis am 4. postoperativen Tag.

7.: 72-jähriger Patient mit progredienten pektanginösen Beschwerden (formal CCS 3) und pathologischer Ergometrie, bei dem koronarangiographisch eine koronare Dreigefäßerkrankung (80% Hauptstammstenose, hochgradige RCx-Stenose und proximaler RCA-Verschluss) mit normaler linksventrikulärer Funktion (LV-EF 63%) besteht. Die Zuverlegung aus einer externen internistischen Klinik erfolgt bei dringlicher OP-Indikation.

Nebendiagnosen: Stenose der A. carotis externa links 80%, rechts 50%, Prostatahyperplasie, kompensierte Niereninsuffizienz. GFR_{MDRD} 53ml/min. Letalitätsrisiko (logistischer EuroSCORE): 4%.

Operation: OPCAB mit LIMA auf LAD, ACVB auf RCx, ACVB auf RCA.

Die postoperative Intensivbehandlung verläuft unkompliziert. (Die Katecholaminsubstitution wird am ersten, die externe Schrittmacherstimulation am zweiten postoperativen Tag beendet, Extubation 13 Stunden postoperativ). Verlegung auf Normalstation am zweiten postoperativen Tag. Hier besteht normfrequenter Sinusrhythmus, ein Perikarderguß wird echokardiographisch ausgeschlossen, die Serumelektrolyte sind normwertig. Am vierten postoperativen Tag wird der Patient bewusstlos und pulslos bei weiterhin vorhandenen EKG-Aktionen vorgefunden. Es erfolgt sofortige kardiopulmonale Reanimation sowie Intubation. Hiermit kann jedoch auch unter hochdosierter Adrenalin- und Noradrenalingabe und Volumengabe bei weiterhin vorhandenen spontanen EKG-Aktionen und epikardialer Schrittmacherstimulation kein Kreislauf etabliert werden. Exitus letalis am 4. postoperativen Tag.

8.: 60-jähriger Patient mit akutem Koronarsyndrom und beginnendem kardiogenen Schock (CK 2726 U/l, CK-MB 133 µg/l) bei als „mäßig reduziert“ beschriebener linksventrikulärer Pumpfunktion. Im Herzkatheterlabor wird der Patient infolge Lungenödems intubations- und beatmungspflichtig. Bei Einleitung der Sedierung tritt eine rasch progrediente Kreislaufdepression ein, es erfolgt kardiopulmonale Reanimation über ca. 10min. Bei zunehmendem Katecholaminbedarf kann unter hierbei stabilen Kreislaufverhältnissen die Herzkatheteruntersuchung über die rechte A. brachialis durchgeführt werden. Hierbei stellt sich eine koronare Zweigefäßerkrankung mit filiformer Stenose des linken Hauptstammes dar (selektive Koronarangiographie, auf Durchführung einer Laevokardiographie wird verzichtet). Noch im Rahmen der Katheteruntersuchung wird der Patient erneut kreislaufinstabil, unter erneuter kardiopulmonaler Reanimation, die über ca. 60 min erfolgt, wird der Patient zur notfallmäßigen operativen Versorgung in die Herzchirurgische Klinik verlegt.

Nebendiagnosen: generalisierte arterielle Verschlusskrankheit (Verschluss der A. carotis communis rechts, Stenose der Karotidgabel links (70-80 %), hochgradige Abgangsstenose der A. vertebralis rechts, Stenose der A. subclavia links distal des Abganges der A. vertebralis, Verschluss der A. femoralis communis links, V.a. Stenose der A. femoralis communis rechts, Nierenarterienstenose links, V.a. Stenose der A. coeliaca und A. mesenterica superior, ektatische Erweiterung der Aorta abdominalis (3 x 2,7 cm), arterielle Hypertonie mit rezidivierenden hypertensiven Entgleisungen, hypertensive Nephropathie mit chronischer Niereninsuffizienz Grad 4, GFR_{MDRD} 17ml/min, Z.n. passagerer

Dialysepflichtigkeit nach DSA, chronisch obstruktive Lungenerkrankung mit Lungenemphysem, Z.n. Ileozökalresektion nach Dünndarmileus bei perityphlitischem Abszeß, Hyperlipoproteinämie, Nikotinabusus. Letalitätsrisiko (logistischer EuroSCORE): 57%.

Operation: OPCAB mit ACVB auf LAD und ACVB auf R. marginalis₁ (zentral in ACVB auf LAD inseriert).

Postoperativ besteht ein hoch katecholaminpflichtiges Low-Output-Syndrom mit ausgeprägter Vasoplegie und konsekutivem Multiorganversagen. In der unmittelbar postoperativ durchgeführten transösophagealen Echokardiographie zeigt sich eine global höchstgradig eingeschränkte linksventrikuläre Pumpfunktion, bei noch ausreichender rechtsventrikulärer Pumpfunktion. Die CK-MB-Aktivität steigt in den ersten postoperativen Stunden auf 496 U/l (Gesamt-CK-Aktivität 3349 U/l).

Unter der laufenden invasiven Beatmung verschlechtert sich der pulmonale Gasaustausch rapide. Bei einem Laktatspiegel von 15 mmol/l wird unmittelbar nach Übernahme aus dem Operationssaal mit der kontinuierlichen veno-venösen Hämodiafiltration begonnen.

Die bereits im Aufnahmelabor erhöhten Transaminasenwerte steigen in den ersten zehn Stunden postoperativ auf GOT 2215 U/l und GPT 1766 U/l an. Der Blutzuckerspiegel fällt trotz Hydrokortisongabe und hochdosiert Glukose 20% per infusionem wiederholt auf Werte unter 50 mg/dl als Zeichen eines beginnenden Leberversagens ab. Eine Infektionsprophylaxe mit Cefuroxim wird bei nur provisorisch verschlossenem Thorax fortgeführt. Im weiteren Verlauf kann trotz aller Massnahmen kein ausreichender Perfusionsdruck mehr aufrechterhalten werden. Exitus letalis am 1. postoperativen Tag.

5.2.2.2 Postoperative Dauer der stationären Behandlung

(Siehe Tabelle 5.15)

Der mittlere postoperative stationäre Aufenthalt in den behandelnden Akutkliniken, d.h. vor Beginn einer Anschlussheilbehandlung, betrug 13,5 Tage. Die mittlere Dauer der Behandlung auf einer Intensivstation betrug 3,7 Tage (einschränkend muss erwähnt werden, dass hier die Datenerfassung nur in vollen Tagen erfolgen konnte, da eine Angabe über die Dauer der Intensivbehandlung in Stunden nicht existierte). Die mittlere Behandlungsdauer auf Normalstationen betrug 10,1 Tage (bei den genannten Zeiträumen liegt jeweils keine Normalverteilung vor, jeweils $p=0,000$ nach Kolmogorov-Smirnov). Zur besseren Vergleichbarkeit mit anderen Publikationen wurde die stationäre Behandlungsnotwendigkeit an der Schnittstelle 14 Tage aufgesplittet. 25% der Patienten ($n=61$) mussten mehr als 14 Tage behandelt werden (Tabelle 5.14).

Tabelle 5.15: Anzahl der Tage des postoperativen Aufenthaltes in Akutklinik, ICU und Normalstation

		Akutklinik gesamt	ICU	Normalstation
N	Gültig	234	235	228
	Fehlend	10	9	16
Mittelwert (d)		13,53	3,69	10,09
Median (d)		12,00	2,00	9,00
Standardabweichung (d)		6,178	3,949	4,735
Minimum (d)		1	1	0
Maximum (d)		48	37	10,09

5.2.2.3 Postoperative Katecholaminpflichtigkeit

Die Angabe der Katecholaminpflichtigkeit war (analog der Angabe des ICU-Aufenthaltes) nur tageweise nachvollziehbar. 24,6 % der Patienten (n=60) waren keinen ganzen Tag auf die Gabe von Katecholaminen angewiesen, 36,9% (n=90) einen Tag lang, 22,1 % (n=54) zwei Tage lang, u.s.w. (Tabelle 5.16).

Tabelle 5.16: Anzahl Tage der Katecholamingaben

Anzahl ganze Tage		Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Gültig	0	60	24,6	27,0
	1	90	36,9	67,6
	2	54	22,1	91,9
	3	7	2,9	95,0
	4	4	1,6	96,8
	5	2	,8	97,7
	6	1	,4	98,2
	8	3	1,2	99,5
	17	1	,4	100,0
	Gesamt		222	91,0
Fehlend	System	22	9,0	
Gesamt		244	100,0	

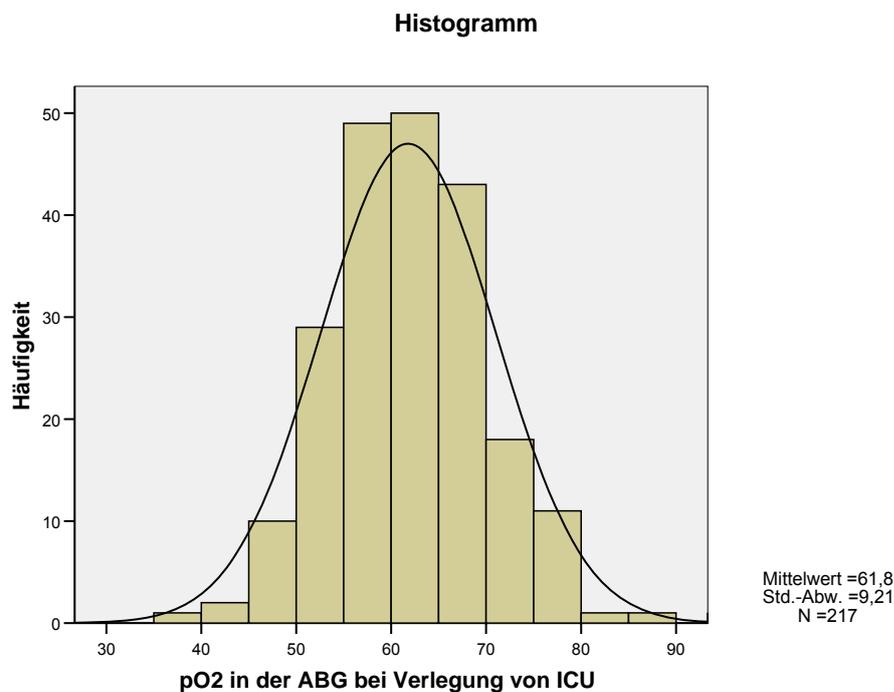
5.2.2.4 Respiratorisches System postoperativ

Die mittlere Dauer der Intubationsbeatmung betrug 16,4 Stunden (nicht normalverteilt, $p=0,000$ nach Kolmogorov-Smirnov) (Tabelle 5.17). In 3,7% der Fälle (n=9) war eine invasive Beatmung über 48 Stunden notwendig (Tabelle 5.14). CPAP- oder PEEP-Beatmung auch nach Extubation wurde bei 31,6% (n=77) der Patienten angewandt (Tabelle 5.14). Bei Verlegung auf Normalstation wurden bei 217 Patienten die aktuellen arteriellen Blutgaswerte

bei Raumluft angegeben. Hier betrug der mittlere Sauerstoffpartialdruck (pO₂) 61,8 mmHg (nicht normalverteilt, p=0,000 nach Kolmogorov-Smirnov) (Tabelle 5.17, Graphik 5.6). Eine Reintubation war in 1,6% der Fälle (n=4) notwendig (Tabelle 5.14).

Tabelle 5.17: Dauer der Intubationsbeatmung, pO₂ in der arteriellen Blutgasanalyse bei Verlegung von anästhesiologischer Intensivstation

		Beatmung (h)	pO ₂ (mmHg)
N	Gültig	241	217
	Fehlend	3	0
Mittelwert		16,376	61,80
Median		10,000	62,00
Standardabweichung		35,3231	9,210
Minimum		2,5	38
Maximum		368,0	87



Graphik 5.6: pO₂ (mmHg) bei Verlegung von anästhesiologischer Intensivstation (Anm.: die Gaußsche Glockenkurve wurde als Hilfslinie unterlegt)

5.2.2.5 Postoperativer Blutverlust

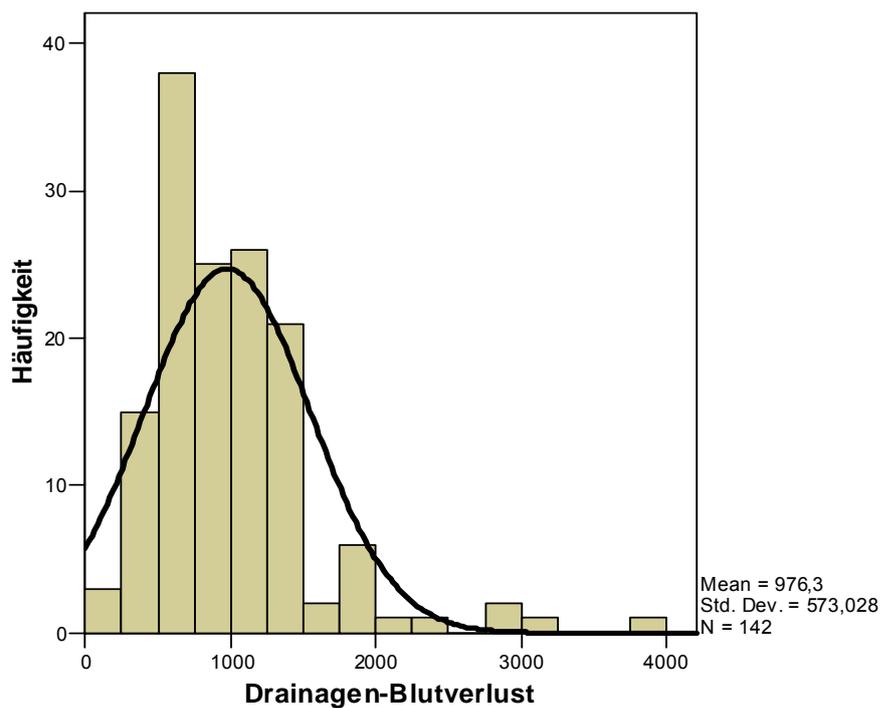
Bei 142 Patienten war der in den Drainagen aufgefangene Blutverlust nachvollziehbar. Der mittlere Blutverlust betrug 976 ml (nicht normalverteilt, p=0,047 nach Kolmogorov-Smirnov; Tabelle 5.18). Die Anzahl der (im gesamten Klinikaufenthalt) benötigten Erythrozytenkonzentrate können Tabelle 5.19, die der benötigten FFPs Tabelle 5.20

entnommen werden. Bei der kategorialen Einteilung wurde für Patienten, in deren Arztbericht keine exakte Mengenangabe sondern lediglich die Tatsache der Transfusion ersichtlich war, „mind. 1“ kodiert, im Falle zusätzlicher Transfusionen „mind. 2“.

Tabelle 5.18: postoperativer Drainagen-Blutverlust

N	Gültig	142
	Fehlend	102
Mittelwert		976,30
Median		892,50
Standardabweichung		573,028
Minimum		125
Maximum		3800

Histogramm



Graphik 5.7: Drainagen Blutverlust (Anm.: die Gaußsche Glockenkurve wurde als Hilfslinie unterlegt) postoperativ

Tabelle 5.19: Anzahl der transfundierten Erythrozytenkonzentrate (gruppiert)

	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Gültig 0	115	47,1	47,1
1	22	9,0	56,1
mind. 1	56	23,0	79,1
2	20	8,2	87,3
mind. 2	3	1,2	88,5
3	8	3,3	91,8
4	4	1,6	93,4
5	4	1,6	95,1
mehr als 5	4	1,6	96,7
unbekannt	8	3,3	100,0
Gesamt	244	100,0	

Tabelle 5.20: Anzahl der transfundierten FFP (gruppiert)

	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Gültig 0	162	66,4	66,4
1	1	,4	66,8
mind. 1	35	14,3	81,1
2	2	,8	82,0
3	16	6,6	88,5
4	3	1,2	89,8
5	1	,4	90,2
6	10	4,1	94,3
mehr als 6	5	2,0	96,3
unbekannt	9	3,7	100,0
Gesamt	244	100,0	

5.2.2.6 Postoperative Nierenfunktion

Ein Hämofiltrations- oder Hämodialyseverfahren wurde bei 8,6% der Patienten (n=21) postoperativ durchgeführt (Tabelle 5.14). Betrachtet man jedoch nur die (240) Patienten, die prä-operativ nicht hämodialysepflichtig waren, so beträgt der Anteil der neu aufgetretenen (passageren) Hämofiltrations- oder -dialysepflichtigkeit 7,1%. (n=17). Von diesen 17 Patienten verstarben drei im postoperativen Klinikaufenthalt, bei 13 der verbliebenen 14 Patienten konnte im 6- und 12-Monats-follow-up bzw. durch telefonische Befragung eine

fortbestehende Dialysepflichtigkeit ausgeschlossen werden. (Ein Patient konnte nicht erreicht werden.)

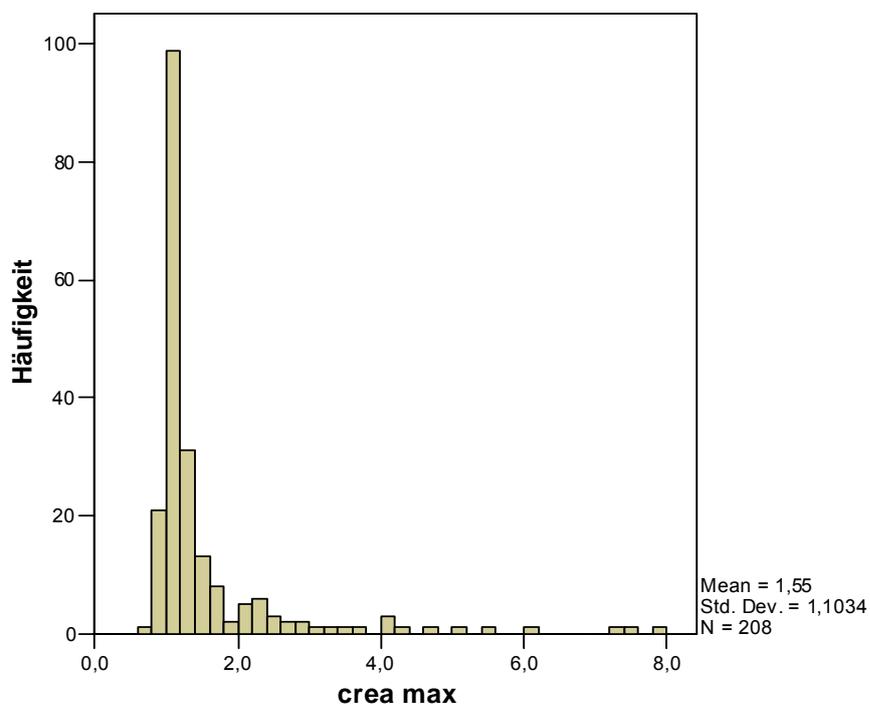
Der maximale Serumkreatininwert lag postoperativ durchschnittlich bei 1,6 mg/dl (keine Normalverteilung, $p=0,000$ nach Kolmogorov-Smirnov; siehe Tabelle 5.21 und Graphik 5.8).

In einigen STS-Publikationen wird postoperatives Nierenversagen definiert als 1.: *Anstieg des Serumkreatinin auf über 2,0 mg/dl* oder 2.: *50% oder größerer Anstieg des Serumkreatinin über den präoperativen Ausgangswert* oder 3.: *neue Notwendigkeit der Hämodialyse* (vgl. Cleveland, 2001). Diesen Definitionen folgend finden sich 16 % ($n=39$) Patienten im Augustinum-Kollektiv, die ein „postoperatives Nierenversagen“ aufweisen.

Tabelle 5.21: max. Serumkreatinin postoperativ in mg/dl

N	Gültig	236
	Fehlend	8
Mittelwert		1,591
Median		1,200
Standardabweichung		1,0491
Minimum		,7
Maximum		7,9

Histogramm



Graphik 5.8: max. Serumkreatinin postoperativ

5.2.2.7 IABP postoperativ

Postoperativ waren 5,7% (n=14) aller Fälle von einer maschinellen Kreislaufunterstützung mittels der intraaortalen Ballongegenpulsationspumpe (IABP) abhängig (Tabelle 5.14). Die Anlage einer IABP erst nach erfolgter operativer Revaskularisierung war bei 2,5% (n=6) der Patienten notwendig (Tabelle 5.14).

5.2.2.8 Postoperatives persistierendes fokalneurologisches Defizit

Ein postoperativ neues, über mehr als 24 Stunden (und nach Recherche der Krankenblätter der betroffenen Patienten auch > 72 Stunden) persistierendes fokalneurologisches Defizit wurde bei 1,7% (n=4) der 241 Patienten angegeben, die präoperativ keine akute Apoplexie vorwiesen (siehe Tabelle 5.14). Keiner dieser Patienten verstarb während der kurzfristigen Nachbeobachtung.

5.2.2.9 Herz/Koronarien (postoperativer Myokardinfarkt/Reangiographie)

Die Notwendigkeit einer Reangiographie aufgrund Klinik, EKG oder Laborveränderungen ergab sich in 3,7% der Fälle (n=9). Bei 2/3 hiervon zeigten sich die neuen Bypassgrafts intakt, bei 1/3 verschlossen oder stenosiert (Tabelle 5.22). Ein postoperativ neu aufgetretener Myokardinfarkt wurde bei 1,3% (n=3) der Patienten diagnostiziert, die präoperativ nicht an einem akuten Myokardinfarkt litten (n=223, siehe Tabelle 5.14).

Die auf der anästhesiologischen Intensivstation festgestellte maximale Aktivität der Creatinkinase (CK) lag im Mittel bei 719 U/l, die des Isoenzym CK-MB bei 39 U/l (jeweils nicht normalverteilt, jeweils p=0,000 nach Kolmogorov-Smirnov; siehe Tabelle 5.23).

Tabelle 5.22: postoperative Reangiographie

	Häufigkeit	Prozent
Gültig		
nein	234	95,9
ja, Grafts o.k.	6	2,5
ja, Grafts stenosiert oder verschlossen	3	1,2
unbekannt	1	,4
Gesamt	244	100,0

Tabelle 5.23: maximale Aktivität von CK und CK-MB postoperativ in der anästhesiologischen ICU

		CK max ICU (U/l)	CK-MB max ICU (U/l)
N	Gültig	225	240
	Fehlend	19	4
Mittelwert		718,96	39,45
Median		451,00	24,50
Standardabweichung		724,691	50,164
Minimum		20	14
Maximum		4593	496

5.2.2.10 Reoperation

(Siehe Tabelle 5.14)

Die Notwendigkeit eines erneuten operativen Eingriffs nach erfolgter OPCAB-Prozedur innerhalb des postoperativen stationären Aufenthaltes ergab sich insgesamt bei 6,6% der Fälle (n=16). Eine relevante Blutungskomplikation (>1000ml Blutverlust) war in 4,1% der Fälle (n=10), Sternuminstabilität in 2,5% der Fälle (n=6) die Indikation hierfür.

5.2.2.11 Vorhofflimmern postoperativ

34,8% (n=85) aller Patienten hatten postoperativ Vorhofflimmern. Bezogen auf die 223 Patienten, bei denen präoperativ kein bekanntes Vorhofflimmern vorlag, liegt der Anteil der postoperativ hiermit betroffenen Patienten bei 31,8% (n=71, siehe Tabelle 5.14).

5.2.2.12 Perikard- und Pleuraerguss postoperativ

Zur postoperativen Routine gehört die sonographische Evaluation seröser Exsudate von Perikard und Pleura. Weniger als 10 mm Perikarderguss lagen in 96,9 % der Fälle (n=220) vor (Tabelle 5.24, wobei anzumerken ist, das die kategoriale Bezeichnung „wenig“ oder „kleiner“ Perikarderguss mit 3mm quantifiziert wurde).

Eine Intervention aufgrund eines relevanten Perikardergusses musste in einem Fall (0,4%) vollzogen werden, dies geschah operativ (Tabelle 5.14).

Therapeutische Punktionen bei postoperativem Pleuraerguss wurden hingegen in 9% (n=22) der Fälle durchgeführt. Komplikationen hieraus waren nicht beschrieben.

Tabelle 5.24: max. Perikarderguss

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	0 –3mm	196	80,3	86,3	86,3
	4 –10 mm	26	10,7	11,5	97,8
	11-20 mm	5	2,0	2,2	100
	>20mm	0	0	0,0	
	Gesamt	227	93,0	100,0	
Fehlend	System	17	7,0		
Gesamt		244	100,0		

5.2.2.13 Postoperative Infektionen

Bei 2,9% der Patienten (n=7) lag eine Wundinfektion mit der Notwendigkeit systemischer antibiotischer Behandlung vor, in 2,1% der Fälle (n=5) musste aufgrund schwerer Wundheilungsstörungen eine Vakuum-Saugpumpe angelegt werden. Eine tiefere Lokalinfection im Sinne einer tiefen sternalen Infektion oder Mediastinitis wurde bei 1,2% der Patienten (n=3) diagnostiziert (Tabelle 5.14).

Bronchopulmonale Infekte mit klinischen Beschwerden und entsprechenden humoralen oder radiologischen Entzündungszeichen wiesen 13,9% (n=34) der Patienten auf (Tabelle 5.14). Ein Harnwegsinfekt wurde in 7,8% (n=19) der Fälle festgestellt (Tabelle 5.14).

5.2.2.14 Weitere postoperative Komplikationen

Ein Lungenödem bestand in einem Fall (0,4%). Das Auftreten einer tiefen Beinvenenthrombose wurde nicht beobachtet (jeweils Tabelle 5.14).

5.2.2.15 Follow-up

Wie eingangs geschildert wurden alle Patienten im 6- und im 12- Monatsintervall angeschrieben und gebeten, einen standardisierten Fragebogen auszufüllen und zurückzusenden. Da die dem Autor zur Verfügung stehende Auswertung diese Follow-ups lediglich eine Rücklaufquote von ca. 30% aufweist, wurde angesichts des damit verbundenen stark verzerrten Bildes auf eine detaillierte Analyse dieser Daten verzichtet. In der 6-Monats-Erhebung waren alle 64 Patienten als „lebend“ erfasst, nach 12 Monaten waren 63 Patienten „lebend“ und 2 Patienten „verschollen“. Todesfälle wurden nicht erfasst.

5.3 Bewertung postoperativer Resultate mittels observed/expected-Ratios anhand von Risikomodellen (Scores)

Um den postoperativen Verlauf bewerten zu können, muss man ihn in Relation zu den präoperativen Voraussetzungen setzen. Eine Möglichkeit, die Variabilität der präoperativen Voraussetzungen zu berücksichtigen, bietet die Anwendung von Risikomodellen, sogenannten „Scores“. Ein Score liefert unter Berücksichtigung bestimmter unabhängiger Variablen (die bei der Erstellung des Scores mittels einer Regressionsanalyse als relevant eingestuft wurden) eine Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen eines bestimmten Ereignisses. Setzt man die Anzahl (oder Rate) der tatsächlich beobachteten (observed) Ereignisse ins Verhältnis zur Anzahl (oder Rate) der erwarteten (expected), erhält man eine Verhältniszahl, hier die sog. observed/expected- Ratio (O/E- Ratio). Eine O/E- Ratio von kleiner 1 bedeutet demnach, dass weniger Ereignisse eintraten als durch das Modell vorhergesagt wurden. (Beispiel siehe unten, vgl. <http://www.sts.org/database>, „STS Web Risk Calculator Descriptor“).

In den nordamerikanischen CABG-Leitlinien (Eagle, 2004) heißt es, es sei sinnvoll, statistische Risikomodelle zum Erhalt objektiver Schätzungen zur operativen Mortalität bei CABG-Operationen zu benutzen (Klasse 2a Empfehlung mit Evidenzgrad C).

In den letzten Jahrzehnten wurden mindestens 15 verschiedene herzchirurgische Risikoscore-Algorithmen veröffentlicht (vgl. Nilson, 2004 oder Berman, 2006). Diese sind der „Parsonnet score“ (Parsonnet, 1989), der „2000 Bernstein-Parsonnet score“ (Bernstein, 2000), das „American Society of Thoracic Surgeons risk program“ (Clark, 1994), der „Ontario Province risk score“ (Tu, 1995), das „Newark Beth Israel Medical Center model“ (Parsonnet, 1996), das „American College of Cardiology/American Heart Association (ACC/AHA) model“ (Eagle, 2004), der „UK Society of Cardiothoracic Surgeons risk algorithm“ (Bridgewater, 1998), der „EuroSCORE“ (Nashef, 1999), der „Higgins score“ (Higgins, 1997), der „French score“ (Gabrielle, 1997), der „North West Regional Cardiac Surgery Audit Steering Group score“ (Wynne-Jones, 2000), der „Cleveland Clinic score“ (Rady, 1998), das „Pons model“ (Pons, 1999), das „Working Group Panel on the Cooperative CABG Database Project“ (Jones, 1996), die „Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE)“ (Martinez-Alario, 1999), der „Simplified Acute Physiology Score (SAPS)“ (Martinez-Alario, 1999), die „Mortality Probability Models (MPM)“ (Martinez-Alario, 1999), die „Edinburgh Cardiac Surgery Score survival prediction“ (Thompson, 1995) und der „Cardiac Anesthesia Risk Evaluation (CARE) score“ (Dupuis, 2001), und diese lange Liste wächst weiter (Berman, 2006).

All diese Modelle auf das untersuchte Augustinum-Patientenkollektiv anzuwenden scheint nicht sinnvoll. Zum einen würde diese Auswertung damit sehr unübersichtlich, zum anderen

gilt die Anwendbarkeit eines Modells nicht für jede Population (siehe Diskussion). Folgende zwei Modelle werden in der vorliegenden Arbeit angewandt:

1.: EuroSCORE

Das European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (EuroSCORE-) Regressionsmodell (Nashef, 1999 und Roques, 2003), bei dem eine additive und eine logistische Version existieren, liefert eine Schätzung der Mortalität. Zur detaillierten Erklärung des Modells sei auf Kapitel 5.1.2.12 verwiesen. Es wird als das am weitesten evaluierte herzchirurgische Risikomodelle bezeichnet (Gogbashian, 2004). Geissler und Kollegen (2000) verglichen 6 Scores (Parsonnet, Cleveland Clinic, French, Euro, Pons, and Ontario Province Risk scores) an einem deutschen herzchirurgischen Patientenkollektiv der Jahre 1998/1999. Hierbei erbrachte der EuroSCORE den höchsten prädiktiven Wert.

2.: Regressionsmodell der Northern New England Cardiovascular Disease Study Group (NNE)

Ein weiteres Regressionsmodell wurde 2003 von der Northern New England Cardiovascular Disease Study Group etabliert. Es wird in den aktuellen CABG-Leitlinien der American Heart Association vorgeschlagen (Eagle, 2004, S. e348) und daher hier angewendet. Da die Mortalitätsschätzung bereits mittels des EuroSCORE durchgeführt wird, beschränkt sich der Autor allerdings auf die Anwendung des Modells zur Risikoabschätzung postoperativer Apoplexie. Mittels acht präoperativer Faktoren (Alter, Geschlecht, Vorhandensein von Diabetes mellitus, peripher- oder zerebrovaskulärer Erkrankung, Dialyse, Serumkreatinin $\geq 2\text{mg/dl}$, LV-EF $<40\%$ und Dringlichkeit der Operation) wird eine Risikoberechnungen für postoperative Apoplexie durchgeführt. Eine tabellarische Auflistung und genaue Erklärung des NNE- Scores findet sich im Anhang.

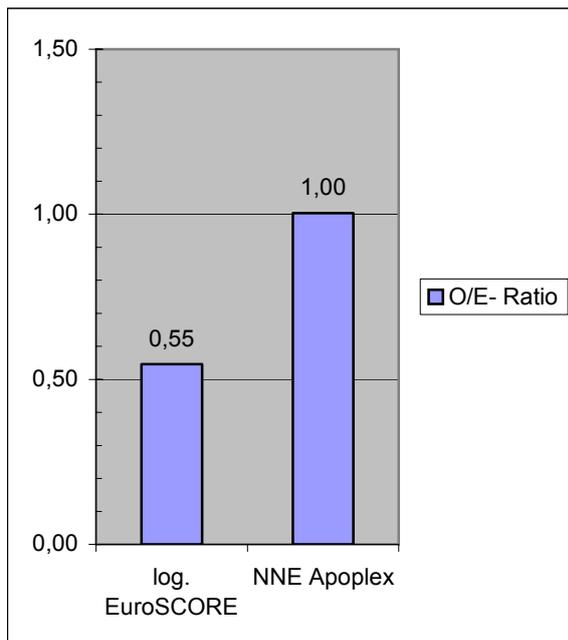
5.3.1 O/E- Ratios des unselektionieren Patientenkollektivs

5.3.1.1 O/E- Ratio der Mortalität mittels EuroSCORE

Es wurde für jeden Patienten mittels des logistischen EuroSCORE-Modells das Mortalitätsrisiko berechnet. Der Mittelwert des Augustinum-Patientenkollektivs beträgt hierbei 6,01. D.h., es wäre zu erwarten gewesen, dass 6,01% der Patienten kurzfristig postoperativ versterben. Bei genannter tatsächlicher Mortalität von 3,27% beträgt die observed/expected (O/E)- Ratio ($3,28\% / 6,01\% =$) **0,55** (siehe Tabelle 5.25 und Graphik 5.9).

Tabelle 5.25: O/E- Ratios im unselektionierten Patientenkollektiv

	erwartet (%)	eingetreten (%)	O/E- Ratio
log. EuroSCORE	6,01	3,27	0,54
NNE Apoplex	1,65	1,66	1,00



Graphik 5.9 O/E- Ratios im unselektionierten Patientenkollektiv

5.3.1.2 O/E- Ratio der Apoplexrate mittels NNE-Score

Analog zur EuroSCORE-Berechnung wurde für jeden Patienten sein Apoplex-NNE-Score berechnet. Die mittlere geschätzte Apoplexrate des Patientenkollektivs beträgt hierbei 1,65% (s. Tabelle 5.26). Bei tatsächlich 1,66% postoperativer Apoplexrate beträgt die O/E- Ratio ($1,66\% / 1,65\% =$) **1,00** (siehe Tabelle 5.25 und Graphik 5.9). In Anbetracht der Morbidität und Komorbidität besteht für das Patientenkollektiv am Augustinum demnach hinsichtlich der Schlaganfallrate Gleichheit mit der Vorhersage.

Tabelle 5.26: NNE-Score Apoplex (%)

N	Gültig	244
	Fehlend	0
Mittelwert		1,654
Median		1,300
Standardabweichung		1,2077
Minimum		,4
Maximum		7,6

5.3.2 O/E- Ratios ausgewählter Risikopatienten

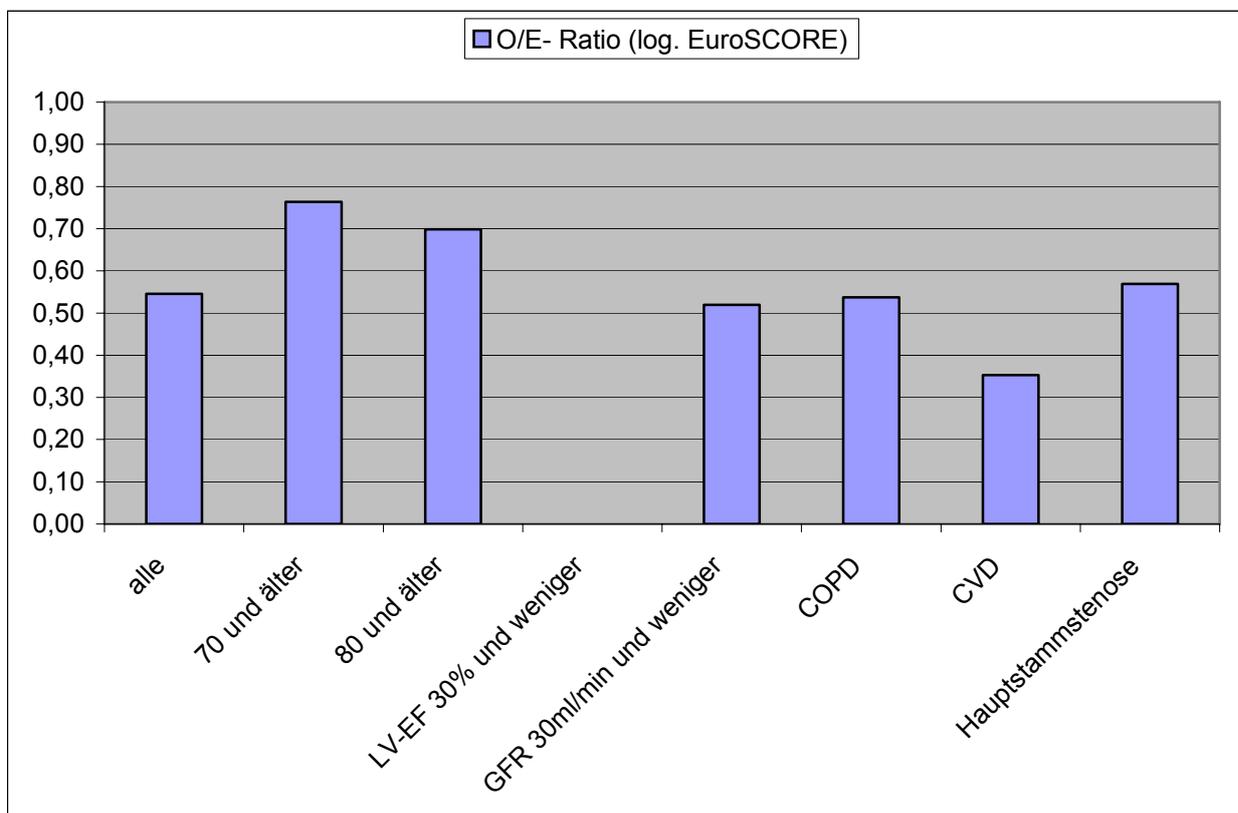
In Folgendem wird untersucht, ob Patienten, die im Allgemeinen angesichts ihres präoperativen Status als gefährdeter gelten, sowie nach EuroSCORE eingeteilte Gruppen hinsichtlich der O/E- Ratios abschneiden. Es wurden hierfür folgende Risikogruppen gebildet: Patienten mit einem Lebensalter von 70 Jahren und älter („70 und älter“, n=107), Patienten mit einem Lebensalter von 80 Jahren und älter („80 und älter“, n=31), Patienten mit einer linksventrikulären Auswurffraktion von 30% und weniger („LV-EF 30% und weniger“, n=13), Patienten mit einer glomerulären Filtrationsrate von 30ml/min und weniger („GFR 30ml/min und weniger“, n=15), Patienten mit einer COPD nach den in Kapitel 5.1.2.5 genannten Kriterien („COPD“, n=32), Patienten mit einer zerebrovaskulären Erkrankung nach den in Kapitel 5.1.2.3 genannten Kriterien („CVD“, n=66) sowie Patienten mit einer Stenose des linkskoronaren Hauptstammes von mind. 50 % („Hauptstammstenose“, n=60). Bei der Interpretation muss hierbei allerdings berücksichtigt werden, dass bei kleinen Kollektiven bereits Einzelfälle von Tod oder Apoplex die Mortalitäts- bzw. Apoplexrate deutlich erhöhen (Beispiel: ein Todesfall bei 30 Patienten ergibt eine Mortalität von 3,3%, zwei Todesfälle hingegen bereits 6,7%).

5.3.2.1 O/E- Ratios der Mortalität mittels EuroSCORE

Alle Subgruppen weisen Mortalitäts- O/E- Ratios kleiner 1 auf, d.h. in allen Subgruppen ist die eingetretene Mortalität geringer als die erwartete. Die Werte rangieren zwischen 0 (bei „LV-EF 30% und weniger“) und 0,76 (bei mind. 70-jährigen Patienten), die einzelnen Werte können Tabelle 5.27 und Graphik 5.10 entnommen werden. Bei der Gruppe der Patienten mit deutlich eingeschränkter linksventrikulärer Pumpfunktion, bei der kein Todesfall eintrat, wurde eine Mortalität von 18,5% (log. EuroSCORE) prognostiziert.

Tabelle 5.27: O/E- Ratios bzgl. Mortalität (EuroSCORE-Prognose) der Risikosubgruppen

	n	mittlerer log. EuroSCORE	Tod (n)	Mortalität (%)	O/E- Ratio (log. EuroSCORE)
alle	244	6,0	8	3,3	0,55
70 und älter	107	8,6	7	6,5	0,76
80 und älter	31	13,9	3	9,7	0,70
LV-EF 30% und weniger	13	18,5	0	0,0	0,00
GFR 30ml/min und weniger	15	12,8	1	6,7	0,52
COPD	32	11,6	2	6,3	0,54
CVD	66	8,6	2	3,0	0,35
Hauptstammstenose	60	8,8	3	5,0	0,57

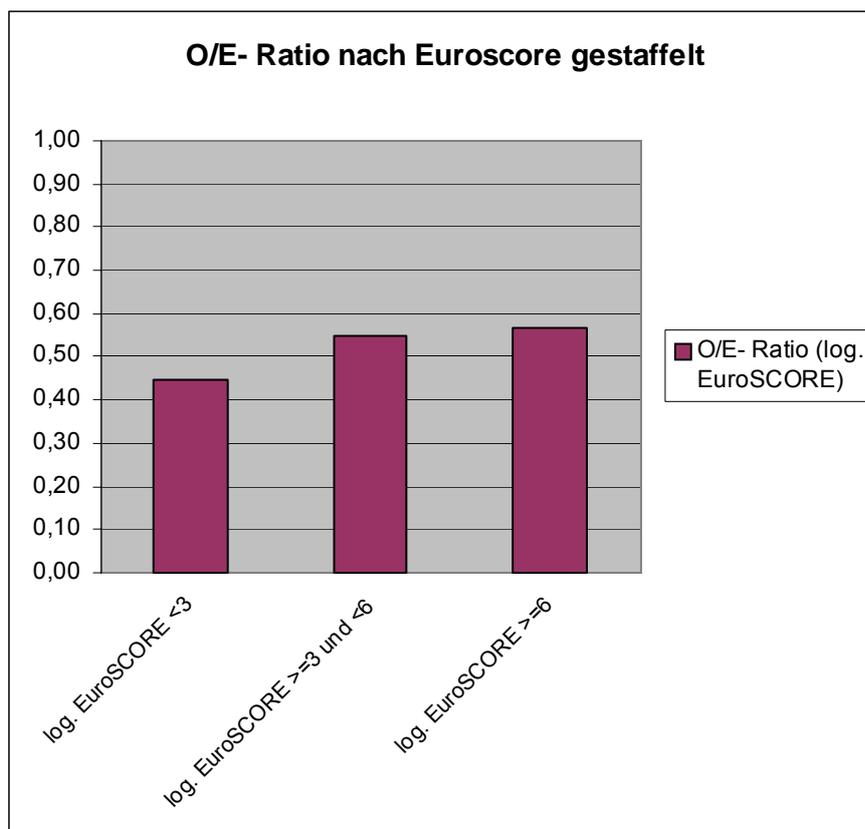


Graphik 5.10: O/E- Ratios bzgl. Mortalität (EuroSCORE-Prognose) der Risikogruppen

Teilt man die Patienten in Gruppen nach EuroSCORE gestaffelt ein (kleiner 3, 3 bis kleiner 6 und größergleich 6), ergeben sich die in Tabelle 5.28 und Graphik 5.11 dargestellten O/E-Ratios. Die am meisten gefährdeten Patienten mit einem EuroSCORE-Wert von ≥ 6 weisen hier eine O/E- Ratio von 0,57 auf.

Tabelle 5.28: O/E- Ratios Mortalität (EuroSCORE) nach EuroSCORE gestaffelt

	n	mittlerer log. EuroSCORE	Tod (n)	Mortalität (%)	O/E- Ratio (log. EuroSCORE)
log. EuroSCORE <3	124	1,8	1	0,81	0,45
log. EuroSCORE ≥ 3 und <6	47	3,9	1	2,13	0,55
log. EuroSCORE ≥ 6	73	14,5	6	8,22	0,57



Graphik 5.11: O/E- Ratios Mortalität (EuroSCORE) nach EuroSCORE gestaffelt

5.3.2.2 O/E- Ratios der Apoplexrate mittels NNE-Score

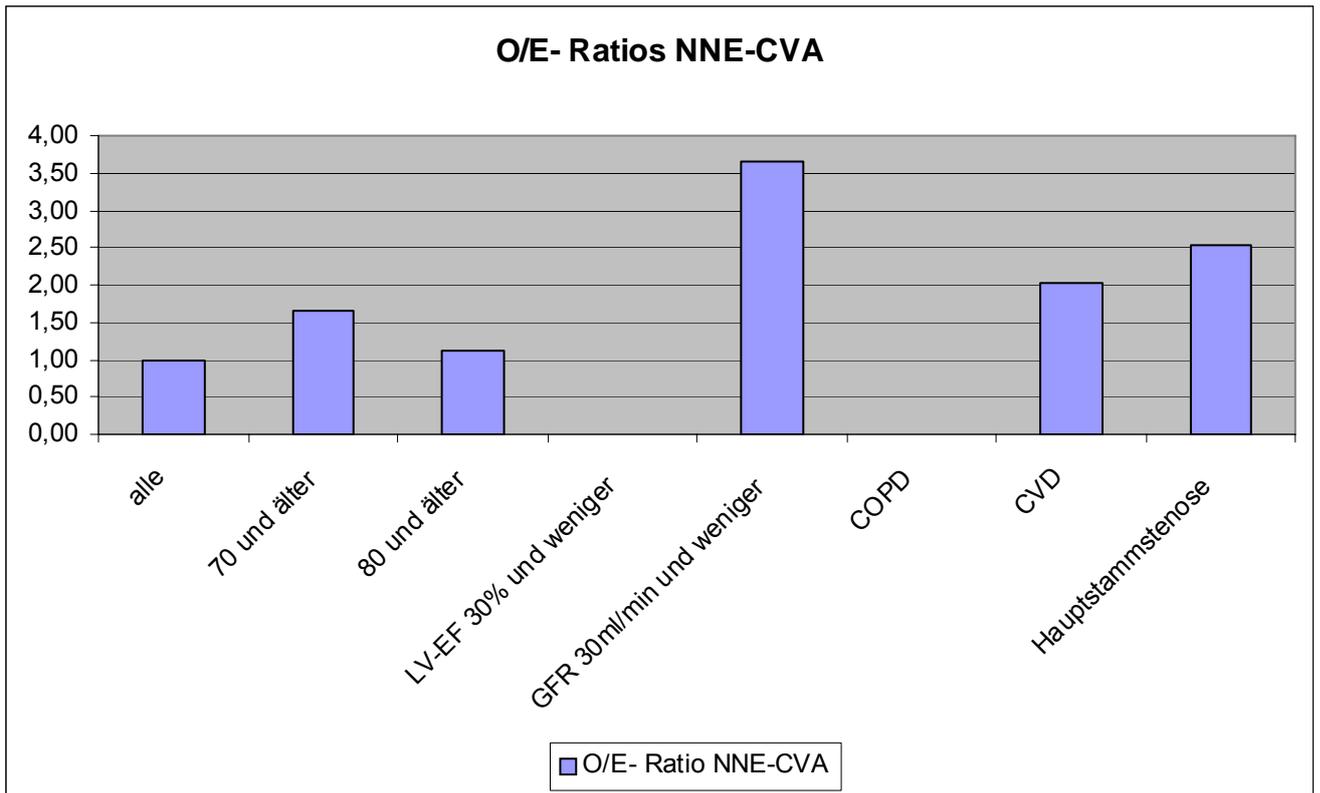
Hinsichtlich der O/E- Ratio Apoplexrate schneiden Patienten mit deutlich eingeschränkter linksventrikulärer Pumpfunktion oder mit COPD mit jeweils 0 Fällen gut ab. Eine hohe O/E- Ratio (3,6) besteht angesichts der 2 eingetretenen Fälle (13,3%) bei den 15 Patienten mit eingeschränkter Nierenfunktion ($GFR \leq 30 \text{ ml/min}$), aber auch bei Patienten mit Hauptstammstenose und CVD traten mind. doppelt so viele Ereignisse ein, wie erwartet (O/E- Ratio 2,5 bzw. 2,0). Nach EuroSCORE gestaffelt verlief die Behandlung hinsichtlich der Apoplexrate bei Patienten mit einem EuroSCORE < 3 besser (O/E=0), mit einem EuroSCORE ≥ 3 und < 6 schlechter (O/E=2,6) als erwartet, Patienten mit einem EuroSCORE-Wert von ≥ 6 liegen im Bereich des Erwartungswertes (O/E=1,0). Die einzelnen O/E- Ratios können Tabelle 5.29 und Tabelle 5.30 sowie Graphik 5.12 und Graphik 5.13 entnommen werden.

Tabelle 5.29: O/E- Ratios Apoplexrate (NNE-Score) der Risikogruppen

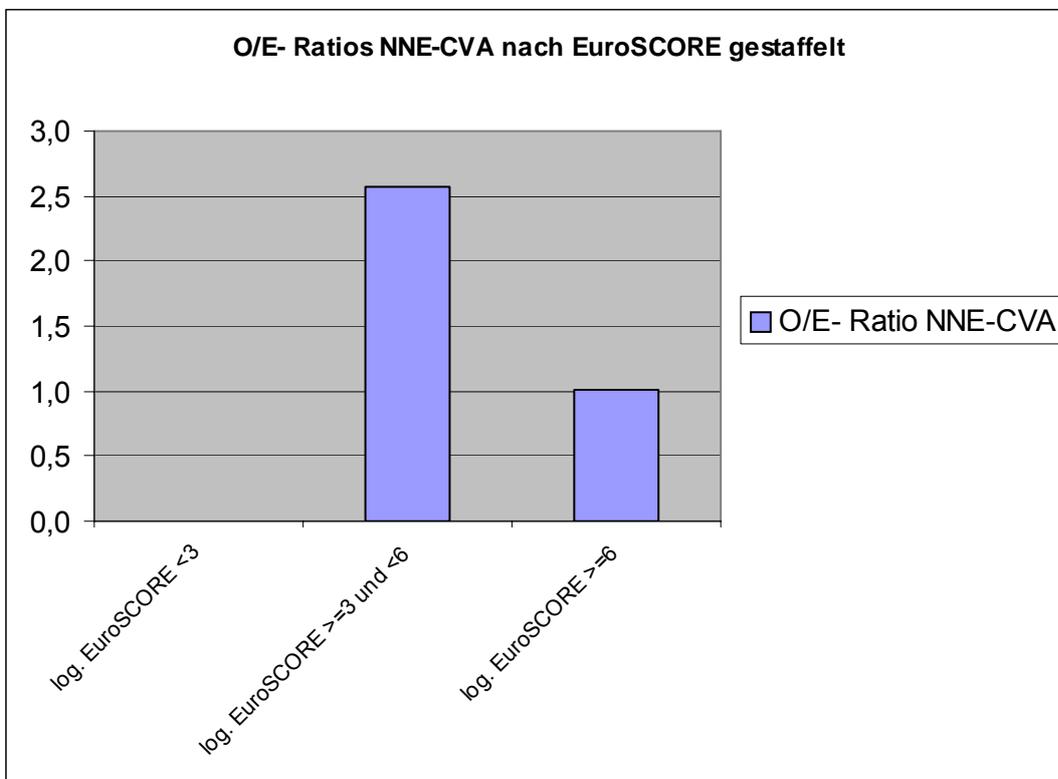
	n	NNE-CVA-Score	Apoplexrate (%)	O/E- Ratio NNE-CVA
alle	244	1,65	1,64	0,99
70 und älter	107	2,25	3,74	1,66
80 und älter	31	2,91	3,23	1,11
LV-EF 30% und weniger	13	2,29	0,00	0,00
GFR 30ml/min und weniger	15	3,66	13,33	3,64
COPD	32	2,27	0,00	0,00
CVD	66	2,25	4,55	2,02
Hauptstammstenose	60	1,98	5,00	2,52

Tabelle 5.30: O/E- Ratios Apoplexrate (NNE-Score) nach EuroSCORE gestaffelt

	n	NNE-CVA-Score	Apoplexrate (%)	O/E- Ratio NNE-CVA
log. EuroSCORE < 3	124	1,04	0,00	0,0
log. EuroSCORE ≥ 3 und < 6	47	1,65	4,26	2,6
log. EuroSCORE ≥ 6	73	2,69	2,74	1,0



Graphik 5.12: O/E- Ratios Apoplexrate (NNE-Score) der Risikogruppen



Graphik 5.13: O/E- Ratios Apoplexrate (NNE-Score) nach EuroSCORE gestaffelt

5.4 Prä- und postoperative Parameter von Patienten mit deutlich reduzierter linksventrikulärer Pumpfunktion

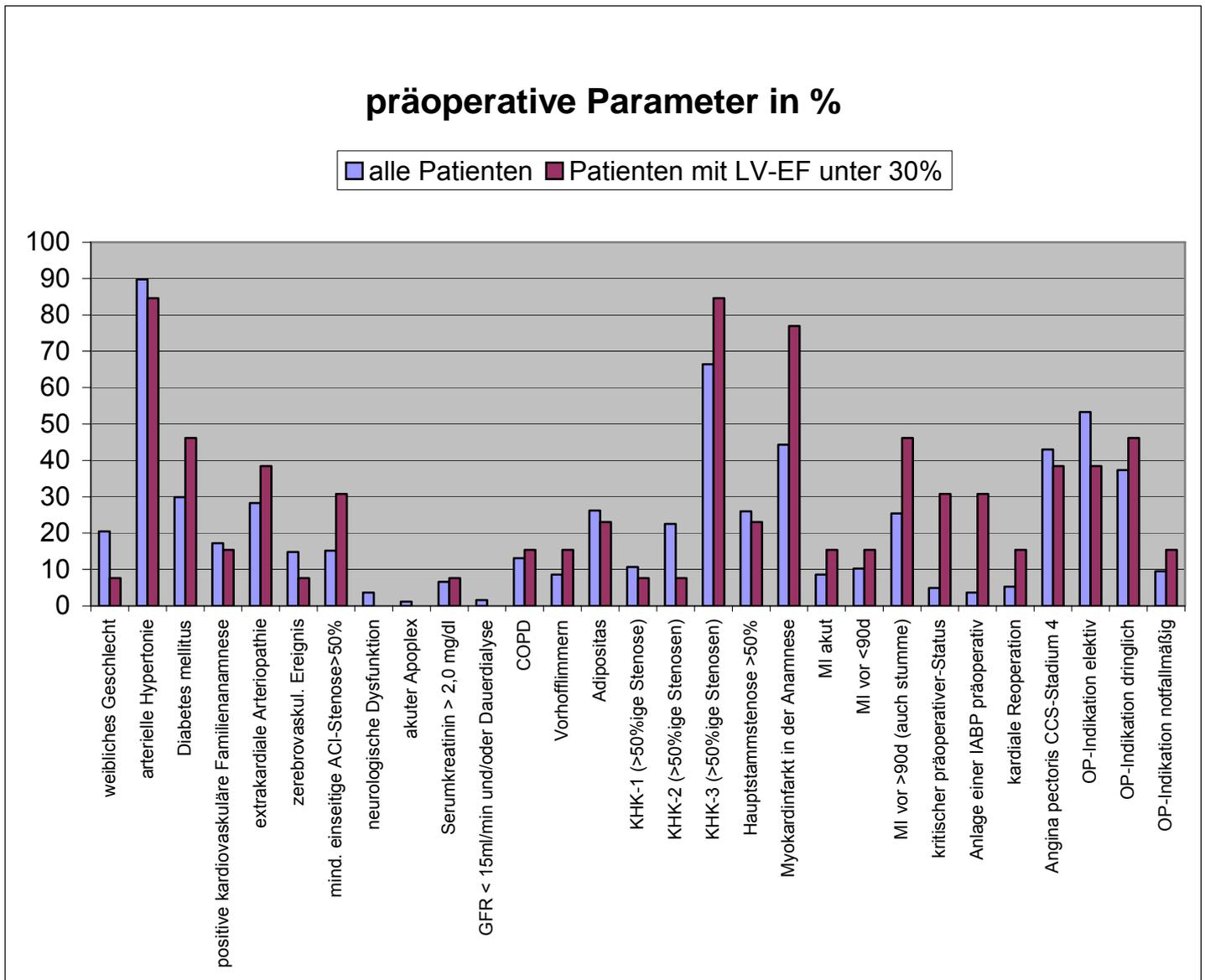
In Kapitel 5.3 fällt auf, dass Patienten mit deutlich eingeschränkter linksventrikulärer Pumpfunktion sowohl hinsichtlich der Mortalität als auch hinsichtlich der Schlaganfallrate besser abschneiden als erwartet (jeweils 0 Fälle). Im folgenden Kapitel soll diese Patientengruppe daher detaillierter dargestellt werden. Zur Definition „deutlich reduzierte LV-EF“ wurde als cut-off- Wert 30% Auswurffraktion angesetzt. 13 Patienten entsprachen diesem Kriterium.

5.4.1 Präoperative Situation

Die präoperative Situation der Patienten mit deutlich eingeschränkter linksventrikulärer Pumpfunktion muss angesichts eines mittleren logistischen EuroSCORE-Wertes von 18,5 (Standardabweichung 16,3, Median 13,7, Minimum 3, Maximum 54) entgegen dem mittleren Wert von 6,0 im Gesamtkollektiv als schwieriger eingestuft werden. Das mittlere Lebensalter lag bei 65,9 Lebensjahren (Gesamtkollektiv 68,2). Die prozentuale Häufigkeit verschiedener Komorbiditäten kann Tabelle 5.31 und Graphik 5.14 entnommen werden. Dabei fand sich bei den Risikopatienten eine tendenziell geringere Rate an Frauen, Patienten mit stattgehabten zerebrovaskulären Ereignissen und elektiver OP-Indikation und eine tendenziell höhere Rate an Diabetikern, Patienten mit extrakardialer Arteriopathie (siehe EuroSCORE-Definition), Stenose der A. carotis interna, koronarer Dreigefäßerkrankung, stattgehabtem Myokardinfarkt, kritischem präoperativen Status (angesichts der vier Fälle mit präoperativer Anlage einer IABP), kardialer Reoperation und dringlicher bzw. notfallmäßiger OP-Indikationen. Keine Patient wies eine neurologische Dysfunktion oder eine Niereninsuffizienz im Stadium 5 auf.

Tabelle 5.31: präoperative Parameter der Patienten mit deutlich reduzierter linksventrikulärer Pumpfunktion

präoperative Variable	alle (n)	alle (%)	Patienten mit LV-EF unter 30% (n)	Patienten mit LV-EF unter 30% (%)
weibliches Geschlecht	50	20,5	1	7,7
arterielle Hypertonie	219	89,8	11	84,6
Diabetes mellitus	73	29,9	6	46,2
positive kardiovaskuläre Familienanamnese	42	17,2	2	15,4
extrakardiale Arteriopathie	69	28,3	5	38,5
zerebrovaskuläres Ereignis	36	14,8	1	7,7
mind. einseitige ACI-Stenose > 50%	37	15,2	4	30,8
neurologische Dysfunktion	9	3,7	0	0,0
akuter Apoplex	3	1,2	0	0,0
Serumkreatinin > 2,0 mg/dl	16	6,6	1	7,7
GFR < 15ml/min und/oder Dialyse	4	1,6	0	0,0
COPD	32	13,1	2	15,4
Vorhofflimmern	21	8,6	2	15,4
Adipositas	64	26,2	3	23,1
KHK-1 (>50%ige Stenose)	26	10,7	1	7,7
KHK-2 (>50%ige Stenosen)	55	22,5	1	7,7
KHK-3 (>50%ige Stenosen)	162	66,4	11	84,6
Hauptstammstenose >50%	60	26,0	3	23,1
Myokardinfarkt in der Anamnese	108	44,3	10	76,9
akut	21	8,6	2	15,4
vor <90d	25	10,2	2	15,4
vor >90d (auch stumme)	62	25,4	6	46,2
kritischer präoperativer Status	12	4,9	4	30,8
Anlage einer IABP präoperativ	9	3,7	4	30,8
kardiale Reoperation	13	5,3	2	15,4
Angina pectoris CCS-Stadium 4	105	43,0	5	38,5
OP-Indikation elektiv	130	53,3	5	38,5
OP-Indikation dringlich	91	37,3	6	46,2
OP-Indikation notfallmäßig	23	9,5	2	15,4



Graphik 5.14: präoperative Parameter der Patienten mit deutlich reduzierter linksventrikulärer Pumpfunktion

5.4.1 Postoperativer Verlauf

Postoperativ trat bei der Gruppe der Patienten mit deutlich reduzierter LV-EF kein Todesfall, kein Apoplex, kein neuer Myokardinfarkt (zwei Patienten waren mit einer akuten myokardialen Ischämie in die Operation gegangen) und keine relevante Wundinfektion auf. In keinem Fall war eine invasive Beatmung über mehr als 48 Stunden, eine Reintubation, die Neuanlage einer IABP (bei vier Patienten war bereits präoperativ eine IABP-Anlage erfolgt), eine Reangiographie oder einer Reoperation notwendig. Bei einem Patienten musste aufgrund akuten Nierenversagens Hämodialyse durchgeführt werden, noch im Rahmen des Klinikaufenthaltes setzte eine weiterhin stabile und suffiziente Eigendiurese ein. Zwei Patienten hatten einen Harnwegsinfekt, bei vier Patienten trat Vorhofflimmern neu auf (30,8%, gleich der Rate im Gesamtkollektiv, hier 31,8%). Fünf Patienten wurden protektiv CPAP- oder PEEP beatmet, ebenfalls fünf Patienten entwickelten einen relevanten bronchopulmonalen Infekt (entsprechend 38,5% gegenüber 13,9% im Gesamtkollektiv; signifikanter Unterschied zwischen LV-EF<30% vs. LV-EF≥30% mit $p=0,03$ im exakten Test nach Fisher). Mit sieben Patienten verblieben über die Hälfte dieser Risikopatienten mehr als 14 Tage in der akutstationären Behandlung, gegenüber 25% im Gesamtkollektiv (signifikanter Unterschied zwischen LV-EF<30% vs. LV-EF≥30% mit $p=0,044$ im exakten Test nach Fisher).

Die mittlere Operationsdauer war bei den hier genannten Risikopatienten nicht wesentlich anders als im Gesamtkollektiv, ebenso die mittlere Anzahl implantierter Graftgefäße. Etwas länger war die Dauer der Intensiv- wie auch der insgesamt stationären Behandlung (signifikanter Unterschied zwischen LV-EF<30% vs. LV-EF≥30% im u-Test nach Mann-Whitney mit jeweils $p<0,05$). Die Dauer der invasiven Beatmung war etwas kürzer (nicht signifikant nach Mann-Whitney). Die genannten, in den Tabellen 5.32 und 5.33 zusammengefassten Ergebnisse sind in Graphik 5.15 und Graphik 5.16 veranschaulicht.

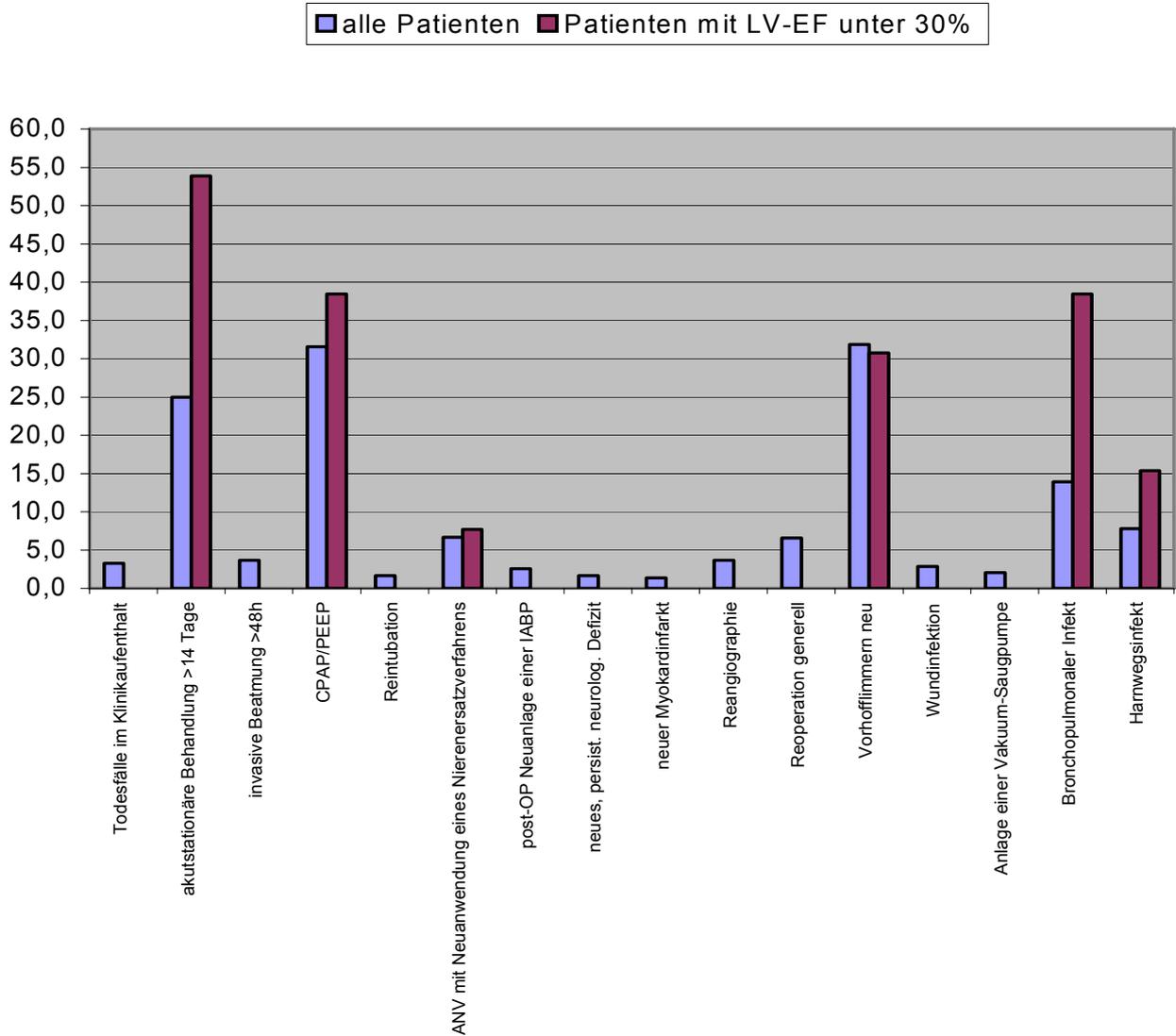
Tabelle 5.32: Auftreten postoperativer Ereignisse bei Patienten mit stark reduzierter linksventrikulärer Pumpfunktion

postoperative Parameter	alle (n)	alle (%)	Patienten mit LV-EF unter 30% (n)	Patienten mit LV-EF unter 30% (%)
Todesfälle im Klinikaufenthalt	8	3,3	0	0,0
akutstationäre Behandlung >14 Tage	61	25,0	7	53,8
invasive Beatmung >48h	9	3,7	0	0,0
CPAP/PEEP	77	31,6	5	38,5
Reintubation	4	1,6	0	0,0
ANV mit Neuanwendung eines Nierenersatzverfahrens	16	6,7	1	7,7
postoperativ Neuanlage einer IABP	6	2,5	0	0,0
neues, persistierendes fokalneurologisches Defizit	4	1,6	0	0,0
neuer Myokardinfarkt	3	1,4	0	0,0
Reangiographie	9	3,7	0	0,0
Re-OP generell	16	6,6	0	0,0
postoperativ neues Vorhofflimmern	71	31,8	4	30,8
Wundinfektion	7	2,9	0	0,0
Anlage einer Vakuum-Saugpumpe	5	2,1	0	0,0
Bronchopulmonaler Infekt	34	13,9	5	38,5
Harnwegsinfekt	19	7,8	2	15,4

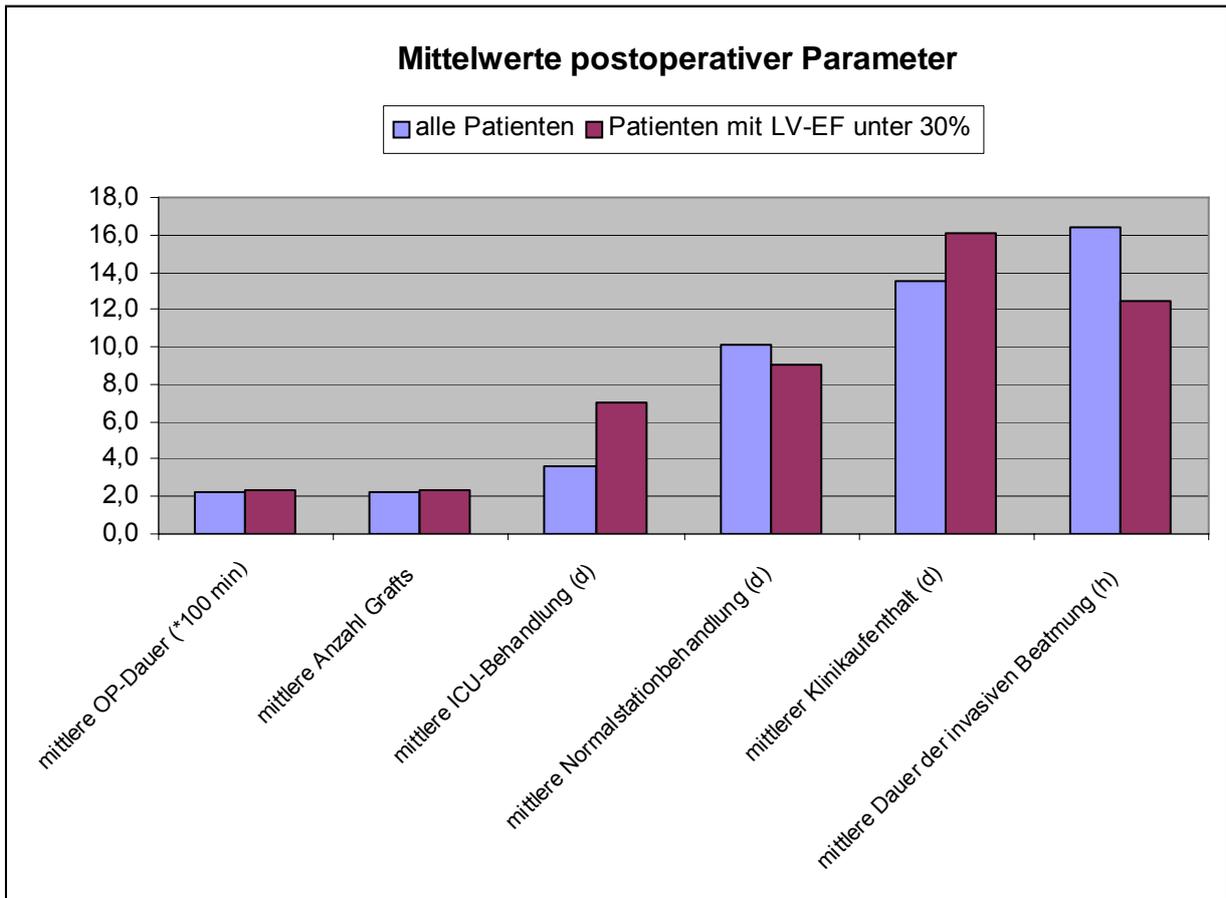
Tabelle 5.33 postoperative Mittelwerte bei Patienten mit stark reduzierter linksventrikulärer Pumpfunktion

postoperative Mittelwerte	alle Patienten	Patienten mit LV-EF unter 30%
mittlere OP-Dauer (min)	227	235
mittlere Anzahl Grafts	2,2	2,3
mittlere Dauer der ICU-Behandlung (d)	3,7	7,0
mittlere Dauer der Behandlung auf Normalstation (d)	10,1	9,1
mittlerer Akutklinikaufenthalt (d)	13,5	16,1
mittlere Dauer der invasiven Beatmung (h)	16,4	12,5

Häufigkeit postoperativer Parameter in %



Graphik 5.15: Auftreten postoperativer Ereignisse bei Patienten mit stark reduzierter linksventrikulärer Pumpfunktion



Graphik 5.16: postoperative Mittelwerte bei Patienten mit stark reduzierter linksventrikulärer Pumpfunktion

6. Diskussion

In Folgendem werden die in Kapitel 5 beschriebenen Daten mit dem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand über Patienten, die sich einer aortokoronaren Bypassoperation unterzogen, vergleichend betrachtet. Es existieren zahlreiche Veröffentlichungen über den Verlauf von Patienten nach CABG-Operationen. Vor allem in den letzten Jahren wurden viele randomisierte, kontrollierte Studien hierüber durchgeführt, u.a. um verschiedene Operationstechniken (allen voran OPCAB vs. CCAB) zu vergleichen. Im Rahmen von Metaanalysen wurden viele dieser Publikationen zusammengefasst, hierbei sind vor allem die Arbeiten von Nalysnyk et al. (2003), Parolari et al. (2003), Reston et al. (2003), van der Heijden et al. (2004) oder Cheng et al. (2005) zu nennen.

Um angesichts der Vielzahl der Publikationen Übersichtlichkeit zu wahren, wurden für den hier folgenden deskriptiven Vergleich nur Veröffentlichungen mit einer Fallzahl von mindestens 10000 unselektionierten Patienten verwendet, sowohl aus Originaldatensätzen als auch aus Metaanalysen.

Ein Vergleich auf diesem Wege ist sicherlich mit Vorsicht zu betreiben. Zum einen weisen die zum Vergleich hinzugezogenen Patientenkollektive in Demographie und Morbidität/Komorbidität Unterschiede auf, dies wird jedoch in den einzelnen Kapiteln expliziert diskutiert. Zum anderen erfolgt hier nicht der Vergleich „OPCAB gegen OPCAB“, sondern meist „OPCAB gegen CABG-Operation“. Dies ist jedoch vom Autor explizit erwünscht, da dargelegt werden soll, wie sich die OPCAB-Gruppe des untersuchten Zentrums im Vergleich mit Patienten, die aufgrund einer koronaren Herzerkrankung operativ (nicht nur OPCAB) behandelt wurden, darstellt. Darüberhinaus existiert nur eine Veröffentlichung über polizentrische Daten isolierter OPCAB-Prozeduren mit mehr als 10000 Patienten (n=11717 in: Cleveland, 2001).

Bei Variablen, die die prozentuale Häufigkeit des Auftretens eines Merkmals angeben, wurde mittels Chiquadratberechnung untersucht, ob ein etwaiger Unterschied statistisch signifikant ist. (Im Fall eines Mittelwertvergleichs normalverteilter Variablen erfolgte p-Wert-Berechnung mittels Student-t-Test.)

Angesichts der Relevanz sei nochmals auf die zugrunde liegenden Definitionen hingewiesen:

CABG = alle aortokoronaren Bypass-Prozeduren,

CCAB = konventionelle CABG-Operationen (mit extrakorporaler Zirkulation) und

OPCAB = off-pump-CABG-Operationen.

Folgende Publikationen entsprachen den o.g. Kriterien (siehe Tabelle 6.1):

1.: Shroyer et al. (2003) untersuchten mittels der Society of Thoracic Surgeons (STS) – National Adult Cardiac Surgery Database die Relevanz präoperativer Risikofaktoren auf das postoperative Ergebnis (Mortalität und „major morbidity“, was mit „stroke, renal failure, reoperation, prolonged ventilation and sternal infection“ definiert wurde) von 503478 Patienten, die sich in den Jahren 1997 bis 1999 einer isolierten CABG-Operation unterzogen.

2.: Cooper et al. (2006) analysierten, wiederum mittels der STS – National Adult Cardiac Surgery Database, alle 520270 Patienten, die sich im Zeitraum 1. Juli 2000 bis 31. Dezember 2003 einer isolierten CABG-Operation unterzogen. Primäres Ziel der Analyse Coopers und Mitarbeiter war der Einfluss der Nierenfunktion auf den postoperativen Verlauf nach CABG. Nach Ausschluss von Patienten aus sieben STS-Zentren, in denen keine routinemäßige Serumkreatinin- Bestimmung präoperativ durchgeführt wurde, sowie von Patienten, bei denen die Nierenfunktion nicht bestimmt werden konnte, blieb eine Gesamtfallzahl von 483914. Dieses Kollektiv stellt ein Gesamtkollektiv ohne wesentliche Ausschlusskriterien dar, das nur in geringem zeitlichen Abstand zu den untersuchten Augustinum-Patienten steht. Es wurden 25 präoperative und 10 hier relevante postoperative Parameter erfasst (Mortalität, Apoplex, Beatmungsdauer > 48 Stunden, Reoperation aufgrund Blutung, Reoperation überhaupt, sternale Wundinfektion, Sepsis, Klinikaufenthalt > 14 Tage, Gebrauch einer IABP intra-/post-OP, neuaufgetretene Dialysepflichtigkeit).

3. In ihrem „Systematic review and analysis of studies published in English since 1990“ verglichen Nalysnyk et al. (2003) 176 Studien mit insgesamt 205717 CABG-Patienten, um die Inzidenz von „major adverse events“ (Tod, Myokardinfarkt, Apoplex, Gastrointestinalblutung, Nierenversagen) zu beschreiben, die innerhalb von 30 Tagen postoperativ auftraten. Je nach untersuchtem Kriterium standen unterschiedlich große Gesamtfallzahlen zur Verfügung (z.B. war die Geschlechtsverteilung bei 197517 Patienten bekannt, der Parameter „Diabetes ja/nein“ bei 174049, das Durchschnittsalter bei 165578, die 30-Tages-Mortalität bei 81136 Patienten u.s.w., siehe Tabelle 6.1).

4.: Ferguson et al. (2002) stellten die wichtigsten Morbiditäten und Komorbiditäten sowie die postoperative Mortalität von 1517715 Patienten vor, die in den Jahren 1990 bis 1999 in der Society of Thoracic Surgeons (STS) – National Adult Cardiac Surgery Database (damals 522 STS-participant sites in den USA und Canada) registriert waren. Hierbei waren 1154486 Patienten mit isolierter CABG-Operation. Aus der Veröffentlichung werden zwar nicht die

Daten der Gesamtpopulation dieses Zeitraums, wohl aber der einzelnen Jahrgänge dargelegt. Für den folgenden Vergleich werden daher die Daten des letzten Jahrgangs, also 1999, von 182407 Patienten verwendet.

5.: Die größte Vergleichsanalyse zwischen off-pump-CABG-Prozeduren und konventionellen CABG-Operationen führten Cleveland et al. (2001) durch, wiederum mittels der STS - National Adult Cardiac Surgery Database. Hierin wurden alle isolierten CABG-Operationen der Jahre 1998 und 1999 dieser Datenbank ($N_{\text{gesamt}}=118140$, $n_{\text{CCAB}}=106423$, $n_{\text{OPCAB}}=11717$) ausgewertet und hinsichtlich postoperativer Mortalität und Morbidität untersucht.

6.: Guru et al. (2006) publizierten eine Analyse über insgesamt 53727 Patienten im kanadischen Bundesstaat Ontario, die sich im Zeitraum 1991 bis 2002 einer isolierten CABG-Bypassoperation unterzogen und mindestens einen *arteriellen* Graft erhielten. (Da die Versorgung mit einem arteriellen Bypassgefäß dem Goldstandard entspricht und in der Mehrheit der Fälle durchgeführt wird, wurde diese Studie trotz dieses Einschlusskriteriums angesichts der großen Fallzahl mit in den Vergleich aufgenommen.) Es werden verschiedene Patientencharakteristika sowie Ein- bzw. Fünfjahresresultat hinsichtlich Mortalität, Klinikwiederaufnahme (aus kardialen Grund) und erneuter Revaskularisierungsnotwendigkeit aufgelistet und dabei eine outcome-Analyse bezogen auf die Anzahl der erhaltenen *arteriellen* Grafts durchgeführt. Leider geht bei einigen Variablen die exakte Definition nicht aus der Veröffentlichung hervor (z.B. bei „COPD“ oder „Cerebrovascular disease“).

7.: In der „Italian CABG Outcome Study“ veröffentlichten Seccareccia et al. (2006) die in Italien landesweit im Rahmen einer freiwilligen Datenerfassung erhobenen Daten von 34310 Patienten, die sich in den Jahren 2002 bis 2004 einer isolierten CABG-Operation unterzogen. Ziel dieser Studie war es, die 30-Tages-Mortalität nach CABG-Operation zwischen den OP-Zentren zu vergleichen, angepasst durch Miteinbeziehung des Risikoprofils.

8.: Die „Analysis of the EuroSCORE multinational database“ (Roques et al., 1999) betrachtete Risikofaktoren und Resultate in europäischer Herzchirurgie von 19030 Patienten der Monate September bis November 1995 in 128 herzchirurgischen Zentren in acht europäischen Staaten mit dem Ziel der Etablierung eines Risikoevaluierungsmodells. Die Fallzahl beinhaltet alle Herzoperationen (also auch Klappenchirurgie, etc.), die Anzahl der CABG-Prozeduren (damals nur CCAB) betrug 12103. Es wurden 68 präoperative und 29

operative Risikofaktoren erfasst, von denen man einen Einfluss auf die Mortalität kennt oder vermutet.

9.: Stamou et al. (2002) verglichen 2320 OPCAB- Patienten gegen 8069 CCAB- Patienten im Zeitraum Juni 1994 bis Dezember 2000 hinsichtlich des outcome postoperativer Apoplexie an einem US-amerikanischen Herz-Zentrum. Dabei werden prä- und postoperative Faktoren einer Gesamtfallzahl von 10389 CABG-Patienten genannt.

10.: Eine weitere OPCAB vs. CCAB – Vergleichsstudie lieferten Mack et al. (2004) mit einer US-amerikanischen Erhebung der Jahre 1999 bis 2001 an vier Zentren. Auch hierin werden einige Komorbiditäten aufgelistet und die Mortalität von 10118 CCAB-Patienten angegeben.

Aufgrund des hohen Stellenwertes der Society of Thoracic Surgeons National Adult Cardiac Surgery (STS-NACS) Database in der Literatur folgen einige erläuternde Bemerkungen hierzu (vgl. Cooper, 2006):

Die STS-NACS Database wird von Ferguson et al. (2002) als die größte freiwillige klinische Datenbank der Medizin betitelt. Patientendaten werden halbjährlich von den teilnehmenden Zentren eingegeben. Diese Daten werden in ein zentrales Institut (Duke Clinical Research Institute) gesendet, wo die aggregierten Daten zweimal jährlich analysiert werden. Eine Zusammenfassung dieser halbjährlichen Auswertung wird im Internet unter <http://www.sts.org/database> veröffentlicht. Eine Reihe standardisierter Qualitätsanalysen wird vor dem Zusammenfügen der jeweiligen Zentrumsdaten mit dem nationalen Datenpool durchgeführt. Eine ausführlichere Beschreibung des Prozederes findet sich beispielsweise bei Welke (2004), Peterson (2004) oder Ferguson (2000).

Tabelle 6.1: Vergleichsliteratur

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Erstautor	Jahr der Veröffentlichung	Art der Operation
01.01.1997	31.12.1999	503478	STS	Shroyer	2003	CABG
01.07.2000	31.12.2003	483914	STS	Cooper	2006	CABG
01.01.1990	31.12.1999	197517 bis 11973	Review	Nalysnyk	2003	CABG
01.01.1999	31.12.1999	182407	STS	Ferguson	2002	CABG
01.01.1998	31.12.1999	118140 bis 11717	STS	Cleveland	2001	CABG
01.09.1991	31.03.2002	53727	Ontario	Guru	2006	CABG
01.01.2002	31.12.2004	34310	Italian CABG	Seccareccia	2006	CABG
01.09.1995	30.11.1995	19030 bis 12103	EuroSCORE	Roques	1999	alle Herz-OP
01.06.1994	31.12.2000	10389	1center	Stamou	2002	CABG
01.01.1999	31.12.2001	10118	4center	Mack	2004	CCAB

Anm.: CABG=alle aortokoronaren Bypass-Prozeduren, CCAB=konventionelle CABG (mit extrakorporaler Zirkulation), OPCAB=off-pump-CABG.

6.1 Diskussion der präoperativen Variablen im unselektionierten Patientenkollektiv

Es werden nun die wichtigsten Faktoren von Morbidität und Komorbidität des Patientenkollektivs am Augustinum diskutiert.

6.1.1 Demographie

6.1.1.1 Lebensalter

Das durchschnittliche Lebensalter der Patienten am Augustinum betrug 68,2 Jahre. In einer Erhebung über 503478 Patienten in der STS-NACS Datenbank, die sich 1997 bis 1999 einer CABG-Operation unterzogen, wird ein mittleres Lebensalter von 64,9 Jahren beschrieben. Eine STS-NACS Database-Veröffentlichung im Zeitraum 07/2000 bis 12/2003 nennt ein mittleres Patientenalter von 65,2 Jahren. Analog hierzu lassen sich Tabelle 6.2 weitere Vergleiche mit Publikationen einer Patientenfallzahl >10000 entnehmen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Patienten am Augustinum älter waren, als der „durchschnittliche Patient“ der Literatur.

6.1.1.2 Geschlecht

Weibliches Geschlecht wird in der Literatur als Risikofaktor beschrieben (vgl. Eagle, 2004). Der Anteil Frauen betrug am Augustinum 20,5%. Dies ist ein geringerer Anteil, als in den Populationen der STS-NACS Database-Erhebungen (Shroyer, 2003 und Cooper, 2006), wie auch in den meisten anderen Veröffentlichungen (Cleveland, 2001; Roques, 1999). Die Angaben dort variieren von 18,4% bis 33,3% (siehe Tabelle 6.3).

Eine ähnliche Verteilung findet sich mit 20,9% Frauen in der italienischen Studie Seccereccias.

Tabelle 6.2: Lebensalter im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	mittleres Lebensalter (LA) (a)	SD LA (a)	p	Altersdifferenz LA (a)	95%CI (a) von bis
01.01.97	31.12.99	503478	STS	Shroyer	2003	CABG	64,9	10,7	0,0001	3,3	1,95 4,65
01.07.00	31.12.03	483914	STS	Cooper	2006	CABG	65,2	unbekannt			
01.01.99	31.12.99	182407	STS	Ferguson	2002	CABG	65,1	unbekannt			
01.01.90	31.12.99	165578	Review	Nalysnyk	2003	CABG	62,8	unbekannt			
01.01.98	31.12.99	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB	64,9	unbekannt			
01.01.02	31.12.04	34310	Italian-CABG	Seccareccia	2006	CABG	67,4	9,4	0,1854	0,8	-0,39 1,99
01.01.98	31.12.99	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB	65,9	unbekannt			
01.01.04	31.12.05	244	Augustinum			OPCAB	68,2	9,8			

Anm.: SD= Standardabweichung

Tabelle 6.3: Geschlecht im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	Anteil Frauen (%)	p	Anteil Männer (%)	p
01.01.97	31.12.99	503478	STS	Shroyer	2003	CABG	29,1	<0,01	70,9	<0,01
01.07.00	31.12.03	483914	STS	Cooper	2006	CABG	28,5	<0,01	71,5	<0,01
01.01.90	31.12.99	197517	Review	Nalysnyk	2003	CABG	18,4	>0,05	81,6	>0,05
01.01.99	31.12.99	182407	STS	Ferguson	2002	CABG	28,8	<0,01	71,2	<0,01
01.01.98	31.12.99	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB	28,1	<0,01	71,9	<0,01
01.09.91	31.03.02	53727	Ontario	Guru	2006	CABG	20,3	>0,05	79,7	>0,05
01.01.02	31.12.04	34310	Italian-CABG	Seccareccia	2006	CABG	20,9	>0,05	79,1	>0,05
01.01.98	31.12.99	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB	33,3	<0,001	66,7	<0,001
01.01.99	31.12.01	10118	4 center	Mack	2004	CCAB				
01.01.04	31.12.05	244	Augustinum			OPCAB	20,5		79,5	

6.1.2 Kardiovaskuläre Risikofaktoren

6.1.2.1 Adipositas

(Siehe Tabelle 6.4)

Zur Prävalenz adipöser Patienten fanden sich die Angaben 12,7% (CABG-OP, STS-NACS Database) und 11,4% (OPCAB-Patienten, STS-NACS Database). Der Anteil von 26,2% adipöser Patienten der Augustinum- Population ist verglichen hiermit jeweils mehr als doppelt so groß.

6.1.2.2 Arterielle Hypertonie

(Siehe Tabelle 6.4)

Die für die arterielle Hypertonie (HTN) verwendete Definition ist annähernd gleich (www.sts.org: "Indicate whether the patient has a diagnosis of hypertension, documented by one of the following:

- a. Documented history of hypertension diagnosed and treated with medication, diet and/or exercise.
- b. Blood pressure >140 systolic or >90 diastolic on at least 2 occasions.
- c. Currently on antihypertensive medication.”)

Der Anteil von Patienten mit der Diagnose „arterielle Hypertonie“ von 89,9% des Augustinum-Kollektivs ist jeweils höher als der Anteil Patienten mit dieser Diagnose in den Vergleichspublikationen (Werte 52,1% bis 74,9%).

6.1.2.3 Hyperlipoproteinämie

(Siehe Tabelle 6.4)

82% der Augustinum-Patienten wurde die Diagnose Hyperlipoproteinämie (HLP) zugeordnet. Dies ist ein jeweils höherer Anteil als in den Publikationen von Cooper (68,5%) und Nalysnyk (54,2%). Im Vergleich zum in Deutschland verwendeten Diagnosekriterium „LDL>100mg/dl“ bei KHK-Patienten beinhaltet die STS-Kodierung auch:

„Indicate if the patient has a prior history of dyslipidemia diagnosed and/or treated by a physician. Criteria can include documentation of:

1. Total cholesterol greater than 200 mg/dl, or
2. LDL greater than or equal to 130 mg/dl, or
3. HDL less than 30 mg/dl, or
4. Admission cholesterol greater than 200 mg/dl, or
5. Triglycerides greater than 150 mg/dl.

Note: If treatment was initiated because the LDL was >100 mg/dl (2.59 mmole/l) in patients with known coronary artery disease, this would qualify as a "Yes". Any pharmacological treatment qualifies as a ,Yes'.”(www.sts.org)

6.1.2.4 Nikotinabusus

(Siehe Tabelle 6.4)

Hier weichen die Häufigkeitsangaben in der Literatur stark voneinander ab, von 22,2% bis 59,1%. Die Definition der Variable Nikotin war „current smoker“ (*“Indicate whether the patient is a current smoker. Patients with a use of tobacco (cigarettes, cigar, tobacco chew, etc.) within one month of surgery are considered to be current smokers.”*) sowohl in der STS-NACS Database-Erhebung von 1998-1999 (Cleveland, 2001) als auch 2000-2003 (Cooper, 2006). Dabei fällt auf, dass dieser Definition in der früheren Analyse ca. 59%, in der späteren nur noch 22 % entsprachen, also ein erheblicher Rückgang zu verzeichnen ist. Für die vorliegende Datenauswertung wurde „Nikotin in der Anamnese“ verwendet, was sich von der genannten STS-Definition unterscheidet. Hierbei waren am Augustinum 34,8% der Patienten positiv kodiert.

6.1.2.5 Diabetes mellitus

Der im Augustinum-Kollektiv gefundene Anteil diabetischer Patienten von 29,9% unterscheidet sich von keiner anderen Prävalenzangabe bei CABG-Patienten wesentlich. Weiterhin findet sich auch in Hinblick auf die Verteilung Insulin-/ nicht Insulin- abhängiger Diabetes mellitus kein signifikanter Unterschied des Münchner Patientenkollektivs verglichen mit STS-NACS Database Daten der Jahre 2000-2003 (siehe Tabelle 6.5).

Tabelle 6.4: Adipositas, HTN, HLP, Nikotin im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	Adipositas (%)	p	HTN (%)	p	HLP (%)	p	Nikotin (%)	p
01.07.2000	31.12.2003	483914	STS	Cooper	2006	CABG			74,9	<0,001	68,5	<0,001	22,2	<0,001
01.01.1999	31.12.1999	182407	STS	Ferguson	2002	CABG			70,4	<0,001				
01.01.1998	31.12.1999	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB	12,7	<0,001					59,1	<0,001
01.01.1990	31.12.1999	92937	Review	Nalysnyk	2003	CABG							36,6	>0,05
01.01.1990	31.12.1999	78783	Review	Nalysnyk	2003	CABG			52,1	<0,001				
01.01.1990	31.12.1999	39372	Review	Nalysnyk	2003	CABG					54,2	<0,001		
01.01.1998	31.12.1999	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB	11,4	<0,001					58,6	<0,001
01.01.2004	31.12.2005	244	Augustinum			OPCAB	26,2		89,8		82		34,8	

Tabelle 6.5: Diabetes mellitus im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	Diabetes (%)	p	NIDDM (%)	p	IDDM (%)	p
01.01.1997	31.12.1999	503478	STS	Shroyer	2003	CABG	31,6	>0,05				
01.07.2000	31.12.2003	483914	STS	Cooper	2006	CABG	29,9	>0,05	19,3	>0,05	10,6	>0,05
01.01.1999	31.12.1999	182407	STS	Ferguson	2002	CABG	33,6	>0,05				
01.01.1990	31.12.1999	174049	Review	Nalysnyk	2003	CABG	24,6	>0,05				
01.01.1998	31.12.1999	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB	33,4	>0,05				
01.09.1991	31.03.2002	53727	Ontario	Guru	2006	CABG	25,8	>0,05				
01.01.2002	31.12.2004	34310	Italian-CABG	Seccareccia	2006	CABG	28	>0,05				
01.01.1998	31.12.1999	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB	29,1	>0,05				
01.01.2004	31.12.2005	244	Augustinum			OPCAB	29,9		21,3		8,6	

6.1.3 Weitere Komorbiditäten

(Siehe Tabelle 6.6)

6.1.3.1 Zerebrovaskuläres Ereignis präoperativ (Cerebrovascular Accident, CVA)

Im Augustinum-Kollektiv fanden sich 14,8% Patienten mit stattgehabtem zerebrovaskulärem Ereignis präoperativ. Die Literaturangaben hierzu variieren zwischen 3,9% (Seccareccia) und 11,5% (Nalysnyk). Hier muss jedoch einschränkend auf Unterschiede der Definition hingewiesen werden: Am Augustinum wurden Patienten mit „positiv“ kodiert, in deren Diagnoseliste sich die Stichwörter „Apoplex“, „PRIND“ oder „TIA“ fanden, womit per Definitionem das Zeitfenster auch Ausfälle <24 Stunden beinhaltet. Andererseits besteht somit sicherlich auch eine Dunkelziffer, da man davon ausgehen kann, dass nicht alle tatsächlich stattgehabten neurologischen Ereignisse auch in der Diagnoseliste erfasst sind. Die STS -Definition ist wie folgt: *“Indicate whether the patient has a central neurologic deficit persisting more than 72 hours. (i.e., extremity weakness or loss of motion, loss of consciousness, loss of speech, field cuts.)”* (www.sts.org).

6.1.3.2 Zerebrovaskuläre Erkrankung (Cerebrovascular Disease, CVD)

Laut STS - Definition beschreibt die Variable CVD *“Indicate whether the patient has Cerebrovascular Disease, documented by any one of the following: Unresponsive coma > 24 hrs; CVA (symptoms > 72 hrs after onset); RIND (recovery within 72 hrs); TIA (recovery within 24 hrs); Non-invasive carotid test with > 75% occlusion; or Prior carotid surgery. Does not include neurological disease processes such as metabolic and/or anoxic ischemic encephalopathy”* (www.sts.org).

Die Augustinumpatienten wurden hier mit positiv kodiert, wenn eine positive Kodierung bei “CVA” (siehe Kapitel 6.1.3.1) vorlag, eine Stenose der A. carotis von >50% (!) bestand oder eine stattgehabte Karotidenoperation bekannt war. Der kritische Wert der A. carotis-Stenosierung von 50% resultiert aus der Datenerhebung nach den EuroSCORE- Kriterien (siehe Anhang).

Diese Definitionsabweichung (v.a. 75% vs 50% Karotisstenose) berücksichtigend ergibt sich im Augustinum-Kollektiv ein Anteil von 27% CVD-positiver Patienten. Verglichen mit den in Tabelle 6.6 genannten Publikationen (Werte von 6,9% bis 13,3%) wäre dies ein jeweils höherer Anteil.

6.1.3.3 Periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK)

(Siehe Tabelle 6.6)

Die Prävalenz von pAVK bei den Augustinum-Patienten ist mit 28,3% größer als in allen Vergleichspublikationen (Werte von 6,8% bis 21,3%). Einschränkend muss jedoch diskutiert werden, dass sich die vom Autor verwendete Definition des EuroSCORE (*“stenosis, previous or planned intervention on the abdominal aorta, limb arteries or carotids”*) von der STS - Definition (*“Indicate whether the patient has Peripheral Vascular Disease, as indicated by claudication either with exertion or rest; amputation for arterial insufficiency; aorto-iliac occlusive disease reconstruction; peripheral vascular bypass surgery, angioplasty, or stent; documented AAA, AAA repair, or stent; positive non-invasive testing documented. Does not include procedures such as vein stripping, carotid disease, or procedures originating above the diaphragm”*, www.sts.org) v.a. hinsichtlich Stenosen an der A. carotis unterscheidet. Dieselbe (EuroSCORE-) Definition wird in der erfassten Literatur lediglich in der Veröffentlichung von Seccareccia et al. (2006) verwendet, in der mit 21,3% ebenfalls ein geringerer Anteil angegeben wird.

6.1.3.4 Chronisch-obstruktive Atemwegserkrankung (COPD)

Die Häufigkeitsangaben für COPD bei CABG-Patienten variieren zwischen 7,9% und 27,7%. Je nach Publikation ist das Vorliegen einer COPD am Augustinum-Kollektiv (hier 13,1%) häufiger (vs. 7,9% bei Guru) bis geringer (vs. 27,7% bei Mack). Der Unterschied in den Definitionen ist hier wie folgt: EuroSCORE (für Augustinum-Patienten verwendet): *“longterm use of bronchodilators or steroids for lung disease“* versus STS: *“mild: FEV1 60% to 75% of predicted, and/or on chronic inhaled or oral bronchodilator therapy, moderate: FEV1 50% to 59% of predicted, and/or on chronic steroid therapy aimed at lung disease, severe: FEV1 <50% of predicted, and/or Room Air pO2 < 60 or Room Air pCO2 > 50”*.

6.1.3.5 Präoperatives Vorhofflimmern

(Siehe Tabelle 6.6)

Zur Prävalenz präoperativen Vorhofflimmerns (AF) fand sich lediglich ein Vergleichswert, nämlich in der EuroSCORE-Datenbank (die alle Herzoperationen beinhaltet). Es besteht kein wesentlicher Unterschied (8,6% vs. 9%).

Tabelle 6.6: CVA, CVD, pAVK, COPD, Vorhofflimmern präoperativ im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	CVA (%)	p	CVD (%)	p	pAVK (%)	p	COPD (%)	p	AF (%)	p
01.01.1997	31.12.1999	503478	STS	Shroyer	2003	CABG	10,5	<0,05			14,9	<0,001	15	>0,05		
01.07.2000	31.12.2003	483914	STS	Cooper	2006	CABG	7,2	<0,001	13,3	<0,001	16	<0,001	18,6	<0,05		
01.01.1999	31.12.1999	182407	STS	Ferguson	2002	CABG	7,3	<0,001					16,3	>0,05		
01.01.1998	31.12.1999	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB	7,1	<0,001	11,4	<0,001	15,8	<0,001	14,2	>0,05		
01.01.1990	31.12.1999	92662	Review	Nalysnyk	2003	CABG	11,5	>0,05								
01.09.1991	31.03.2002	53727	Ontario	Guru	2006	CABG			6,9	<0,001	8,9	<0,001	7,9	<0,01		
01.01.2002	31.12.2004	34310	Italian-CABG	Seccareccia	2006	CABG	3,9	<0,001			21,3	<0,01	10,1	>0,05		
01.09.1995	30.11.1995	19030	EuroSCORE	Roques	1999	Herz-OP									9	>0,05
01.01.1998	31.12.1999	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB	7,5	<0,001	13,2	<0,001	16,1	<0,001	15,8	>0,05		
01.01.1999	31.12.2001	10118	4 center	Mack	2004	CCAB	4,9	<0,001	7	<0,001	6,8	<0,001	27,7	<0,001		
01.01.2004	31.12.2005	244	Augustinum			OPCAB	14,8		27,0		28,3		13,1		8,6	

Anm. zu Literatur Mack, 2004 (4 center): hier wurden die STS-Definitionen verwendet.

6.1.3.6 Präoperatives Nierenversagen

In der Literatur werden überwiegend zwei unterschiedliche Definitionen von "renal failure" verwendet: Die der STS: "Indicate whether the patient has: 1) a documented history of renal failure and/or, 2) a history of creatinine > 2.0 mg/dl. Prior renal transplant patients are not included as pre-op renal failure unless since transplantation their creatinine has been or currently is > 2.0 mg/dl." (www.sts.org) und die des EuroSCORE: "Serumkreatinin>200 micromol/L preoperatively". Am Augustinum-Kollektiv ist der Anteil von 5,8% nach STS-Kriterien bzw. 5,3% nach EuroSCORE-Kriterien im Vergleich mit allen Literaturangaben (1-4,8% nach STS, 3,5-3,7% nach EuroSCORE) größer (siehe Tabelle 6.7).

Tabelle 6.7: Nierenversagen/Niereninsuffizienz präoperativ im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	Nierenversagen nach STS (%)	p	Nierenversagen nach EuroSCORE (%)	p
01.07.2000	31.12.2003	483914	STS	Cooper	2006	CABG	3,5	<0,001		
01.01.1999	31.12.1999	182407	STS	Ferguson	2002	CABG	4,8	<0,001		
01.01.1998	31.12.1999	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB	1	<0,001		
01.01.1990	31.12.1999	75488	Review	Nalysnyk	2003	CABG	5	<0,001		
01.01.2002	31.12.2004	34310	Italian-CABG	Seccareccia	2006	CABG			3,7	<0,001
01.09.1995	30.11.1995	19030	EuroSCORE	Roques	1999	Herz-OP			3,5	<0,001
01.01.1998	31.12.1999	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB	1,6	<0,001		
01.01.1999	31.12.2001	10118	4center	Mack	2004	CCAB	2,6	<0,001		
01.01.2004	31.12.2005	244	Augustinum			OPCAB	5,8		5,3	

Anm. zu Literatur Mack, 2004 (4 center): hier wurden die STS-Definitionen verwendet.

6.1.4 Kardialer Status präoperativ

6.1.4.1 Präoperativer Myokardinfarkt

(Siehe Tabelle 6.8)

Bezüglich der Häufigkeit eines präoperativ stattgehabten Myokardinfarktes besteht kein wesentlicher Unterschied zwischen dem Augustinumkollektiv (44,3%) und den jeweiligen Vergleichskollektiven (44,8% bis 49,4%).

Die im EuroSCORE übliche Unterscheidung „Myokardinfarkt zum Zeitpunkt 90 Tage präoperativ“ wurde nur in zwei Vergleichspublikationen ebenso angetroffen. Hier besteht ein häufigeres Auftreten von Myokardinfarkten in diesem Zeitraum in der Veröffentlichung der italienischen Daten von Seccareccia (hier 28% vs. 18,8% am Augustinum). Roques gibt 1999 in der CCAB-Subgruppe der EuroSCORE-Daten einen Anteil von 15% an.

In der nordamerikanischen Literatur liegt der Schnittpunkt der Variable „präoperativer Myokardinfarkt“ oft bei 21 Tagen. Die Häufigkeiten präoperativen Myokardinfarktes vor <21 Tagen variieren in der Literatur von 21% bis 26,4%. Tendenziell scheinen im Augustinumkollektiv weniger Patienten mit kürzlich stattgehabtem Myokardinfarkt gewesen zu sein.

Tabelle 6.8: Myokardinfarkt präoperativ im Vergleich

Beginn der Daten-erhebung	Ende der Daten-erhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	MI prä-OP (%)	p	MI vor <90d (%)	p	MI vor <21d (%)	p	MI vor >21d (%)	p	kein MI prä-OP (%)	p
01.07.00	31.12.03	483914	STS	Cooper	2006	CABG					26,4	<0,01				
01.01.99	31.12.99	182407	STS	Ferguson	2002	CABG	47,2	>0,05			24,55	<0,05	22,65	>0,05	52,8	>0,05
01.01.90	31.12.99	118897	Review	Nalysnyk	2003	CABG	46,7	>0,05							53,3	>0,05
01.01.98	31.12.99	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB	49,4	>0,05			25,8	<0,05	23,6	>0,05	50,6	>0,05
01.01.02	31.12.04	34310	Italian CABG	Seccareccia	2006	CABG			28	<0,01						
01.09.95	30.11.95	12103	EuroSCORE	Roques	1999	CCAB (I)			15	>0,05						
01.01.98	31.12.99	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB	44,8	>0,05			21	>0,05	23,8	>0,05	55,2	>0,05
01.01.04	31.12.05	244	Augustinum			OPCAB	44,3		18,8		18,8		25,4		55,8	

Anm.: MI=Myokardinfarkt. Bei „Augustinum“ wurden „90 Tage“ und „21 Tage“ zur tabellarischen Darstellung gleichgestellt, siehe Text.

6.1.4.2 Instabile Angina Pectoris (AP) präoperativ

(Siehe Tabelle 6.9)

Als „instabile AP“ wurde im Augustinum- Datensatz über die strenge EuroSCORE-Definition („rest angina requiring i.v. nitrates until arrival in the anaesthetic room“) hinaus auch die Canadian Cardiovascular Society (CCS)-Klasse 4 gewertet („jede Art körperlicher Aktivität verursacht Beschwerden, Ruheangina kann vorkommen“), da dies der schulmedizinischen Nomenklatur der instabilen AP entspricht (vergleiche Pschyrembel, 2000). 47% der Fälle erfüllten dieses Kriterium.

In der Analyse von Cleveland wurde ebenfalls nach CCS 4 definiert, hier besteht mit 31,2% in der CCAB- als auch mit 31,6% in der OPCAB- Gruppe jeweils ein niedrigerer Anteil Patienten mit instabiler AP. Die exakten Definitionen von „instabiler AP“ in den Studien von Ferguson (43,9%) und der Metaanalyse Nalysnyks (32,1%) sind nicht explizit erwähnt, es wird daher die Verwendung der Nomenklatur angenommen, die den Kriterien der CCS-Klasse 4 entspricht. Die Patienten der Publikation von Guru (43,7%) entsprechen der CCS-Klasse 4. Von Seccareccia (24,4%) wurde o.g. EuroSCORE-Definition verwendet.

Zusammenfassend findet sich in allen verglichenen Patientengruppen jeweils ein niedrigerer Anteil von Patientin mit instabiler Angina pectoris.

6.1.4.3 Präoperative IABP

(Siehe Tabelle 6.9)

Die präoperative Anlage einer IABP war am Augustinum mit 3,7% in einem geringeren Anteil von Patienten notwendig als in Patienten der STS-NACS Database, die sich einer CABG-Operation allgemein (6,7%) oder eine CCAB-Prozedur (6,6%) unterzogen. Verglichen mit STS-NACS Database-Daten über OPCAB-operierte Patienten (4,6%) besteht ein geringerer Unterschied.

Tabelle 6.9: instabile AP, IABP präoperativ im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	instabile AP (%)	p IABP prä-OP	p
01.01.99	31.12.99	182407	STS	Ferguson	2002	CABG	43,9	>0,05	6,7 <0,05
01.01.98	31.12.99	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB	31,2	<0,001	6,6 <0,05
01.01.90	31.12.99	45896	Review	Nalysnyk	2003	CABG	32,1	<0,001	
01.09.91	31.03.02	53727	Ontario	Guru	2006	CABG	43,7	>0,05	
01.01.02	31.12.04	34310	Italian CABG	Seccareccia	2006	CABG	24,4	<0,001	
01.09.95	30.11.95	12103	EuroSCORE	Roques	1999	CCAB	21	<0,001	
01.01.98	31.12.99	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB	31,6	<0,001	4,6 >0,05
01.01.04	31.12.05	244	Augustinum			OPCAB	47		3,7

6.1.4.4 Anzahl der stenosierten Koronargefäße

In den STS-Publikationen wurde per Definitionem 50% Stenosegrad als Kriterium für eine Koronarstenose verwendet. Betrachtet man an den Augustinum-Patienten die Verteilung im Hinblick auf mindestens „mittelgradig“ stenosierte Koronarien, so finden sich 66,4% Dreifäß-, 22,5 % Zweifäß- und 10,7% Einfäßerkrankte. In den STS-Publikationen wird der Anteil an CABG- oder CCAB- Patienten mit koronarer Dreifäßerkrankung mit 68,5-75,2% angegeben. In der OPCAB-Publikation Clevelands liegt der Anteil koronarer Dreifäßerkrankungen bei lediglich 47,6%. Verglichen mit den CCAB-Daten der EuroSCORE-Datenbank (66%) zeigt sich kein Unterschied. Die Angaben von Guru mit nur

5,9% Anteil Patienten mit koronarer Dreifäßerkrankung fallen aus dem üblichen Verteilungsmuster heraus. Die Verteilungen für koronare Zwei- und Einfäßerkrankung können Tabelle 6.10 entnommen werden.

6.1.4.5 Stenosen am linken Hauptstamm (left main stem, LMS)

Der Definition der STS folgend werden Stenosen am linken Hauptstamm mit >50% Stenosegrad erfasst. Es findet sich mit 24,6% Betroffenen am Augustinum ein größerer Anteil als beim Patientenkollektiv aus Ontario (18,0%). Auch die OPCAB-Population der STS weist mit 16,9% weniger Hauptstammstenosen auf. Die übrigen Publikationen zeigen ein ähnliches Verteilungsmuster (Tabelle 6.10).

Tabelle 6.10: koronarer Gefäßstatus im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	3-GE (%)	p	2-GE (%)	p	1-GE (%)	p	LMS (%)	p
01.01.1997	31.12.1999	503478	STS	Shroyer	2003	CABG	72,4	<0,05	22,4	>0,05	5,2	<0,001		
01.07.2000	31.12.2003	483914	STS	Cooper	2006	CABG	75,2	<0,01					24,6	>0,05
01.01.1999	31.12.1999	182407	STS	Ferguson	2002	CABG	68,5	>0,05					24,2	>0,05
01.01.1998	31.12.1999	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB	74,4	<0,01	20,8	>0,05	3,1	<0,001	22,2	>0,05
01.09.1991	31.03.2002	53727	Ontario	Guru	2006	CABG	5,9	<0,001					18,0	<0,05
01.09.1995	30.11.1995	12103	EuroSCORE	Roques	1999	CCAB	66	>0,05	25,0	>0,05	8,0	<0,05	22,0	>0,05
01.01.1998	31.12.1999	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB	47,6	<0,001	29,9	<0,05	19,9	<0,001	16,9	<0,01
01.01.2004	31.12.2005	244	Augustinum			OPCAB	66,4		22,5		10,7		24,6	

Anm.: LMS=linker Hauptstamm

6.1.4.6 Linksventrikuläre Punktfunktion präoperativ

Die mittlere linksventrikuläre Ejektionsfraktion (LV-EF) ist beim Augustinum-Kollektiv mit 59,1% größer als in den Vergleichsgruppen (50,6% bis 55,1%). Der Anteil an Patienten mit deutlich reduzierter LV-EF (<25%) wird in den STS-Publikationen mit 15,7% (CCAB-Patienten, Cleveland) und 13,8% (OPCAB-Patienten, Cleveland) höher genannt als bei den Augustinum-Patienten (3,7%, siehe Tabelle 6.11). Seccareccia beschreibt mit 2,8% einen niedrigeren Anteil Patienten mit einer LV-EF<30% (Augustinum: 5,3%).

Tabelle 6.11: linksventrikuläre Pumpfunktion (LV-EF) präoperativ im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	mittlere EF	p EF<25 (%)	p EF<30 (%)	p EF<40 (%)	p EF<45 (%)	p
01.07.2000	31.12.2003	483914	STS	Cooper	2006	CABG	50,6	n.b.				
01.01.1999	31.12.1999	182407	STS	Ferguson	2002	CABG	50,7	n.b.				
01.01.1990	31.12.1999	108954	Review	Nalysnyk	2003	CABG				9,9	<0,01	
01.01.1998	31.12.1999	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB		15,7	<0,001			42,5 <0,001
01.01.1990	31.12.1999	52563	Review	Nalysnyk	2003	CABG	55,1	n.b.				
01.01.2002	31.12.2004	34310	Italien	Seccareccia	2006	CABG			2,8	<0,05		
01.01.1998	31.12.1999	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB		13,8	<0,001			36,6 <0,001
01.01.2004	31.12.2005	244	Augustinum			OPCAB	59,1	3,7	5,3	19,3	24,2	

n.b. = nicht berechenbar

6.1.4.7 Operationsdringlichkeit

Die Datenerhebung der Augustinum-Patienten unterschied zwischen notfallmäßigem (emergent = *“carried out on referral before the beginning of the next working day”* laut EuroSCORE-Definition), dringlichem („urgent“) und elektivem („elective“) Eingriff. Die in Amerika übliche Einteilung der STS ist ähnlich mit „elective“ („The patient's cardiac function has been stable in the days or weeks prior to the operation. The procedure could be deferred without increased risk of compromised cardiac outcome), „urgent“ („ALL of the following conditions are met: a) Not elective status. b) Not emergent status. c) Procedure required during same hospitalization in order to minimize chance of further clinical deterioration. d) Worsening, sudden chest pain, CHF, acute myocardial infarction (AMI), anatomy, IABP, unstable angina (USA) with intravenous (IV) nitroglycerin (NTG) or rest angina may be included.“), „emergent“ („The patient's clinical status includes any of the following: a) Ischemic dysfunction (any of the following): (1) Ongoing ischemia including rest angina despite maximal medical therapy (medical and/or IABP)); (2) Acute Evolving Myocardial Infarction within 24 hours before surgery; or (3) pulmonary edema requiring intubation. b) Mechanical dysfunction (either of the following): (1) shock with circulatory support; or (2) shock without circulatory support.“) und „emergent-salvage“ („The patient is undergoing CPR en route to the OR or prior to anesthesia induction.“).

Vergleicht man die Gruppe der Notfallindikationen („emergent“) mit den entsprechenden Häufigkeitsangaben anderer Veröffentlichungen (bei STS-Definition „emergent“ und „emergent-salvage“), so ergibt sich mit 9,4% (n=23) am Augustinum gegenüber 3,8% (Seccareccia) bis 8,8% (Shroyer) ein höherer Anteil (Tabelle 6.12).

6.1.4.8 Kardiale Voroperationen

Der Anteil kardial voroperierter Patienten von 5,3% unterscheidet sich nur geringfügig von Angaben in der Literatur (3,4% bis 8,6%, siehe Tabelle 6.12).

Tabelle 6.12: OP-Status im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	OP elective/urgent (%)	p	OP emergency (%)	p	Re-OP (%)	p
01.01.97	31.12.99	503478	STS	Shroyer	2003	CABG	92,8	>0,05	6,6	>0,05		
01.07.00	31.12.03	483914	STS	Cooper	2006	CABG	95,7	<0,001	4,3	<0,001	7,5	>0,05
01.01.99	31.12.99	182407	STS	Ferguson	2002	CABG	93,7	<0,05	6	<0,05	8,6	>0,05
01.01.90	31.12.99	158719	Review	Nalysnyk	2003	CABG					5,8	>0,05
01.01.90	31.12.99	158638	Review	Nalysnyk	2003	CABG					5,8	>0,05
01.01.98	31.12.99	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB	93,0	>0,05	6,4	>0,05	6,9	>0,05
01.09.91	31.03.02	53727	Ontario	Guru	2006	CABG			8,8	>0,05	3,7	>0,05
01.01.02	31.12.04	34310	Italian CABG	Seccareccia	2006	CABG			3,8	<0,001	3,4	>0,05
01.09.95	30.11.95	19030	EuroSCORE	Roques	1999	Herz-OP	95,0	<0,01	5	<0,01	7,3	>0,05
01.01.98	31.12.99	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB	95,3	<0,001	4,4	<0,001	7,9	>0,05
01.01.99	31.12.01	10118	4center	Mack	2004	CCAB					6,1	
01.01.04	31.12.05	244	Augustinum			OPCAB	90,6		9,4		5,3	

Anm. zu Literatur Mack, 2004 (4 center): hier wurden die STS-Definitionen verwendet.

6.1.5 Erwartete Mortalität (mittels Scores)

Nach dem logistischen EuroSCORE-Modell ergibt sich eine erwartete Mortalität von 6.0% im Augustinum-Kollektiv. Dies ist ein etwa doppelt so großer Anteil wie die erwartete Mortalität in anderen Veröffentlichungen, damit hinweisend auf ein morbideres Patientenkollektiv (Ferguson 3,4%, Cleveland 2,9%, siehe Tabelle 6.13). Die erwarteten Mortalitäten der STS-NACS Database- Patienten wurden nach dem STS-Regressionsmodell berechnet, nicht nach dem EuroSCORE. Es existiert sicherlich keine absolute Übereinstimmung zwischen diesen beiden Modellen, Nilssons Vergleich EuroSCORE vs. STS Risk Algorithm wies beiden Modellen jedoch eine gute Vorhersagekraft nach (vgl. Nilsson, 2004).

Tabelle 6.13: erwartete Mortalität mittels des logistischen EuroSCOREs im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	erwartete Mortalität (%)	p
01.01.1999	31.12.1999	182407	STS	Ferguson	2002	CABG	3,4	<0,05
01.01.1998	31.12.1999	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB	2,9	<0,01
01.01.1998	31.12.1999	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB	2,9	<0,01
01.01.2004	31.12.2005	244	Augustinum			OPCAB	6,0	

6.2 Diskussion des intra- und postoperativen Verlaufs im unselektionierten Patientenkollektiv

6.2.1 Anastomosen

Die mittlere Anzahl aortokoronarer Bypassgrafts betrug bei den Augustinum-Patienten 2,2. Nalysnyk beschreibt bei einer Fallzahl von 69128 CABG-Operationen eine mittlere Anzahl Grafts von 3,2. Die Gruppe der CCAB-operierten Patienten der EuroSCORE- Datenbank hatte mit 67% einen 1,7 fach größeren Anteil an Patienten, die mit 3 und mehr Grafts versorgt wurden (Augustinum: 38,6%), entsprechend ist der Anteil an Patienten, die mit 2 oder 1 Graft versorgt wurden, geringer (siehe Tabelle 6.14 und 6.15).

Tabelle 6.14: mittlere Anzahl Grafts im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	mittlere Anzahl Grafts	SD	p
01.01.1990	31.12.1999	69128	Review	Nalysnyk	2003	CABG	3,2	unbekannt	n.b.
01.01.2004	31.12.2005	244	Augustinum			OPCAB	2,2	0,9	

SD=Standardabweichung, n.b.= nicht berechnet

Tabelle 6.15: Zahl der Anastomosen im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	drei und mehr Anastomosen (%)	p	zwei Anastomosen (%)	p	eine Anastomose (%)	p
01.09.1995	30.11.1995	12103	EuroSCORE	Roques	1999	CCAB	67	<0,001	25	<0,001	9	<0,001
01.01.2004	31.12.2005	244	Augustinum			OPCAB	38,6		36,5		25	

6.2.2 Operationsdauer

Zur Operationsdauer fand sich keine Veröffentlichung mit einer Fallzahl von >10000 Patienten.

6.2.3 Postoperative Mortalität

(Siehe Tabelle 6.16)

Zur Erfassung der unmittelbar postoperativen Todesfälle werden unterschiedliche Strategien angewandt. Die häufigsten Erfassungszeiträume sind die 30-Tages-Mortalität (Tod innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage) sowie die Mortalität während des stationären Klinikaufenthaltes unmittelbar postoperativ (in-hospital-mortality). Likosky et al. (2006) fanden in einer Analyse von 31592 Patienten in der Mortalitätsberechnung einen nur sehr geringen Unterschied von 0,09% zwischen diesen beiden Definitionen.

Die postoperative Mortalität (3,3% Klinikmortalität beim Augustinumkollektiv) konnte mit elf Publikationen verglichen werden. Bei neun Studien bestand kein wesentlicher Unterschied, wobei die Mortalitäten teils geringer (von 2,3%), teils höher (bis 3,5%) angegeben waren. Nalysnyk et al. (2003) fanden in ihrem Review über 176 Publikationen der Jahre 1990 bis 1999 eine niedrigere Mortalitätsrate von 1,7% während des postoperativen Klinikaufenthaltes. Zur Morbidität des Patientengutes dieses Reviews wird auf Kapitel 6.1 verwiesen, leider konnte keine Angabe zur erwarteten Mortalität oder zur O/E- Ratio gemacht werden. Die 30-Tages-Mortalität wird von Nalysnyk (bei einem anderen Patientenkollektiv) mit 2,1% angegeben.

Die Vergleichbarkeit von Mortalitäten aus unterschiedlichen Jahren ist sicherlich begrenzt. In den halbjährlichen „Executive Summaries“ der STS-NACS Datenbanken (<http://www.sts.org/database>) beispielsweise ist ersichtlich, dass die über die jeweils zurückliegenden 10 Jahre kumulative Mortalität von 3,2% im Jahr 1996 auf 2,2% im Jahr 2005 kontinuierlich gesunken ist, also um ca. 0,1 Prozentpunkt pro Jahr.

Tabelle 6.16: Mortalität im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	beobachtete Mortalität (%)	p	erwartete Mortalität (%)	p O/E- Ratio	30-Tages-Mortalität (%)	p
01.01.1997	31.12.1999	503478	STS	Shroyer	2003	CABG					3,1	>0,05
01.07.2000	31.12.2003	483914	STS	Cooper	2006	CABG	2,5	>0,05				
01.01.1999	31.12.1999	182407	STS	Ferguson	2002	CABG	3,0	>0,05	3,4	<0,05	0,9	
01.01.1998	31.12.1999	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB	2,9	>0,05	2,9	<0,01	1,0	
01.01.1990	31.12.1999	81136	Review	Nalysnyk	2003	CABG					2,1	>0,05
01.01.1990	31.12.1999	75933	Review	Nalysnyk	2003	CABG	1,7	<0,05				
01.01.2002	31.12.2004	34310	Italian CABG	Seccareccia	2006	CABG					2,6	>0,05
01.09.1995	30.11.1995	12103	EuroSCORE	Roques	1999	CCAB	3,4	>0,05			3,4	>0,05
01.01.1998	31.12.1999	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB	2,3	>0,05	2,9	<0,01	0,8	
01.01.1999	31.12.2001	10118	4center	Mack	2004	CCAB	3,5	>0,05				
01.01.2004	31.12.2005	244	Augustinum			OPCAB	3,3		6,0		0,55	3,3

Anm. zu Literatur Mack, 2004 (4 center): hier wurden die STS-Definitionen verwendet.

6.2.4 Postoperative Morbidität

Als „major morbidity“ postoperativ werden in den STS-Publikationen v.a. fünf Endpunkte genannt: „permanent stroke“, „renal dysfunction or renal failure requiring dialysis“, „any cardiac surgery reoperation“, „prolonged ventilation greater 48h“ und „deep sternal wound infection“. Weitere Endpunkte (wie z.B. Sepsis oder Myokardinfarkt) konnten laut Shroyer (2003) aufgrund zu großer Variation der Definition nicht in die STS-Analysen mit einbezogen werden. Zur Relevanz dieses Themas sei Mangano (1995) zitiert: „One of every \$10 spent on surgical treatment of coronary disease is related to a complication, a sum of 1 billion dollars annually in the United States.“

6.2.4.1 Postoperativer Myokardinfarkt

Hier wird unterschieden zwischen Gesamtereignissen und nicht-tödlichen Ereignissen. Das Augustinum-Patientenkollektiv weist mit 1,23% (n=3) postoperativ neuer Myokardinfarkte (hiervon keiner mit letalem Ausgang) einen niedrigeren Anteil auf, als durchschnittlich von Nalysnyk et al. (2003) in den von ihnen untersuchten Publikationen gefunden wurde (3,89%, Variation von 0% bis 29,1% aufgrund unterschiedlicher Diagnosekriterien). Die mit Rate postoperativer, nicht-tödlicher („non-fatal“) Myokardinfarkte lag bei Nalysnyk bei 2,44% (siehe Tabelle 6.17).

6.2.4.2 Postoperativer Apoplex / zerebrovaskuläres Ereignis

Die Definition von „stroke“ ist US-leitliniengemäß „new onset of cerebrovascular accident persisting >72h“ (Cooper, 2006). Wie in Kapitel 5.2 beschrieben, traten im Augustinum-Kollektiv vier Ereignisse mehr als 72 Stunden persistierender neurologischer Ausfälle auf (1,7%). In keiner der in Tabelle 6.17 aufgelisteten Vergleichspopulationen fand sich ein wesentlicher Unterschied hinsichtlich postoperativer Apoplexie (1,25% bis 2,24%).

6.2.4.3 Postoperatives Nierenversagen

Die Definitionen postoperativen Nierenversagens variieren von „New requirement for dialysis“ bei Shroyer (2003) und Cooper (2006) über „renal failure requiring dialysis“ bei Nalysnyk (2003) bis „50% or more increase in creatinine over base line or new requirement for dialysis“ bei Cleveland (2001). Betrachtet man der strengsten Definition entsprechend die Patienten, die am Augustinum postoperativ neu mit einem Nierenersatzverfahren behandelt werden mussten (n=17, entspricht 7,1% der präoperativ nicht hämodialysepflichtigen Patienten bzw. 7,0% aller Patienten), so findet sich zu den Publikationen mit vergleichbarer

Definition jeweils ein Unterschied zugunsten der Literaturangaben (0,79% bis 3,53%, siehe Tabelle 6.17). Verwendet man o.g. Definition Clevelands, ergibt sich ein Anteil von 16 % Patienten des Augustinum-Kollektivs vs. 4,26% bei Cleveland (Daten nicht tabellarisch aufgelistet).

Tabelle 6.17: Myokardinfarkt, Apoplex, Nierenversagen postoperativ im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	Myokardinfarkt (%)	p	nicht-tödlicher Myokardinfarkt (%)	p	Apoplex (%)	p	Nierenversagen (%)	p
01.01.1997	31.12.1999	503478	STS	Shroyer	2003	CABG					1,63	>0,05	3,53	<0,05
01.07.2000	31.12.2003	483914	STS	Cooper	2006	CABG					1,5	>0,05	0,9	<0,001
01.01.1998	31.12.1999	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB					1,99	>0,05	4,26	>0,05
01.01.1990	31.12.1999	69487	Review	Nalysnyk	2003	CABG	3,89	<0,05						
01.01.1990	31.12.1999	31132	Review	Nalysnyk	2003	CABG					1,32	>0,05		
01.01.1990	31.12.1999	26750	Review	Nalysnyk	2003	CABG					2,24	>0,05		
01.01.1990	31.12.1999	22798	Review	Nalysnyk	2003	CABG							0,79	<0,001
01.01.1990	31.12.1999	11973	Review	Nalysnyk	2003	CABG			2,44	>0,05				
01.01.1998	31.12.1999	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB					1,25	>0,05	3,85	<0,05
01.01.2004	31.12.2005	244	Augustinum			OPCAB	1,23		1,23		1,7		7,1	

6.2.4.4 Postoperative Reoperationen

(Siehe Tabelle 6.18)

Am Augustinum wurde bei 4,1% der Patienten aufgrund intrathorakaler Blutung eine Reoperation veranlasst. Dies ist verglichen mit Literaturangaben ein höherer Anteil gegenüber CABG- (2,6%), CCAB- (2,8%) und OPCAB-Daten (2,1%) der STS-NACS Datenbank. Der Anteil von generellen Reoperationen ist mit 6,6% geringfügig höher als bei STS-CABG-Vergleichsdaten (hier 5,4%).

Tabelle 6.18: postoperative Wiedereingriffe (Reoperationen) im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	Reoperation wg. Blutung (%)	p	Re-OP überhaupt (%)	p
01.07.2000	31.12.2003	483914	STS	Cooper	2006	CABG	2,6	>0,05	5,4	>0,05
01.01.1998	31.12.1999	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB	2,8	>0,05		
01.01.1998	31.12.1999	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB	2,1	<0,05		
01.01.2004	31.12.2005	244	Augustinum			OPCAB	4,1		6,6	

6.2.4.5 Postoperative Beatmungsdauer

In der Literatur findet sich in den Veröffentlichungen der STS-NACS Datenbank die kategoriale Variable „prolonged ventilation“, definiert als eine Beatmungsdauer über mehr als 48 Stunden. Der Anteil dieser Patienten ist in der Augustinum-Kohorte mit 3,8% geringer als gegenüber Vergleichspopulationen, insbesondere verglichen mit der jüngsten Studie von Cooper et al. (2006) (hier 7,6%, sonst 4,1% bis 6,5%, siehe Tabelle 6.19).

Tabelle 6.19: Beatmung >48 Stunden im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	Beatmung>48h (%)	p
01.01.1997	31.12.1999	503478	STS	Shroyer	2003	CABG	5,96	>0,05
01.07.2000	31.12.2003	483914	STS	Cooper	2006	CABG	7,6	<0,05
01.01.1998	31.12.1999	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB	6,51	>0,05
01.01.1998	31.12.1999	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB	4,13	>0,05
01.01.2004	31.12.2005	244	Augustinum			OPCAB	3,8	

6.2.4.6 Postoperative Anlage einer IABP

Die postoperative Anlage einer IABP wurde am Augustinum mit 2,5% häufiger durchgeführt, als in der Literatur beschrieben (Cooper: 0,4%, siehe Tabelle 6.20).

6.2.4.7 Postoperative Mediastinitis

Die Definitionen eines relevanten postoperativen Wundinfektes variieren in den Veröffentlichungen der STS-NACS Datenbank zwischen „deep sternal wound infection“ (Shroyer, 2003), „deep sternal infection (involving muscle, bone, and/or mediastinum and including 1 of the following: wound opened with excision of tissue, positive culture, or treatment with antibiotics)“ (Cooper, 2006) und „deep sternal infection (mediastinitis)“ (Cleveland, 2001). Am Augustinum fielen 1,2% der Patienten (n=3) in die Kategorie „tiefe Sternuminfektion/Mediastinitis“. In der Literatur wird mit 0,47% bis 0,68% eine geringere Angabe gegeben (siehe Tabelle 6.20).

Tabelle 6.20: IABP, Mediastinitis postoperativ im Vergleich

Beginn der Datenerhebung	Ende der Datenerhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	IABP post-OP (%)	p	Mediastinitis (%)	p
01.01.1997	31.12.1999	503478	STS	Shroyer	2003	CABG			0,63	>0,05
01.07.2000	31.12.2003	483914	STS	Cooper	2006	CABG	0,4	<0,001	0,47	>0,05
01.01.1998	31.12.1999	106423	STS	Cleveland	2001	CCAB			0,68	>0,05
01.01.1998	31.12.1999	11717	STS	Cleveland	2001	OPCAB			0,55	>0,05
01.01.2004	31.12.2005	244	Augustinum			OPCAB	2,5		1,2	

6.2.4.8 Postoperativ Vorhofflimmern und Bluttransfusionen

Angaben zur Häufigkeit postoperativen Vorhofflimmerns oder postoperativer Bluttransfusionen fanden sich in keiner Publikation mit einer Fallzahl von >10000.

6.2.4.9 Dauer des postoperativen Klinikaufenthaltes

(Siehe Tabelle 6.21)

Als kategoriale Variable wird in STS-Analysen die Variable „prolonged stay“ verwendet, definiert als ein Klinikaufenthalt in der behandelnden Akutklinik von >14 Tage. In der Analyse Shoyers et al. (2003) wird der Anteil derart zugeordneter Fälle mit 5,4% angegeben. Am Augustinum waren mit 25% fast fünffach mehr Patienten länger als 14 Tage in stationärer Behandlung. Auch die mittlere postoperative Aufenthaltsdauer ist am Augustinum mit 13,5 Tagen länger als in der STS-NACS Population: Aus den halbjährlichen „Executive Summaries“ der STS-Datenbanken (<http://www.sts.org/database>) ist ersichtlich, dass die mittlere post-operative Aufenthaltsdauer in der Akutklinik über die vergangenen zehn Jahre bei isolierten CABG-Prozeduren konstant bei 7 Tagen geblieben ist (Daten nicht tabellarisch gelistet). Zur Dauer des postoperativen Aufenthaltes auf Intensivstationen fand sich keine Publikation mit einer Fallzahl von >10000.

Tabelle 6.21: Aufenthalt im Akutkrankenhaus post-OP im Vergleich

Beginn der Daten-erhebung	Ende der Daten-erhebung	N	Quelle	Autor	Jahr	OP	Aufent-halt>14d (%)	p
01.07.2000	31.12.2003	483914	STS	Cooper	2006	CABG	5,4	<0,001
01.01.2004	31.12.2005	244	Augustinum			OPCAB	25	

6.3 Fazit des Literaturvergleichs

Die vorliegende Analyse zeigt die Schwierigkeiten auf, die eine vergleichende Betrachtung mit Literaturangaben mit sich bringt. Sie beinhalten zum einen die Anwendung unterschiedlicher Definitionen, zum anderen spielen zeitliche und örtliche Diskrepanz der operativen und postoperativen Versorgung sicherlich eine nicht unbedeutende Rolle, v.a. in Anbetracht des jeweils zur Verfügung stehenden Technik- und Kenntnisstandes. Dennoch, wissenschaftlich publizierte Erfahrung muss genutzt werden zum Zwecke der Orientierung und ggf. kritischen Hinterfragung an einem Standort.

Im postoperativen Verlauf konnten einige Unterschiede zwischen dem Augustinum-Kollektiv und den „CABG-Literaturpatienten“ festgestellt werden.

So traten am Augustinum tendenziell weniger myokardiale Ischämien auf, die Beatmungsdauer war tendenziell kürzer. Bzgl. Mortalität, Apoplexrate und Wundinfektion bestand kein signifikanter Unterschied. Hingegen wurde eine geringere durchschnittliche Anzahl Grafts anastomosiert, Nierenersatzverfahren scheinen am Augustinum häufiger angewendet worden zu sein, auch die stationäre Behandlungsdauer postoperativ war länger. Tendenzuell wurden am Augustinum mehr Reoperationen durchgeführt.

Diese Ergebnisse sind jedoch dringend in Relation zur präoperativen Situation zu sehen. Zusammenfassend schien das Augustinumkollektiv auf der einen Seite teilweise günstigere präoperative Voraussetzungen aufzuweisen angesichts einer durchschnittlich besseren linksventrikulären Pumpfunktion sowie einer etwas geringeren Rate an Patienten mit kürzlich stattgehabtem Myokardinfarkt und Patienten mit koronarer Dreigefäßerkrankung, desweiteren hinsichtlich eines geringeren Anteils Frauen (weibliches Geschlecht wird als Risikofaktor bezeichnet). Die Prävalenz von Diabetes mellitus, Hauptstammstenosen und der Anteil kardialer Folgeoperationen schien am Augustinumkollektiv ähnlich den Literaturangaben. Im Wesentlichen jedoch waren die präoperativen Charakteristika ungünstiger angesichts eines höheren Durchschnittsalters sowie eines größeren Anteils an Patienten mit zerebrovaskulären und peripher-vaskulären Erkrankungen, instabiler Angina pectoris, Nierenfunktionseinschränkung, Adipositas, arterieller Hypertonie, Hyperlipidämie und eines größeren Anteils an Notfalleingriffen. Diese deskriptiv höher scheinende Morbidität des Augustinum-Kollektivs spiegelt sich darüber hinaus in einem höheren durchschnittlichen Sterblichkeitsrisiko wider.

Eine Interpretation der besseren wie auch der schlechteren Resultate der Augustinum-Patienten ist nur in diesem komplexen Zusammenhang möglich. Die geringere Anzahl Grafts beispielsweise könnte mit dem geringeren Anteil an Koronarstenosen zusammenhängen. Eine weitere Interpretationsmöglichkeit besteht in der Hypothese, dass am Augustinum ein

größerer Anteil älterer Patienten operiert wurde, bei denen zugunsten der Reduktion des Operationstraumas teilweise auf eine vollständige Revaskularisierung verzichtet wurde.

In wieweit die am Augustinum offensichtlich häufigere Anwendung eines Nierenersatzverfahrens durch den höheren Anteil der bereits präoperativ niereninsuffizienten Patienten bedingt war, kann anhand der vorliegenden Arbeit nicht gezeigt werden. Dass die präoperative Nierenfunktionsstörung ein relevanter Prognosefaktor, v.a. hinsichtlich der postoperativen Dialysepflichtigkeit, in der KHK-Population ist, wiesen jedoch frühere Untersuchungen nach, hier allen voran die von Cooper et al. (2006). Auch technische Weiterentwicklungen, die eine schonendere Blutwäsche möglich machen, müssen als möglicher Faktor für deren häufigeren Einsatz bedacht werden.

Für die relativ lange akutstationäre Behandlungsdauer am Augustinum dürften neben dem insgesamt morbideren Patientengut (s.o.) auch Unterschiede im ambulanten und stationären Patientenmanagement der jeweiligen Gesundheitssysteme ursächlich sein. Auch andere Autoren (mit Fallzahlen unter 10000 Pat.) geben häufig eine kürzere mittlere Klinikverweildauer an (z.B. Stamou, 2000: 5 Tage nach CCAB bzw. 4 Tage nach OPCAB; Meherwal, 2003: 8 Tage nach CCAB; Hernandez, 2001: 6 Tage nach CCAB; Kapetenakis, 2004: 5 Tage nach CCAB; Arom, 2000: 7,1 Tage nach CCAB; Plomondon, 2001: 11 Tage nach CCAB).

Ob und inwieweit Unterschiede in der Operationstechnik mitverantwortlich für das Outcome der untersuchten Patienten sind, konnte im Rahmen dieser Auswertung nicht erfasst werden. Hierfür wäre eine randomisierte, möglichst prospektive Studie notwendig.

6.4 Diskussion über die Anwendbarkeit von Prognosemodellen

In Kapitel 5.3 wurden zur Qualitätsbeurteilung des untersuchten Zentrums die beobachteten Raten von Mortalität und Apoplex ins Verhältnis zu den jeweils erwarteten gesetzt. Zur Berechnung der jeweiligen „Erwartungswerte“ wurden mit dem EuroSCORE und dem Score der Northern New England Cardiovascular Disease Study Group zwei häufig verwendete Risikostratifizierungsmodelle benutzt.

Die Frage, inwieweit Risikostratifizierungsmodelle über regionale Grenzen hinaus anwendbar sind, wurde in der Vergangenheit kontrovers diskutiert. Laut Asimakopoulos (2003) könnten Modelle, die in den USA entstanden, den klinischen Verlauf in einer europäischen Population nur mit mäßiger Verlässlichkeit vorhersagen. Auch Seccareccia (2006) betont, dass “any risk-adjustment function to be utilized for the purpose of comparison between centers or populations must be time and population specific.” In den nordamerikanischen CABG-

Leitlinien wird empfohlen, die generelle Anwendung von Risikostratifizierungsmodellen über regionale oder nationale Grenzen hinaus mit Vorsicht zu betreiben (Eagle, 2004).

Andererseits verglichen Nilsson et al. (2004) die Sterblichkeitsvorhersage des (additiven) EuroSCORE- Algorithmus mit dem STS-Risk-Calculator-Algorithmus an einer schwedischen Population und fanden einen signifikanten Vorteil zugunsten des EuroSCORE Modells, wobei dennoch beiden Modellen ein gute Genauigkeit nachgewiesen werden konnte (dies geschah mittels Vorhersagewahrscheinlichkeiten von 0,81 für den EuroSCORE- und 0,83 für den STS-Algorithmus im Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit Test, vgl. Hosmer, 2000). Auch die Möglichkeit der verlässlichen Anwendung des EuroSCORE-Modells in der nordamerikanischen Bevölkerung wurde von Nashef et al. (2002) gezeigt. Im von Petrou et al. (2003) publizierten Vergleich verschiedener Modelle bezogen auf UK- CABG – Patienten hat das mituntersuchte amerikanische Modell (merged cardiac registry, MCR) eine gute Vorhersagekraft. (Insgesamt wurden hierbei zwei einfache additive Modelle (Parsonnet and EuroSCORE) und drei logistische Modelle („UK, US merged cardiac registry (MCR), and EuroSCORE Bayesian“). untersucht. Dem logistischen EuroSCORE-Modell konnte dabei die beste Vorhersagekraft nachgewiesen werden. Und: “The areas under the ROC curve were as follows: Parsonnet 0.69, EuroSCORE additive 0.74, MCR US Bayesian 0.74, MCR UK Bayesian 0.75, and EuroSCORE Bayesian 0.75.” Die diskriminative Kraft eines Modells ist „excellent“ bei einer „area under the ROC curve“ von mind. 0,80, „sehr gut“ bei mind. 0,75 und „gut“ bei mind. 0,70, vgl. Swets, 1988.)

Die Anwendbarkeit des EuroSCORE-Systems wurde in der jüngeren Vergangenheit aufgrund des Alters dieses Regressionsmodells in Frage gestellt. Schließlich beruht es auf Patientendaten des Jahres 1995. So resümiert Nashef, einer der Autoren des EuroSCORE-Modells nach einer australischen Analyse von Yap et al. (2006): “The paper concludes that the model may not be applicable to Australian patients. This is being generous to the model because it may be equally likely that the reason for overprediction is that the model may now be out of date.” Und weiter: “However, the patients from whose data EuroSCORE was constructed were operated more than 10 years ago. The time has come for a repeat calibration.” (Nashef, 2006).

Risikostratifizierung ist ein wesentlicher Bestandteil im Rahmen von Ergebnis-Analysen, insbesondere, wenn diese vergleichend erfolgen sollen. Nur hierdurch kann vermieden werden, dass die Qualität eines Zentrums, das potentiell stärker gefährdete Patienten behandelt, nicht allein an der Sterblichkeit gemessen wird, sondern vielmehr jene in Relation zu der erwarteten Sterblichkeit gesetzt werden muss. Nashef schreibt hierzu: “Without risk stratification, surgeons and hospitals treating high-risk patients will appear to have worse results than others. This may prejudice referral patterns, affect the allocation of resources

and even discourage the treatment of high-risk patients. This is especially undesirable in cardiac surgery because it is precisely this group of patients which stands to gain most from surgical treatment, in spite of the increased risk. Risk stratification helps eliminate the bias against high-risk patients.” (Nashef, 1999).

6.5 Diskussion über die Ergebnisse der Patienten mit linksventrikulärer Dysfunktion

In Kapitel 5.4 wurde erörtert, wie sich die Untergruppe der Patienten mit deutlich reduzierter linksventrikulärer Pumpfunktion prä- und postoperativ darstellte. In der Vergangenheit wurden zunächst Bedenken gegen die Sicherheit der OPCAB- Technik bei Herzinsuffizienz geäußert, da hypothetisch die Manipulation am Herzen durch mechanische Stabilisatoren die Auswurffraktion zumindest intraoperativ weiter reduzieren könnte (vgl. Arom, 2000). Angesichts der kleinen Fallzahl von nur 13 Patienten des Augustinum-Kollektivs, die eine LV-EF von maximal 30% aufwiesen, konnte hierbei sicherlich nur ein Trend gezeigt werden. Dieser Trend steht jedoch im Einklang mit anderen Publikationen. Shennib et al. (2002) beschrieben in einer retrospektiven Analyse Mortalitäten von 3,2% (OPCAB) vs. 10,9% (CCAB) ($p=0,39$) bei Patienten mit deutlich reduzierter linksventrikulärer Auswurfleistung. In einer retrospektiven Studie über Patienten mit einer LV-EF $\leq 35\%$ zeigten Al-Ruzzeh et al. (2003) einen Trend zu höherer 30-Tages-Mortalität in der CCAB-Gruppe (14,1% vs. 6,6% bei OPCAB, $p=0,005$). Darwazah und Kollegen (2006) beschrieben in ihrer Studie über 150 Patienten (84 CCAB vs. 66 OPCAB) mit einer LV-EF von $\leq 35\%$ bei einem höheren mittleren EuroSCORE der OPCAB-Gruppe (12,96 vs. 8,47 bei CCAB) eine niedrigere Mortalität bei den OPCAB-Patienten (6,1% vs. 10,7% bei CCAB). Auch die zusammengefasste postoperative Morbidität wird in der OPCAB-Gruppe von den Autoren signifikant niedriger (19,7% vs. 35,7%, $p=0,03$) angegeben, wohingegen die mittlere Anzahl der Bypassgrafts in der CCAB-Gruppe signifikant höher ($3,4\pm 0,7$ vs. $2,0\pm 0,9$; $p<0,001$) lag, resultierend in einer höheren Rate vollständiger Revaskularisierungen (85,7% vs. 69,7%; $p=0,01$) (Darwazah, 2006).

7. Schlussbemerkung und Ausblick

Zur Durchführung valider Standortanalysen ist eine nationale kontinuierliche und einheitliche Datenerhebung erforderlich. Solch ein Projekt wurde vor kurzem beispielsweise in Italien durchgeführt mit ca. 30000 OP-Prozeduren (Seccareccia, 2006). Bzgl. der Auswertung existierten differierende Meinungen (siehe Kommentare zu Seccareccia, 2006), deren Kritik beispielweise unklare und uneinheitliche Definitionen beinhaltet (vgl. Menicanti, 2006). Auch die STS ermöglicht es mittels der National Adult Cardiac Surgery Database seit vielen Jahren den angeschlossenen Zentren, ihre Resultate im nationalen Vergleich zu sehen (siehe Kapitel 6 Diskussion).

Die von Nashef geforderte Kalibrierung des EuroSCORE-Modells (s.o.) könnte in Deutschland oder gar europaweit Anlass zum Einstieg in solch eine (inter-)nationale Datenerhebung geben. Hierbei sollten Erfahrungen genutzt werden, potentielle Fehler zu vermeiden, beispielsweise in der Schärfe der Datendefinition. Dies dürfte jedoch ohnehin wesentlicher Bestandteil der EuroSCORE-Kalibrierung sein.

Angesichts des großen Anteils von CABG-Prozeduren an allen Herzoperationen sollte darüber hinaus die Etablierung eines spezifisches „CABG-EuroSCOREs“ diskutiert werden. Weiterhin hilfreich wäre es, im Rahmen dieser Erstellung nicht nur ein in Europa aktuelles und valides Modell zur Mortalitätsschätzung, sondern auch Modelle zur Schätzung anderer relevanter Komplikationen wie Apoplex, Mediastinitis, Myokardinfarkt, Nierenversagen, Reoperation oder zur voraussichtlichen Behandlungs- oder Beatmungsdauer zu etablieren. Solche Modelle existieren bereits in Nordamerika (siehe STS web risk calculator unter www.sts.org). Sie wurden jedoch vom Autor im Rahmen dieser Analyse angesichts teilweise stärker differierender Definitionen und der fehlenden Reproduktionsmöglichkeit (der Algorithmus des STS web risk calculator war dem Autor nach Literaturrecherche und schriftliche Anfrage bei der STS nicht zugänglich) nicht angewandt.

Diese Vorschläge lassen sich gut vereinbaren mit Nashefs Forderungen und Warnungen in seinem Kommentar über die Publikation Seccareccias (2006): "Italy now joins the USA and the UK in regular monitoring of cardiac surgical outcomes. In the UK, these outcomes are no longer anonymous: they are published, by centre and even by named surgeon, in the Society of Cardiothoracic Surgeons Database Report and, thanks to the recent passage of the Freedom of Information Act, in the national press. The scrutiny of medical performance by governments, health care purchasers, the media and the public is here to stay. We surgeons have a choice: we can ignore the trend until it becomes strong enough to damage us, or we can take the lead in shaping the way outcome monitoring is done so as to protect our patients and ourselves from the publication of crude, unadjusted and unvalidated data. The

Italian study and the recent UK experience provide good examples of surgeons collaborating with government and epidemiology authorities to produce meaningful data from which we can all learn. They are examples, which should be followed elsewhere. After all, if surgeons do not collaborate in such ventures, they will not stop the process: all that will happen is that information will still be somehow obtained and published, but it will be done badly.” (Nashef, Editorial comment, 2006).

8. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser retrospektiven Analyse wurden alle Patienten untersucht, die sich an der Herzklunik Augustinum in München in den Jahren 2004 und 2005 einer koronararteriellen Bypassoperation nach dem off-pump-coronary-artery-bypass-Graft-, kurz OPCAB-, Verfahren unterzogen. Es wurden weitestgehend die Definitionen des EuroSCORE-Systems, teilweise auch des STS-National Adult Cardiac Surgery Database – Systems verwendet. Es fanden sich 244 Patientinnen und Patienten mit einem Durchschnittsalter von 68,2 Jahren und einer Geschlechterverteilung von 20,5% (n=50) Frauen und 79,5% (n=194) Männer. 89,8% (n=219) litten an arterieller Hypertonie, 82% (n=200) an Hyperlipidämie, 29,9% (n=73) an medikamentös therapiertem Diabetes mellitus. Bei 17,2% (n=42) war eine positive Familienanamnese bzgl. kardiovaskulärer Erkrankungen, bei 34,8% (n=85) eine positive Nikotinanamnese erfragt. Eine relevante extrakardiale Arteriopathie bestand bei 28,3% (n=69), ein zerebrovaskuläres Ereignis war bei 14,8% (n=36) der Patienten vorbeschrieben. Eine Niereninsuffizienz im Stadium 5 lag in 1,6% (n=4), im Stadium 4 in 4,5% (n=11) der Fälle vor, 6,6% (n=16) hatten ein Serumkreatinin von >2,0 mg/dl, die mittlere GFR (nach MDRD) betrug 62,7 ml/min. Eine COPD war in 13,1% (n=32), Vorhofflimmern bei 8,6% (n=21) und Adipositas bei 26,2% (n=64) der Patienten bekannt. Bei einer mittleren linksventrikulären Ejektionsfraktion von ca. 59% war diese bei 5,3% (n=13) der Fälle schwer reduziert. Eine Stenose >50% am linken Hauptstamm lag bei 24,6% (n=60) vor, 10,7% (n=26) hatten Stenosen in einem, 22,5% (n=55) in zwei und 66,4% (n=162) in allen drei Versorgungsbereichen der drei großen Koronararterien LAD, RCx und RCA (bei Betrachtung nur signifikanter Stenosen >70% ist die Verteilung in gleicher Reihenfolge 20,5%, 33,2% und 45,1%). Eine stattgehabte myokardiale Ischämie war bei 44,3% (n=108) der Patienten bekannt, ein myokardischämisches Akutereignis lag bei 8,6% (n=21) vor. 43% (n=105) wurden als instabile Angina pectoris klassifiziert. 53,3% (n=130) der Patienten wurden elektiv, 37,3% (n=91) dringlich und 9,4% (n=23) notfallmäßig operiert.

Postoperativ traten im Rahmen des Aufenthaltes in den behandelnden Akutkliniken 3,28% (n=8) Todesfälle auf. Ein postoperativ neues, über mindestens 72 Stunden persistierendes neurologisches Defizit wurde in 1,7% (n=4), eine neue myokardiale Ischämie in 1,4% (n=3) der Fälle festgestellt, bei letzteren jeweils mit verschlossenen Grafts. Ein Nierenersatzverfahren wurde bei 7,1% (n=17) der zuvor nicht hämodialysepflichtigen Patienten postoperativ erstmals durchgeführt, langfristig blieb keiner der nachverfolgten Patienten hämodialysepflichtig. Die Notwendigkeit einer Reoperation ergab sich bei 6,6% (n=16). Erstdiagnostiziertes Vorhofflimmern postoperativ trat in 31,8% (n=71) der zuvor sinusrhythmischen Patienten auf, eine tiefe parasternale Wundinfektion in 1,2% (n=3), ein bronchopulmonaler Infekt in 13,9% (n=34), ein Harnwegsinfekt in 7,8% (n=19). Bei einer

mittleren postoperativen stationären Aufenthaltsdauer (in der Akutklinik) von 13,5 Tagen waren 25% (n=61) der Patienten länger als 14 Tage akutstationär zu versorgen. Bei 3,7% (n=9) war eine invasive Beatmung über >48 Stunden notwendig bei einer mittleren Intubationsbeatmungsdauer von 16,4 Stunden. 49,6% der Patienten erhielten mindestens ein Erythrozytenkonzentrat.

Die genannten Ergebnisse müssen in Relation zur Morbidität des Patientenkollektivs am Augustinum gesetzt werden. Berechnungsmodelle zur Schätzung postoperativer, ungünstiger Ereignisse existieren in guter Qualität (valide und aktuell) nur für wenige Parameter, am besten etabliert ist die Schätzung der postoperativen Mortalität. Bei Verwendung des (logistischen) EuroSCORE- Modells erhält man für die Augustinum-Patienten eine erwartete Mortalität von 6,01%. Die observed/expected (O/E) - Ratio beträgt damit (angesichts der tatsächlichen Mortalität von 3,28%) 0,55. Dies spiegelt ein besseres Ergebnis (hier bezogen auf Mortalität) als erwartet wider. Die O/E- Ratio der Apoplexrate, berechnet mittels des Regressionsmodells der Northern New England Cardiovascular Disease Study Group (NNE), liegt mit 1,66% eingetretener Rate und 1,65% geschätztem Risiko bei 1,0.

Bei folgenden Risikogruppen wurden die jeweiligen (EuroSCORE-) Mortalitäts- und (NNE-) Apoplex- O/E- Ratios berechnet: Patienten mit einem Lebensalter von 70 Jahren und älter (n=107), Patienten mit einem Lebensalter von 80 Jahren und älter (n=31), Patienten mit einer linksventrikulären Auswurfraction (LV-EF) von 30% und weniger (n=13), Patienten mit einer glomerulären Filtrationsrate von 30ml/min und weniger (n=15), Patienten mit COPD (n=32), Patienten mit einer zerebrovaskulären Erkrankung (n=66) sowie Patienten mit einer Stenose des linkskoronaren Hauptstammes von mind. 50 % (n=60). Hierbei waren alle Mortalitäts-O/E- Ratios geringer als 1 (Minimum 0 bei Patienten mit einer LV-EF von <30%, Maximum 0,76 bei mind. 70-jährigen Patienten). Bei Patienten mit einem EuroSCORE-Wert von ≥ 6 lag die Mortalitäts-O/E- Ratio bei 0,57. Hinsichtlich der O/E- Ratio Apoplexrate schnitten Patienten mit deutlich eingeschränkter linksventrikulärer Pumpfunktion und Patienten mit COPD mit jeweils 0 Fällen gut ab. Die höchste O/E- Ratio (3,6) wiesen angesichts der 2 eingetretenen Fälle (13,3%) die 15 Patienten mit eingeschränkter Nierenfunktion ($GFR \leq 30$ ml/min) auf. EuroSCORE- gestaffelt schnitten bzgl. der Apoplexrate Patienten mit einem EuroSCORE <3 besser (O/E=0), Patienten mit einem EuroSCORE zwischen 3 und 6 schlechter (O/E=2,6) ab, als erwartet, Patienten mit einem EuroSCORE-Wert ≥ 6 lagen im Erwartungsbereich (O/E=1,0).

Angesichts des guten Resultates der Patienten mit deutlich reduzierter linksventrikulärer Pumpfunktion in den O/E- Ratio-Berechnungen, wurden diese separat analysiert. Zusammenfassend stellte sich die präoperative Situation dieser Patienten angesichts eines

mittleren logistischen EuroSCORE-Wertes von 18,5 (Median 13,7) entgegen dem mittleren Wert von 6,0 im Gesamtkollektiv als schwieriger dar. Postoperativ trat bei dieser Gruppe kein Todesfall, kein Apoplex, kein neuer Myokardinfarkt und keine relevante Wundinfektion auf. In keinem Fall war eine invasive Beatmung über mehr als 48 Stunden, eine Reintubation, die Neuanlage einer IABP, eine Reangiographie oder einer Reoperation notwendig. Bei einem Patienten musste aufgrund akuten Nierenversagens Hämofiltration durchgeführt werden, die Nierenfunktion erholte sich anschließend. Fünf Patienten entwickelten einen relevanten bronchopulmonalen Infekt (entsprechend 38,5% gegenüber 13,9% im Gesamtkollektiv, $p=0,03$). Mit sieben Patienten verblieben über die Hälfte dieser Risikopatienten mehr als 14 Tage in der akutstationären Behandlung, gegenüber 25% im Gesamtkollektiv ($p=0,044$). Entsprechend war die mittlere Dauer der Intensiv- wie auch der insgesamt stationären Behandlung länger ($p<0,05$).

Die notwendige Kalibrierung des EuroSCORE-Modells könnte Anlass geben, eine kontinuierliche, einheitliche deutschland- oder sogar europaweite Datenerhebung zu initiieren, um hiermit die Möglichkeit von validen Standortanalysen zu schaffen. Darüber hinaus sollte die Möglichkeit diskutiert werden, einen speziellen CABG-EuroSCORE zu entwickeln und über die Mortalitätsschätzung hinaus valide Prädiktionsmodelle zur Schätzung anderer relevanter postoperativer Komplikationen zu etablieren.

Abkürzungen

a	Jahr/Jahre
A.	Arteria
AAA	Aneurysma der Aorta abdominalis
ABG	arterielle Blutgasanalyse
ACC	American College of Cardiology oder A. carotis communis (Kontext!)
ACI	A. carotis interna
ACT	activated coagulation time
ACVB	aortokoronarer Venenbypass
AF	atrial fibrillation = Vorhofflimmern
AHA	American Heart Association
Anm.	Anmerkung
ANV	akutes Nierenversagen
AP	Angina pectoris
BMI	body mass index
bzgl.	bezüglich
CABG	koronararterielle Bypassoperation (coronary artery bypass graft)
CCAB	konventioneller koronararterieller Bypass (conventional coronary artery bypass)
CCS	Canadian Cardiovascular Society
CI	Konfidenzintervall
CK	Kreatinkinase
CK-MB	Kreatinkinase-MB-Isoenzym
COPD	chronic obstructive pulmonary disease = chronisch obstruktive Lungenerkrankung
CPAP	continuous positive airway pressure
CPB	kardiopulmonaler Bypass (cardiopulmonary bypass)
CSE	Cholesterin-Synthese-Enzym
CV	cardiovascular = kardiovaskulär
CVA	cerebrovascular accident = zerebrovaskuläres Ereignis
CVD	cerebrovascular disease = zerebrovaskuläre Erkrankung
d	day/days= Tag/Tage
d.h.	das heißt
Diff.	Differenz
dl	Deziliter
DSA	Digitale Subtraktionsangiographie
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EF	Ejektionsfraktion
EK	Erythrozytenkonzentrat
EKG	Elektrokardiogramm
EKZ	extrakorporale Zirkulation
et al.	et altera (und andere)
EuroSCORE	European System for Cardiac Operative Risk Evaluation
FEV1	forciertes Expirationsvolumen in 1 Sekunde
FFP	fresh frozen plasma
GFR	glomeruläre Filtrationsrate
h	hour/hours = Stunde/Stunden
HDL	high density lipoprotein
HLP	Hyperlipoproteinämie
hr	hour/hours = Stunde/Stunden

HTN	arterielle Hypertonie
IABP	intraaortale Ballongegenpulsationspumpe
ICU	intensive care unit = Intensivstation
IDDM	insuline dependent diabetes mellitus
I.E.	Internationale Einheiten
IFU®	Klinik Informationssystem des Institut für Unternehmensforschung OR GmbH
kg	Kilogramm
KHK	koronare Herzerkrankung
l	Liter
LA	Lebensalter
LAD	left anterior descending (=Ramus interventricularis anterior der A. coronaria sinistra)
LDL	low density lipoprotein
LIMA	left internal mammary artery (=A. thoracica interna sinistra)
LMS	left main stem (=Hauptstamm der A. coronaria sinistra)
LMU	Ludwig Maximilians Universität
LV	linksventrikulär
LV-EF	linksventrikuläre Ejektionsfraktion
MCR	merged cardiac registry
MDRD	Modification of Diet in Renal Disease
mg	Milligramm
MI	Myokardinfarkt
micromol	Mikromol
min	Minute/Minuten
mind.	mindestens
ml	Milliliter
mm	Millimeter
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
mmole	Millimol
n	Fallzahl der jeweiligen Untergruppe
N	Gesamtfallzahl
n.b.	nicht berechenbar
neurolog.	neurologisch
NIDDM	non insuline dependent diabetes mellitus
NKF	National Kidney Foundation
NNE	Northern New England Cardiovascular Disease Study Group
NSTEMI	non ST-elevation myocardial infarction
NYHA	New York Heart Association
O/E	observed/expected
o.g.	oben genannt
OP	Operation
OPCAB	off pump coronary artery bypass
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
Pat.	Patient/Patientin
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
PEEP	positive endexpiratory pressure
PAH	pulmonale Hypertonie
pO2	Sauerstoffpartialdruck
qm	Quadratmeter
PRIND	prolongiertes reversibles ischämisches neurologisches Defizit
R.	Ramus

RCA	right coronary artery (=A. coronaria dextra)
RCx	Ramus circumflexus
RIMA	right internal mammary artery (=A. thoracica interna dextra)
RIND	reversible ischemic neurologic deficite
ROC	reciever operating characteristics
S.	Seite
\$	US-Dollar
SD oder Std. Dev.	standard deviation = Standardabweichung
sog.	sogeannter/sogeannte
STS	The Society of Thoracic Surgeons
STS-NACS	The Society of Thoracic Surgeons National Adult Cardiac Surgery
Tab.	Tabelle
TIA	transitorische ischämische Attacke
TVT	tiefe Venenthrombose
U	Unit/Units
u.a.	unter anderem
UK	United Kingdom
UKG	Ultraschall Kardiographie
US	United States
USA	United States of America
vgl.	vergleiche
vs.	versus
Z.n.	Zustand nach

Literaturverzeichnis

Al-Ruzzeh S, Athanasiou T, George S, et al.: Is the use of cardiopulmonary bypass for multivessel coronary artery bypass surgery an independent predictor of operative mortality in patients with ischemic left ventricular dysfunction? *Ann Thorac Surg* 2003 ;76 :444-452.

Arom KV, et al. : Safety and efficacy of off-pump coronary artery bypass grafting. *Ann Thora Surg* 2000;69:7004-710

Arom KV, Flavon TF, Emery RW, et al.: Is Low Ejection Fraction Safe for Off-Pump Coronary Bypass Operation? *Ann Thorac Surg* 2000;70:1021-5

Ascione R, Caputo M, Angelini GD: Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting: Not a Flash in the Pan. *Ann Thorac Surg* 2003;75:306 –13

Asimakopoulos G, Al-Ruzzeh S, Ambler G, et al. An evaluation of existing risk stratification models as a tool for comparison of surgical performances for coronary artery bypass grafting between institutions. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;23:935– 42

Benetti FJ, Naselli G, Wood M, et al.: Direct myocardial revascularisation without extracorporeal circulation: experience in 700 patients. *Chest* 1991;100:312-6

Berger PB, Aldermann EL, Nadel A, et al.: Frequency of early occlusion and stenosis in a left mammary artery to left anterior descending artery bypass graft after surgery through a median sternotomy an conventional bypass: benchmark for minimally invasive direct coronary artery bypass. *Circulation* 1999;100:2353-8

Berman M, Stamler A, Sahar G, et al.: Validation of the 2000 Bernstein-Parsonnet Score Versus the EuroSCORE as a Prognostic Tool in Cardiac Surgery. *Ann Thorac Surg* 2006;81:537– 41

Bernstein AD, Parsonnet V: Bedside estimation of risk as an aid for decision-making in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2000;69:823– 8

Bigelow WG, Callaghan JC, Hopps JA (1950): General hypothermia for experimental cardiac surgery. *Am Surg* 132: 531

Bridgewater B, Neve H, Moat N, Hooper T, Jones M. Predicting operative risk for coronary surgery in the United Kingdom: a comparison of various risk prediction algorithms. *Heart* 1998;79:350 –5

Buffolo E, Andrade JC, Branco JN, et al.: Myocardial revascularization without extracorporeal circulation. Seven-year experience in 593 cases. *Eur J Cardiothorac Surg* 1990;4: 504-507

Buffolo E, de Andrade CS, Branco JN, et al.: Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1996;61:63-6

Cheng DC, Bainbridge D, Martin JE, et el.: Coes Off-pump Coronary Artery Bypass Reduce Mortality, and Resource Utilization When Compared with Conventional Coronary Artery Bypass? A Meta-analysis of Randomized Trials. *Anesthesiology* 2005;102:188-203

Clark RE: The Society of Thoracic Surgeons National Database Study report. *Ann Thorac Surg* 1994;57:20–6

Cleveland JC, Shroyer LW, Chen AY, et al. Off-pump coronary artery bypass grafting decreases risk-adjusted mortality, and morbidity. *Ann Thorac Surg* 2001;72:1282–9

Connolly MW, Subramanian VA, Patel NU: Multivessel Coronary Artery Bypass Grafting without Cardiopulmonary Bypass. *Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2000;5:166-175

Cooley DA, Frazier OH: The past 50 years of cardiovascular surgery. *Circulation* 2000;102: IV87-IV93

Cooper WA, O'Brien SM, Thourani VH, et. al.: Impact of Renal Dysfunction on Outcomes of Coronary Artery Bypass Surgery: Results From the Society of Thoracic Surgeons National Adult Cardiac Database. *Circulation* 2006;113;1063-70

Cutler EC, Levine SA: Cardiomy and valvulotomy for mitral stenosis: observations and clinical notes concerning an operated case with recovery. *Boston Med Surg J* 1923;188:1023

- Darwazah AK, Abu Sham'a RA, Hussein E, et al.: Myocardial revascularization in patients with low ejection fraction $\leq 35\%$: effect of pump technique on early morbidity and mortality. *J Card Surg* 2006;21(1):22-7
- Diegeler A, Martin M, Kayser S, et al.: Angiographic results after minimally invasive coronary bypass grafting using the minimally invasive direct coronary bypass grafting (MIDCAB) approach. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999;15:680-4
- Diegeler A, Hirsch R, Schneider F, et al.: Neuromonitoring and Neurocognitive Outcome in Off-Pump Versus Conventional Coronary Bypass Operation. *Ann Thorac Surg* 2000;69:1162-6
- Duke Clinical Research Institute : Executive Summary – STS Spring 2006 Report. <http://www.sts.org/database>
- Dupuis J, Wang F, Nathan H, Lam M, Grimes S, Bourke M: The cardiac anesthesia risk evaluation (CARE) score: a clinically useful predictor of mortality and morbidity after cardiac surgery. *Anesthesiology* 2001;94:194 –204
- Eagle KA, Guyton RA, Davidoff D, et al. ACC/AHA 2004 guideline update for coronary artery bypass graft surgery: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1999 Guidelines for Coronary Artery Bypass Graft Surgery). *Circulation* 2004;110:e340-437
- Favaloro RG: Saphenous vein graft in the surgical treatment of coronary artery disease. Operative technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1969;58:178-185
- Ferguson TB, Dziuban SW, Edwards FH, et al.: The STS National Database: Current Changes and Challenges for the New Millennium. *Ann Thorac Surg* 2000;69:680-91
- Ferguson TB, Hammill BG, Peterson ED, et al.: A Decade of Change - Risk Profiles and Outcomes for Isolated Coronary Artery Bypass grafting Procedures, 1990-1999: A Report From the STS National Database Committee and the Duke Clinical Research Institute. *Ann Thorac Surg* 2002;73:480-90
- Gabrielle F, Roques F, Michael P, et al. Is the Parsonnet's score a good predictive score of mortality in adult cardiac surgery: assessment by a French multicentre study. *Eur J Cardiovasc Surg* 1997;11:406 –14
- Garrett HE, Cartmill TB, Thiele JP, et al.: Experimental evaluation of venous autografts as aorta to left ventricular myocardial shunts in revascularization of the heart: a preliminary report. *Cardiovasc Res Cent Bull* 1964;3:15-20
- Gibbon jr JH: Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. *Minn Med* 1954;37:171
- Gogbashian A, Sedrakyan A, Treasure T. EuroSCORE: a systematic review of international performance. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004;25:695-700
- Green GE, Stertzer SH, Reppert EH: Coronary arterial bypass grafts. *Ann Thorac Surg* 1968;5:443-450
- Gurbuz AT, Zia AA, Vuran AC, et al.: Postoperative clopidogrel improves mid-term outcome after off-pump coronary artery bypass graft surgery: a prospective study. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 29 (2006) 190—195
- Geissler HJ, Hoelzl P, Marohl S, et al.: Risk stratification in heart surgery: comparison of six score systems. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 17 (2000) 400-6
- Gummert J.: Einführung in die Koronarchirurgie (Vortrag), 2006 in: http://www.htchirurgie.uniklinikum-jena.de/img/ht_/Vorlesungen/Gummert/koronarchirurgie.pdf
- Guru V, Fremes SE, Tu JV: How many arterial grafts are enough? A population-based study of midterm outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;131:1021-8
- Halkos ME, Cooper WA, Petersen R, et al.: Early administration of Clopidogrel is safe after off-pump coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 2006;81:815-9
- Hazelrigg SR, Magee MJ, Boley TM: The Evolution of Cardiac Surgery. In: Cohen RG, Mack MJ, Fonger JD, Landreneau RJ (Hg.) *Minimally Invasive Cardiac Surgery*. 1999 Quality Medical Publishing, St. Louis, S. 3-8
- Hernandez F, Cohn WE, Baribeau YR, et al., for the Northern New England Cardiovascular Disease Study Group: In-Hospital Outcomes of Off-Pump Versus On-Pump Coronary Artery Bypass Procedures: A Multicenter Experience. *Ann Thorac Surg* 2001;72:1528 –34
- Higgins TL, Estafanous FG, Loop FD, et al. ICU admission score for predicting morbidity and mortality risk after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1997;64: 1050-8

- Hosmer DW, Lemeshow S: Applied logistic regression. New York: John Wiley & Sons, 2000:147-56
- Iglesias I, Murkin JM: Beating heart surgery or conventional CABG: are neurologic outcomes different? *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2001;13:158-69
- Jin R, Grunkemeier GL: Additive vs. logistic risk models for cardiac surgery mortality. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 28 (2005) 240–243
- Jones RH, Hannan EL, Hammermeister KE, et al. Identification of preoperative variables needed for risk adjustment of short-term mortality after coronary artery bypass graft surgery. The Working Group Panel on the Cooperative CABG Database Project. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:1478–87
- Kapetanakis EI, Stamou SC, Dullum MK, et al.: The Impact of Aortic Manipulation on Neurologic Outcomes After Coronary Artery Bypass Surgery: A Risk-Adjusted Study. (*Ann Thorac Surg* 2004;78:1564 –71)
- Kolessov VI: Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1967;54:535-44
- Kurlansky PA: Is there a hypercoagulable state after off-pump coronary artery surgery? What do we know and what can we do? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126:7-10
- Levey AS, Bosch JP, Lewis JB, et al. for the Modification of Diet in Renal Disease Study Group: A more accurate method to estimate glomerular filtration rate from serum creatinine: a new prediction equation. *Ann Intern Med.* 1999;130:461-470
- Levey AS, Coresh J, Balk E, et al. for the National Kidney Foundation: National Kidney Foundation practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Ann Intern Med.* 2003;139:137-147
- Likosky DS, Nugent WC, Clough RA, et al.: Comparison of three measurements of cardiac surgery mortality for the Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. *Ann Thorac Surg* 2006;81:1393-95
- Longmire WP, Cannon JA, Kattus A: Direct vision coronary endarterectomy for angina pectoris. *N Engl J Med* 1958: 259:993-999
- Mack MJ, Osborne JA, Shennib H: Arterial graft patency in coronary artery bypass grafting: what do we really know? *Ann Thorac Surg* 1998;66:1055-9
- Mack MJ, Pfister A, Bachand D, et al.: Comparison of coronary bypass surgery with and without cardiopulmonary bypass in patients with multivessel disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;127:167-73
- Magee MJ, Jablonski KA, Stamou SC, et al.: Elimination of Cardiopulmonary Bypass Improves Early Survival for Multivessel Coronary Artery Bypass Patients; *Ann Thorac Surg* 2002;73:1196 –203
- Mangano DT: cardiovascular morbidity and CABG surgery – a perspective: epidemiology, costs, and potential therapeutic solutions. *J Card Surg* 1995; 10:366-8
- Martinez-Alario J, Tuesta ID, Plasencia E, Santana M, Mora ML. Mortality prediction in cardiac surgery patients: comparative performance of Parsonnet and general severity systems. *Circulation* 1999;99:2378–82
- Meharwal ZS, Mishra YK, Kohli V, et al.: Multivessel Off-Pump Coronary Artery Bypass: Analysis of 4953 Case. *The Heart Surgery Forum* 2003-13114 6 (3), 2003
- Menicanti LA: Editorial comment. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 29 (2006) 63
- Michel P, Roques F, Nashef SA. Logistic or additive EuroSCORE for highrisk patients? *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;23:684–7
- Murray G, Porcheron R, Hilario J, et al.: Anastomosis of a systemic artery to the coronary. *Can Med Assoc J* 1954;71:594
- Nashef SA, Roques F, Michel P, et al.: European system for cardiac operative risk evaluation (*EuroSCORE*). *Eur J Cardiothorac Surg* 16 (1999) 9-13
- Nashef SA, Roques F, Hammill BG, et al.: Validation of European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (*EuroSCORE*) in North American cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;22:101-105
- Nashef SA: Editorial comment The Italian Job on CABG outcomes. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 29 (2006) 63-64

- Nashef SA: Editorial comment. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 29 (2006):446
- Nalysnyk L, Fahrbach K, Reynolds MW, et al.: Adverse events in coronary artery bypass graft (CABG) trials: a systematic review and analysis; *Heart* 2003;89:767-72
- Nilsson J, Algotsson L, Höglund P, et al.: Early Mortality in Coronary Artery Bypass surgery : The EuroSCORE Versus the Society of Thoracic Surgeons Risk Algorithm. *Ann Thorac Surg* 2004; 77:1235-40
- Parolari A, Alamanni F, Cannata A, et al.: Off-Pump Versus On Pump Coronary Artery Bypass: Meta-Analysis of Currently Available Randomized Trials. *Ann Thorac Surg* 2003;76:37-40
- Parolari A, Colli S, Mussoni L, et al.: Coagulation and fibrinolytic markers in a two-month follow-up of coronary bypass surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;125:336-43
- Parolari A, Alamanni F, Polvani G, et al.: Meta-Analysis of Randomized Trials Comparing Off-Pump With On-Pump Coronary Artery Bypass Graft Patency. *Ann Thorac Surg* 2005;80:2121-5
- Parsonnet V, Dean D, Bernstein AD: A method of uniform stratification of risk for evaluating the results of surgery in acquired adult heart disease. *Circulation* 1989;79(suppl 1):3-12
- Parsonnet V, Bernstein AD, Gera M: Clinical usefulness of risk-stratified outcome analysis in cardiac surgery in New Jersey. *Ann Thorac Surg* 1996;61:S8 -11
- Peterson ED, Coombs LP, DeLong ER, et al. for the STS, for the National Cardiac Database Investigators: Procedural volume as a marker of quality after CABG surgery. *JAMA* 2004;291:195-201
- Petrou M, Roques F, Sharples LD, et al.: The risk model of choice for coronary surgery in the UK. *Heart* 2003;89:98-99
- Plomondon ME, Cleveland JC, Ludwig ST, et al.: Off-Pump Coronary Artery Bypass Is Associated With Improved Risk-Adjusted Outcomes; *Ann Thorac Surg* 2001;72:114 -9
- Pons JMV, Borrás JM, Espinas JA, et al. Subjective versus statistical model assessment of mortality risk in open heart surgical procedures. *Ann Thorac Surg* 1999;67:635- 40
- Pschyrembel: *Klinisches Wörterbuch*, 259. Auflage, Verlag Walter de Gruyter, Hamburg 2000
- Puskas JD, Williams WH, Mahoney EM, et al.: Off-Pump vs Conventional Coronary Artery Bypass Grafting: Early and 1-Year Graft Patency, Cost, and Quality-of-Life Outcomes. *JAMA*, April 21, 2004—Vol 291, No. 15
- Rady MY, Ryan T, Starr NJ. Perioperative determinants of morbidity and mortality in elderly patients undergoing cardiac surgery. *Crit Care Med* 1998;26:225-35
- Rehn L: Über penetrierende Herzwunden und Herznaht. *Verh Dtsch Ges Chir* 1897;26:151
- Reston JT, Tregear SJ, Turkelson CM: Meta-Analysis of Short-Term and Mid-Term Outcomes Following Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting. *Ann Thorac Surg* 2003;76:1510-5
- Rinne H, *Taschenbuch der Statistik*, 3. Auflage. Verlag Harri Deutsch GmbH Frankfurt am Main 2003
- Roques F, Nashef SA, Michel P, et al.: Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients. *Eur J Cardiothorac surg* 15(1999):816-23
- Roques F, Michel P, Goldstone AR, et al.: The logistic EuroSCORE. *Eur Heart J*. 2003;May; 24(9): 882-3
- Sauerbruch F: Erfolgreiche operative Beseitigung eines Aneurysma der rechten Herzkammer. *Arch Klin Chir* 1931;167:586
- Seccareccia F, Perucci CA, D'Errigo P, et al., on behalf of the research group of the Italian CABG Outcome Study 1: The Italian CABG Outcome Study: short-term outcomes in patients with coronary artery bypass graft surgery. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 29 (2006) 56—64
- Sellke FW, DiMaio JM, Caplan LR, et al.: Comparing On-Pump and Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting. Numerous studies but few conclusions. A scientific statement from the American Heart Association Council on Cardiovascular surgery and Anesthesia in collaboration with the Interdisciplinary Working group on Quality of Care and Outcome research. *Circulation* 2005;111:2858-2864
- Senning A: Strip graft technique. *Acta Chir Scand* 1959 ;118:81

- Sergeant P, de Worm E, Meyns B: Single centre, single domain validation of the EuroSCORE on a consecutive sample of primary and repeat CABG. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 20 (2001) 1176–1182
- Sergeant P, de Worm E, Meyns B, et al.: The challenge of departmental quality control in the reengineering towards off-pump coronary artery bypass grafting. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 20 (2001) 538-543
- Shennib H, Endo M, Benhamed O, et al.: Surgical revascularization in patients with poor left ventricular function: on- or off-pump? *Ann Thorac Surg* 2002;74(4):S1344-7
- Shroyer AL, Coombs LP, Peterson ED, et al.: The Society of Thoracic Surgeons: 30-Day Operative Mortality and Morbidity Risk Models; *Ann Thorac Surg* 2003;75:1856-65
- Sones FM, Shirey EK: Cine coronary arteriography. *Mod Concepts Cardiovasc Dis* 1962;31:735-738
- Stamou SC, Jablonski KA, Pfister AJ, et al. : Stroke After Conventional Versus Minimally Invasive Coronary Artery Bypass. *Ann Thorac Surg* 2002;74:394 –9
- Swets JA. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science* 1988; 240:1285–93
- Thompson MJ, Elton RA, Sturgeon KR, et al. The Edinburgh cardiac surgery score survival prediction in the long stay ICU cardiac surgical patient. *Eur J Cardiothorac Surg* 1995; 9:419 –25
- Tu JV, Jaglal SB, Naylor D: Multicenter validation of a risk index for mortality, intensive care unit stay, and overall hospital length of stay after cardiac surgery. Steering Committee of the Provincial Adult Care Network of Ontario. *Circulation* 1995;91:677– 84
- Tuman KJ, McCarthy RJ, Najafi H, Ivankovich AD: Differential effects of advanced age on neurologic and cardiac risks of coronary operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;104: 1510–7
- van der Heijden GJ, Nathoe HM, Jansen EW, et al.: Meta-analysis on the effect of off-pump coronary bypass surgery. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2004;26: 81–84
- Van Dijk D, Jansen EW, Hijman R, et al., Octopus Study Group: Cognitive outcome after off-pump and on-pump coronary artery bypass graft surgery: a randomized trial. *JAMA*. 2002 Mar 20;287(11):1405-12
- Vineberg AM: Development of anastomosis between coronary vessels and transplanted internal mammary artery. *Can Med Assoc J* 1946;55:117
- Welke KF, Ferguson TB, Coombs LP, et al.: Validity of The Society of Thoracic Surgeons National Adult Cardiac Surgery Database. *Ann Thorac Surg* 2004;77:1137-9
- Wynne-Jones K, Jackson M, Grotte G, Bridgewater B: Limitations of the Parsonnet score for measuring the mortality in the north west of England. The North West Regional Cardiac Surgery Audit Steering Group. *Heart* 2000;84:71– 8
- Yap CH, Reid C, Yii M, et al.: Validation of the EuroSCORE model in Australia. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006;29:114—6
- Zamvar V, Williams D, Hall J, et al.: Assessment of neurocognitive impairment after off-pump and on-pump techniques for coronary artery bypass graft surgery: prospective randomised controlled trial. *bmj.com* 2002;325:1268-73
- Zenker R: Zur Geschichte und Entwicklung der Herzchirurgie. In: Borst HG, Klinner W, Oelert H (Hg.) *Herzchirurgie. Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*. 2. Aufl. Springer, 1991, Berlin Heidelberg New York, S. 1-12

Anhang

Berechnungstabelle des additiven EuroSCORE:

<i>Patient-related factors</i>		Score
Age	(per 5 years or part thereof over 60 years)	1
Sex	female	1
Chronic pulmonary disease	longterm use of bronchodilators or steroids for lung disease	1
Extracardiac arteriopathy	any one or more of the following: claudication, carotid occlusion or >50% stenosis, previous or planned intervention on the abdominal aorta, limb arteries or carotids	2
Neurological dysfunction disease	severely affecting ambulation or day-to-day functioning	2
Previous cardiac surgery	requiring opening of the pericardium	3
Serum creatinine	>200m micromol/L preoperatively	2
Active endocarditis	patient still under antibiotic treatment for endocarditis at the time of surgery	3
Critical preoperative state	any one or more of the following: ventricular tachycardia or fibrillation or aborted sudden death, preoperative cardiac massage, preoperative ventilation before arrival in the anaesthetic room, preoperative inotropic support, intraaortic balloon counterpulsation or preoperative acute renal failure (anuria or oliguria <10 ml/hour)	3
<i>Cardiac-related factors</i>		
Unstable angina	rest angina requiring iv nitrates until arrival in the anaesthetic room	2
LV dysfunction	moderate or LVEF 30-50%	1
	poor or LVEF <30	3
Recent myocardial infarct	(<90 days)	2
Pulmonary hypertension	Systolic PA pressure >60 mmHg	2
<i>Operation-related factors</i>		
Emergency	carried out on referral before the beginning of the next working day	2
Other than isolated CABG	major cardiac procedure other than or in addition to CABG	2
Surgery on thoracic aorta	for disorder of ascending, arch or descending aorta	3
Postinfarct septal rupture		4

Berechnung des logistischen EuroSCORE:

aus www.euroscore.net nach: Roques F, Michel P, Goldstone AR, Nashef SA. The logistic EuroSCORE. *Eur Heart J.* 2003 May;24(9):882-3

Using the same risk factors as the additive model, the logistic regression version of the score (the "logistic EuroSCORE") can be calculated. For a given patient, the "logistic EuroSCORE" which is the predicted mortality according to the logistic regression equation, can be achieved with the following formula:

$$\text{Predicted mortality} = \frac{e^{(\beta_0 + \sum \beta_i X_i)}}{1 + e^{(\beta_0 + \sum \beta_i X_i)}}$$

where

e is the natural logarithm = 2.718281828...

β_0 is the constant of the logistic regression equation = -4.789594

β_i is the coefficient of the variable X_i in the logistic regression equation provided in the table below.

$X_i = 1$ if a categorical risk factor is present and 0 if it is absent

For age, $X_i = 1$ if patient age < 60; X_i increase by one point per year thereafter;

hence for age 59 or less $X_i = 1$, age 60 $X_i = 2$, age 61 $X_i = 3$, and so on.

Cardiologists and cardiac surgeons will be relieved to note that they do not have to face this complex calculation with every patient.

EuroSCORE (additive and logistic) can be calculated with ease using the online calculator on the EuroSCORE website.

Beta coefficients for the Logistic regression model of EuroSCORE in the 1995 pilot study:

<i>Patient-related factors</i>		<i>Beta</i>
Age	Continuous	0.0666354
Sex	female	0.3304052
Chronic pulmonary disease	longterm use of bronchodilators or steroids for lung disease	0.4931341
Extracardiac arteriopathy	any one or more of the following: claudication, carotid occlusion or >50% stenosis, previous or planned intervention on the abdominal aorta, limb arteries or carotids	0.6558917
Neurological dysfunction disease	severely affecting ambulation or day-to-day functioning	0.841626
Previous cardiac surgery	requiring opening of the pericardium	1.002625
Serum creatinine	>200 micromol/L preoperatively	0.6521653
Active endocarditis	patient still under antibiotic treatment for endocarditis at the time of surgery	1.101265
Critical preoperative state	any one or more of the following: ventricular tachycardia or fibrillation or aborted sudden death, preoperative cardiac massage, preoperative ventilation before arrival in the anaesthetic room, preoperative inotropic support, intraaortic balloon counterpulsation or preoperative acute renal failure (anuria or oliguria <10 ml/hour)	0.9058132
<i>Cardiac-related factors</i>		
Unstable angina	rest angina requiring iv nitrates until arrival in the anaesthetic room	0.5677075
LV dysfunction	moderate or LVEF 30-50% poor or LVEF <30	0.4191643 1.094443
Recent myocardial infarct	(<90 days)	0.5460218
Pulmonary hypertension	Systolic PA pressure >60 mmHg	0.7676924
<i>Operation-related factors</i>		
Emergency	carried out on referral before the beginning of the next working day	0.7127953
Other than isolated CABG	major cardiac procedure other than or in addition to CABG	0.5420364
Surgery on thoracic aorta	for disorder of ascending, arch or descending aorta	1.159787
Postinfarct septal rupture		1.462009

Berechnung des CVA-Score (Apoplexrisiko) der Northern New England Cardiovascular Disease Study Group (aus Eagle, 2004):

Patientencharakteristik	CVA-score
Alter 60-69	1,5
Alter 70-79	2,5
Alter ≥ 80	3
weibliches Geschlecht	1,5
Diabetes mellitus	1,5
PVD	1,5
Dialyse	2
Serumkreatinin ≥ 2mg/dl	2
LV-EF < 40%	1,5
dringliche OP (urgent)	1,5
Notfall-OP (emergent)	3,5
Gesamtscore	
perioperatives Apoplexrisiko	
Gesamtscore	Apoplexrisiko (%)
0	0,4
1	0,4
2	0,6
3	0,9
4	1,3
5	1,4
6	2,0
7	2,7
8	3,4
9	4,2
10	5,9
11	7,6
12	≥10

Anwendung: Man berechnet den Gesamtscore eines Patienten im ersten Abschnitt. Dem Gesamtscore kann dann im zweiten Abschnitt ein prozentualer Risikowert für das Auftreten einer peri- bzw. postoperativen Apoplexie im Sinne eines neuauftretenden und mindestens 24 Stunden persistierenden fokalneurologischen Defizits zugeordnet werden.

Definitionen:

Diabetes mellitus: aktuell unter oraler medikamentöser oder Insulinbehandlung

PVD (peripheral vascular disease): zerebrovaskuläre Erkrankung einschließlich stattgehabtem zerebrovaskulären Ereignis, TIA, Karotiden-Operation, signifikante Karotidenstenosen oder Karotidenströmungsgeräusch. Sowie pAVK der unteren Extremitäten einschließlich Claudicatio, Amputation, peripherer Bypass-OP, fehlende Fußpulse oder Beinulzera.

Dialyse: peritoneal- oder hämodialyseabhängiges Nierenversagen

dringliche OP: medizinische Faktoren erfordern, dass der Patient bis zur operativen Versorgung in stationärer Behandlung bleibt. Das Risiko von vermeidbarer Morbidität oder Tod wird niedrig eingeschätzt.

Notfall-OP: Die Herzerkrankung des Patienten erfordert sofortige (innerhalb Stunden) Operation, um unnötige Schäden zu vermeiden.