

Beurteilung und Bedeutung des EuroSCORE-Systems
in Bezug auf seine Anwendbarkeit im Klinikalltag

Inaugural-Dissertation zur Erlangung
des Doktorgrades der Medizin

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Heinzelmann, Uwe Max

2016

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Privatdozentin Dr. H. Häberle

2. Berichterstatter: Professor Dr. T. Geisler

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
1.1 Risikoermittlung in der Herzchirurgie	1
1.2 Chirurgische Intervention bei erworbenen Herzfehlern.....	2
1.2.1 Herzklappenfehler und ihre Therapie	3
1.2.2 Koronare Herzerkrankung und ihre Therapie	5
1.3 EuroSCORE I.....	7
1.4 EuroSCORE II.....	10
1.5 Ziel dieser Arbeit	12
2 Material und Methodik	13
2.1 Patientenauswahl.....	13
2.2 Datenerhebung	13
2.3 Fehlende EuroSCORE-Parameter.....	16
2.4 Statistische Grundlagen	17
2.5 Methodik.....	19
3 Ergebnisse	22
3.1 Verteilungsanalyse.....	22
3.2 Allgemeine Ergebnisse	24
3.3 Einfluss nicht vorhandener Parameter auf den EuroSCORE.....	28
3.3.1 Szenario-Analyse einer Subkohorte	30
3.3.2 Anmerkung Boxplot	31
3.3.3 Szenario-Analyse für EuroSCORE I additiv	31
3.3.4 Szenario-Analyse für EuroSCORE I logistisch	32
3.3.5 Szenario-Analyse für EuroSCORE II.....	34
3.3.6 Ergebnisse der Szenario-Analysen	36
3.4 Ergebnisse für das Gesamt-Patientenkollektiv	38
3.4.1 Scoring-Ergebnisse allgemein.....	38
3.4.2 Anmerkung zur Korrelation.....	43
3.4.3 Einzelkorrelationen der Scoring-Ergebnisse	44
4 Diskussion	73
4.1 Allgemeine Bewertung	73
4.2 Diskussion der Szenario-Analyse	79
4.3 Bewertung der Korrelationsergebnisse	81
4.4 Konsequenzen für den Patienten.....	86
4.5 Benchmarking und Risikoadjustierung.....	89
4.6 Schlussfolgerung.....	91
Zusammenfassung	A
Literatur- und Quellenverzeichnis	B
Erklärung zum Eigenanteil	C
Danksagung	D

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kriterien zur Datenerhebung	14
Abbildung 2: Methodik dieser Arbeit.....	21
Abbildung 3: Prüfung von EuroSCORE I log. auf Normalverteilung.....	23
Abbildung 4: Prüfung von EuroSCORE II auf Normalverteilung	23
Abbildung 5: Geschlechterverteilung und Mortalität.....	24
Abbildung 6: Herzchirurgische Eingriffe an der Uniklinik Tübingen (2012)	25
Abbildung 7: Eingriff und Nierenersatztherapie.....	26
Abbildung 8: Risikogruppierung über das gesamte Patientenkollektiv.....	28
Abbildung 9: Boxplot über EuroSCORE I (additiv) in Bezug auf PAH.....	32
Abbildung 10: Boxplot über EuroSCORE I (logistisch) in Bezug auf PAH	34
Abbildung 11: Boxplot über EuroSCORE II in Bezug auf PAH	35
Abbildung 12: PAH-Differenzen innerhalb der EuroSCORE-Varianten	37
Abbildung 13: EuroSCORE I additiv in Bezug auf das Gesamtkollektiv	39
Abbildung 14: EuroSCORE I logistisch in Bezug auf das Gesamtkollektiv	39
Abbildung 15: EuroSCORE II in Bezug auf das Gesamtkollektiv.....	40
Abbildung 16: Vergleich EuroSCORE I logistisch und EuroSCORE II.....	41
Abbildung 17: Streudiagramm EuroSCORE I logistisch und EuroSCORE II	42
Abbildung 18: Streudiagramm über EuroSCORE I additiv und Alter	44
Abbildung 19: Streudiagramm über EuroSCORE I log. und Alter	45
Abbildung 20: Streudiagramm über EuroSCORE II und Alter.....	45
Abbildung 21: EuroSCORE I additiv über Geschlecht	46
Abbildung 22: EuroSCORE I log und II über Geschlecht.....	47
Abbildung 23: EuroSCORE I additiv über verstorbene Patienten	48
Abbildung 24: EuroSCORE I log und II über Exitus letalis.....	49
Abbildung 25: EuroSCORE I add. und max. Laktatkonzentration.....	50
Abbildung 26: EuroSCORE I log. und max. Laktatkonzentration.....	51
Abbildung 27: EuroSCORE II und max. Laktatkonzentration.....	51
Abbildung 28: EuroSCORE I add. und max. Adrenalindosis Perfusor	54
Abbildung 29: EuroSCORE I log. und max. Adrenalindosis Perfusor	55
Abbildung 30: EuroSCORE II und max. Adrenalindosis Perfusor	55

Abbildung 31: EuroSCORE I add. und kum. Adrenalinmenge	56
Abbildung 32: EuroSCORE I log. und kum. Adrenalinmenge	56
Abbildung 33: EuroSCORE II und kum. Adrenalinmenge	57
Abbildung 34: EuroSCORE I add. und Dauer der Adrenalintherapie	57
Abbildung 35: EuroSCORE I log. und Dauer der Adrenalintherapie	58
Abbildung 36: EuroSCORE II und Dauer der Adrenalintherapie	58
Abbildung 37: EuroSCORE II und kum. Noradrenalinmenge.....	60
Abbildung 38: EuroSCORE II und Dauer der Noradrenalintherapie	60
Abbildung 39: EuroSCORE I add. und kum. Milrinonmenge.....	62
Abbildung 40: EuroSCORE I add. und Dauer der Milrinontherapie	62
Abbildung 41: EuroSCORE I log. und kum. Milrinonmenge.....	63
Abbildung 42: EuroSCORE I log. und Dauer der Milrinontherapie.....	63
Abbildung 43: EuroSCORE II und kum. Milrinonmenge.....	64
Abbildung 44: EuroSCORE II und Dauer der Milrinontherapie	64
Abbildung 45: Zusammenhang EuroSCORE I add. und LOS ICU.....	67
Abbildung 46: Zusammenhang EuroSCORE I log. und LOS ICU	67
Abbildung 47: Zusammenhang EuroSCORE II und LOS ICU.....	68
Abbildung 48: Zusammenhang EuroSCORE I add. und LOS Klinik	68
Abbildung 49: Zusammenhang EuroSCORE I log. und LOS Klinik	69
Abbildung 50: Zusammenhang EuroSCORE II und LOS Klinik	69
Abbildung 51: Zusammenhang Dialyse - EuroSCORE	72
Abbildung 52: Verteilung von Patienten nach EuroSCORE I log. und II	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: NYHA-Stadieneinteilung der Herzinsuffizienz	4
Tabelle 2: Therapiemöglichkeiten von Klappenvitien	5
Tabelle 3: Stadien bei Angina Pectoris nach der Canadian Cardiovascular Society (CSS):	5
Tabelle 4: Risikofaktoren für koronare Herzerkrankung	8
Tabelle 5: EuroSCORE-Risikoprofil	9
Tabelle 6: Risikogruppen EuroSCORE I	10
Tabelle 7: Risikogruppen EuroSCORE II	11
Tabelle 8: Perioperative Parameter pro Patient	15
Tabelle 9: Nicht ermittelbare Parameter	16
Tabelle 10: Test auf Normalverteilung	22
Tabelle 11: Alter der Patienten	24
Tabelle 12: EuroSCORE verstorbenen Patienten	25
Tabelle 13: Häufigkeiten der HLM-Zeiten	26
Tabelle 14: Häufigkeiten LOS und Beatmungszeit	27
Tabelle 15: Risikogruppierung nach EuroSCORE I additiv	27
Tabelle 16: Risikogruppierung nach EuroSCORE II	28
Tabelle 17: Nicht ermittelbare Parameter	29
Tabelle 18: Häufigkeiten EuroSCORE I (additiv) in Bezug auf PAH	31
Tabelle 19: Häufigkeiten EuroSCORE I (logistisch) in Bezug auf PAH	33
Tabelle 20: Häufigkeiten EuroSCORE II in Bezug auf PAH	34
Tabelle 21: Differenzen der EuroSCOREs in Bezug auf PAH	36
Tabelle 22: Häufigkeiten der EuroSCORE-Ergebnisse	38
Tabelle 23: Deutung der Korrelationsergebnisse	43
Tabelle 24: Korrelation allgemeine Daten	44
Tabelle 25: Korrelation Leukozyten, Laktat, Glucose	50
Tabelle 26: Korrelation Adrenalin	53
Tabelle 27: Korrelation Noradrenalin - EuroSCORE	59
Tabelle 28: Korrelation Milrinon	61
Tabelle 29: Korrelation Dobutamin	65
Tabelle 30: Korrelation Length of stay (LOS)	66

Tabelle 31: Korrelation der intraoperativen Zeitintervalle.....	70
Tabelle 32: Korrelation Ejektionsfraktion und Beatmungszeit.....	71
Tabelle 33: Vergleich Risikogruppierung EuroSCORE I additiv.....	78
Tabelle 34: Vergleich Risikogruppierung EuroSCORE II	78

Abkürzungsverzeichnis

ACB	Aortocoronarer-Bypass
ACVB	Aortocoronarer-Venen-Bypass
AKE	Aortenklappenersatz
CABG	Coronary artery bypass grafting
COPD	Chronic obstructive pulmonary disease
CSS	Canadian Cardiovascular Society
DRG	Diagnosis Related Groups
EF	Ejektionsfraktion
EURO	EuroSCORE
EuroSCORE	European System for Cardiac Operative Risk Evaluation
HDL	High Density Lipoprotein
HLM	Herz-Lungen-Maschine
ICU	Intensive care unit
KHK	Koronare Herzkrankheit
kum.	Kumuliert
LOS	Length of stay
LDL	Low Density Lipoprotein
MIDCAB	Minimal-invasive direkte coronararterielle Bypassoperation
MKE	Mitralklappenersatz
max.	Maximal
NYHA	New York Heart Association
OP	Operation
OPCAB	Off-pump coronary artery bypass
PAH	Pulmonale arterielle Hypertonie
PAP	Pulmonal Artery pressure
PCI	Percutane coronare Intervention
PTCA	Perkutane transluminale coronare Angioplastie
POSTOP	postoperativ
RIVA	Ramus interventricularis anterior
VSD	Ventrikelseptumdefekt

1 Einleitung

1.1 Risikoermittlung in der Herzchirurgie

Der Beginn der Herzchirurgie wird allgemein auf das Jahr 1896 datiert. Damals gelang es dem Arzt Ludwig Rehn, eine Herzstichverletzung durch direkte Naht zu verschließen. Historisch betrachtet wurde im Folgenden zunächst am schlagenden Herzen operiert.¹ Im Jahr 1953 kam dann erstmals die Herz-Lungen-Maschine zur Korrektur eines Vorhofseptumdefekts zum Einsatz.² Die Herzchirurgie gilt als eigenständiges Fachgebiet der Chirurgie und befasst sich mit der Durchführung von operativen Eingriffen am Herzen und an herznahen Gefäßen.³

Einer der wichtigsten Ergebnisindikatoren in der Herzchirurgie ist die Letalität. Häufig wird die 30-Tage-Letalität als Qualitätsindikator herangezogen, also die Rate der innerhalb von 30 Tagen nach der Operation verstorbenen Patienten. Diese 30-Tage-Letalität eines Krankenhauses wird aber nicht allein von der Qualität der erbrachten Leistung beeinflusst, sondern hängt auch davon ab, welches Risikoprofil die Patienten der Klinik besitzen, also vom entsprechenden Patientengut. So haben Kliniken mit vergleichsweise vielen Hoch-Risiko-Patienten normalerweise eine höhere 30-Tage-Letalität als Krankenhäuser mit wenigen Hoch-Risiko-Patienten. Ein schlechteres Ergebnis bedeutet also nicht automatisch eine schlechtere Qualität der Versorgung. Für einen Vergleich von verschiedenen Kliniken ist es somit wichtig, die Risikofaktoren der Patienten zu berücksichtigen. Dies geschieht durch die Nutzung von statistischen Verfahren mittels sogenannter Risikoadjustierung.⁴

Für Herzoperationen gilt der Grundsatz, dass der bestmögliche präoperative Zustand eines Patienten erreicht werden sollte, um die perioperative Morbidität

¹ Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie e.V. (DGTHG), vgl. <http://www.dgthg.de/Geschichte>, abgerufen am 27.10.2014

² Richert B.; Schmoeckel M.: Herz und thorakale Gefäße in: Berchtold R., Bruch H.-P. (Hrsg.); Trentz O. (Hrsg.): Chirurgie, Urban & Fischer-Verlag, 6. Auflage, 2008, S. 645

³ Pschyrembel, Klinisches Wörterbuch, 1998; 258. Auflage, S. 655

⁴ Risikoadjustierung in der Herzchirurgie, BQS Institut für Qualität & Patientensicherheit GmbH: Vgl. <http://info.bqs-online.de/outcome/MKL/Risiko.pdf>; abgerufen am 22.10.2013

und Mortalität zu minimieren. Mit Scoring-Systemen ist es möglich, Aussagen hierüber treffen zu können. In dieser Arbeit wird der sogenannte EuroSCORE, am Beispiel von Patienten der Uniklinik Tübingen, näher betrachtet. Der Score weist einen hohen Vorhersagewert für die postoperative Letalität* von herzchirurgischen Patienten auf.⁵

** Anmerkung zur Begriffsunterscheidung Mortalität – Letalität:*

Während der Begriff Mortalität die Anzahl der Todesfälle bezogen auf die Gesamtanzahl der Individuen allgemein betrifft, bezeichnet die Letalität die Sterblichkeit bei einer Erkrankung.⁶ Während der Literaturrecherche wurde festgestellt, dass die Begriffe Mortalität und Letalität häufig synonym verwendet werden.

1.2 Chirurgische Intervention bei erworbenen Herzfehlern

Neben angeborenen Fehlbildungen des Herzens oder der großen Gefäße wie beispielsweise einem Vorhofseptumdefekt oder einer Fallot-Tetralogie, gibt es auch erworbene Herzfehler. Auf die angeborenen Erkrankungen soll hier nicht weiter eingegangen werden. Grundlage für diese Doktorarbeit sind Daten von Patienten mit erworbenen Erkrankungen der Herzklappen oder der Herzkranzgefäße.

In Deutschland werden jährlich über 300.000 Eingriffe am Herz durchgeführt. Darunter sind neben Bypass-Operation auch minimalinvasive Herzklappen-Operationen, aber auch viele Schrittmacherimplantationen.⁷ Therapeutische Eingriffe an der Aorten- und Mitralklappe sowie die Behandlung der koronaren Herzerkrankung durch eine Bypass-Operation werden im Folgenden kurz dargestellt.

⁵ Larsen Reinhard: Anästhesie, Urban & Fischer-Verlag, 8. Auflage, 2006, S.1264f.

⁶ Pschyrembel, Klinisches Wörterbuch, 1998; 258. Auflage, S. 914, S.1041

⁷ Deutsches Ärzteblatt, Ärzte-Verlag GmbH: 377.000 Operationen am Herzen 2011, vgl. <http://www.aerzteblatt.de/nachrichten/>, veröffentlicht am 20. November 2012

1.2.1 Herzklappenfehler und ihre Therapie

Prinzipiell unterscheidet man bei den Herzklappenfehlern eine Insuffizienz von einer Stenose der Aorten-, Mitral-, Pulmonal- oder Trikuspidalklappe. Im Folgenden werden nur die häufigsten Herzklappenfehler erläutert.

1. Eine Aortenklappeninsuffizienz kann beispielsweise nach einer Endokarditis, bei einer Dilatation der Aortenwurzel oder bei einer Aortendissektion Typ A beobachtet werden.⁸
2. Die Aortenklappenstenose ist die am häufigsten vorkommende Herzklappenerkrankung. Es kommt durch Verkalkung oder nach Infektion zur Degeneration und zur Lumeneinengung. Dank konsequenter antibiotischer Behandlung ist die entzündliche Ursache jedoch sehr selten geworden.⁹
3. Die am zweithäufigsten vorkommende Mitralklappeninsuffizienz, bei der die Sehnenfäden ausreißen können, wird hauptsächlich durch Kardiomyopathie, Myokardinfarkt oder Endokarditis verursacht. Durch Bindegewebsveränderungen kommt es dabei häufig zum Prolaps der Mitralsegel mit Dysfunktion von Papillarmuskel und Klappenring.¹⁰
4. Als Ursache einer Mitralklappenstenose gilt das in Europa mittlerweile selten gewordene rheumatische Fieber. Die Klappensegel werden dabei fibrotisch starr, verkalken und werden beschädigt.¹¹

Die Symptomatik der Patienten kann anhand der Einteilung der New York Heart Association klassifiziert werden.¹² Während diese Einteilung vorwiegend zur Klassifizierung der Herzinsuffizienz bei koronarer Herzerkrankung eingesetzt

⁸ Müller M. in: Chirurgie für Studium und Praxis, 12. Auflage, Medizinische Verlags- und Informationsdienste, Breisach, 2014, S. 131

⁹ Herold G. in: Innere Medizin, Köln, 2015, S. 165ff

¹⁰ Ebenda

¹¹ Richert B.; Schmoeckel, M.: Herz und thorakale Gefäße. In: Berchtold R. Bruch H.-P. (Hrsg.); Trentz O. (Hrsg.): Chirurgie, Urban & Fischer-Verlag, 6. Auflage, 2008, S. 673

¹² Herold G. in: Innere Medizin, Köln, 2015, S. 162

wird, kann sie auch zur Beurteilung der vorausgehenden Klappenerkrankung herangezogen werden. Man verwendet die Stadien NYHA I bis IV, die die Schwere der daraus resultierenden Herzinsuffizienz klassifizieren.

Stadium I	Keine Beschwerden
Stadium II	Beschwerden bei stärkerer körperlichen Belastung
Stadium III	Beschwerden bei leichter körperlichen Belastung
Stadium IV	Beschwerden in Ruhe

Tabelle 1: NYHA-Stadieneinteilung der Herzinsuffizienz¹³

Wenn man die in NYHA-Stadien eingeteilten Patienten global betrachtet, so werden ca. 75% der sich in den Stadien II und III befindenden Patienten elektiv operiert. Weitere 15% werden dringlich innerhalb von 24h operiert, da sie sich in Stadium IV befinden. Bei den restlichen 10% handelt es sich um Patienten, die als Notfall, meist in kardiogenem Schock direkt nach Einlieferung operiert werden müssen.¹⁴ Nach einer Studie von Kolh et al. aus dem Jahr 2001 birgt ein hohes NYHA-Stadium ein signifikant erhöhtes Risiko für die 30-Tage-Letalität.¹⁵ Vor jeder Therapieentscheidung ist die Abklärung verschiedener Fakten erforderlich. Zum einen müssen Symptomatik und Ursache der Klappenerkrankung abgeklärt werden. Zum andern müssen klinische Untersuchungsbefunde vorliegen sowie der Schweregrad der Ventrikelfunktionsstörung bekannt sein. Man unterscheidet die konservativ-internistische von der operativen Therapie.¹⁶ Beide Therapieformen werden auf der nächsten Seite kurz erläutert.

¹³ Hoppe UC. et al.: Leitlinien zur Therapie der chronischen Herzinsuffizienz, Zeitschrift für Kardiologie, 2005, 94:488–509

¹⁴ Wittwer T., Wahlers, T.: Koronarchirurgie mit Herz-Lungen-Maschine in: Ennker J., Zerkowski H.-R.: Risiko und Qualität in der Herzchirurgie, 2006, S. 134

¹⁵ Kolh P., Kerzmann A., Lahaye L., Gerard P., et al., 2001, Cardiac Surgery in Octogenarians; Peri-Operative Outcome and Long-Term Results. Eur Heart J, 14: 1235-1243

¹⁶ Herold G. in: Innere Medizin, Köln, 2015, S. 163

Konservativ	Medikamentöse Behandlung der Herzinsuffizienz
	Endokarditisprophylaxe bzw. -behandlung
	Thromboembolieprophylaxe
Operativ	Plastik: Wiederherstellung durch Reparatur z.B. durch Exzision pathologischer Anteile.
	Klappenersatz: Die erkrankte Klappe wird entfernt und durch eine Prothese ersetzt. Dabei unterscheidet man mechanische von biologischen Klappen.

Tabelle 2: Therapiemöglichkeiten von Klappenvitien¹⁷

In jedem Fall muss vor jeder geplanten Herzoperation eine Koronarangiografie erfolgen, die gegebenenfalls eine Mitbehandlung einer koronaren Herzkrankheit (KHK) initiiert.¹⁸

1.2.2 Koronare Herzerkrankung und ihre Therapie

Die koronare Herzerkrankung manifestiert sich durch Arteriosklerose an den Herzkranzgefäßen. Durch flusslimitierende Stenosen kommt es zu einem Missverhältnis von Sauerstoffangebot und -bedarf. Dauer und Schweregrad bestimmen die Symptomatik, die in sog. CSS-Stadien eingeteilt werden kann.¹⁹

Stadium	Einteilung
0	Stumme Ischämie
1	Angina Pectoris nur bei schwerer körperlicher Belastung
2	Geringe Beeinträchtigung bei normaler körperlicher Belastung
3	Erhebliche Belastungseinschränkung bei normaler Belastung
4	Angina Pectoris bei geringer körperlicher Belastung oder in Ruhe

Tabelle 3: Stadien bei Angina Pectoris nach der Canadian Cardiovascular Society (CSS):²⁰

¹⁷ Richert B.; Schmoeckel M.: Herz und thorakale Gefäße. In: Berchtold R., Bruch H.-P. (Hrsg.); Trentz O. (Hrsg.): Chirurgie, Urban & Fischer-Verlag, 6. Auflage, 2008, S. 673

¹⁸ Herold G. in: Innere Medizin, Köln, 2015, S. 163

¹⁹ Henne-Bruns D., Kremer B., Dürig M. in: Duale Reihe Chirurgie, Georg Thieme Verlag, 2008 S. 1012ff

²⁰ Fauci AS. et al. in: Harrison's Innere Medizin. 17. Auflage. ABW Wissenschaftsverlag GmbH, Berlin 2009, 9, S. 1867.

Weitere Symptome der koronaren Herzerkrankung können Herzinsuffizienz, Herzrhythmusstörungen oder der akute Myokardinfarkt sein. Die medikamentöse Therapie liegt zunächst in der Reduktion der Risikofaktoren sowie in der Behandlung von weiteren, die koronare Herzerkrankung beeinflussenden Erkrankungen.²¹

Zur Revaskularisierung stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Perkutane transluminale coronare Angioplastie (PTCA) bzw. percutane coronare Intervention (PCI): Ballonkatheterdilatation meist in Kombination mit einer Stentimplantation.²²
2. Aortokoronare Bypass-Operation (ACB): Das Prinzip besteht in einer Überbrückung des stenosierenden Koronargefäßes durch einen Gefäßersatz (= Bypass). Als Ersatzgefäß dienen die Arteria Mammaria, die Vena saphena magna oder auch die Arteria radialis.²³

Bei den operativen Möglichkeiten unterscheidet man die konventionellen Verfahren mit Herz-Lungen-Maschine von minimalinvasiven Techniken ohne Herz-Lungen-Maschine. Nachstehend eine kurze Erläuterung der beiden Verfahren:

Aortokoronare Bypass-Operation mit Herz-Lungen-Maschine:

- Mediane Sternotomie
- Anschluss an die Herz-Lungen-Maschine
- Stilllegung des Herzens durch eine kardioplege Lösung
- man unterscheidet End-zu-Seit- und Seit-zu-Seit-Anastomosen
- Die proximalen Anastomosen werden normalerweise nach Öffnen der Aortenklemme an der tangential ausgeklemmten Aorta ascendens durchgeführt.

²¹ Henne-Bruns D., Kremer B., Dürig M. in: Duale Reihe Chirurgie, Georg Thieme Verlag, 2008 S. 1012ff

²² Herold G. in: Innere Medizin, Köln, 2015, S. 247f

²³ Müller M. in: Chirurgie für Studium und Praxis, 12. Auflage, Medizinische Verlags- und Informationsdienste, Breisach, 2014, S. 134

*Aortokoronoare Bypass-Operation ohne Herz-Lungen-Maschine
(man unterscheidet zwei Verfahren):*

- OPCAB (Verwendung meist bei Risikopatienten)
 - o konventionelle mediane Sternotomie
 - o alle KoronargefäÙe erreichbar
 - o keine Stilllegung des Herzens
- MIDCAB
 - o anterolaterale Minithorakotomie
 - o Präparation der linken Arteria Mammaria
 - o Anastomosierung auf die RIVA (Ramus interventrikularis anterior) am schlagenden Herzen²⁴

Die Letalität elektiver Bypass-Operationen liegt bei 1-3%. 5 Jahre nach Koronarrevaskularisation sind 70% der Patienten beschwerdefrei.²⁵ Nach rein medikamentöser Therapie sind dies nur 3% der Patienten.²⁶

1.3 EuroSCORE I

Bereits seit 1961 gibt es verschiedene Scores zur Einschätzung des Operationsrisikos. Doch mangels wissenschaftlicher Präzision waren diese in der Herzchirurgie nur eingeschränkt anwendbar. Verschiedene die Herzoperation beeinflussende Variablen wie beispielsweise Begleiterkrankungen oder der Dringlichkeitsstatus sollten vollständig definiert und erfassbar sein. Zudem sollten die nach der Framingham-Studie aus dem Jahr 1948 festgelegten Risikofaktoren für die Entstehung einer Koronaren Herzkrankheit berücksichtigt werden.²⁷ Auf der nächsten Seite sind diese Risikofaktoren dargestellt.

²⁴ Henne-Bruns D., Kremer B., Dürig M. in: Duale Reihe Chirurgie, Georg Thieme Verlag, S. 1015ff

²⁵ Müller M. in: Chirurgie für Studium und Praxis, 12. Auflage, Medizinische Verlags- und Informationsdienste, Breisach, 2014, S. 134

²⁶ Henne-Bruns D., Kremer B., Dürig M. in: Duale Reihe Chirurgie, Georg Thieme Verlag, S. 1015ff

²⁷ Todorov A.: Externe Risikoanalyse in: Ennker J., Zerkowski H.-R.: Risiko und Qualität in der Herzchirurgie, 2006, S. 41

Rauchen	Erhöhte LDL- und Gesamt-Cholesterinwerte
Bluthochdruck	Tiefe HDL-Cholesterinwerte
Diabetes Mellitus	Fortgeschrittenes Alter

Tabelle 4: Risikofaktoren für koronare Herzerkrankung²⁸

Im Jahr 1999 wurde ein neues Scoring-System entwickelt und vorgestellt. Das „European System for Cardiac Operative Risk Evaluation“, auch EuroSCORE genannt, dient der Bestimmung des Risikoprofils von Patienten, die sich in Europa einer Herzoperation unterziehen. In einer ca. 19.000 Patienten umfassenden Studie wurden in acht europäischen Ländern perioperative Parameter erfasst. Hierbei wurde deutlich, dass beispielsweise Bluthochdruck oder Diabetes Mellitus keine signifikanten Auswirkungen auf die Mortalität haben. Dafür wurde festgestellt, dass andere Risikofaktoren die Mortalität signifikant beeinflussen, z.B. die periphere Atherosklerose* oder die neurologische Dysfunktion (z.B. in Form eines vorangegangenen Schlaganfalls).²⁹

* *Anmerkung zur Begriffsunterscheidung Atherosklerose – Arteriosklerose:*

- *Die Atherosklerose betont die histopathologischen, proliferativen Veränderungen von Arterien.³⁰ Es entwickeln sich chronisch herdförmige Plaques aus mesenchymalen Zellen der inneren Gefäßwand (Intima). Durch Stenosierung kann es zu Durchblutungsstörungen kommen.³¹*
- *Die Arteriosklerose beschreibt allgemein den physiologischen Alterungsprozess einer Arterie, welcher mit Verhärtung, Elastizitätsverlust und einer Lumeneinengung einhergeht.³²*

²⁸ Vgl. <https://www.framinghamheartstudy.org>, abgerufen am 28.10.2014

²⁹ Todorov A.: Externe Risikoanalyse in: Ennker J., Zerkowski H.-R.: Risiko und Qualität in der Herzchirurgie, 2006, S. 41

³⁰ Pschyrembel, Klinisches Wörterbuch, 2007, 261. Auflage, S. 171

³¹ Alexander K. in: Thiemes Innere Medizin, 1999, S. 6

³² Pschyrembel, Klinisches Wörterbuch, 2007, 261. Auflage, S. 145

Aus insgesamt 97 untersuchten Risikofaktoren konnte für 17 ein signifikanter Einfluss auf die postoperative Letalität nachgewiesen werden. Daraus wurde ein Risikoprofil entwickelt, das eine Unterteilung in patientenbezogene, kardiologische und operationsbezogene Daten vorsieht. Die Summe der Score-Punkte versteht sich als geschätzte Prozentangabe des Risikos, innerhalb der ersten 30 Tage nach einem herzchirurgischen Eingriff zu versterben.³³

Nachstehend ist das Punktesystem des EuroSCORE-Profiles mit seiner additiven Gewichtung dargestellt.

	Parameter	Gewichtung
Anamnese	Alter pro angefangener 5-Jahres-Spanne über 60	1
	Geschlecht weiblich	1
	COPD	1
	Periphere Atherosklerose	2
	Neurologische Dysfunktion	2
	Vorangegangene Herzoperation	3
	Serumkreatinin	2
	Fluide Endokarditis	3
	Kritischer präoperativer Zustand	3
Kardiologie	Instabile Angina	2
	Ejektionsfraktion 30-50%	1
	Ejektionsfraktion < 30%	3
	Vorangegangener Herzinfarkt	2
	Pulmonal-arterielle Hypertonie	2
Operation	Notfalloperation	2
	Andere große Herzoperation	2
	Thorakale Herzchirurgie	3
	Infarkt-VSD	4

Tabelle 5: EuroSCORE-Risikoprofil³⁴

³³ Vgl. BQS Institut für Qualität & Patientensicherheit GmbH: <http://info.bqs-online.de/outcome/MKL/Risiko.pdf>; abgerufen am 04.11.2013

³⁴ Todorov A.: Externe Risikoanalyse in: Ennker J., Zerkowski H.-R.: Risiko und Qualität in der Herzchirurgie, 2006, S. 46

Patienten können anhand der erreichten Gesamtpunktzahl gemäß den Ausführungen von Nashef et al. folgenden Risikogruppen zugeordnet werden:³⁵

Risiko	EuroSCORE I
Geringes Risiko	0-2 (Prozent) Punkte
Mittleres Risiko	3-5 (Prozent) Punkte
Hohes Risiko	> 6 (Prozent) Punkte

Tabelle 6: Risikogruppen EuroSCORE I

Die Gewichtung des additiven EuroSCOREs gemäß Tabelle 5 leitet sich aus den Ergebnissen eines ursprünglich komplizierten, logistischen Regressionsmodells ab. Aufgrund der Komplexität dieser logistischen Modellierung wurde daher das praktikablere, additive Punktesystem erschaffen, mit dem für jeden Patienten die Wahrscheinlichkeit einfach geschätzt werden kann, innerhalb von 30 Tagen postoperativ zu versterben.³⁶

1.4 EuroSCORE II

Der EuroSCORE I mit seinen beiden Modellen additiv und logistisch lieferte dadurch nun eine Bewertungsmöglichkeit für die Qualität des herzchirurgischen Eingriffs. Dennoch gibt es verschiedene Quellen, die belegen, dass die durch den EuroSCORE I vorausgesagte postoperative Sterblichkeitsrate überschätzt wird. Der logistische EuroSCORE I liefert zudem häufig höhere Ergebnisse als das additive Modell.³⁷ Daher wurde der ursprüngliche EuroSCORE I (additiv und logistisch) im Jahr 2011 durch den EuroSCORE II ersetzt beziehungsweise modifiziert (erweiterte bzw. genauere Betrachtung von z.B. Nieren- und Herzfunktion, Diabetes, Dringlichkeit, etc.).

³⁵ Nashef S, Roques F, Michel P et al. in: The EuroSCORE study group. European system of cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). European Journal of Cardiothoracic Surgery, 1999

³⁶ Vgl. BQS Institut für Qualität & Patientensicherheit GmbH: <http://info.bqs-online.de/outcome/MKL/Risiko.pdf>; abgerufen am 04.11.2013

³⁷ Kobayashi K., Williams J., Nwakanma L., et al in: EuroSCORE predicts short- and mid-term mortality in combined aortic valve replacement and coronary artery bypass patients, Journal of Cardiovascular Surgery, 2009, S. 637-643

Eine Überschätzung des Risikos beim EuroSCORE I wurde anhand einer in Japan stattfindenden Vergleichsstudie zwischen beiden Scores aufgezeigt. Eine Anpassung war zudem notwendig, da sich auch die operativen Standards sowie die Qualität der Ersatzklappen im Lauf der Zeit geändert hatten. Da dieser Prozess immer weiter voranschreitet, wird auch zukünftig eine Anpassung des Scores notwendig sein.³⁸

Ziel bei der Entwicklung des EuroSCORE II war somit die Verbesserung des Aussagewertes über das postoperative Mortalitätsrisiko. Auf Basis einer Schweizer Studie aus dem Jahr 2013 wurde die erwartete 30-Tage-Mortalität in drei neue, modifizierte Risikogruppen eingeteilt:³⁹

Risiko	EuroSCORE II
Geringes Risiko	bis 4%
Mittleres Risiko	4-9%
Hohes Risiko	> 9%

Tabelle 7: Risikogruppen EuroSCORE II

Zusammenfassend kann man sagen, dass es bis heute zwei Generationen für den EuroSCORE gibt, den EuroSCORE I (additiv und logistisch) und den später daraus weiterentwickelten EuroSCORE II. Beide Varianten basieren auf einem logarrhythmischen Regressionsmodell.

³⁸ Nishida T et al. in: The novel EuroSCORE II algorithm predicts the hospital mortality of thoracic aortic surgery in 461 consecutive Japanese patients better than both the original additive and logistic EuroSCORE algorithms, Fukuoka, Japan, 2013

³⁹ Stähli BE in: Early and Late Mortality in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Implantation: Comparison of the Novel EuroSCORE II with Established Risk Scores, Schweiz, 2013

1.5 Ziel dieser Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist einerseits die Ermittlung des postoperativen Mortalitätsrisikos von Patienten, die herzchirurgisch durch Herzklappenersatz oder koronaren Bypass an der Uniklinik Tübingen im Zeitraum eines Jahres (2012) behandelt wurden. Der EuroSCORE I (additiv und logistisch) und der EuroSCORE II dienen dabei als Instrument zur Auswertung und Beurteilung des Patientenguts. Zudem sollen postoperative therapeutische Maßnahmen, Laborwerte und Liegezeiten mit dem EuroSCORE korreliert werden.

Zum andern soll herausgefunden werden, welchen Effekt das Fehlen einzelner diagnostischer Parameter auf den EuroSCORE haben kann, also inwiefern der EuroSCORE überhaupt anwendbar ist, wenn zu seiner Berechnung erforderliche Daten teilweise nicht zur Verfügung stehen und daher Annahmen getroffen werden müssen.

2 Material und Methodik

2.1 Patientenauswahl

In dieser Studie wurden 105 Patienten des Universitätsklinikums Tübingen, Abteilung für Herz- und Thoraxchirurgie, betrachtet. Dabei wurden nur Patienten untersucht, bei denen im Jahr 2012 folgende, herzchirurgische Eingriffe isoliert oder in Kombination durchgeführt wurden:

1. Mitralklappenersatz
2. Aortenklappenersatz
3. Aortokoronarer Bypass

2.2 Datenerhebung

Zunächst wurden alle Patientenfälle ermittelt, die für die Auswertung in Frage kommen. Hierzu wurden digitale Falldaten über Datenbankabfragen nach Eingriff und Zeitraum gefiltert.

Anschließend wurde eine Excel-Tabelle erstellt, in die alle erforderlichen Einflussfaktoren (Parameter) erfasst wurden. Neben den direkt ermittelbaren Parametern wurden auch indirekte Parameter (z.B. Ejektionsfraktion oder Clearance) erhoben bzw. berechnet. Da viele Parameter bei beiden EuroSCORE-Varianten verwendet werden, wurden, um Redundanzen zu vermeiden, Zellen mit identischen Parametern verknüpft. Die Patientenfälle wurden indiziert. Eine Indexierung war u.a für die Berechnung kumulativer und maximaler Medikamentendosen innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums erforderlich.

Über die Software SAP konnte am Klinikum auf Patientendaten und Dokumente zurückgegriffen werden. Es wurden Informationen einzeln herausgelesen und in die Tabelle übertragen. Digitale Daten wurden über Datenbankabfragen exportiert (z.B. digital dokumentierte medikamentöse Therapie auf Intensivstation). Diese Daten wurden in einer separaten Excel-Datei gefiltert, aufbereitet

(z.B. Maximalwerte, Kumulierung, etc.) und anschließend in die Haupttabelle integriert.

Alle ermittelten Daten oder Parameter sind in Tabelle 8 auf der nächsten Seite aufgelistet. Dabei handelt es sich neben präoperativen Befunden auch um intraoperative Daten wie beispielsweise Zeitintervalle sowie um postoperative Laborwerte und Medikamentengaben. Letztere werden nicht zur Berechnung des EuroSCORE benötigt, dienen aber als Grundlage für die Darstellung von Zusammenhängen und den damit verbundenen Korrelationen.

Die Daten wurden nach folgenden Kriterien erhoben:

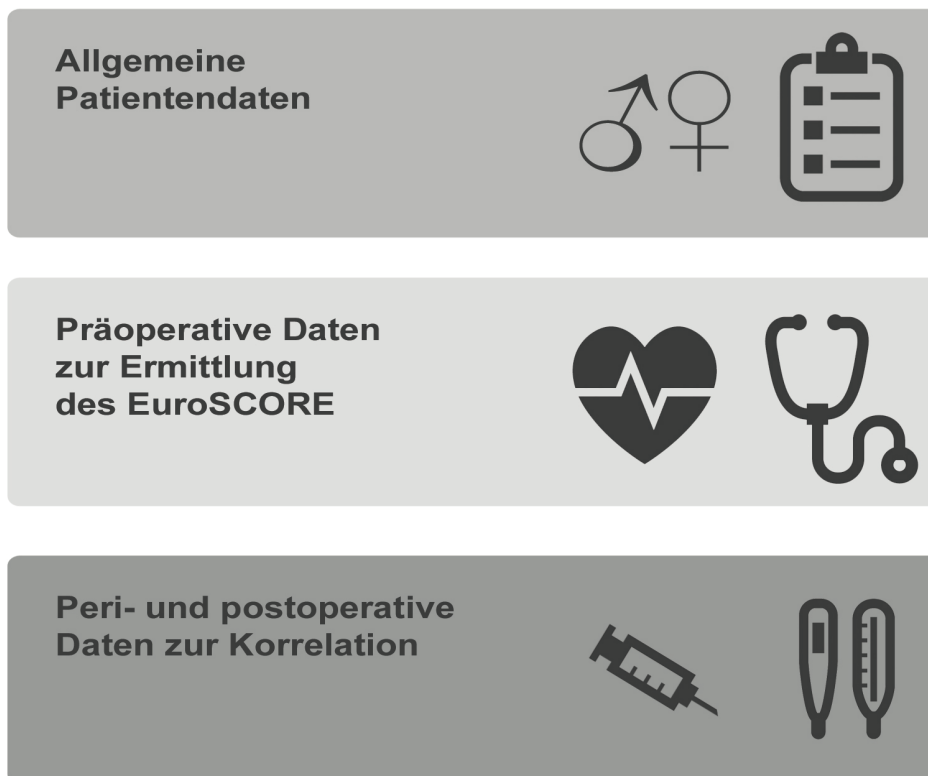


Abbildung 1: Kriterien zur Datenerhebung

Allgemeine Patientendaten	Diagnose, Geschlecht, Geburtsdatum, Alter
Präoperative Daten zur Bestimmung des EuroSCORE	<p>Lungenerkrankung (z.B. COPD) Extrakardiale Arterienerkrankung (z.B. Carotisstenose) Neurologische Erkrankung (z.B. Insult) Geringe Mobilität Vorangegangene Perikarderöffnung Präoperativer Kreatininwert Clearance-Bestimmung Eingeschränkte Nierenfunktion Akute Endokarditis Patient zuvor auf Intensivstation Instabile Angina Pectoris Ejektionsfraktion Pulmonal-arterielle Hypertonie Pulmonal-arterieller Druck Dringlichkeit Notfalleingriff ja/nein Kombinationseingriff ja/nein Thorakaler Aorteneingriff Frischer Myokardinfarkt Ventrikelseptumdefekt Insulinpflichtiger Diabetes Mellitus NYHA-Klassifizierung</p>
Peri- und postoperative Daten zur Korrelation	<p>Exitus letalis, Nierenersatztherapie LOS ICU und Klinik gesamt Max. Leukozytenzahl der ersten 3 postop Tage Max. Noradrenalinosis der ersten 3 postop Tage Kum. Noradrenalinosis der ersten 3 postop Tag Dauer der Noradrenalintherapie in Tagen Max. Adrenalin der ersten 3 postop Tage Kum. Adrenalin der ersten 3 postop Tage Dauer der Adrenalin in Tagen Max. Milrinon der ersten 3 postop Tage Kum. Milrinon der ersten 3 postop Tage Dauer der Milrinonin Tagen Max. Dobutamin der ersten 3 postop Tage Kum. Dobutamin der ersten 3 postop Tage Dauer der Dobutamin in Tagen Max. Laktatkonzentration der ersten 3 postop Tage Max. Glucosekonzentration der ersten 3 postop Tage Beatmungszeit (Tage), Reperfusionzeit (min.), Ischämiezeit (min.), Bypasszeit (min.)</p>

Tabelle 8: Perioperative Parameter pro Patient

2.3 Fehlende EuroSCORE-Parameter

Teilweise konnten Daten aus den vorhandenen Datenbanken nicht ermittelt werden, da sie nicht dokumentiert waren. Zum einen handelte es sich dabei um Werte zur Berechnung weiterer Parameter (z.B. Kreatinin-Wert zur Berechnung der Clearance beim EuroSCORE II) oder um klinische Daten, die zur Stadieneinteilung (z.B. NYHA, Ejektionsfraktion) erforderlich waren. In der folgenden Tabelle sind die Daten aufgelistet, die bei den untersuchten Patienten teilweise nicht ermittelbar waren.

Wert
Kreatinin (mg/dl) absolut
Eingeschränkte Ejektionsfraktion
PAP (Pulmonal-arterieller Druck)
NYHA
Beatmungszeit
Reperusionszeit
Ischämiezeit
Bypasszeit
Präoperativ intensivpflichtig
Instabile Angina Pectoris
Frischer Myokardinfarkt
Thorakaler Aorteneingriff
Postinfarkt VSD
Diabetes, insulinpflichtig
Infektionen postoperativ

Tabelle 9: Nicht ermittelbare Parameter

Die genaue Verteilung der jeweils nicht vorhandenen Parameter wird in Tabelle 17 im Ergebnisteil dargestellt. Es stellte sich die Frage inwieweit sich fehlende Werte bzw. daraus gegebenenfalls falsch getroffene Annahmen auf das Ergebnis auswirken können. Dies wird im Ergebnisteil mit einer Szenario-Analyse am Beispiel des am häufigsten fehlenden Wertes „pulmonal-arterieller Druck“ (PAP) näher beleuchtet. Dieser Wert ist zur Beurteilung einer pulmonalen Hypertonie (PAH) notwendig. Für die Berechnung der EuroSCORE-Varianten über das gesamte Patientenkollektiv wurden für nicht vorhandene Parameter daher Annahmen getroffen. Diese wurden in 100% der Fälle mit einem „best case“ bewertet. D.h. es wurden generell positive Annahmen getroffen. So wurde beispielsweise im Fall eines nicht ermittelbaren PAP-Werts eine pulmonale Normotonie angenommen.

2.4 Statistische Grundlagen

Zunächst werden zum besseren Verständnis einige statistische Grundbegriffe erklärt:

Normalverteilung:

Bei einer Normal- oder Gauß-Verteilung handelt es sich um eine stetige Wahrscheinlichkeitsverteilung. Die Verteilung kann verwendet werden, um Lage und Streuung von Messdaten um einen Mittelwert zu beschreiben.⁴⁰

Median und Modalwert:

Der Median teilt einen Datensatz genau in der Mitte aller Werte, so dass die Werte in der einen Hälfte kleiner als der Medianwert sind, in der anderen größer. Unter dem Modalwert versteht man denjenigen Wert einer Datenmenge, der am häufigsten beobachtet wird.

Standardabweichung:

Die Standardabweichung beschreibt die Breite der Normalverteilung, bei der 68% der Werte im Intervall des Medians plus/minus einer Standardabweichung

⁴⁰ Harms V., in: Medizinische Statistik, Harms Verlag, 2012 S.144ff.

liegen. Etwa 95% der Werte liegen im Intervall Median plus/minus zwei Standardabweichungen.⁴¹

Korrelationskoeffizient (Pearson):

Ein Maß für den Grad des linearen Zusammenhangs zwischen zwei normal- und intervallskalierten Merkmalen. Er kann Werte zwischen -1 und $+1$ annehmen. Bei einem Wert von $+1$ (bzw. -1) besteht ein vollständig positiver (bzw. negativer) linearer Zusammenhang zwischen den betrachteten Merkmalen. Wenn der Korrelationskoeffizient den Wert Null aufweist, besteht zwischen den beiden Merkmale überhaupt kein Zusammenhang.⁴²

Rangkorrelationskoeffizient (Spearman's Rho):

Ein Maß für die Abhängigkeit von zwei Variablen einer monotonen Funktion, das im Gegensatz zum Korrelationskoeffizient nach Pearson keine lineare Beziehung der Variablen benötigt. Er kann beispielsweise im Fall einer Exponential- oder Logarithmusfunktion (z.B. EuroSCORE) eingesetzt werden.⁴³

Nominalwerte:

Ein Merkmal ist nominal skaliert, wenn seine möglichen Ausprägungen willkürlich verschlüsselt sind. Die Merkmale weisen aber keine natürliche Rangfolge auf.

Beispiel aus den Daten dieser Arbeit: Dialysetherapie, Infektion, Tod

Ordinalwerte:

Die Ordinalskala ist eine Rangskala. Sie enthält Merkmale, die in einer Reihung dargestellt werden kann. Über die Differenz zwischen den Merkmalsausprägungen kann allerdings keine Aussage gemacht werden.⁴⁴

Beispiel aus den Daten dieser Arbeit: Laktatkonzentration, Bypasszeit

⁴¹ Harms V., in: Medizinische Statistik, Harms Verlag, 2012 S.144ff.

⁴² Raab G., Unger A., Unger F. in: Methoden der Marketing-Forschung, Grundlagen und Praxisbeispiel, Springer Gabler Verlag, 2. Aufl. 2009, S. 227

⁴³ Heinecke, Hultsch, Reppes, in: Medizinische Biometrie, Springer Verlag, 1992, S.60-62

⁴⁴ Harms V., in: Medizinische Statistik, Harms Verlag, 2012, S.26

2.5 Methodik

Die erhobenen Daten wurden zunächst in separaten Tabellen aufbereitet und anschließend in einer Haupttabelle zusammengefasst. Zur Auswertung und Korrelation wurde neben Microsoft Excel (Version 2010) die Statistiksoftware SPSS von IBM (Version 22) verwendet.

Zur Aufbereitung gehörte neben der Bestimmung direkter EuroSCORE-Parameter auch die Umrechnung von Einheiten oder die Stadieneinteilung anhand der erhobenen Werte (z.B. Ejektionsfraktion, Kombinationseingriff, Dringlichkeit oder pulmonale Hypertonie). Außerdem wurden indirekte Kriterien wie die Kreatinin-Clearance zur Beurteilung der glomerulären Filtration und damit der Nierenfunktion bestimmt. So werden Gewicht und Kreatinin-Wert beim EuroSCORE nicht direkt berücksichtigt, da sie keine direkten Risikofaktoren darstellen⁴⁵, beide Werte sind dennoch zur Berechnung der Clearance erforderlich und mussten daher erfasst werden. In dieser Arbeit wurde Clearance mittels Cockcroft-Gault-Formel berechnet. Alternativ hätte man die Kreatinin-Clearance auch mit der MDRD-Formel berechnen können.

Zur weiteren Aufbereitung gehörte die Filterung von Labor- und Medikamentendaten. Während die Maximalwerte postoperativer Laborwerte per SPSS bestimmt werden konnten, war dies für die postoperativen Medikamente nicht ohne weiteres möglich, da diese einerseits über Perfusor, andererseits aber als Bolus mit unterschiedlicher Einheit bzw. Dosierung verabreicht wurden. Durch Indexierung, indirekte Adressierung sowie die Verwendung adjustierter Zeitreihen war es mit Microsoft Excel möglich, sowohl Therapiedauer, postoperative Maximaldosen und Kumulativmengen unterschiedlicher Medikamente aus großen Datensätzen pro Patient zu filtern. Die aufbereiteten Daten wurden in die Haupttabelle übernommen.

Der additive und logistische EuroSCORE I wurden mit der von EuroSCORE.org zur Verfügung gestellten Excel-Datei „EuroSCORE Research 500.xls“

⁴⁵ EuroSCORE Organisation: <http://EuroSCORE.org/calculators.htm>, abgerufen am 19.12.2013

bestimmt.⁴⁶ Beide Tabellen wurden verknüpft und die berechneten Scores in die Haupttabelle übertragen. Zur Bestimmung des EuroSCORE II wurden alle erforderlichen Parameter manuell in den auf www.EuroSCORE.org angebotenen Online-Calculator⁴⁷ eingegeben. Die hier erhobenen EuroSCORE-Ergebnisse wurden ebenfalls in der Haupttabelle erfasst.

Wie bereits erwähnt, wurde während der Datenerhebung festgestellt, dass Parameter teilweise nicht für jeden Patienten dokumentiert oder ermittelbar waren. Am auffälligsten waren dabei fehlende Angaben zur pulmonalen Hypertonie (PAP-Wert). In ca. 70% der Fälle war in den Patientenakten kein PAP-Wert dokumentiert. Somit stellte sich die Frage, ob und wie sich fehlende Werte auf den EuroSCORE auswirken können. Als geeignete Methode zur Feststellung eines Effekts wurde eine Szenario-Analyse für fehlende EuroSCORE-Parameter am Beispiel pulmonaler Hypertonie festgelegt. Im Rahmen der Analyse wurden Häufigkeiten in Form von Median, Minimum, Maximum und Perzentilen ermittelt. Zusätzlich wurden zur Veranschaulichung Boxplots und Streudiagramme erstellt. Als Basis für die Szenario-Analyse wurde eine zweite Datenmenge gebildet. Dazu wurde aus dem ursprünglichen Datensatz (Haupttabelle) eine Subkohorte isoliert. Es wurden dabei sämtliche Patienten gefiltert, bei denen der präoperative pulmonal-arterielle Druck (PAP) nicht ermittelbar war. Danach wurden aus dieser neuen Kohorte zusätzlich alle Fälle eliminiert, die mindestens einen weiteren nicht ermittelbaren EuroSCORE-Parameter aufwiesen. Somit wurde sichergestellt, dass der neue Datensatz zu 100% aus Daten besteht, die auch tatsächlich dokumentiert waren.

Im zweiten Teil dieser Arbeit wurden zunächst allgemeine Ergebnisse wie Geschlecht, Alter, Eingriff, etc. für das ursprüngliche, gesamte Patientenkollektiv dargestellt. Danach wurde der EuroSCORE berechnet. Für fehlende, nicht dokumentierte Parameter wurden wie oben erwähnt positive Annahmen getroffen. Die EuroSCORE-Ergebnisse wurden anschließend mit den Variablen aus den allgemeinen Ergebnissen sowie mit ebenfalls ermittelten post-

⁴⁶ EuroSCORE Organisation: <http://EuroSCORE.org/calculators.htm>, abgerufen am 19.12.2013

⁴⁷ EuroSCORE Organisation: <http://EuroSCORE.org>, abgerufen am 19.12.2013

operativen Daten wie z.B. Laborwerte, innerklinische Liegezeiten und positiv inotrope Medikamentengaben korreliert. Bei der Auswertung der Medikamente wurden nur Patienten berücksichtigt, die diese Medikamente auch erhalten haben. Alle Medikamente wurden entweder über Perfusor kontinuierlich oder/und teilweise auch als Bolus verabreicht. Da hierbei unterschiedliche Einheiten dokumentiert waren, mussten die Bolusgaben zunächst gefiltert und nach Gewicht normiert werden, bevor sie korreliert werden konnten.

Zur Verdeutlichung der Methodik wurde folgendes Schaubild angefertigt:

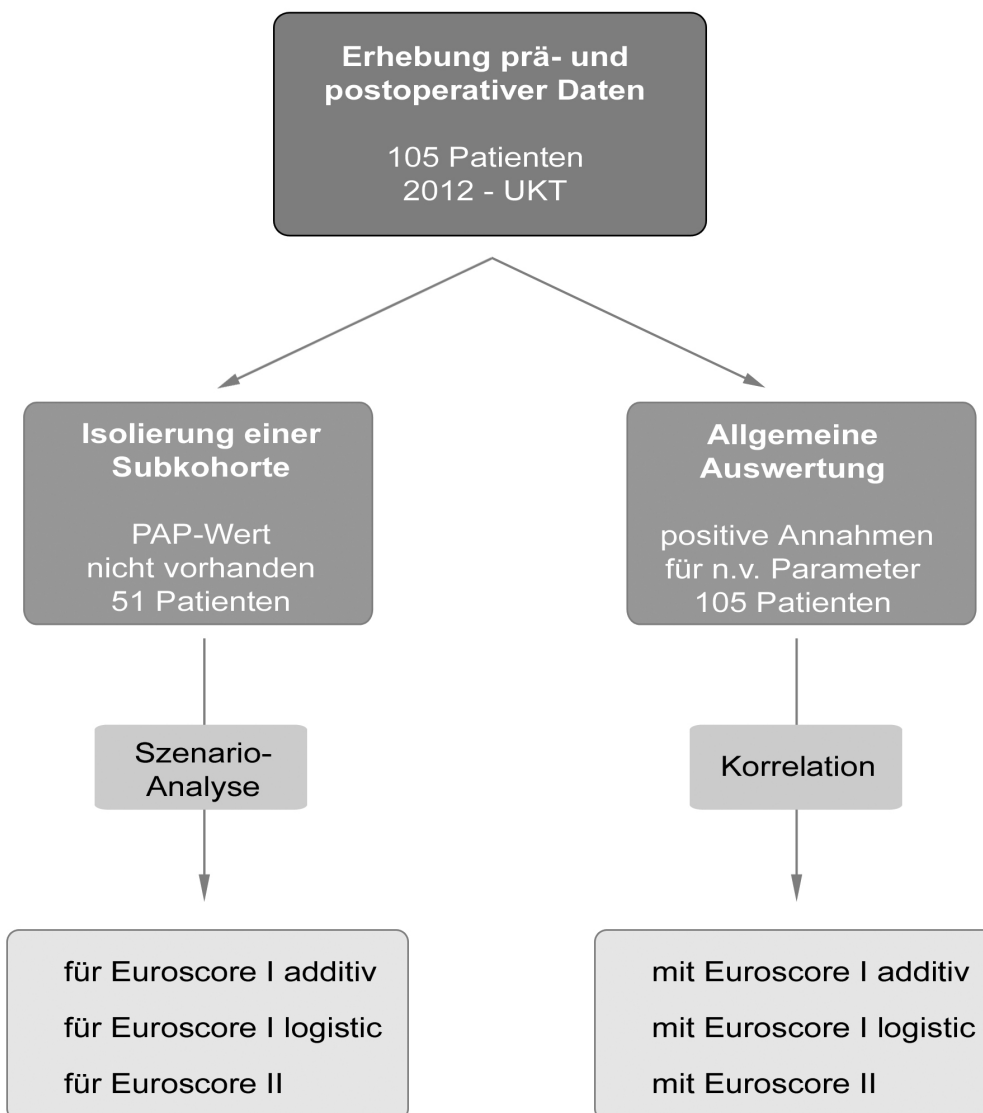


Abbildung 2: Methodik dieser Arbeit

3 Ergebnisse

3.1 Verteilungsanalyse

Zur Überprüfung der vorliegenden Daten auf Normalverteilung können verschiedene statistische Tests angewendet werden. Während der sogenannte Kolmogorow-Smirnow-Test eher bei großen Datenmengen angewendet wird, eignet sich der Shapiro-Wilk-Test zur Überprüfung kleiner Stichproben.⁴⁸

	Shapiro-Wilk	
	N	Signifikanz
EURO I additiv	105	0,012
EURO I logistisch	105	0,000
EURO II	105	0,000

Tabelle 10: Test auf Normalverteilung

Eine Signifikanz von kleiner als 0,05 bedeutet signifikant und somit signifikant abweichend von der Normalverteilung.⁴⁹ Eine Normalverteilung kann für die untersuchten EuroSCORE-Ergebnisse also nicht bestätigt werden.

Da Tests zur Überprüfung auf Normalverteilung jedoch teilweise umstritten sind, wurde zusätzlich eine Bewertung mittels Histogramm-Analyse durchgeführt.⁵⁰ Die Ergebnisse sind auf der folgenden Seite dargestellt.

⁴⁸ Naumann A., Institut für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie in Tübingen, persönliche Mitteilung vom 01.08.2014

⁴⁹ TU Berlin, <http://pascal.kgw.tu-berlin.de/gnom/Lehre/spss/#kolsmir>, abgerufen am 24.03.2014

⁵⁰ Naumann A., Institut für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie in Tübingen, persönliche Mitteilung vom 01.08.2014

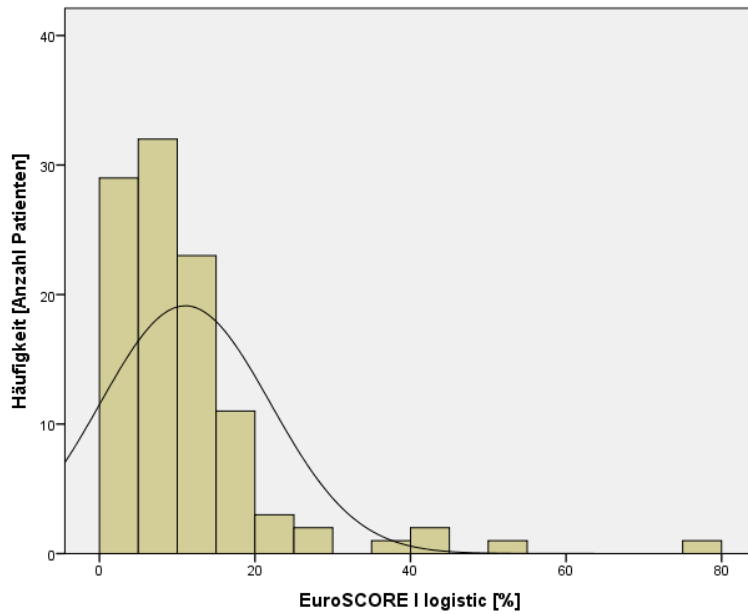


Abbildung 3: Prüfung von EuroSCORE I log. auf Normalverteilung

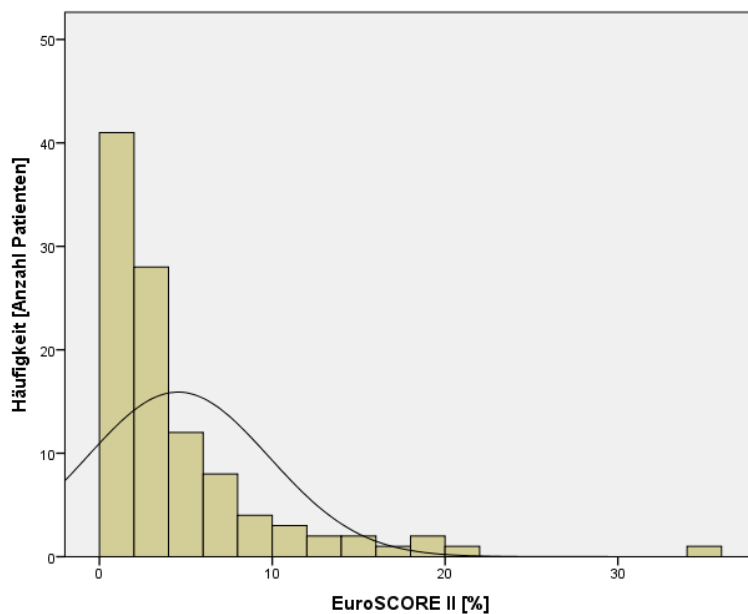


Abbildung 4: Prüfung von EuroSCORE II auf Normalverteilung

Die Berechnung des EuroSCOREs beruht auf einer logistischen Regression. EuroSCORE I (logistisch) und EuroSCORE II sind also nicht normalverteilt, sondern folgen einer Beta-Verteilung. Es handelt sich um Daten mit einer stetigen Wahrscheinlichkeitsverteilung über einem Intervall. Es ist somit nicht erlaubt, Mittelwerte oder Standardabweichungen zu berechnen.

3.2 Allgemeine Ergebnisse

Zunächst werden einige allgemeine, das gesamte Patientenkollektiv betreffende Ergebnisse dargestellt. Bei allen Patienten wurde einer oder mehrere der oben genannten herzchirurgischen Eingriffe durchgeführt. Das Durchschnittsalter der Patienten lag bei 68 Jahren, der Median bei 70. Der jüngste Patient war 41, der älteste 87 Jahre alt.

N	Gültig	105
	Fehlend	0
Median		70,00
Minimum		41
Maximum		87
Perzentile	25	60,00
	50	70,00
	75	78,00

Tabelle 11: Alter der Patienten

72 (68,57%) der Patienten waren männlich, 33 (31,43%) waren weiblich. Fünf Patienten sind während des erhobenen Zeitraums verstorben. Dies ergibt eine Mortalität von 4,76%.

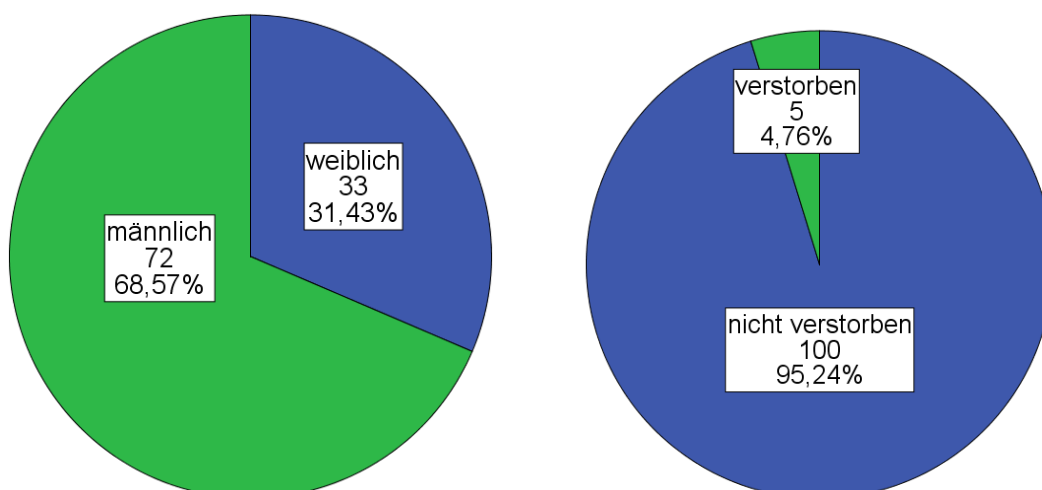


Abbildung 5: Geschlechterverteilung und Mortalität

In der folgenden Tabelle sind die EuroSCORE-Ergebnisse (EURO), Eingriff, Geschlecht und Alter der verstorbenen Patienten notiert.

Eingriff	Geschlecht	Alter	EURO I additiv	EURO I logistisch	EURO II
ACVB	weiblich	67	10	13,7%	13,1%
AKE	männlich	80	8	8,6%	2,5%
MKE	weiblich	81	17	75,7%	14,3%
AKE	männlich	47	9	13,5%	3,0%
MKE	weiblich	79	14	42,7%	19,9%

Tabelle 12: EuroSCORE verstorbener Patienten

34 (32,38%) Patienten erhielten eine Aortenklappe (AKE), 26 (24,76%) eine Mitralklappe (MKE). Bei 14 (13,33%) Patienten wurde ein aortokoronarer Bypass (ACVB) gelegt. Bei 25 (23,81%) der Patienten wurde kombiniert ein Aortenklappenersatz (AKE) sowie eine Bypassoperation (ACVB) durchgeführt. Bei 6 (5,71%) Patienten wurden kombiniert ein Mitralklappenersatz (MKE) sowie eine Bypassoperation (ACVB) durchgeführt.

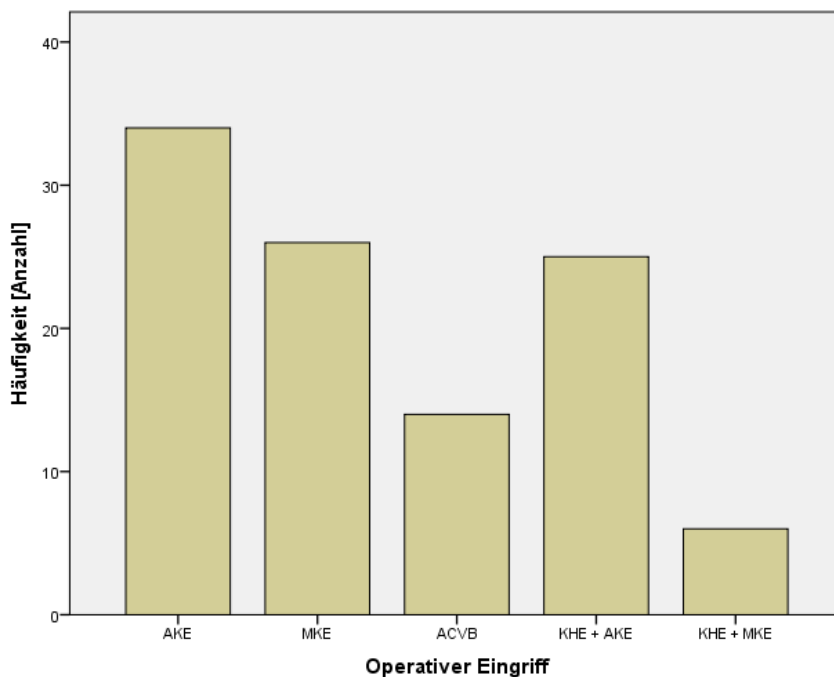


Abbildung 6: Herzchirurgische Eingriffe an der Uniklinik Tübingen (2012)

Es wurden 20 (19,05%) Patienten mit nichtinvasiven, kathetergestützten Verfahren ohne Verwendung einer Herz-Lungen-Maschine (HLM) behandelt. Bei 85 (80,95%) Patienten wurde invasiv eingegriffen und während der Operation die HLM verwendet. Im Rahmen des Einsatzes der HLM lassen sich u.a. die Werte Bypass-, Ischämie- und Reperfusionzeit bestimmen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Häufigkeiten dieser Zeiten ersichtlich:

		Reperusionszeit (min.)	Ischämiezeit (min.)	Bypasszeit (min.)
N	Gültig	85	85	85
	Fehlend	20	20	20
Median		24,00	89,50	133,00
Minimum		6	25	33
Maximum		172	967	543
Perzentile	25	16,00	72,25	105,50
	50	24,00	89,50	133,00
	75	39,75	118,75	167,50

Tabelle 13: Häufigkeiten der HLM-Zeiten

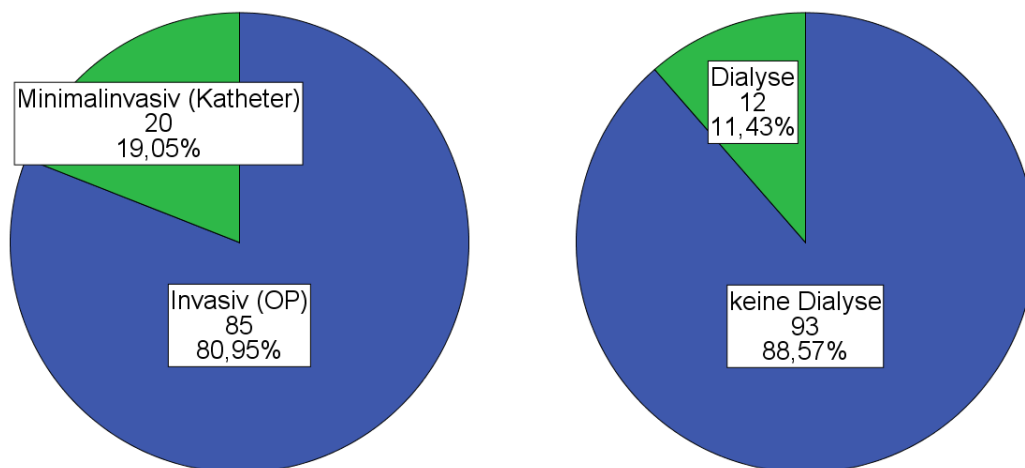


Abbildung 7: Eingriff und Nierenersatztherapie

Es wurde festgestellt, dass zwölf (11,43%) Patienten nach dem operativen Eingriff dialysiert werden mussten.

Weiter wurden innerklinischen Liegezeiten (LOS = length of stay) pro Patient erhoben. Zum einen die Anzahl an Tagen auf der Intensivstation (ICU), zum andern die Anzahl der Tage, die auf Normalstation verbracht wurden. Auch die Beatmungszeit wurde erfasst. Also der Zeitraum nach der Operation, in dem der Patient nicht selbständig geatmet hat, sondern beatmet wurde.

		LOS ICU (Tage)	LOS Klinik (Tage)	Beatmungs- zeit (Tage)
N	Gültig	105	105	104
	Fehlend	0	0	1
Median		1,00	14,00	0,93
Minimum		1	2	0
Maximum		90	470	90
Perzentile	25	1,00	10,00	0,54
	50	1,00	14,00	0,93
	75	4,00	17,00	4,13

Tabelle 14: Häufigkeiten LOS und Beatmungszeit

Patienten können nach dem EuroSCORE I und II wie in den Kapiteln 1.3 und 1.4 beschrieben in verschiedene Risikogruppen eingeteilt werden. Alle Patienten wurden diesen Risikogruppen zugeordnet und gruppiert. Auffällig ist dabei, dass nach dem EuroSCORE I additiv die meisten Patienten einer hohen Risikogruppe zugeordnet sind, sich beim EuroSCORE II die Mehrheit der Patienten aber in der Gruppe mit geringem Risiko befinden.

	Häufigkeit	Prozent
Geringes Risiko	5	4,8%
Mittleres Risiko	23	21,9%
Hohes Risiko	77	73,3%
Gesamt	105	100,0%

Tabelle 15: Risikogruppierung nach EuroSCORE I additiv

	Häufigkeit	Prozent
Geringes Risiko	69	65,7
Mittleres Risiko	23	21,9
Hohes Risiko	13	12,4
Gesamtsumme	105	100,0

Tabelle 16: Risikogruppierung nach EuroSCORE II

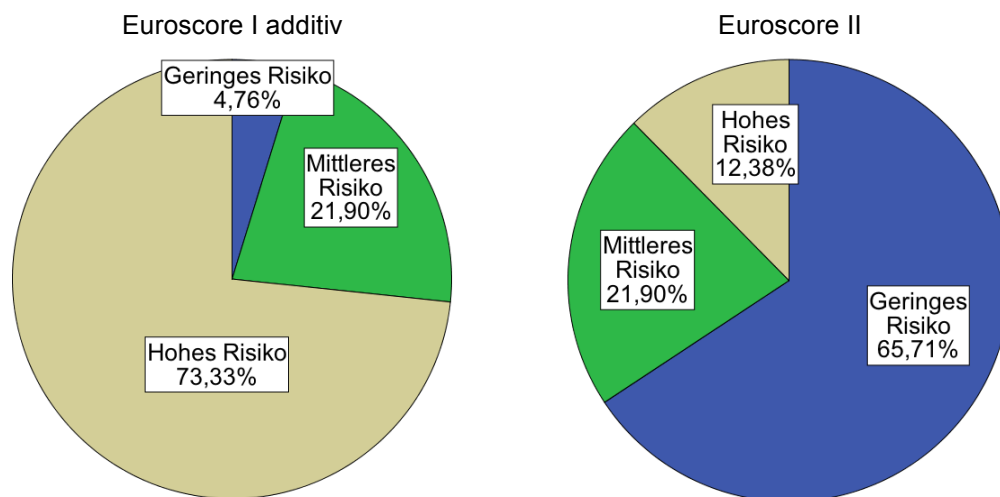


Abbildung 8: Risikogruppierung über das gesamte Patientenkollektiv

3.3 Einfluss nicht vorhandener Parameter auf den EuroSCORE

Wie oben bereits erwähnt, waren Daten teilweise nicht ermittelbar. Wie sich falsche Annahmen auf das Ergebnis auswirken können, wird in den folgenden Kapiteln anhand einer Szenario-Analyse am Beispiel des am häufigsten fehlenden PAP-Werts zur Einschätzung einer pulmonalen Hypertonie (PAH) gezeigt.

Bei den weiteren fehlenden Daten handelte es sich zum einen um Parameter, die zur Berechnung weiterer Rechengrößen benötigt werden oder um klinische Daten, die z.B. zur Stadien-Einteilung erforderlich sind. Zum andern handelte es sich um Daten, die zwar nicht explizit dokumentiert waren, deren Dokumentation aber obligat gewesen wäre, beispielsweise die Manifestation eines Myokardinfarkts, so dass die Annahme getroffen wurde, dass diese Parameter beim

Patienten auch tatsächlich nicht vorhanden waren und daher in nachstehender Tabelle nicht erfasst sind.

Bei der Online-Berechnung des EuroSCOREs sind die ja/nein-Parameter standardgemäß auf „nein“ gesetzt, d.h. der Anwender muss bewusst ein „ja“ auswählen, wenn das entsprechende Symptom oder Kriterium vorhanden ist.

Wert	Anzahl nicht vorhandener Werte	Nicht vorhandene Werte in %
Kreatinin (mg/dl) absolut	1	1,0%
Eingeschränkte Ejektionsfraktion	7	6,6%
PAP	73	69,5%
NYHA	18	17,1%
Beatmungszeit	1	1,0%
<i>Reperfusionzeit*</i>	20	19,0%
<i>Ischämiezeit*</i>	20	19,0%
<i>Bypasszeit*</i>	20	19,0%

Tabelle 17: Nicht ermittelbare Parameter

** Anmerkung zu den Daten Reperfusionzeit, Ischämiezeit, Bypasszeit: Diese Werte sind nur der Vollständigkeit halber aufgelistet. Die Zeiten entstehen bei der Verwendung einer Herz-Lungen-Maschine. Die fehlenden Werte ergeben sich bei „kathetergestützten“ OP-Verfahren ohne Anwendung der Herz-Lungen-Maschine. Das heißt, dass Patienten entweder per Katheter eine sogenannte Transkatheter-Aortenklappenimplantation oder einen Bypass im „Off-Pump-Coronary-Artery-Bypass“-Verfahren erhalten haben. Beide Verfahren werden ohne Verwendung einer Herz-Lungen-Maschine durchgeführt.*

3.3.1 Szenario-Analyse einer Subkohorte

Zunächst musste ein geeignetes Instrument gefunden werden, um herauszufinden wie sich fehlende Parameter auf den EuroSCORE auswirken. Eine Analyse auf Basis verschiedener Szenarien erschien hier als geeignete Methode. Hierzu wurde aus dem ursprünglichen Datensatz wie oben beschrieben eine Subkohorte gebildet. Dabei wurden alle Patientenfälle isoliert, bei denen kein pulmonal-arterieller Druck (PAP) dokumentiert und somit keine Aussage in Bezug auf eine pulmonale Hypertonie möglich war. Dies war bei 73 Patienten der Fall. Um eine weitere Beeinflussung zu vermeiden, wurden zusätzlich diejenigen Fälle entfernt, bei denen weitere Daten nicht dokumentiert waren. Es wurden im neuen Datensatz mit noch 51 Fällen für das fehlende Kriterium „Pulmonal-arterielle Hypertonie“ (PAH) verschiedene Annahmen getroffen, also Szenarien gebildet. Der EuroSCORE wurde unter den getroffenen Annahmen neu berechnet.

Für den EuroSCORE I ergibt dies zwei PAH-Szenarien:

- PAH nicht vorhanden (PAH negativ)
- PAH vorhanden (PAH positiv)

Für den EuroSCORE II, der eine erweiterte Einteilung pulmonal-arterieller Hypertonie vorsieht, gibt es drei PAH-Szenarien:

- PAH nicht vorhanden (PAH negativ)
- PAH moderat (PAH moderate)
- PAH schwerwiegend (PAH severe)

Als geeignete Methode für die Szenario-Analyse im Fall fehlender Parameter wurde das Aufzeigen von Häufigkeiten als sinnvoll erachtet. Es wurden somit Median, Minimum, Maximum sowie die Perzentilen berechnet und dargestellt.

3.3.2 Anmerkung Boxplot

Auf den folgenden Seiten kommen Boxplot-Diagramme zum Einsatz. Boxplots werden insbesondere zur Beurteilung nominaler Daten verwendet, da hier eine Korrelation nicht möglich ist. Ein Boxplot besteht aus einer Box, die vom ersten und dritten Quartil begrenzt wird. Die innere Linie in der Box bildet den Median ab, zudem werden kleinste und größte Werte dargestellt. Weiter spricht man bei außerhalb der Box liegenden Extremwerten von Ausreißern. Werte, die um mehr als eineinhalb Kastenlängen außerhalb liegen, werden mit einem Kreis gekennzeichnet. Werte, die um mehr als drei Boxlängen außerhalb liegen, werden im mit einem Stern markiert.⁵¹

3.3.3 Szenario-Analyse für EuroSCORE I additiv

Beim EuroSCORE I additiv handelt es sich um einen Score, bei dem die vorhandenem Parameter entsprechend ihrer Gewichtung einfach addiert werden. Im Fall pulmonaler Hypertonie beträgt die Gewichtung zwei Punkte.

In der folgenden Tabelle wurden zunächst die Häufigkeiten der EuroSCORE-Werte in Bezug auf das angenommene Szenario dargestellt.

	Annahme	PAH negativ	PAH positiv
N	Gültig	51	51
	Fehlend	0	0
Median		7,000	9,000
Minimum		2,000	4,000
Maximum		14,000	16,000
Perzentile	25	4,000	6,000
	50	7,000	9,000
	75	9,000	11,000

Tabelle 18: Häufigkeiten EuroSCORE I (additiv) in Bezug auf PAH

⁵¹ Bühl, A. in: SPSS16 Einführung in die moderne Datenanalyse, Pearson Education Deutschland GmbH, München, 2008, S. 237

Beim EuroSCORE I additiv ergibt sich bei den Annahmen jeweils ein Unterschied von zwei Punkten für PAH positiv und PAH negativ. Das Zustandekommen dieses Ergebnisses resultiert aus der additiven Gewichtung mit zwei Prozentpunkten für PAH (siehe auch Tabelle 5).

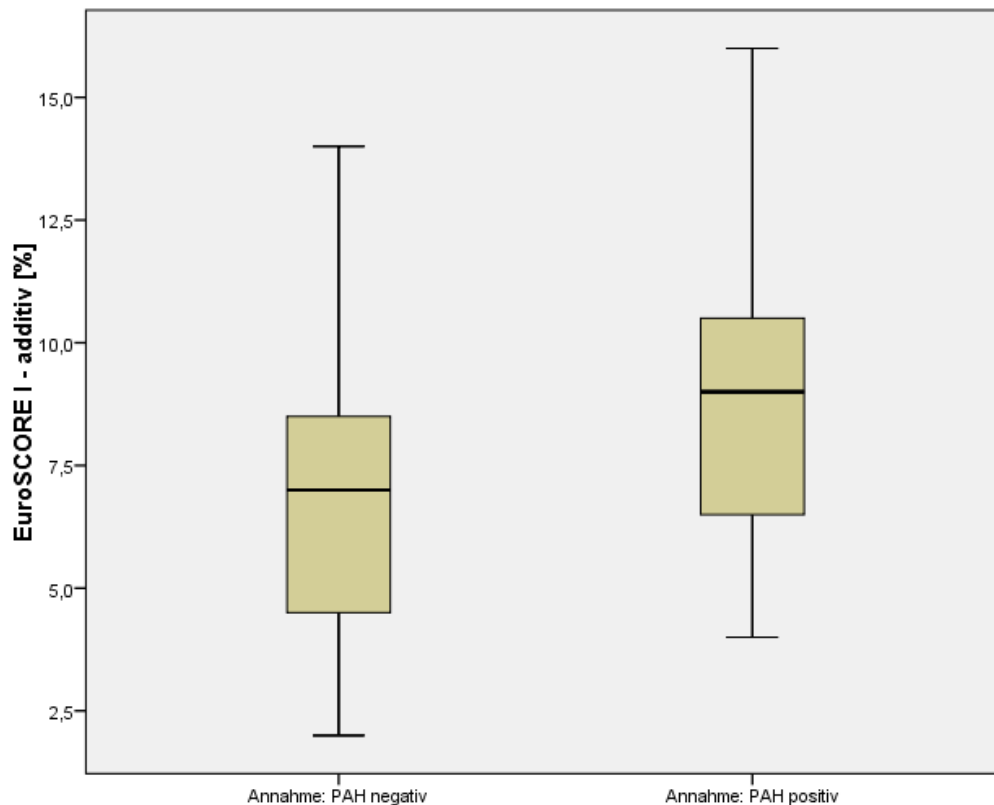


Abbildung 9: Boxplot über EuroSCORE I (additiv) in Bezug auf PAH

3.3.4 Szenario-Analyse für EuroSCORE I logistisch

In den folgenden Ergebnissen sind die Häufigkeiten in Bezug auf den EuroSCORE I logistisch dargestellt. Beim logistischen EuroScore I handelt es sich um ein logarrhythmisches Regressionsmodell. Für das additive Modell ergeben sich daher deutliche Unterschiede, welche auf der folgenden Seite dargestellt sind.

Annahme		PAH negativ	PAH positiv
N	Gültig	51	51
	Fehlend	0	0
Median		0,074	0,147
Minimum		0,015	0,032
Maximum		0,427	0,616
Perzentile	25	0,036	0,074
	50	0,074	0,147
	75	0,126	0,237

Tabelle 19: Häufigkeiten EuroSCORE I (logistisch) in Bezug auf PAH

Für den logistischen EuroSCORE ergibt sich im Fall „Annahme PAH negativ“ ein Median von 7,4%. Fällt die Annahme positiv aus, so verdoppelt sich der Median und somit das Risiko, innerhalb von 30 Tagen nach dem operativen Eingriff zu versterben. Diese Erkenntnis wird noch deutlicher, wenn man das Maximum betrachtet. Das Risiko eines Patienten mit einer vorausgesagten Letalität von 42,5% bei angenommen negativer PAH steigt unter deren positiver Annahme auf 61,6%, eine Risikoerhöhung um fast 20%. Die folgende Grafik zeigt diesen Zusammenhang.

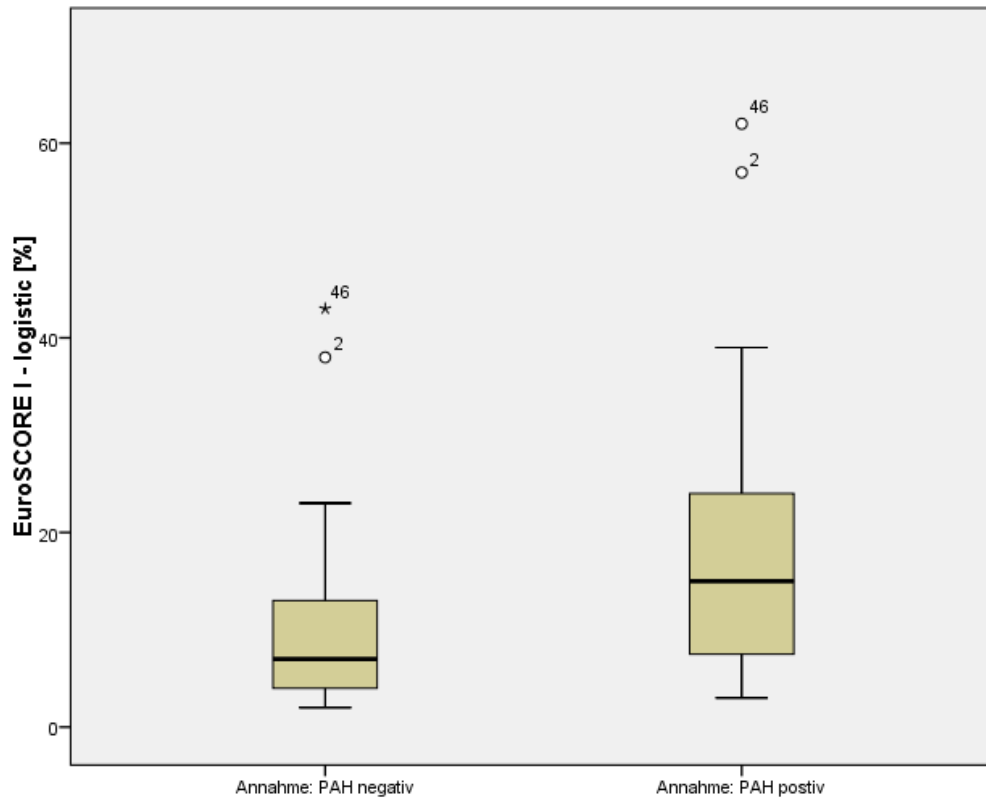


Abbildung 10: Boxplot über EuroSCORE I (logistisch) in Bezug auf PAH

3.3.5 Szenario-Analyse für EuroSCORE II

In der folgenden Tabelle wurden die Häufigkeiten der EuroSCORE II-Werte in Bezug auf pulmonale Hypertonie dargestellt.

	Annahme	PAH negativ	PAH moderate	PAH severe
N	Gültig	51	51	51
	Fehlend	0	0	0
Median		0,025	0,029	0,035
Minimum		0,006	0,007	0,008
Maximum		0,199	0,230	0,261
Perzentile	25	0,012	0,015	0,018
	50	0,025	0,030	0,035
	75	0,057	0,067	0,079

Tabelle 20: Häufigkeiten EuroSCORE II in Bezug auf PAH

Für den EuroSCORE II werden wie oben erwähnt drei Szenarien betrachtet. Für den Fall „Annahme PAH negativ“ ergibt sich ein Median von 2,5%. Fällt die Annahme „moderate“ aus, so erhöht sich der Median und somit das Risiko, innerhalb von 30 Tagen nach dem operativen Eingriff zu versterben um 0,4%. Bei schwerer pulmonaler Hypertension steigt das Risiko im Median um weitere 0,6%.

Das mediane Letalitätsrisiko beim EuroSCORE II ist im Gegensatz zum EuroSCORE I logistic deutlich geringer. Beim Betrachten des maximalen Risikos (26,1%), bei Vorliegen einer schweren pulmonalen Hypertonie, liegt das Ergebnis beim EuroSCORE II ebenfalls deutlich unter dem des EuroSCORE I logistic (61,6%).

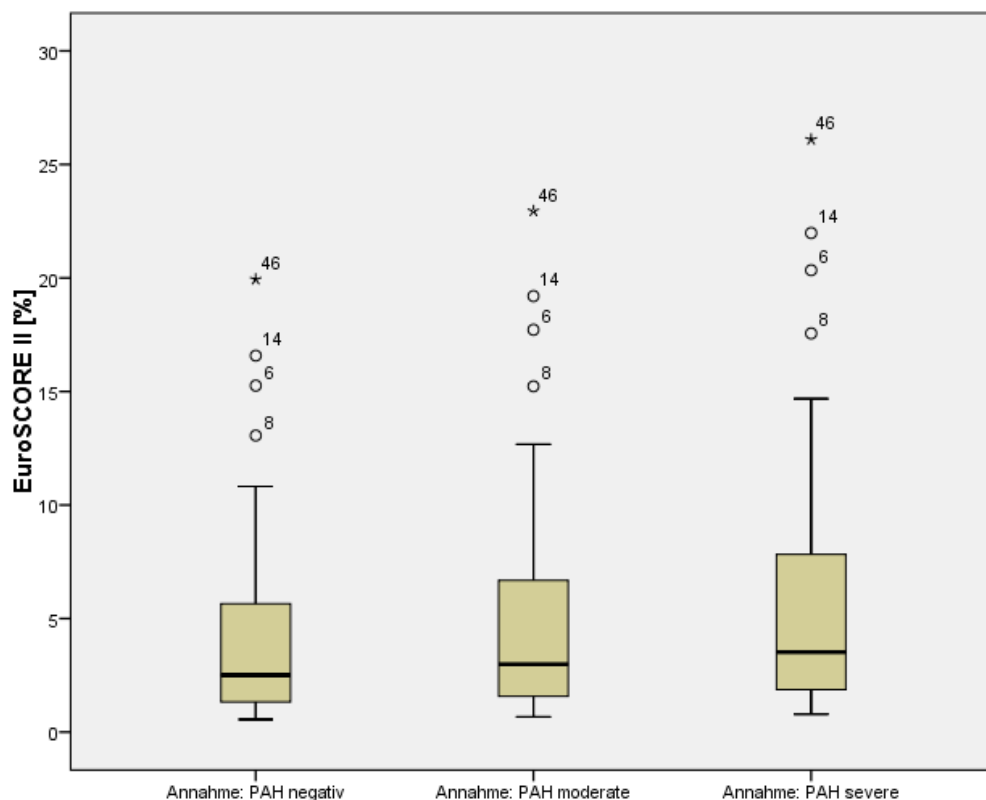


Abbildung 11: Boxplot über EuroSCORE II in Bezug auf PAH

3.3.6 Ergebnisse der Szenario-Analysen

Es lässt sich aus o.g. Ergebnissen ableiten, dass das Treffen von Annahmen im Fall nicht vorhandener PAP-Werte enorme Auswirkungen haben kann. Zur erweiterten Demonstration der deutlichen Unterschiede innerhalb der beiden EuroSCORE-Varianten, also dem entsprechenden Risiko für die 30-Tage-Letalität, wurden innerhalb des jeweiligen EuroSCOREs die Differenzen der einzelnen Szenario-Ergebnisse gebildet. Die Resultate sind in folgender Tabelle 21 ersichtlich.

		EURO I add	EURO I log	EURO II	EURO II
Differenz zwischen:		no PAH	no PAH	no PAH	moderate
		PAH	PAH	moderate	severe
N	Gültig	51	51	51	51
	Fehlend	0	0	0	0
Median		2,000	0,073	0,005	0,005
Minimum		2,000	0,017	0,001	0,001
Maximum		2,000	0,190	0,030	0,032
Perzentile	25	2,000	0,038	0,002	0,003
	50	2,000	0,073	0,005	0,005
	75	2,000	0,111	0,010	0,012

Tabelle 21: Differenzen der EuroSCOREs in Bezug auf PAH

Mit dieser Auswertung wurde gezeigt, wie hoch die Unterschiede der Häufigkeiten der getroffenen Annahmen sind (PAH vorhanden bzw. nicht vorhanden). Der additive EuroSCORE hat aufgrund seiner Gewichtung für pulmonal-arterielle Hypertonie grundsätzlich eine Differenz von zwei Prozentpunkten. Ein im Vergleich zum logistischen Score relativ kleiner Unterschied. Der EuroSCORE I logistisch weist hier im Median eine Differenz von 7,3% auf, also eine über dreifach höhere Risiko-Einschätzung. Im Maximum unterscheiden sich die Ergebnisse beim EuroSCORE I logistisch sogar um bis zu 19%, was zeigt, dass insbesondere dieser Score nur dann verwendet werden sollte, wenn der PAP-Wert adäquat bestimmt wurde.

Da es beim EuroSCORE II für den Einflussfaktor PAH ein weiteres Stadium (moderate) gibt, wurden hierfür die Häufigkeiten beider Differenzen gebildet (no PAH zu moderate PAH und moderate zu severe PAH). Die Differenzen der einzelnen Annahmen sind gering, es ist für das mediane Ergebnis sogar kein Unterschied feststellbar. Im Maximum unterscheiden sich Annahmeergebnisse um 0,2%. Die Spannweite (Differenz zwischen Maximum und Minimum) ist beim EuroSCORE II (ca. 3%) deutlich geringer als beim logistischen EuroSCORE I (ca. 17%).

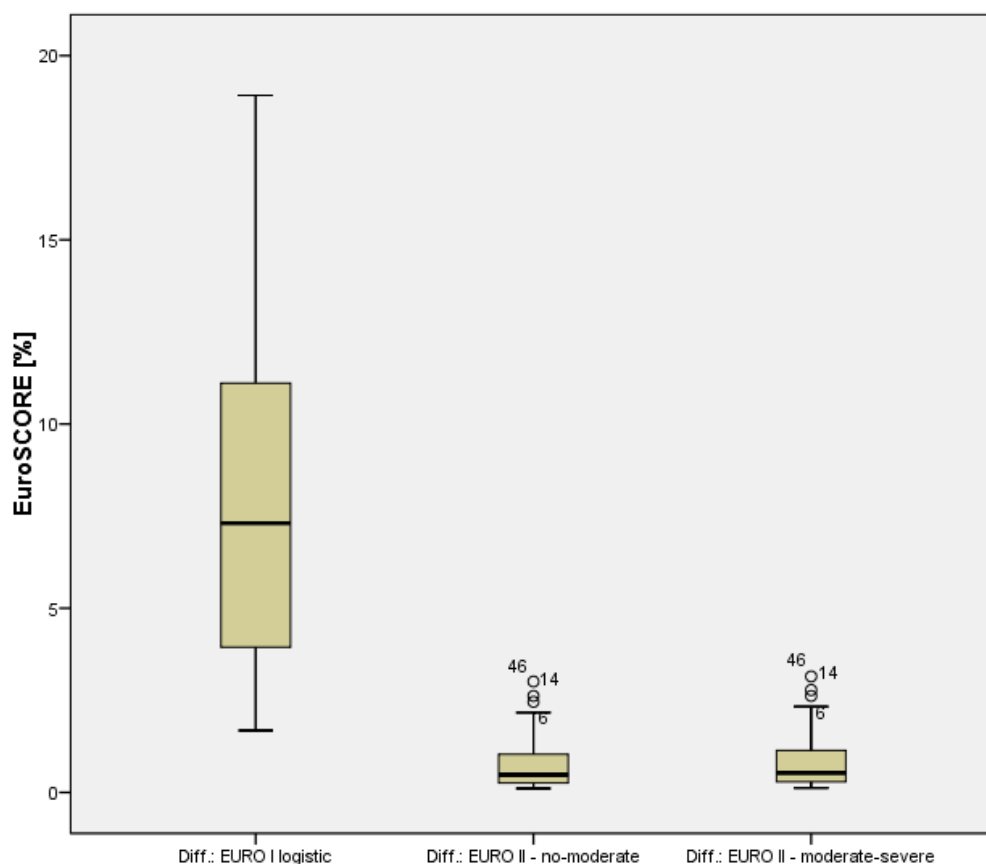


Abbildung 12: PAH-Differenzen innerhalb der EuroSCORE-Varianten

Bis hierher wurde im Rahmen der Szenario-Analyse am Beispiel des am häufigsten nicht ermittelbaren Werts „pulmonal-arterielle Hypertonie“ für eine aus dem Gesamtkollektiv isolierte Subkohorte (51 Patienten) gezeigt, wie sich fehlende Parameter auf die Kalkulation des 30-Tage-Letalitätsrisikos auswirken können.

3.4 Ergebnisse für das Gesamt-Patientenkollektiv

Auf den folgenden Seiten wurden die Ergebnisse in Bezug auf die ursprünglich gesamte Kohorte (105 Fälle) dargestellt. Aufgrund der Tatsache, dass verschiedene Werte nicht dokumentiert waren, wurden für die fehlenden Parameter – wie oben bereits beschrieben – Annahmen getroffen. Diese wurden generell positiv, also mit Szenario „best case“ bewertet. Im Fall der pulmonal-arteriellen Hypertonie wurde dieser Parameter dann beispielsweise mit „nicht vorhanden“ gewertet, sofern aus den Patientenunterlagen nicht explizit die Höhe des PAP-Werts (pulmonal-arterieller Druck) hervorging. Zunächst wurden alle drei EuroSCORE-Varianten für die Gesamtmenge der Patienten dargestellt und verglichen.

3.4.1 Scoring-Ergebnisse allgemein

		EuroSCORE I additiv (Punkte)	EuroSCORE I logistisch	EuroSCORE II
N	Gültig	105	105	105
	Fehlend	0	0	0
Median		8,000	0,088	0,025
Minimum		0,000	0,009	0,006
Maximum		17,000	0,757	0,347
Perzentile	25	5,000	0,045	0,014
	50	8,000	0,088	0,025
	75	9,000	0,133	0,057

Tabelle 22: Häufigkeiten der EuroSCORE-Ergebnisse

Bei der Bestimmung der Häufigkeiten des jeweiligen EuroSCOREs wurde festgestellt, dass der Median im Fall des EuroSCORE I additiv bei 8 Prozentpunkten liegt. Während beim EuroSCORE I logistisch ein nahezu gleich hoher Median feststellbar ist, liegt dieser beim EuroSCORE II wie erwartet darunter. Der Median liegt bei 2,5 Prozentpunkten

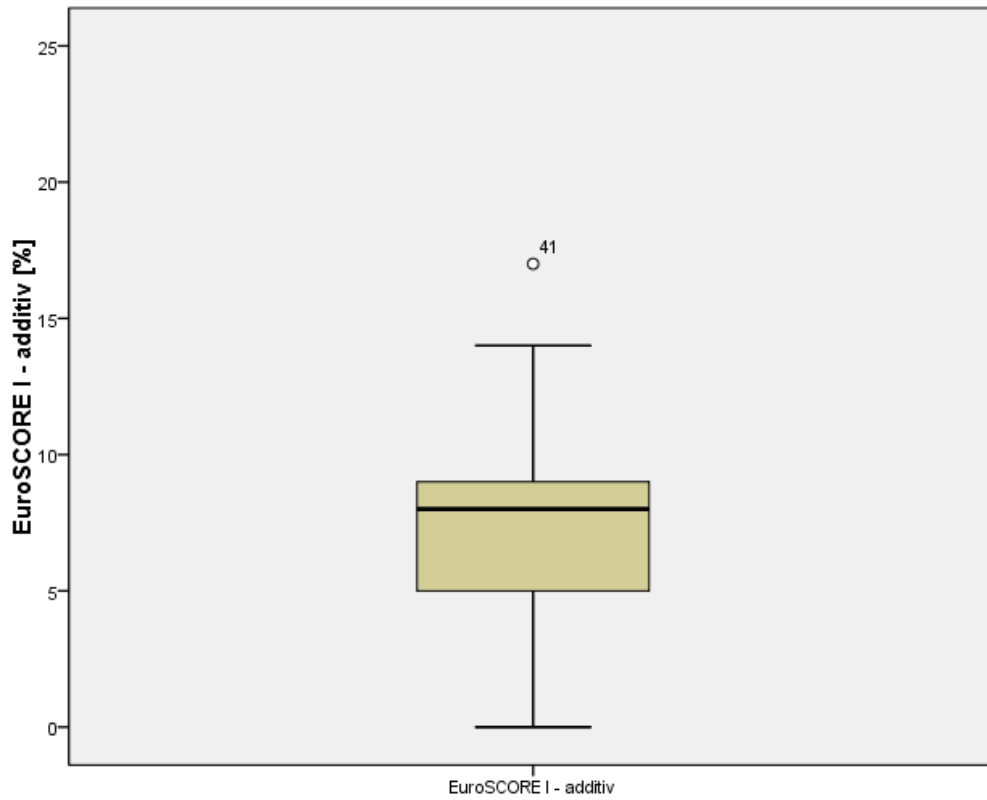


Abbildung 13: EuroSCORE I additiv in Bezug auf das Gesamtkollektiv

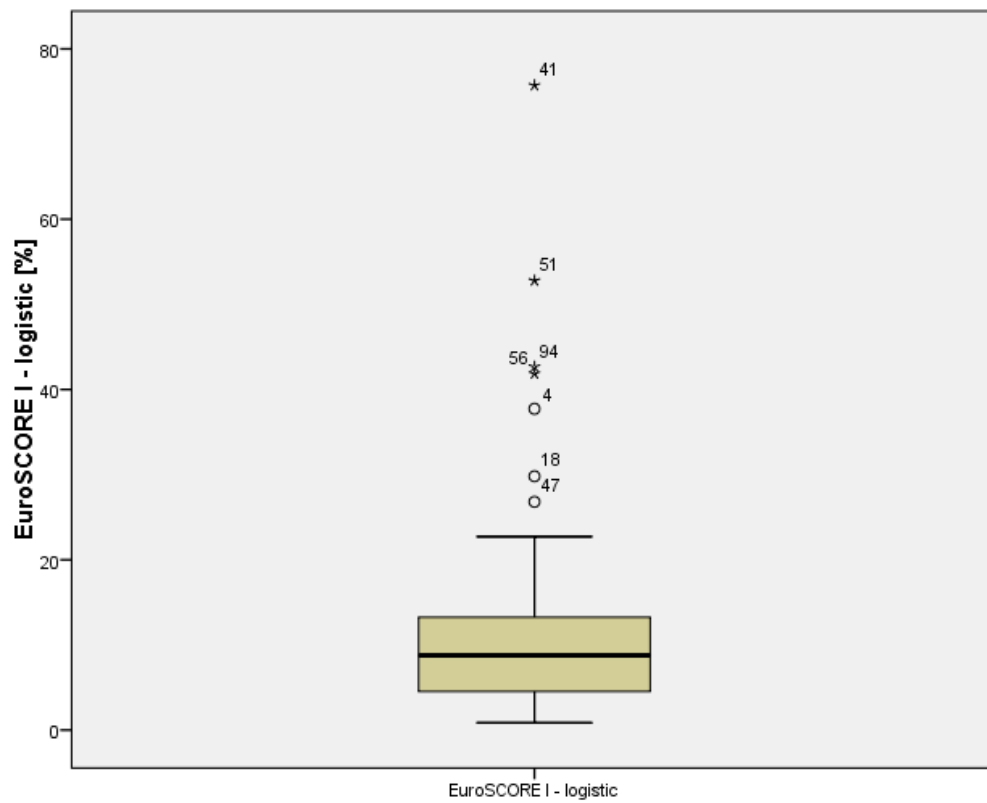


Abbildung 14: EuroSCORE I logistisch in Bezug auf das Gesamtkollektiv

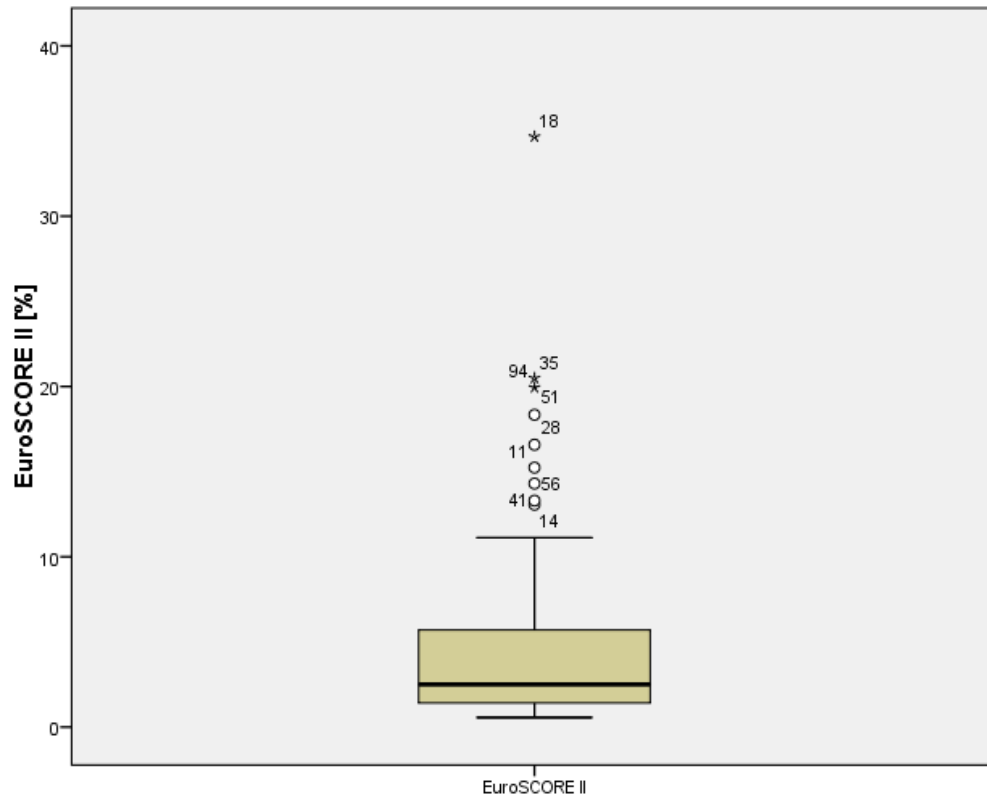


Abbildung 15: EuroSCORE II in Bezug auf das Gesamtkollektiv

Da es sich beim EuroSCORE I additiv um eine aus dem Regressionsmodell abgeleitete lineare Abbildung der Variablen handelt, wurde aufgrund der dadurch nur begrenzten Vergleichsmöglichkeit auf diesen Score bei der direkten Gegenüberstellung von EuroSCORE I und II in den nächsten beiden Abbildungen verzichtet.

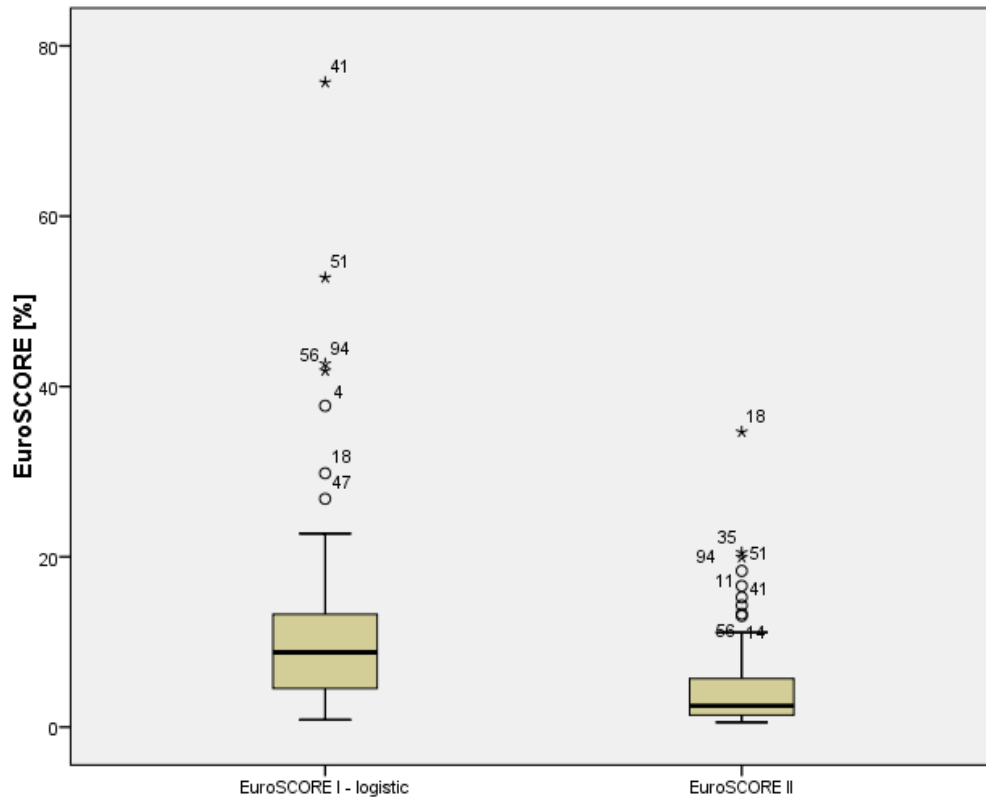


Abbildung 16: Vergleich EuroSCORE I logistisch und EuroSCORE II

Mit diesem Boxplot kann gezeigt werden, dass sich die beiden logistischen EuroSCORE-Varianten bei der Ermittlung des Sterblichkeitsrisikos eindeutig unterscheiden. Der EuroSCORE II sagt den Patienten ein geringeres Letalitätsrisiko voraus. Insbesondere für hohe Risikogruppen sind beim EuroSCORE I logistisch deutlich höhere Werte erkennbar, als beim EuroSCORE II.

Zur besseren Veranschaulichung des Zusammenhangs wurden der EuroSCORE I logistisch und EuroSCORE II in einem Streudiagramm abgebildet. Man erkennt eine Clusterbildung im einstellig niedrigen Prozentbereich.

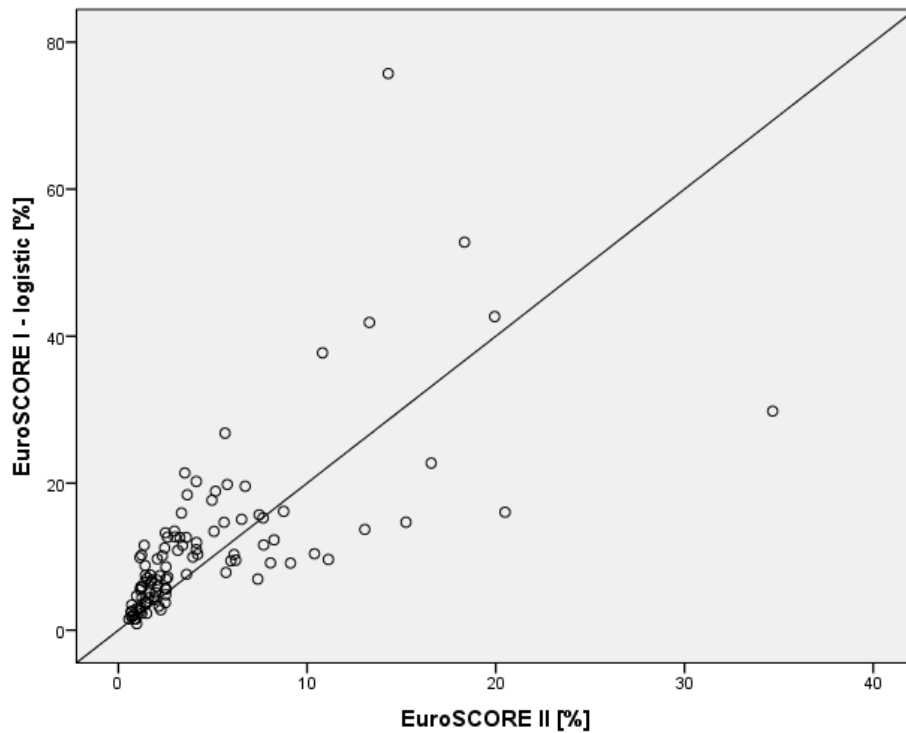


Abbildung 17: Streudiagramm EuroSCORE I logistisch und EuroSCORE II

In den nun folgenden Kapiteln soll herausgefunden werden, ob und wie die Scoring-Ergebnisse mit verschiedenen Parametern aus den allgemeinen Ergebnissen sowie mit postoperativen Daten korrelieren.

Zu den allgemeinen Ergebnissen gehören z.B. Alter, Geschlecht oder auch der operative Eingriff selbst. Postoperative Daten ergeben sich sowohl aus therapeutischen Maßnahmen wie Medikamentengaben als auch aus weiteren erhobenen Parametern wie Laborwerte oder innerklinische Liegezeiten.

3.4.2 Anmerkung zur Korrelation

Sämtliche Korrelationen wurden aufgrund der vorliegenden Beta-Verteilung mittels Rangkorrelationskoeffizient Spearman-Rho berechnet und anschließend zusätzlich in einem Streudiagramm dargestellt. Da es sich außerdem um eine deskriptive Statistik handelt, wurde auf die Angabe der Signifikanz verzichtet.

Zur allgemeinen Interpretation eines Rangkorrelationskoeffizienten ist zu sagen, dass im Fall von Spearman-Rho > 0 ein positiver Zusammenhang besteht, im Fall von Spearman-Rho < 0 ein negativer Zusammenhang. Kein Zusammenhang liegt vor, wenn dieser das Ergebnis 0 liefert.

Der Korrelationskoeffizient kann nur Werte von -1 bis +1 annehmen. Je näher er bei 0 liegt, desto schwächer ist der Zusammenhang, je näher er bei -1 oder +1 liegt, desto stärker ist der Zusammenhang. Die Übergänge sind dabei fließend.

Für die Deutung der Korrelationsergebnisse wurde folgende Einteilung festgelegt:

Korrelationskoeffizient	Deutung
-1,0 bis -0,7	hoher bis vollständiger negativer Zusammenhang
-0,7 bis -0,4	deutlicher negativer Zusammenhang
-0,4 bis -0,2	schwacher bis mäßiger negativer Zusammenhang
$-0,2 < 0,0 < 0,2$	kein Zusammenhang bis leichtes Rauschen
0,2 bis 0,4	schwacher bis mäßiger Zusammenhang
0,4 bis 0,7	deutlicher Zusammenhang
0,7 bis 1,0	hoher bis vollständiger Zusammenhang

Tabelle 23: Deutung der Korrelationsergebnisse

3.4.3 Einzelkorrelationen der Scoring-Ergebnisse

Zunächst wurden die Parameter operativer Eingriff und Alter gegen den EuroSCORE korreliert.

Spearman-Rho		EURO I additiv	EURO I logistisch	EURO II
Alter bei OP	Korrelationskoeffizient	0,549	0,509	0,440
	N	105	105	105
Eingriffart	Korrelationskoeffizient	0,066	0,035	0,249
	N	105	105	105

Tabelle 24: Korrelation allgemeine Daten

Die Auswertung zeigt, dass die Variable operativer Eingriff nicht mit dem EuroSCORE I bzw. schwach mit dem EuroSCORE II korreliert, das Alter hingegen einen Zusammenhang zu beiden Varianten zeigt.

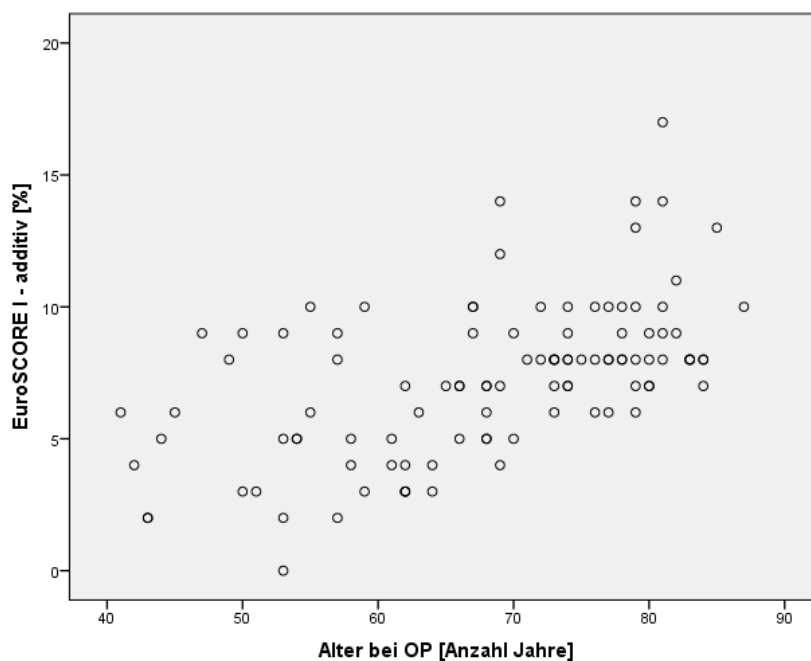


Abbildung 18: Streudiagramm über EuroSCORE I additiv und Alter

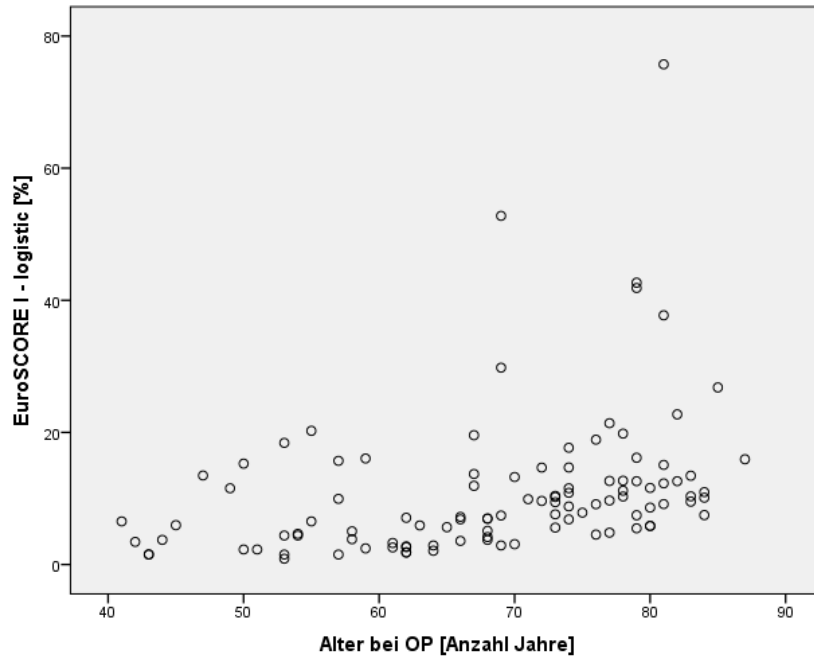


Abbildung 19: Streudiagramm über EuroSCORE I log. und Alter

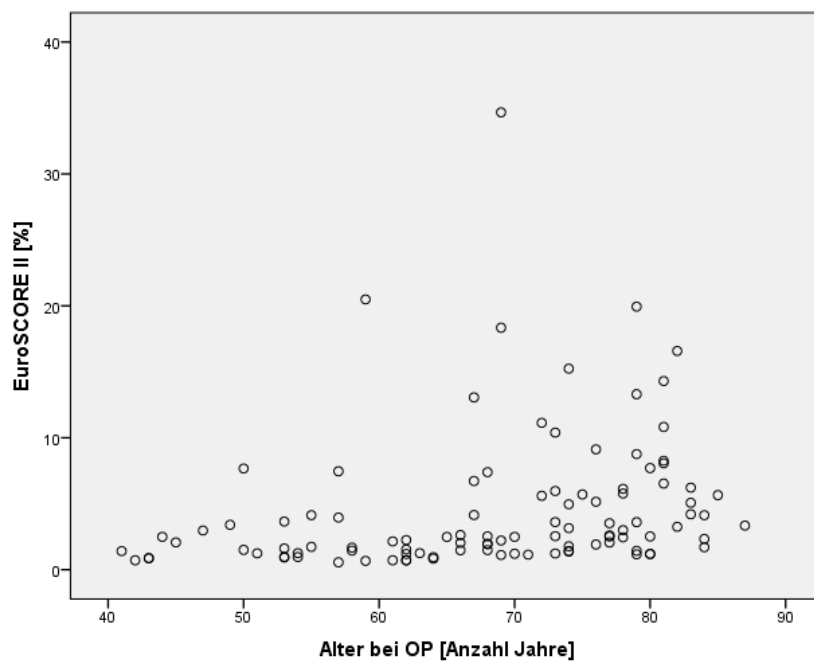


Abbildung 20: Streudiagramm über EuroSCORE II und Alter

Als nächstes wurden die Variablen Geschlecht und Tod untersucht. Es handelt sich dabei um nominale Daten, somit ist eine Korrelation nicht möglich. Der Zusammenhang wurde in Boxplots dargestellt.

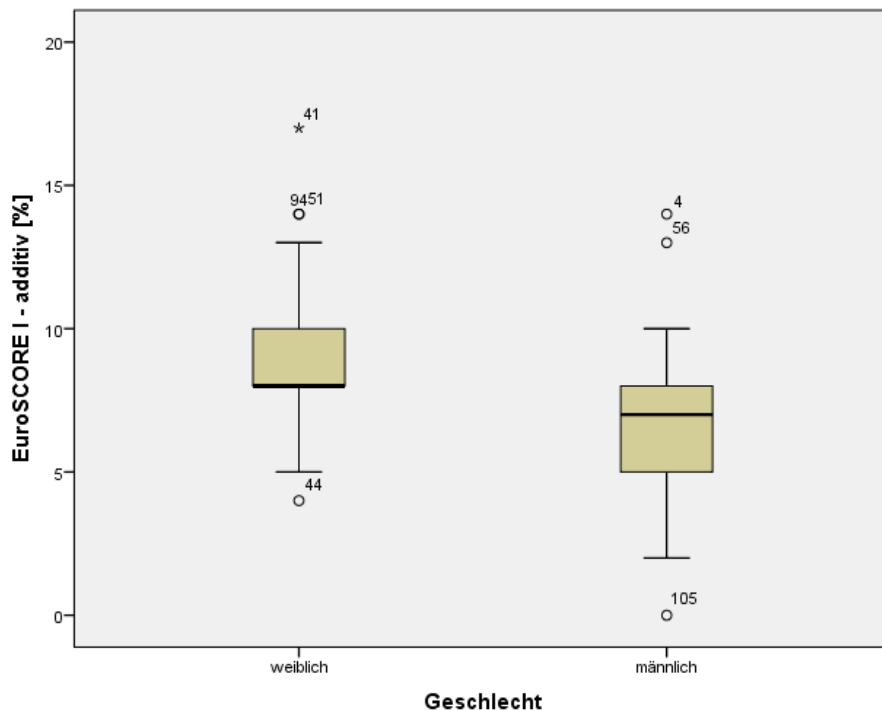


Abbildung 21: EuroSCORE I additiv über Geschlecht

Aus dem Schaubild lässt sich ableiten, dass Frauen im untersuchten Kollektiv ein höheres Risikoprofil nach dem additiven EuroSCORE I aufweisen als Männer. Während beim weiblichen Geschlecht ein Minimum von fünf Prozentpunkten und ein Maximum von 13 Prozentpunkten festgestellt werden kann, liegen Minimum und Maximum bei den Männern bei drei und 10 Prozentpunkten.

Aus dem EuroSCORE-Risikoprofil (Tabelle 5) ist bereits bekannt, dass das weibliche Geschlecht mit einem höheren Sterblichkeitsrisiko einhergeht. Das Risiko, innerhalb von 30 Tagen nach der Operation zu versterben, steigt bei der additiven Variante schon allein dadurch um einen Prozentpunkt, wenn es sich beim Patienten um eine Frau handelt. Bei der Auswertung der beiden logistischen Modelle I und II konnte dieser Trend in Bezug auf diese Kohorte ebenfalls bestätigt werden. Dies ist in der folgenden Grafik erkennbar.

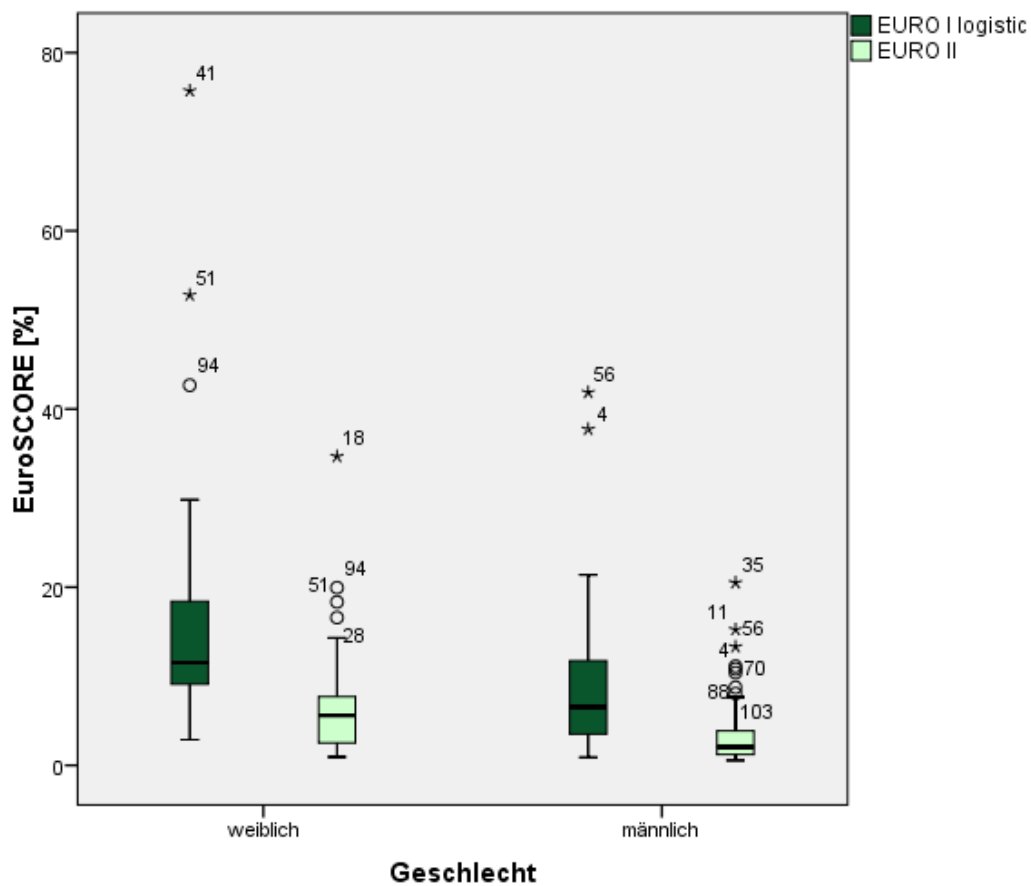


Abbildung 22: EuroSCORE I log und II über Geschlecht

Im Folgenden wurde die Letalität mit dem EuroSCORE verglichen. Bei allen EuroSCORE-Varianten lässt sich feststellen, dass sich die Verstorbenen in einer höheren Risikogruppe befinden als die überlebenden Patienten.

In der folgenden Abbildung wurde der additive EuroSCORE in Bezug auf verstorbene beziehungsweise nicht verstorbene Patienten dargestellt.

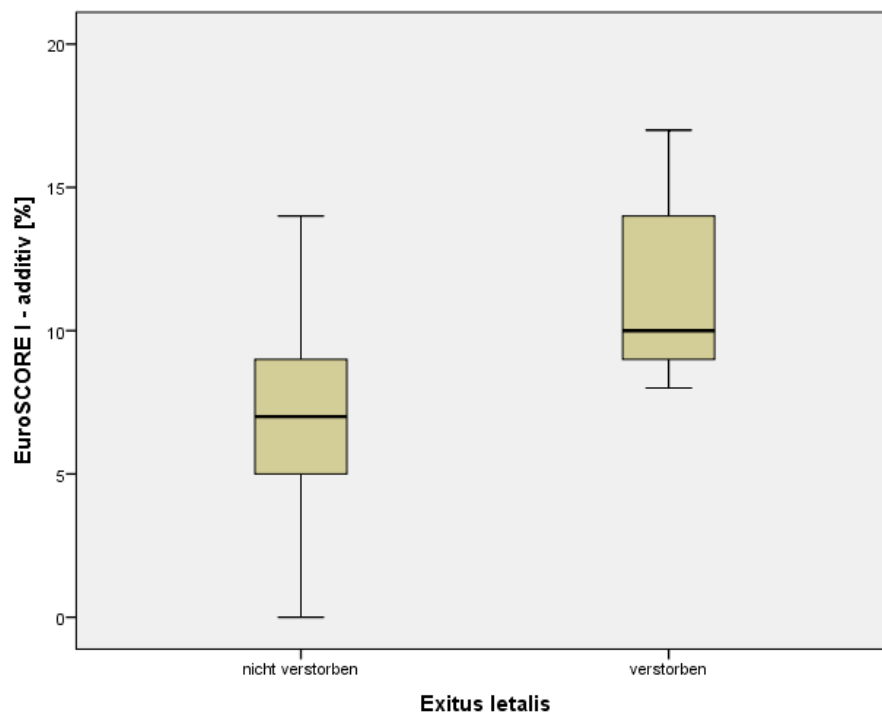


Abbildung 23: EuroSCORE I additiv über verstorbene Patienten

Auch bei den beiden Regressionsmodellen ist dieser Trend feststellbar. Insbesondere beim logistischen EuroSCORE I ist ein deutlicher Zusammenhang zwischen EuroSCORE und Exitus Letalis zu erkennen.

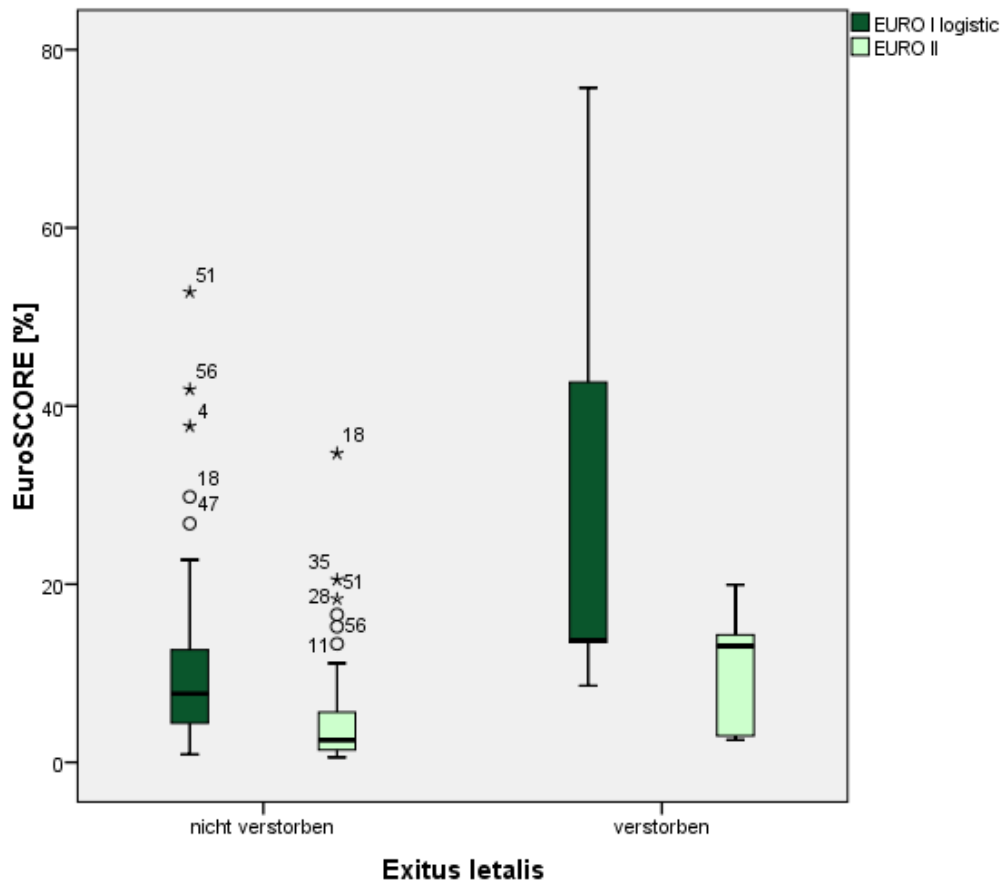


Abbildung 24: EuroSCORE I log und II über Exitus letalis

Es wurden als nächstes einige aussagekräftige Laborwerte korreliert. Dazu gehören die innerhalb der ersten drei Tage nach dem Eingriff gemessene

- maximale Leukozytenzahl,
- die maximale Laktatkonzentration sowie
- die maximale Glucosekonzentration.

In der nachstehenden Tabelle sind diese Ergebnisse dargestellt. Zudem wurde für auffällige Werte je ein Streudiagramm angefertigt.

Spearman-Rho		max. Leukozytenzahl der ersten drei postop. Tage	max. Laktatkonzentration der ersten drei postop. Tage	max. Glucosekonzentration der ersten drei postop. Tage
EURO I	Korrelationskoeffizient	0,087	0,355	0,049
	N	105	105	105
EURO I	Korrelationskoeffizient	0,126	0,354	0,022
	N	105	105	105
EURO II	Korrelationskoeffizient	0,015	0,337	0,096
	N	105	105	105

Tabelle 25: Korrelation Leukozyten, Laktat, Glucose

Der logistische EuroSCORE I lässt bei der maximalen Leukozytenzahl innerhalb der ersten drei postoperativen Tage ein leichtes Rauschen vermuten. Für die maximale Laktatkonzentration konnte ein mäßiger Zusammenhang festgestellt werden. In den folgenden Streudiagrammen sind die Verteilungen in Bezug auf Laktat dargestellt.

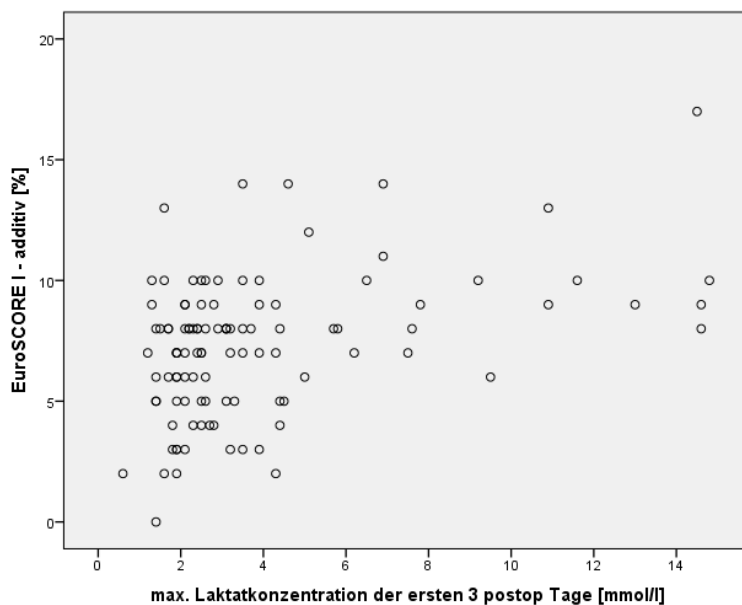


Abbildung 25: EuroSCORE I add. und max. Laktatkonzentration

Ergebnisse

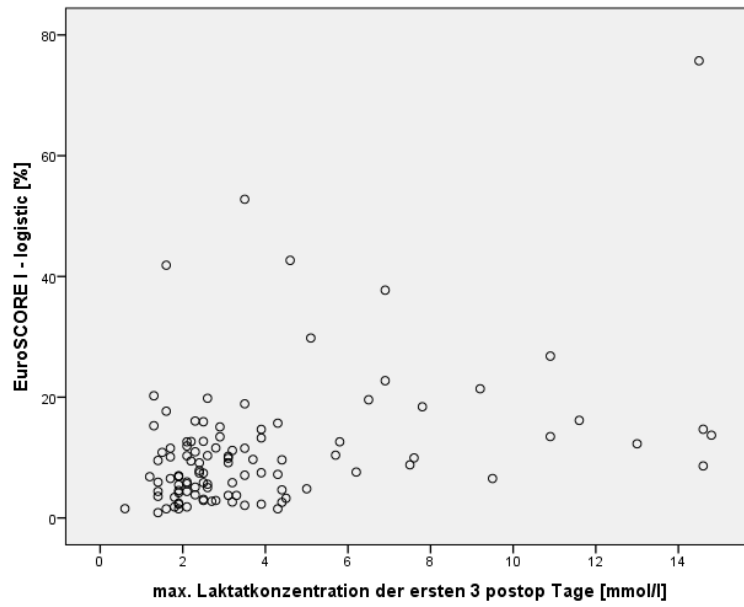


Abbildung 26: EuroSCORE I log. und max. Laktatkonzentration

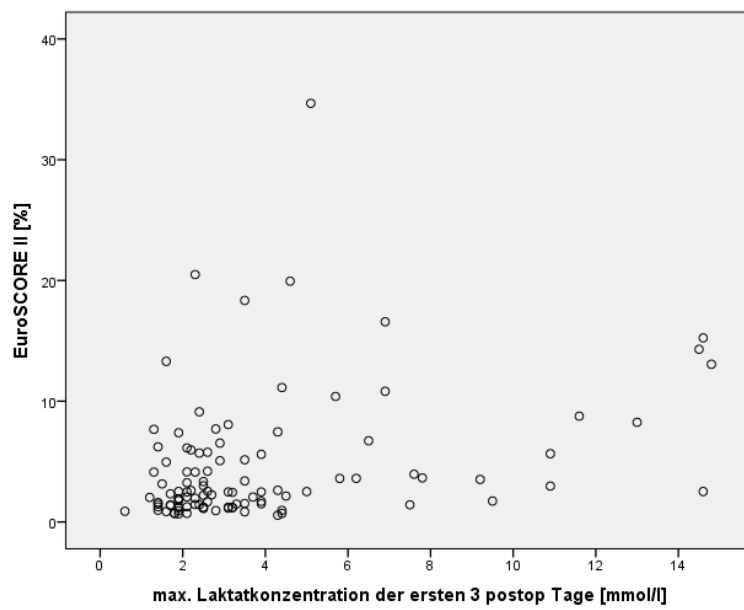


Abbildung 27: EuroSCORE II und max. Laktatkonzentration

In den folgenden Auswertungen sind Korrelationen einiger Medikamente mit dem EuroSCORE dargestellt. Zu den ausgewerteten Medikamenten gehören Adrenalin, Noradrenalin, Milrinon und Dobutamin. Bei allen Medikamenten handelt es sich um Katecholamine, also positiv inotrope Substanzen, deren Wirkung es ist, in der Herzmuskelzelle vermehrt Calciumionen bereitzustellen und damit die Kontraktionskraft des Herzens zu steigern.

Dabei wurden jeweils folgende drei Parameter untersucht:

- die Maximaldosis innerhalb der ersten drei Tage nach Operation
- die Gesamtmenge innerhalb drei Tagen nach Operation
- die Dauer der medikamentösen Therapie in Tagen

Bei der Auswertung wurden aus dem gesamten Patientenkollektiv nur die Patienten berücksichtigt, die diese Medikamente auch erhalten haben. Die Fallzahlen (N) sind entsprechend dokumentiert.

Alle Medikamente wurden entweder über Perfusor kontinuierlich oder/und teilweise auch als Bolus verabreicht. Da bei dieser Konstellation unterschiedliche Einheiten verwendet werden, wurden zur Berechnung der kumulierten Mengen die Bolusgaben zunächst nach Gewicht normiert und erst anschließend korreliert. Aus diesem Grund sind für die Korrelationen dieser Medikamente mehr Daten vorhanden als für das Medikament Dopamin, das ausschließlich über Perfusor verabreicht wird. Aus optischen Gründen wurden diese größeren Tabellen untereinander dargestellt.

Für deutliche und hohe Zusammenhänge (Spearman Rho > 0,4 bzw. < -0,4) wurden zusätzlich Streudiagramme zur Ergebnisdarstellung erstellt.

Zuerst wurde die postoperative Gabe von Adrenalin untersucht. Insgesamt 31 von 105 Patienten (30%) haben nach dem Eingriff Adrenalin erhalten.

Spearman-Rho		max. Adrenalin der ersten drei postop. Tage PERFUSOR	max. Adrenalin der ersten drei postop. Tage BOLUS*	kum. Adrenalin der ersten drei postop. Tage PERFUSOR
EURO I	Korrelations- additiv koeffizient N	0,453 28	0,540 8	0,423 29
EURO I	Korrelations- logistic koeffizient N	0,429 28	0,595 8	0,401 29
EURO II	Korrelations- koeffizient N	0,561 28	0,810 8	0,395 29
Spearman-Rho		kum. Adrenalin der ersten drei postop. Tage, BOLUS*, normiert nach gewicht	kum. Adrenalin der ersten drei postop. Tage, GESAMT	Dauer der Adrenalin in Tagen
EURO I	Korrelations- additiv koeffizient N	0,491 8	0,483 31	0,463 28
EURO I	Korrelations- logistic koeffizient N	0,738 8	0,457 31	0,504 28
EURO II	Korrelations- koeffizient N	0,643 8	0,487 31	0,296 28

Tabelle 26: Korrelation Adrenalin

** Anmerkung zur Korrelation: Patienten, welche ausschließlich Bolus-Gaben erhalten haben und keine Perfusor-Therapie, wurden bei der Dauer nicht berücksichtigt. Dies gilt auch für alle weiteren Auswertungen.*

Sowohl für die Maximaldosis als auch für die kumulierte Menge ergeben sich deutliche Zusammenhänge für alle EuroSCORE-Varianten. Auch bei der Therapiedauer ergeben sich für die Adrenalintherapie im Fall von EuroSCORE I additiv und logistisch deutliche Korrelationen. Für den EuroSCORE II ist ein mäßiger Zusammenhang erkennbar.

Da die Adrenalintherapie deutliche Zusammenhänge zum EuroSCORE zeigt, werden zusätzlich Streudiagramme zur weiteren Veranschaulichung dargestellt.

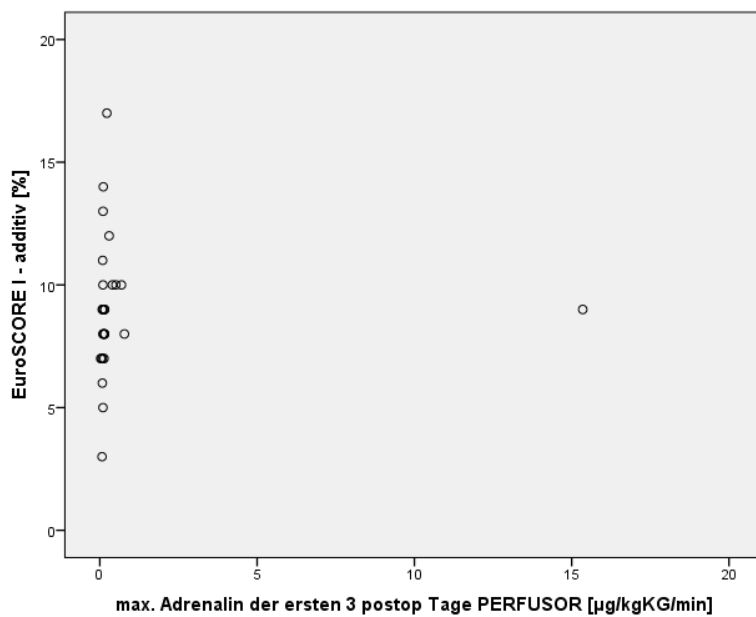


Abbildung 28: EuroSCORE I add. und max. Adrenalinindosis Perfusor

Ergebnisse

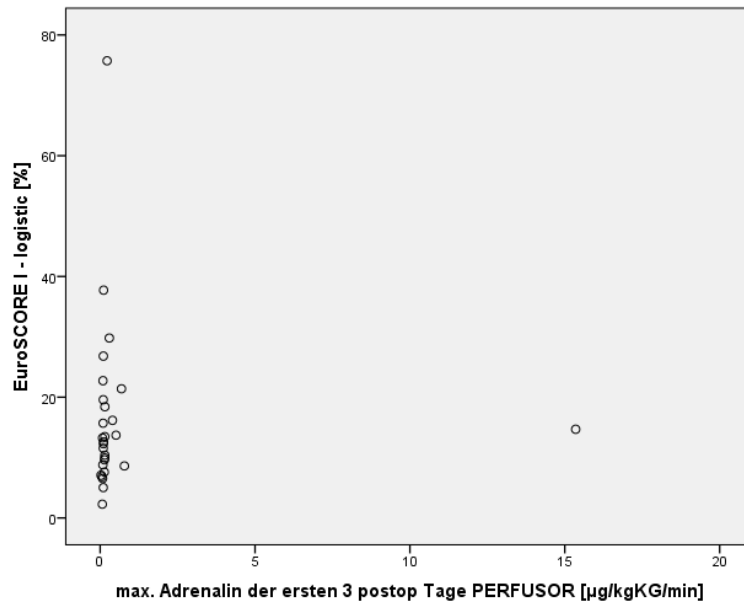


Abbildung 29: EuroSCORE I log. und max. Adrenalinosis Perfusor

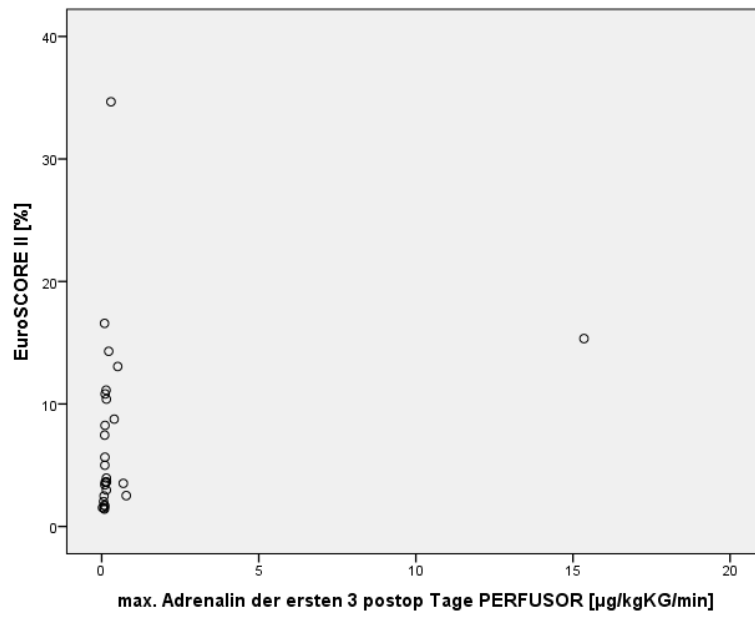


Abbildung 30: EuroSCORE II und max. Adrenalinosis Perfusor

Ergebnisse

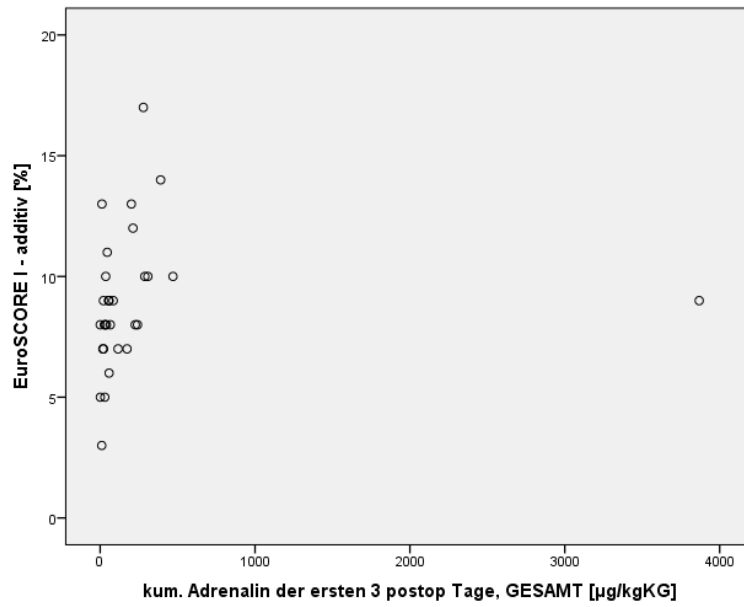


Abbildung 31: EuroSCORE I add. und kum. Adrenalinmenge

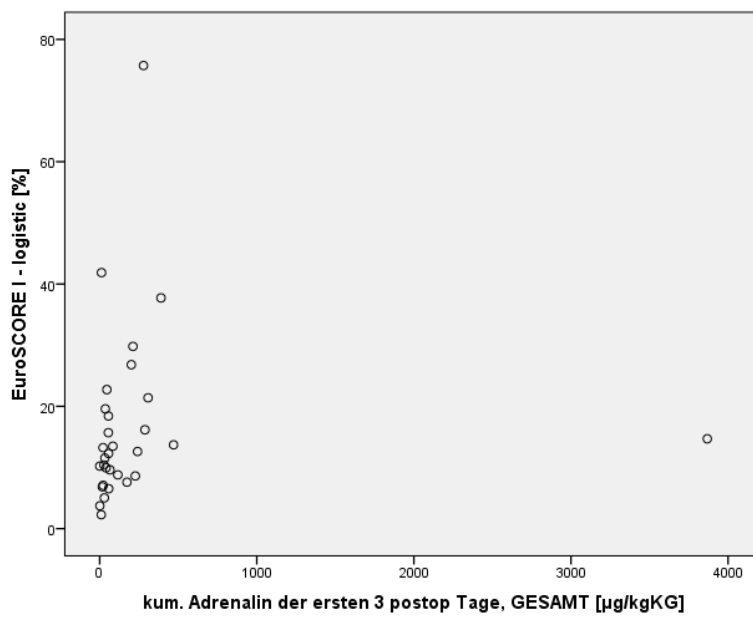


Abbildung 32: EuroSCORE I log. und kum. Adrenalinmenge

Ergebnisse

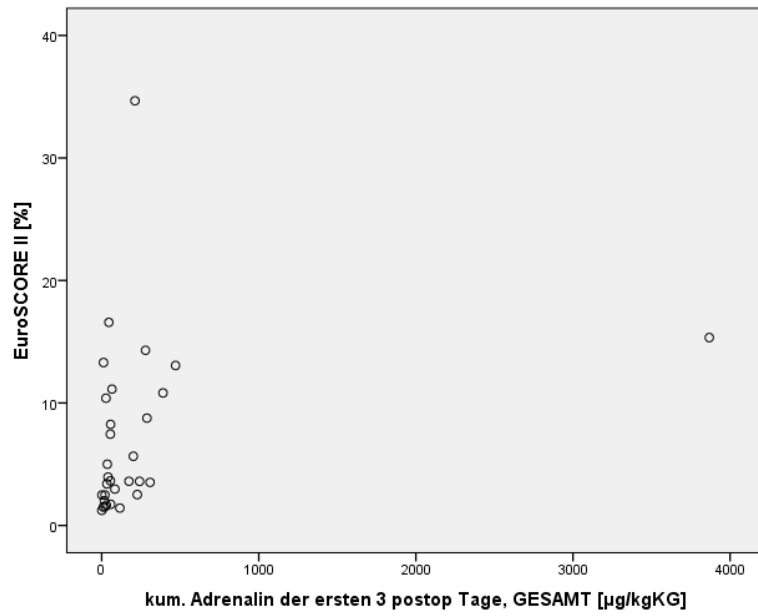


Abbildung 33: EuroSCORE II und kum. Adrenalinmenge

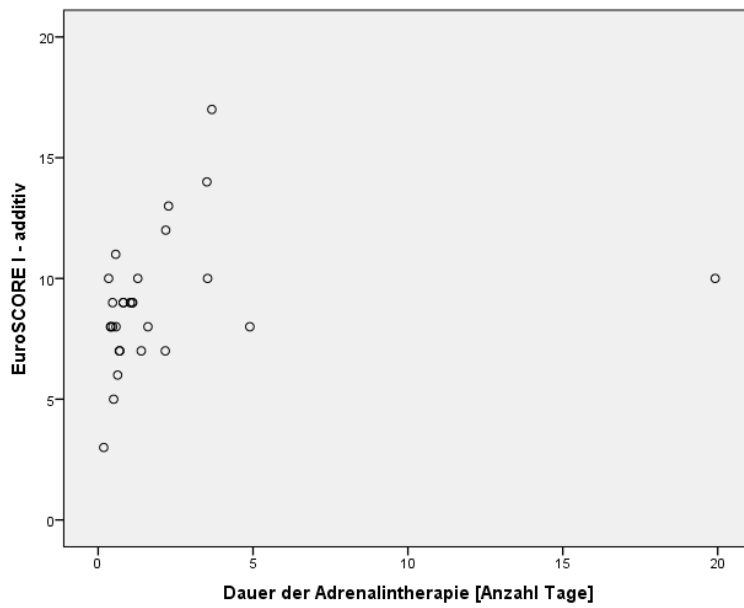


Abbildung 34: EuroSCORE I add. und Dauer der Adrenalintherapie

Ergebnisse

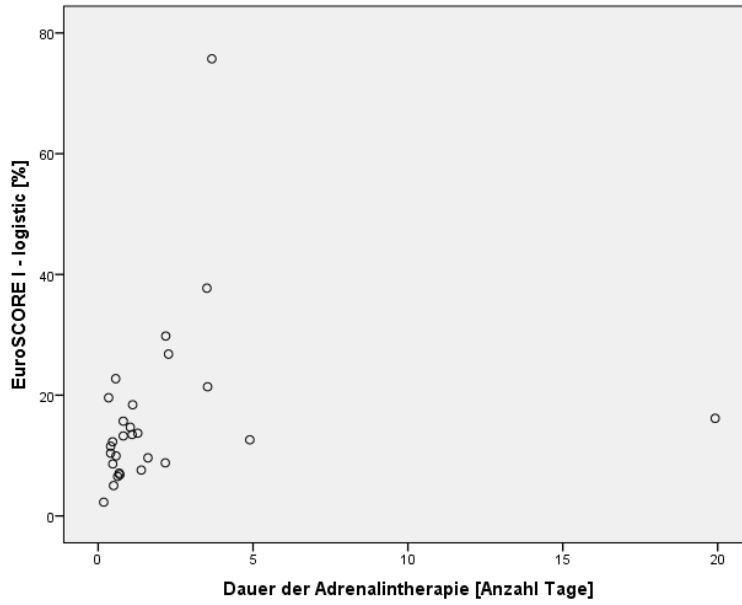


Abbildung 35: EuroSCORE I log. und Dauer der Adrenalintherapie

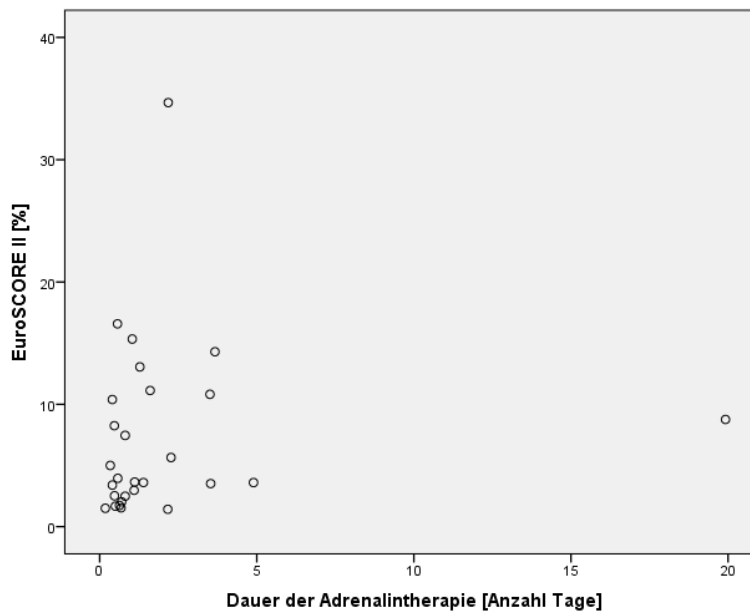


Abbildung 36: EuroSCORE II und Dauer der Adrenalintherapie

Im Folgenden wurde die therapeutische Gabe von Noradrenalin mit dem EuroSCORE korreliert. Alle Patienten haben postoperativ dieses Medikament erhalten.

Spearman-Rho		max. Noradrenalin- dosis der ersten drei postop. Tage PERFUSOR	max. Noradrenalin- dosis der ersten drei postop. Tage BOLUS	kum. Noradrenalin- dosis der ersten drei postop. Tage PERFUSOR
EURO I	Korrelations- additiv koeffizient N	0,191 105	0,103 5	0,295 105
EURO I	Korrelations- logistic koeffizient N	0,175 105	0,000 5	0,290 105
EURO II	Korrelations- koeffizient N	0,248 105	0,700 5	0,378 105
Spearman-Rho		kum. Noradrenalin- dosis der ersten drei postop. Tage BOLUS, normiert nach Gewicht	kum. Noradrenalin- dosis der ersten drei postop. Tage GESAMT	Dauer der Noradrenalin- therapie in Tagen
EURO I	Korrelations- additiv koeffizient N	0,103 5	0,295 105	0,283 105
EURO I	Korrelations- logistic koeffizient N	0,000 5	0,289 105	0,280 105
EURO II	Korrelations- koeffizient N	0,700 5	0,378 105	0,394 105

Tabelle 27: Korrelation Noradrenalin - EuroSCORE

Für die maximale Noradrenalinindosis innerhalb der ersten drei Tage konnte in Bezug auf EuroSCORE I additiv und logistisch ein leichtes Rauschen festgestellt werden. Beim EuroSCORE II kann ein schwacher Zusammenhang abgeleitet werden. Bei der kumulativen Noradrenalinindosis sowie bei der Therapiedauer ist für den EuroSCORE II eine mäßige Korrelation erkennbar. Diese ist in den beiden folgenden Streudiagrammen dargestellt.

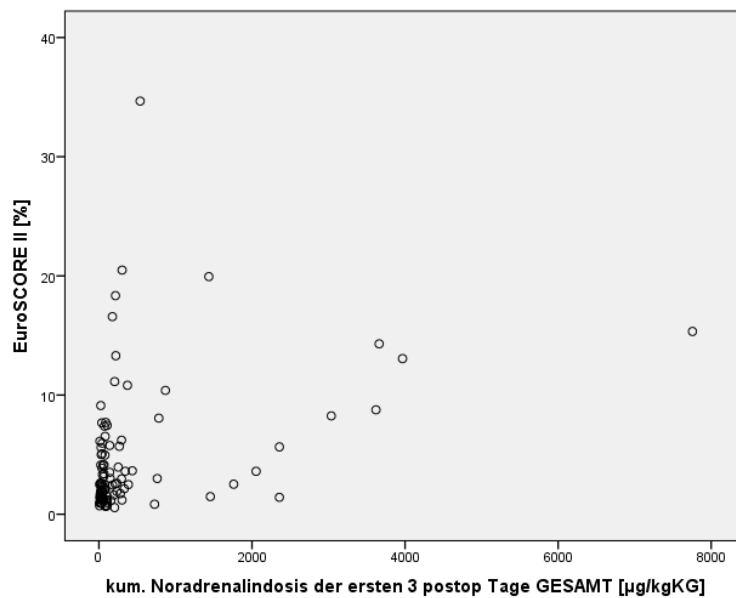


Abbildung 37: EuroSCORE II und kum. Noradrenalinmenge

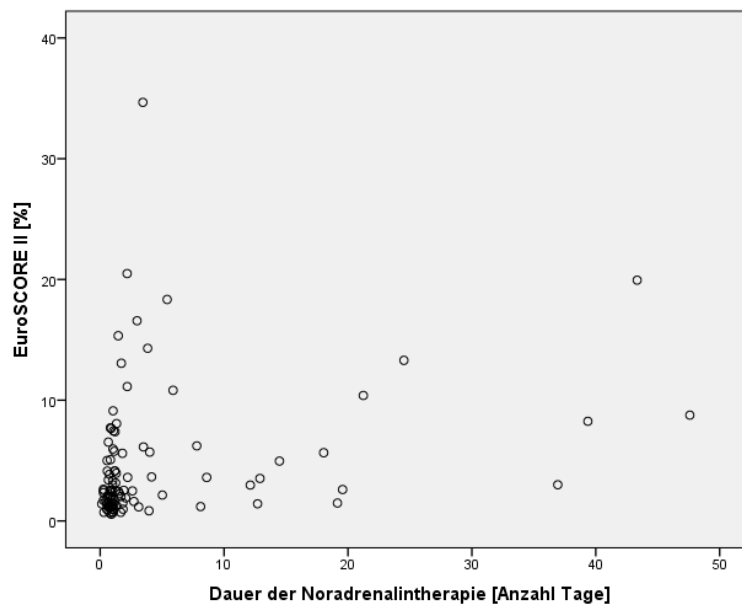


Abbildung 38: EuroSCORE II und Dauer der Noradrenalintherapie

Auch Milrinon gehört zu den positiv inotropen Medikamenten. Der gefäß-erweiternde Wirkstoff stammt aus der Gruppe der Phosphodiesterasehemmer. 66 von 105 Patienten (63%) haben nach dem Eingriff Milrinon erhalten. Es wurde auch hier die Korrelation mit dem EuroSCORE überprüft.

Spearman-Rho		max. Milrinon der ersten drei postop. Tage PERFUSOR	max. Milrinon der ersten drei postop. Tage BOLUS	kum. Milrinon der ersten drei postop. Tage PERFUSOR
EURO I additiv	Korrelations- koeffizient	0,315	0,111	0,495
	N	50	25	50
EURO I logistic	Korrelations- koeffizient	0,294	0,088	0,459
	N	50	25	50
EURO II	Korrelations- koeffizient	0,335	-0,175	0,489
	N	50	25	50
Spearman-Rho		kum. Milrinon der ersten drei postop. Tage BOLUS, normiert nach Gewicht	kum. Milrinon der ersten drei postop. Tage GESAMT	Dauer der Milrinon in Tagen
EURO I additiv	Korrelations- koeffizient	0,001	0,459	0,415
	N	25	66	50
EURO I logistic	Korrelations- koeffizient	0,030	0,458	0,416
	N	25	66	50
EURO II	Korrelations- koeffizient	-0,112	0,448	0,300
	N	25	66	50

Tabelle 28: Korrelation Milrinon

Ergebnisse

Während die maximale Milrinondosis innerhalb der ersten drei postoperativen Tage eine schwache bis mäßige Korrelation zeigt, ist für die kumulierte Dosis sowie die Anwendungsdauer ein mäßiger bis deutlicher Zusammenhang zum EuroSCORE feststellbar. Letztere sind in den folgenden Streudiagrammen dargestellt.

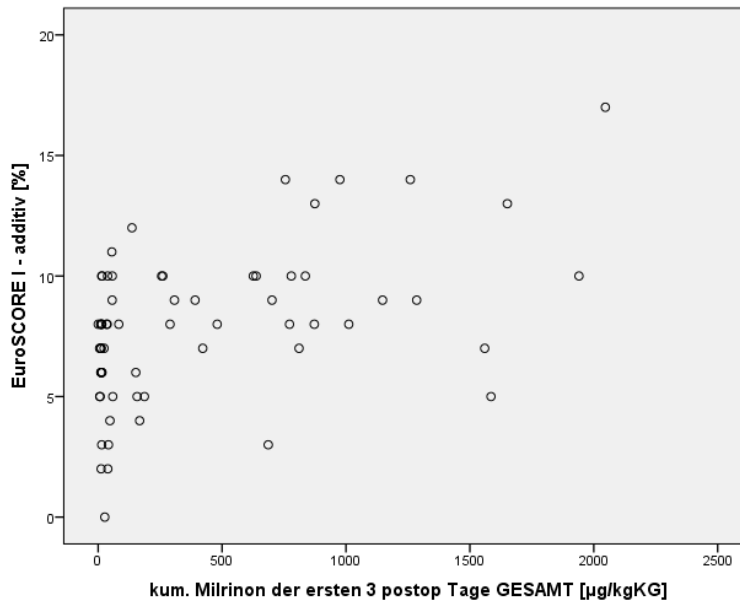


Abbildung 39: EuroSCORE I add. und kum. Milrinonmenge

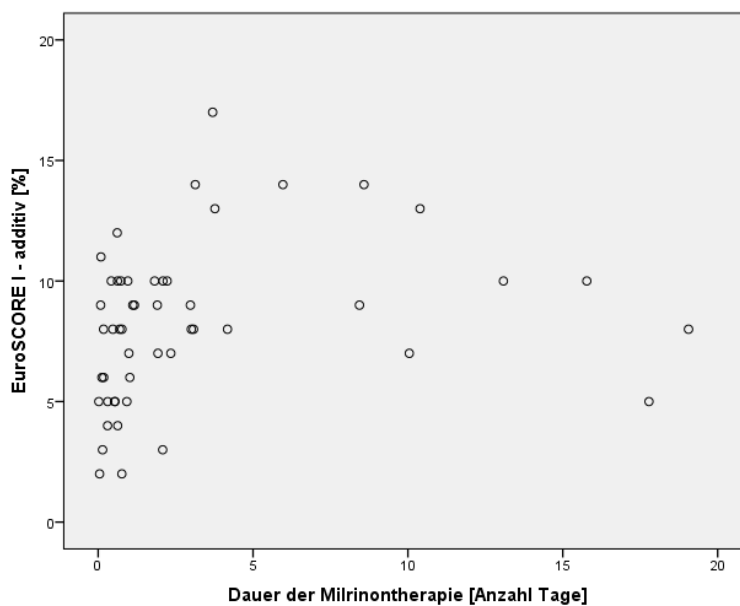


Abbildung 40: EuroSCORE I add. und Dauer der Milrinontherapie

Ergebnisse

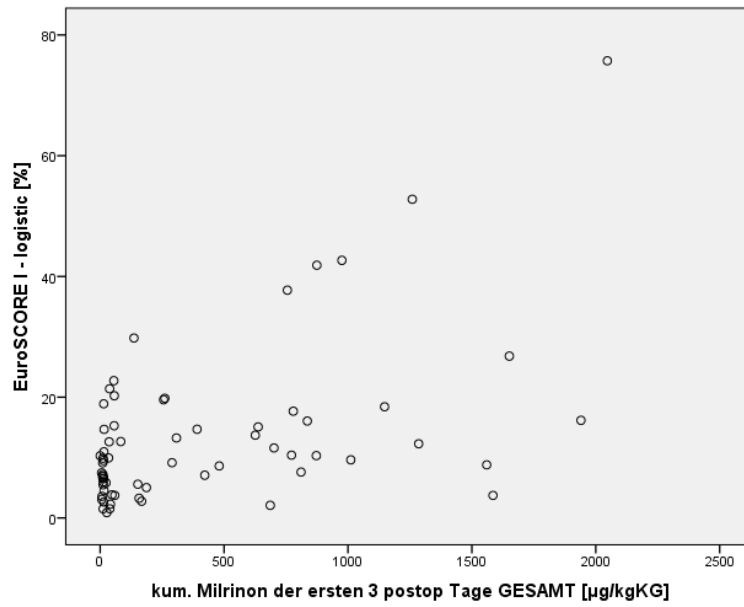


Abbildung 41: EuroSCORE I log. und kum. Milrinonmenge

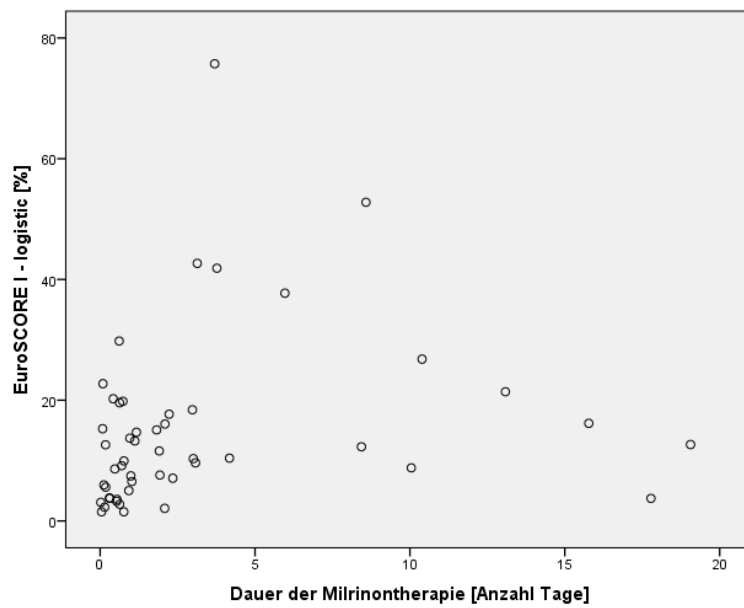


Abbildung 42: EuroSCORE I log. und Dauer der Milrinontherapie

Ergebnisse

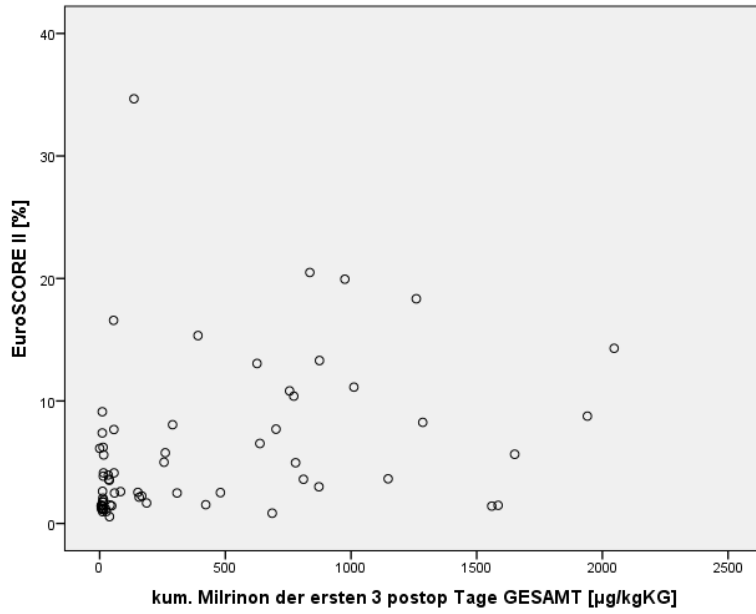


Abbildung 43: EuroSCORE II und kum. Milrinonmenge

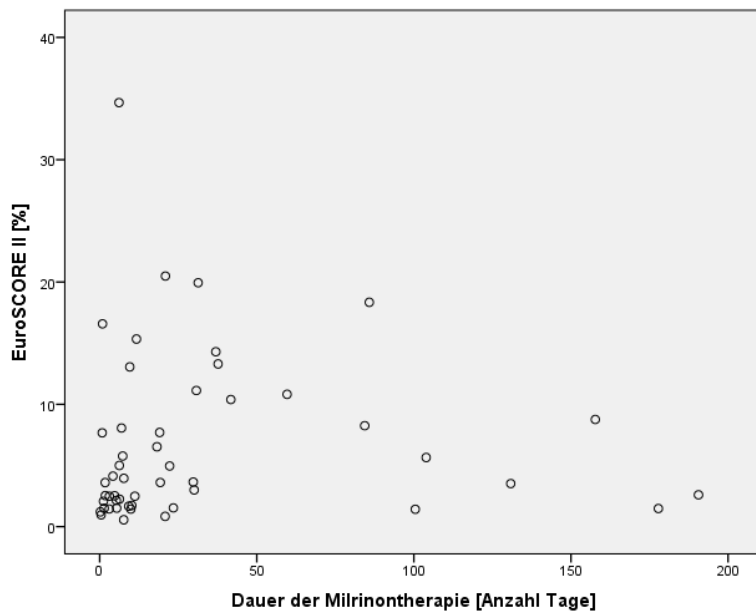


Abbildung 44: EuroSCORE II und Dauer der Milrinontherapie

Dobutamin, auch ein positiv inotropes Medikament, wurde im Folgenden untersucht. 60 von 105 Patienten (57%) wurde nach dem operativen Eingriff Dobutamin verabreicht.

Spearman-Rho		max. Dobutamin der ersten drei postop. Tage PERFUSOR	kum. Dobutamin der ersten drei postop. Tage PERFUSOR, kein BOLUS*	Dauer der Dobutamin in Tagen
EURO I	Korrelations- koeffizient	0,235	0,196	0,218
	N	59	60	58
EURO I	Korrelations- koeffizient	0,202	0,167	0,226
	N	59	60	58
EURO II	Korrelations- koeffizient	0,223	0,142	0,167
	N	59	60	58

Tabelle 29: Korrelation Dobutamin

** Anmerkung zur Korrelation: Dopamin wird ausschließlich über Perfusor verabreicht, daher gibt es keine Bolus-Gaben.*

Für die Maximaldosierung konnte lediglich ein schwacher Zusammenhang festgestellt werden. Die kumulierte Dobutamindosis sowie die Dauer der Anwendung lassen in allen EuroSCORE-Fällen allenfalls ein leichtes Rauschen erkennen.

Aufgrund der nur schwachen Korrelationsergebnisse wurde hier auf die erweiterte Ergebnis-Darstellung in Streudiagrammen verzichtet.

Bei der folgenden Auswertung wurde die Anzahl der Tage betrachtet, die ein Patient auf der Intensivstation (ICU) beziehungsweise im Krankenhaus (Klinik) insgesamt verbringen musste. Beide Variablen wurden mit dem EuroSCORE korreliert.

Spearman-Rho		LOS ICU (Tage)	LOS Klinik (Tage)
EURO I additiv	Korrelations- koeffizient	0,317	0,297
	N	105	105
EURO I logistisch	Korrelations- koeffizient	0,323	0,323
	N	105	105
EURO II	Korrelations- koeffizient	0,399	0,306
	N	105	105

Tabelle 30: Korrelation Length of stay (LOS)

Für die Liegedauer konnte sowohl für die Gesamtdauer als auch für den Aufenthalt auf der Intensivstation ein schwacher bis mäßiger Zusammenhang herausgefunden werden. Da längere Liegezeiten deutlich erhöhte Kosten nach sich ziehen können, wurden zur erweiterten Darstellung Streudiagramme erstellt. Diese sind auf den folgenden Seiten dargestellt.

Ergebnisse

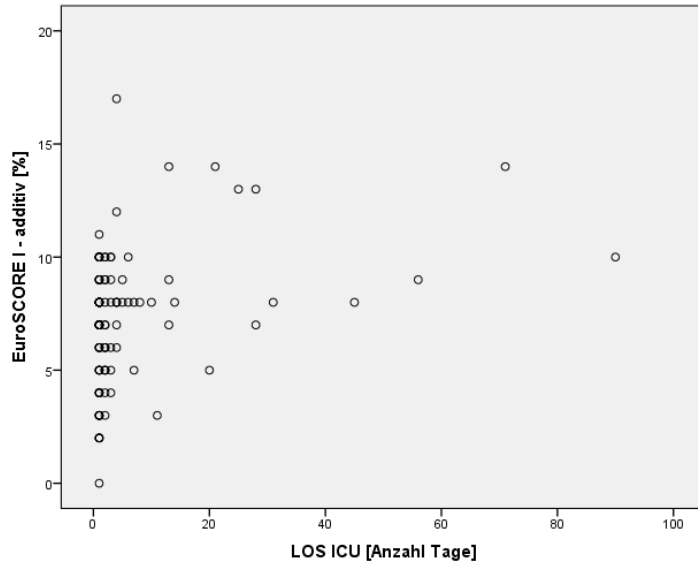


Abbildung 45: Zusammenhang EuroSCORE I add. und LOS ICU

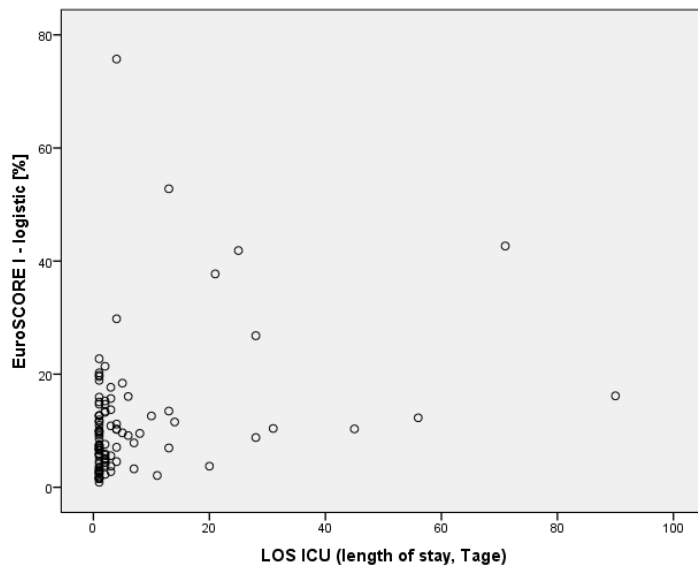


Abbildung 46: Zusammenhang EuroSCORE I log. und LOS ICU

Ergebnisse

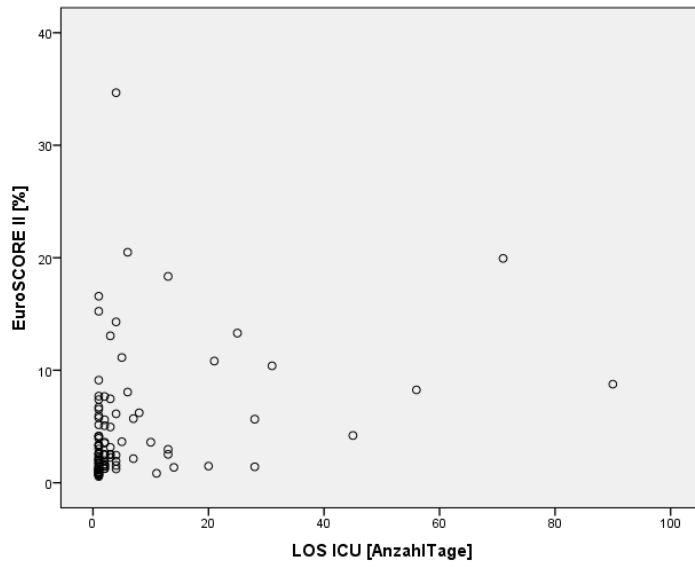


Abbildung 47: Zusammenhang EuroSCORE II und LOS ICU

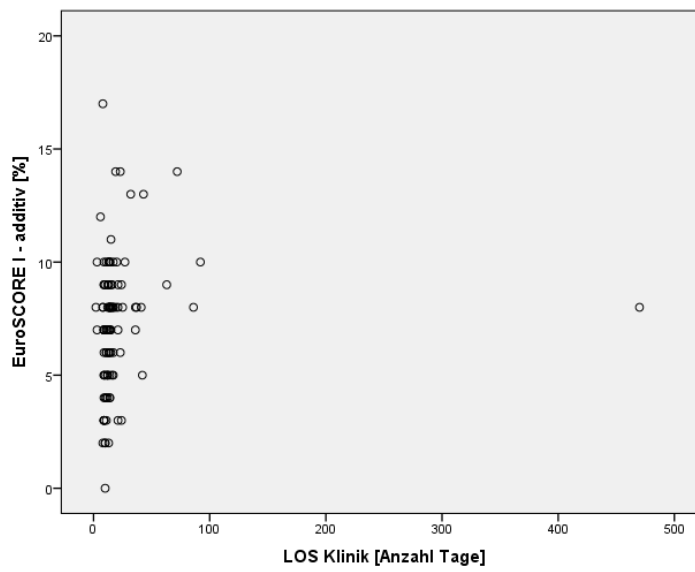


Abbildung 48: Zusammenhang EuroSCORE I add. und LOS Klinik

Ergebnisse

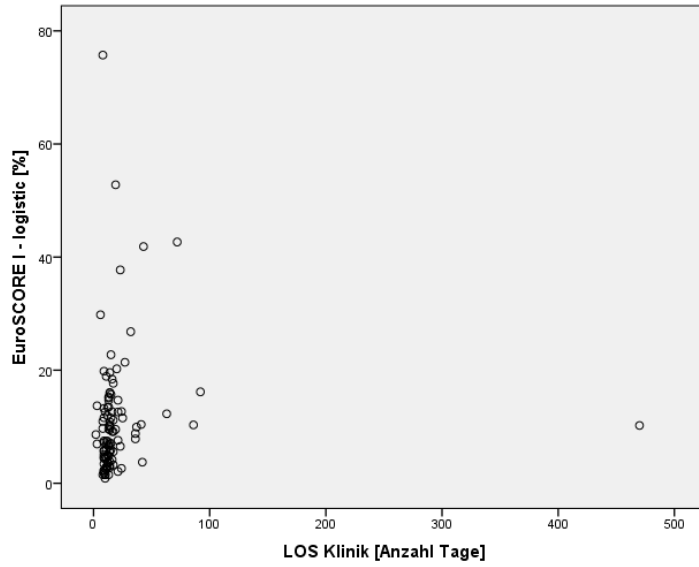


Abbildung 49: Zusammenhang EuroSCORE I log. und LOS Klinik

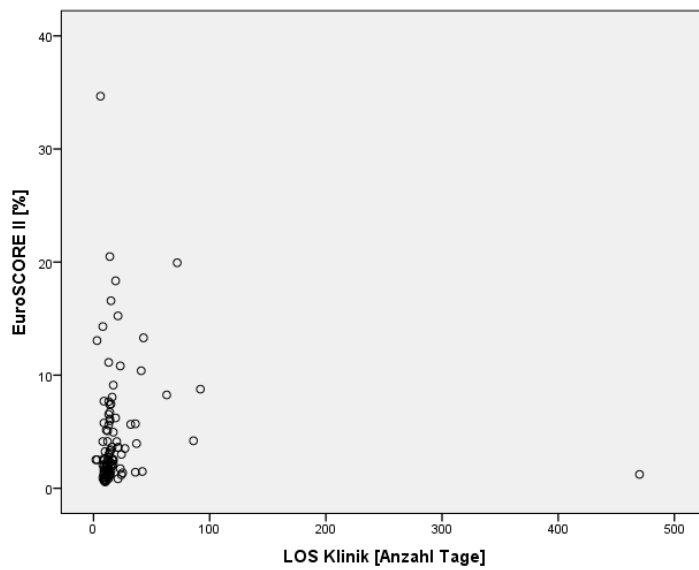


Abbildung 50: Zusammenhang EuroSCORE II und LOS Klinik

Im Folgenden wurden die während der Operation entstehenden Zeitintervalle bei der Verwendung einer Herz-Lungen-Maschine korreliert. Die Anzahl nicht vorhandener Werte lag in diesem Fall bei 20 (19%). Die fehlenden Werte erklären sich dadurch, dass bei minimalinvasiven OP-Verfahren keine Herz-Lungen-Maschine zum Einsatz kommt und diese Angaben daher nicht existieren. Dies wurde bei der Auswertung berücksichtigt.

Spearman-Rho		Reperfu- sions- zeit (min.)	Ischämiezeit (min.)	Bypasszeit (min.)
EURO I	Korrelations- additiv	0,159	0,096	0,056
	N	85	85	85
EURO I	Korrelations- logistisch	0,143	0,078	0,035
	N	85	85	85
EURO II	Korrelations- koeffizient	0,264	0,160	0,160
	N	85	85	85

Tabelle 31: Korrelation der intraoperativen Zeitintervalle

Es konnte für die ausgewerteten Zeiten kein nennenswerter Zusammenhang zum EuroSCORE abgeleitet werden. Allenfalls bei der Reperfu-sionszeit kann in Bezug auf den EuroSCORE II ein schwacher Zusammenhang vermutet werden. Aufgrund der geringen Korrelationsergebnisse wurde bei dieser Auswertung auf die Erstellung von Streudiagrammen verzichtet.

Auch die Parameter Ejektionsfraktion (EF) und postoperative Beatmungszeit wurden untersucht. Bei beiden Parametern waren Werte teilweise nicht ermittelbar. Dies wurde bei der Auswertung berücksichtigt.

Als Ejektionsfraktion bezeichnet man das von der Herzkammer ausgeworfene Blutvolumen während einer Herzaktion. In sieben Fällen waren hierfür keine Angaben dokumentiert. Die Beatmungszeit ist die Zeit, die ein Patient während und nach der Operation künstlich beatmet wurde.

Spearman-Rho		EF vor OP	Beatmungszeit (Tage)
EURO I additiv	Korrelations- koeffizient	-0,190	0,236
	N	98	104
EURO I logistisch	Korrelations- koeffizient	-0,215	0,221
	N	98	104
EURO II	Korrelations- koeffizient	-0,306	0,262
	N	98	104

Tabelle 32: Korrelation Ejektionsfraktion und Beatmungszeit

Für die Ejektionsfraktion kann ein gering negativer Zusammenhang festgestellt werden. Während der additive EuroSCORE I nur ein leichtes Rauschen zeigt, deuten EuroSCORE I logistisch und EuroSCORE II auf einen schwach negativen Zusammenhang hin.

Für die Beatmungszeit kann über alle Score-Varianten ein schwacher Zusammenhang festgestellt werden.

Zuletzt wurde die Nierenersatztherapie betrachtet. Zwölf Patienten mussten nach dem operativen Eingriff dialysiert werden. Da es sich hierbei erneut um nominale Daten handelt, ist eine Korrelation nicht möglich. Der Zusammenhang wurde mittels Boxplot dargestellt.

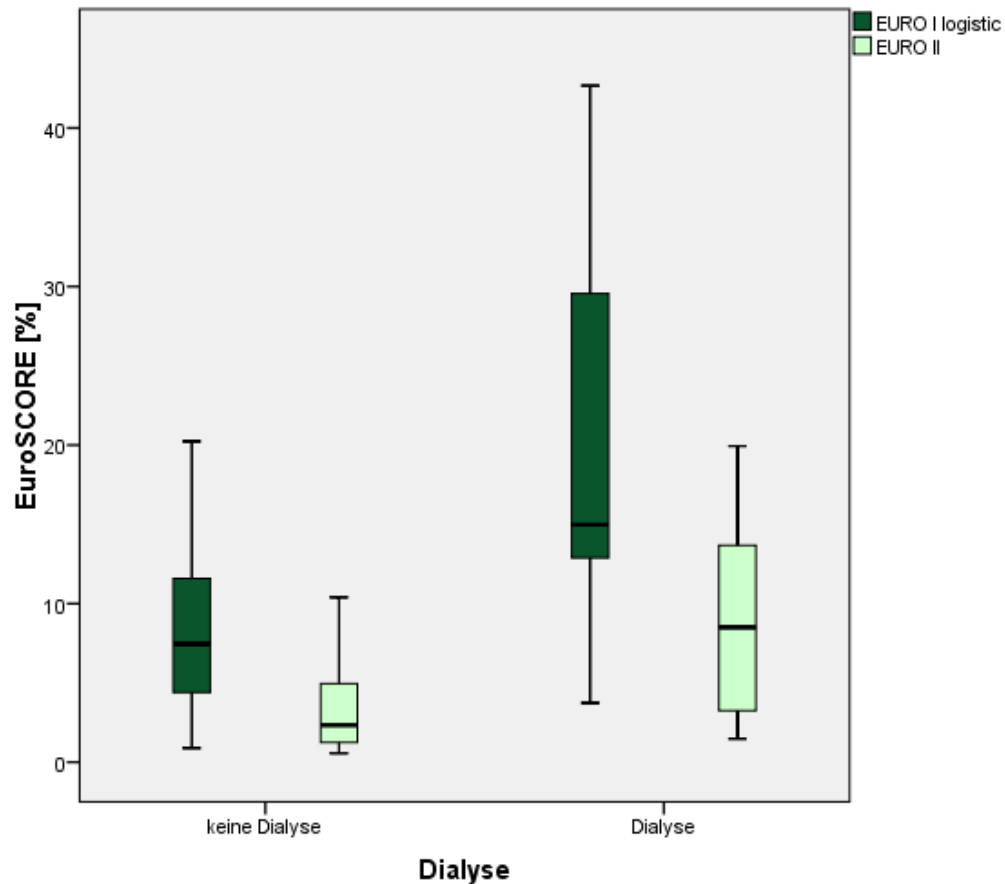


Abbildung 51: Zusammenhang Dialyse - EuroSCORE

Aus vorstehender Abbildung kann schlussgefolgert werden, dass bei erhöhtem EuroSCORE I logistisch und EuroSCORE II mehr Patienten dialysiert wurden und somit die Inzidenz einer Nierenersatztherapie erhöht ist.

4 Diskussion

4.1 Allgemeine Bewertung

Diese retrospektive Arbeit leistet einen Beitrag zur Beurteilung des EuroSCORE-Systems in Bezug auf seine tägliche Anwendbarkeit. Der EuroSCORE dient mit seinen 17 kardiologischen und operationsbezogenen Parametern der Bestimmung des Risikos von Patienten, innerhalb der ersten 30 Tage nach einem herzchirurgischen Eingriff zu versterben.⁵² Im Jahr 1999 wurde das Scoring-System auf Basis eines logistischen Regressionsmodells entwickelt und als EuroSCORE I (additiv und logistisch) vorgestellt. Aufgrund einer Überschätzung der vorausgesagten postoperativen Sterblichkeitsrate wurde der EuroSCORE I im Jahr 2011 weiterentwickelt und durch den EuroSCORE II ersetzt.⁵³ In dieser Arbeit wurden Daten bereitgestellt, mit denen sowohl EuroSCORE I (additiv und logistisch) als auch EuroSCORE II für das untersuchte Patientenkollektiv ermittelt werden konnten. Diese Daten wurden mit denen der Originalarbeit von Nashef et al.⁵⁴ aus dem Jahr 1999 und weiteren Studien verglichen. Alle Patienten der untersuchten Kohorte wurden im Jahr 2012 herzchirurgisch durch Herzklappenersatz oder koronaren Bypass am Universitätsklinikum Tübingen behandelt.

Während der Datenerhebung wurde festgestellt, dass EuroSCORE-Parameter beziehungsweise damit assoziierte Daten teilweise nicht ermittelt werden konnten, da sie nicht in den Patientenunterlagen dokumentiert waren. Es wurde daher die Hypothese aufgestellt, dass der EuroSCORE im Alltag teilweise nicht korrekt bestimmt wird. Weiter erfordern sowohl demografische Veränderungen und neue Therapiemöglichkeiten als auch aktuelle betriebswirtschaftliche Themen wie Kostenoptimierung und Qualitätsmanagement eine kritische Betrachtung und Beurteilung des EuroSCORE-Systems.

⁵² Vgl. BQS Institut für Qualität & Patientensicherheit GmbH: <http://info.bqs-online.de/outcome/MKL/Risiko.pdf>; abgerufen am 04.11.2013

⁵³ Kobayashi K., Williams J., Nwakanma L., et al in: EuroSCORE predicts short- and mid-term mortality in combined aortic valve replacement and coronary artery bypass patients, *Journal of Cardiovascular Surgery*, 2009, S. 637-643

⁵⁴ Nashef S, Roques F, Michel P, in: The EuroSCORE study group. European system of cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *European Journal of Cardiothorac Surgery*, 1999

Der EuroSCORE kann wie erwähnt anhand der 17 Parameter aus dem in Tabelle 5 geschilderten Risikoprofil berechnet werden. Dabei handelt es sich bei den meisten Faktoren um ja/nein-Kriterien, also beispielsweise „Symptom vorhanden“ oder „nicht vorhanden“. Zur genauen Bestimmung des EuroSCOREs eines Patienten müssen alle erforderlichen Parameter dokumentiert beziehungsweise am Patient direkt untersucht und feststellbar sein. Ist dies nicht der Fall, können bei der Ermittlung des Scores gegebenenfalls nur Annahmen getroffen werden, die das vorausgesagte Risiko verfälschen können. Wenn beispielsweise nicht explizit das Vorliegen eines Myokardinfarktes dokumentiert ist, muss davon ausgegangen werden, dass der Patient auch tatsächlich keinen Infarkt hatte. Im Fall des Myokardinfarktes ist dies noch nachvollziehbar. Die Existenz eines Herzinfarktes wird sicherlich nicht „unterschlagen“, eine Dokumentation ist obligat. Wenn es aber um Kriterien wie z.B. neurologisches Defizit oder erhöhten pulmonal-arteriellen Druck geht, so stellte sich die Frage, ob diese Werte immer korrekt erhoben und untersucht werden oder ob hierfür im Klinikalltag zum Teil einfach nur Annahmen getroffen werden, die zu unterschiedlichen EuroSCORE-Ergebnissen und damit zu falsch hohen bzw. falsch niedrigen Mortalitätsrisiken führen können. Das Risiko, unvollständige Werte für die Erhebung des Scores zu gewinnen, ist retrospektiv, aufgrund teilweise mangelnder Nachvollziehbarkeit, im Gegensatz zur prospektiven Bestimmung direkt am Patienten, nochmals erhöht.

Welche Auswirkung das Fehlen einzelner Parameter auf den EuroSCORE haben kann, beziehungsweise inwieweit der EuroSCORE überhaupt anwendbar ist, wenn einzelne Kriterien nicht untersucht sind und daher angenommen werden, wurde in dieser Arbeit anhand einer Szenario-Analyse gezeigt. Diese wurde am Beispiel des am häufigsten nicht ermittelbaren Parameters „pulmonal-arterielle Hypertonie“ durchgeführt. Die Ergebnisse hierzu werden auf den nächsten Seiten diskutiert. Zunächst sollen aber einige allgemeine Ergebnisse dieser Arbeit in Bezug auf die Gesamtheit der Patienten diskutiert werden.

Zu Beginn wurde bei den ermittelten EuroSCORE-Ergebnissen überprüft, um welche Art statistische Verteilung es sich handelt. Während der Recherche zum Thema wurden verschiedene Ausarbeitungen gefunden, in denen der Autor für EuroSCORE-Daten beispielsweise eine Transformation Chi-Quadrat (statistischer Test) angewendet hatte. Vermutlich wurde dadurch versucht, eine Normalverteilung zu erhalten, um den Korrelationskoeffizienten nach Pearson verwenden zu können. Die Richtigkeit dieses Sachverhalts wurde aber bereits zu Beginn dieser Arbeit in Frage gestellt. Somit wurde zur Überprüfung auf Normalverteilung neben der Diagrammdarstellung der Shapiro-Wilk-Test durchgeführt. Es konnte für alle drei EuroSCORE-Varianten eine Signifikanz von 0,000 bis 0,012 festgestellt werden. Eine Signifikanz von kleiner als 0,05 bedeutet signifikant abweichend von der Normalverteilung. Somit konnte eindeutig belegt werden, dass es sich beim EuroSCORE nicht um eine Normalverteilung handelt. Dies zeigen auch die folgenden Abbildungen.

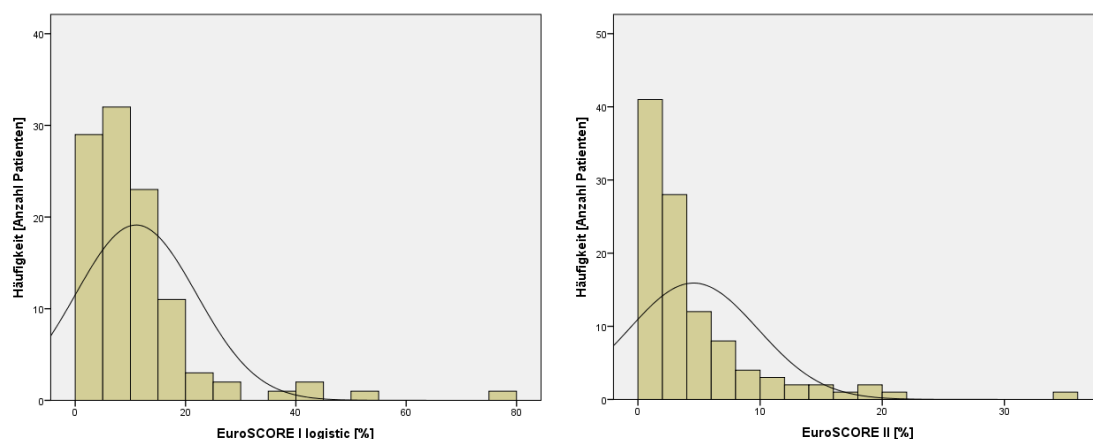


Abbildung 52: Verteilung von Patienten nach EuroSCORE I log. und II

EuroSCORE-Ergebnisse sind zwar stetig verteilt, sie sind aber eben nicht mittels Gaußscher Glockenkurve darstellbar. Man spricht in diesem Fall von einer Betaverteilung über einem Intervall. Eine wichtige Feststellung in Bezug auf weitere statistische Verfahren und die Beurteilung von Zusammenhängen. Beispielsweise ist die Berechnung von Standardabweichungen damit nicht zulässig.

Bei der ersten Auswertung wurden für alle Patienten die Häufigkeiten über das Alter ermittelt. Der jüngste Patient war 41, der älteste 87. Der Median lag bei 70. Generell lässt sich in Deutschland bei der Zahl der Eingriffe am Herzen der über 80-Jährigen ein Trend feststellen. Während Anfang der Neunziger Jahre noch ca. ein halbes Prozent der über 80-Jährigen operiert wurde, erhielten in den ersten Jahren des 21. Jahrhunderts bis zu 30% eine Herzoperation, dies zeigen Untersuchungen von Deiwick⁵⁵ und Matt.⁵⁶ Eine Entwicklung, die den erhöhten Bedarf an herzchirurgischer Versorgung von älteren Patienten zeigt. Dabei stellt sich die Frage wie sehr das Alter die Operationsletalität beeinflusst und wie diese zudem von der Art des Eingriffs abhängt. So fanden Alexander et al. heraus, dass bei isoliertem Aortenklappenersatz das Letalitätsrisiko am geringsten ist, während das Risiko bei einer isolierten Bypassoperation erhöht ist. Vor allem aber die Kombination von Bypassoperation und Mitralklappenersatz führt bei älteren Patienten zu einem hohen Letalitätsrisiko.⁵⁷ Der häufigste Eingriff der Patienten dieser Arbeit war mit 34 (32,38%) der Aortenklappenersatz. Dies passt zur Aussage einer Studie von Kahlert, der in seinen Ausführungen im Journal für Kardiologie darüber berichtet, dass die durch Kalzifikation stenosierte Aortenklappe zu den häufigsten erworbenen Herzklappenfehlern gehört.⁵⁸ Neben dem Alter wurde auch die Geschlechterverteilung untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass nahezu doppelt so viele Männer wie Frauen behandelt wurden. In der Literatur wird berichtet, dass Frauen zwar fast genau so oft einen Myokardinfarkt erleiden wie Männer, Herz-Kreislauf-Erkrankungen sich allgemein im Schnitt aber erst ca. zehn Jahre später als bei Männern manifestieren.⁵⁹

⁵⁵ Deiwick M., Röschner C., Rothenburger M., Schmidt C., Böcker D., Scheld H.H. in: Feasibility and risks of heart surgery in very elderly patients. Analysis of 200 consecutive patients of 80 years; 2001, S. 301-304

⁵⁶ Matt P., Bernet F., Zerkowski H-R., Herzchirurgie im fortgeschrittenen Lebensalter, DÄ 102, Ausgabe 15, 15.4.2005, A 1056

⁵⁷ Alexander KP., Anstrom KJ., Muhlbaier LH. et al. in: Outcomes of cardiac surgery in patients > or = 80 years: results from the National Cardiovascular Network. Journal American College of Cardiology; 2000; 35: 731-8

⁵⁸ Kahlert P. et al. in: Perkutaner Aortenklappenersatz - Eine neue Alternative zur Operation? in: Journal für Kardiologie - Austrian Journal of Cardiology 2008; S. 124

⁵⁹ Babitsch B., Lehmkühl E., Kenedel F. et al. in: Genderaspekte bei kardiovaskulären Risikofaktoren, Journal für Kardiologie – Austrian Journal of Cardiology 2008; 15(9-10), S. 271-276

Alle drei Kriterien, Alter, Art des Eingriffs sowie Geschlecht sind auch als feste Parameter im EuroSCORE-Modell berücksichtigt. Ebenso die präoperative Nierenfunktion. Zwölf (11,43%) Patienten wurden nach dem Eingriff dialysiert. Ein im Vergleich zu anderen Studien nicht erhöhter Prozentsatz.⁶⁰

Fünf Patienten sind während des erhobenen Zeitraums verstorben. Darunter befanden sich drei Frauen und zwei Männer im Alter zwischen 47 und 81 Jahren. Es ergibt sich eine Mortalität von 4,76%. In Nashefs Studie von 1999⁶¹ lag die Mortalität über alle Patienten bei 4,7%. Das Ergebnis ist somit nahezu identisch mit dem Patientenkollektiv dieser Arbeit. Eine adäquate Aussage zum geschlechtsabhängigen Sterblichkeitsrisiko kann aufgrund der geringen Fallzahl jedoch nicht gemacht werden. Nach der Literatur haben Frauen ein höheres Risiko, nach einem kardialen Eingriff zu versterben. So beschreibt z.B. Edwards in seiner Arbeit über aortokoronare Bypass-Operationen ein fast zweifach erhöhtes perioperatives Mortalitätsrisiko für Frauen im Vergleich zu Männern.⁶² Ein Ergebnis, das auch Nashef in seiner Studie zum EuroSCORE bestätigt hatte. Das weibliche Geschlecht erhält zur Berechnung des Risikoprofils daher einen erhöhten Gewichtungsfaktor.⁶³ Dieses geschlechtsabhängige Risiko ist typisch für die Herzchirurgie. Wenn man die Allgemein Chirurgie betrachtet, so ist dies anders. Dort haben männliche Patienten ein höheres Mortalitätsrisiko.⁶⁴ In der Arbeit von Farrow et al. zeigten Männer gegenüber Frauen für alle nicht-kardialen Eingriffe sogar eine Erhöhung des Mortalitätsrisikos um bis zu 50%.⁶⁵

⁶⁰ Mangos GJ. et al in: Acute renal failure following cardiac surgery: incidence, outcomes and risk factors, Australian New Zealand Journal Med., 1995

⁶¹ Nashef S, Roques F, Michel P, in: The EuroSCORE study group. European system of cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). European Journal of Cardiothorac Surgery, 1999

⁶² Edwards FH, Carey JS, Grover FL et al. in: Impact of gender on coronary bypass operative mortality in: Annals of Thoracic Surgery, 1998, 66, S.125-131

⁶³ Nashef S, Roques F, Michel P, in: The EuroSCORE study group. European system of cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). European Journal of Cardiothorac Surgery, 1999

⁶⁴ Schwilk B. et al. in: A crossvalidated multifactorial index of perioperative risks in adults undergoing anaesthesia for non-cardiac surgery. Analysis of perioperative events in 26.907 anaesthetic procedures, 1998, S. 283-294

⁶⁵ Farrow SC. et al. in: Epidemiology in anaesthesia. II: Factors affecting mortality in hospital, 1982, S. 811-817

Patienten können nach dem EuroSCORE I und II in verschiedene Risikogruppen eingeteilt werden. Die Ergebnisse von Nashef⁶⁶ in Bezug auf die einzelnen Risikogruppen des EuroSCORE I werden in der folgenden Tabelle mit den Patienten dieser Arbeit verglichen.

	Patienten von Nashef	Patienten dieser Arbeit
Geringes Risiko	34%	4,8%
Mittleres Risiko	45%	21,9%
Hohes Risiko	32%	73,3%
Anzahl Patienten	19.030	105

Tabelle 33: Vergleich Risikogruppierung EuroSCORE I additiv

Stähli modifizierte diese Risikogruppen auf Basis des EuroSCORE II in Ihrer Studie von 2013.⁶⁷ Die folgende Tabelle zeigt ebenfalls den Vergleich mit dem Patientenkollektiv dieser Arbeit.

	Patienten von Stähli	Patienten dieser Arbeit
Geringes Risiko	30%	65%
Mittleres Risiko	40%	21%
Hohes Risiko	30%	12%
Anzahl Patienten	350	105

Tabelle 34: Vergleich Risikogruppierung EuroSCORE II

Auffällig ist zunächst, dass sich bei den Patienten dieser Arbeit nach dem EuroSCORE I additiv die Mehrheit in einer hohen Risikogruppe befindet, beim EuroSCORE II die meisten Patienten aber in der Gruppe mit geringem Risiko. Weiter auffällig war der Vergleich mit den Patienten von Nashef und Stähli. In

⁶⁶ Nashef S, Roques F, Michel P, in: The EuroSCORE study group. European system of cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). European Journal of Cardiothorac Surgery, 1999

⁶⁷ Stähli BE in: Early and Late Mortality in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Implantation: Comparison of the Novel EuroSCORE II with Established Risk Scores, Schweiz, 2013

beiden Fällen ergeben sich keine Übereinstimmungen mit dem Patientenkollektiv dieser Arbeit. Die deutlichen Abweichungen in der Verteilung sind entweder der geringen Fallzahl geschuldet oder ein Charakteristikum für das Patientengut der Universitätsklinik Tübingen.

4.2 Diskussion der Szenario-Analyse

Wie oben erwähnt, waren EuroSCORE-Parameter immer wieder nicht aus den vorliegenden Dokumenten ermittelbar. Wie sich diese Tatsache auf das Ergebnis auswirken kann, wurde für eine isolierte Fallzahl anhand einer Szenario-Analyse am Beispiel des am häufigsten fehlenden EuroSCORE-Parameters „Pulmonal-arterielle Hypertonie“ (PAH) erörtert. Aus dem ursprünglichen Datensatz wurde eine Subkohorte isoliert. Es wurden sämtliche Patienten gefiltert, bei denen der Wert „pulmonal-arterielle Hypertonie“ nicht ermittelbar war. Danach wurden aus dieser neuen Kohorte zusätzlich sämtliche Fälle eliminiert, die mindestens einen weiteren nicht ermittelbaren Wert aufwiesen. Somit wurde sichergestellt, dass der neue Datensatz zu 100% aus Daten besteht, die tatsächlich dokumentiert waren. Der pulmonal-arterielle Druck (PAP-Wert) war bei fast 70% der untersuchten Patienten entweder nicht erhoben oder nicht dokumentiert. Man spricht von pulmonaler Hypertonie, wenn der mittlere PAP-Wert 25 mmHg bzw. der systolische PAP-Wert 50 mmHg übersteigt.⁶⁸ Eine indirekte Messung des systolischen pulmonal-arteriellen Drucks kann mit Hilfe der Echokardiografie erfolgen. Eine einfache Messmethode, die aber nach einer Studie aus dem Jahr 2010 eine hohe Sensivität und Spezifität aufweist.⁶⁹ Alternativ kann der exakte (mittlere) Druck (Pulmonalarterienverschlussdruck, Wedge-Druck) auch mit einem invasiven Swan-Ganz-Katheter über einen zentralvenösen Zugang gemessen werden.⁷⁰

⁶⁸ Herold G. in: Innere Medizin, Köln, 2015, S. 407

⁶⁹ Er F., Ederer S., Nia AM. et al. in: Accuracy of Doppler-echocardiographic mean pulmonary artery pressure for diagnosis of pulmonary hypertension, PLoS One, 17.12.2010; 5(12):e15670. doi: 10.1371/journal.pone.0015670

⁷⁰ Swan HJ, Ganz W, Forrester J, Marcus H, Diamond G, Chonette D. in: Catheterization of the heart in man with use of a flow-directed balloon-tipped catheter, N Engl J Med. 1970 Aug 27;283(9):447-51

Es wurden zur Effekt-Analyse verschiedene Szenarios gebildet und für den fehlenden Parameter jeweils Annahmen getroffen. Der EuroSCORE wurde unter den getroffenen Annahmen neu berechnet. Anhand der Ergebnisse aus der Szenario-Analyse wurde gezeigt, dass das Treffen von Annahmen im Fall nicht vorhandener Parameter deutliche Unterschiede bei der Schätzung des postoperativen Sterblichkeitsrisikos ergeben kann. Zur besseren Darstellung wurden die Differenzen zwischen den unter den jeweiligen Szenarien berechneten EuroSCOREs gebildet.

Beim additiven EuroSCORE ergibt jeder nicht korrekt ermittelte Parameter eine Risikoerhöhung im Rahmen seiner Gewichtung. Im Fall pulmonal-arterielle Hypertonie ergibt dies eine Differenz von zwei Prozentpunkten. Der logistische EuroSCORE I weist im Median eine Differenz von 7,3% auf. Es wird somit ein über dreifach höheres Mortalitätsrisiko vorausgesagt, wenn der Patient an einer pulmonalen Hypertonie leidet, gegenüber einem Patient, der keinen pulmonalen Hochdruck hat. Im Maximum unterscheiden sich die Ergebnisse beim EuroSCORE I logistisch sogar um bis zu 19%. Dieses Ergebnis zeigt, dass dieser Score (EuroSCORE I logistisch) insbesondere nur dann verwendet werden sollte, wenn der PAP-Wert präoperativ adäquat bestimmt wurde.

Da es beim EuroSCORE II für den Einflussfaktor PAH ein weiteres Stadium (moderate) gibt, wurden hierfür die Häufigkeiten beider Differenzen gebildet (no PAH zu moderate PAH und moderate zu severe PAH). Die Differenzen der einzelnen Annahmen sind deutlich geringer bis unauffällig. Im Median ergeben sich ähnlich geringe Unterschiede. Beim Betrachten von Hochrisikopatienten kann eine Fehleinschätzung von 0,2% bei falscher Annahme folgen. Weiter ist die Spannweite zwischen Maximum und Minimum beim EuroSCORE II (ca. 3%) deutlich geringer als beim logistischen EuroSCORE I (ca. 17%).

Die Prognosegüte der Risikoabschätzung hängt für den EuroSCORE I logistisch also sehr von der korrekten und zuverlässigen Erhebung des PAP-Werts ab und liefert damit ein Beispiel für die Anfälligkeit des EuroSCORE-

Systems. Das vorausgesagte Risiko kann deutliche Unterschiede annehmen, wenn einzelne Score-Parameter nur angenommen und nicht korrekt untersucht bzw. ermittelt werden. Der Patient erhält in so einem Fall gegebenenfalls eine Fehlinformation bzgl. seines Risikos, nach dem Eingriff zu versterben. Eine Überschätzung des EuroSCORE I wurde anhand der 2013 veröffentlichten japanischen Vergleichsstudie beider Scores aufgezeigt.⁷¹ Das Ergebnis der Szenario-Analyse spricht nun zudem gegen die Anwendung des EuroSCORE I.

Für den EuroSCORE II ist die Wahrscheinlichkeit einer Fehleinschätzung dagegen sehr gering. Zwar kann auch hier insbesondere im Hochrisikobereich ein Unterschied von nur wenigen Prozentpunkten dazu führen, dass ein Patient in eine zu hohe oder zu geringe Risikogruppe eingestuft wird, der größte Teil der Patienten erhält bei Verwendung des EuroSCORE II aber kein erhöhtes Risiko prognostiziert, wenn der PAP-Wert zuvor nicht korrekt bestimmt wird.

Wie sich das Letalitätsrisiko ändert, wenn mehrere EuroSCORE-Parameter gleichzeitig nicht vorhanden sind, bleibt ebenso unklar wie die Frage, ob verschiedene Kombinationen fehlender Parameter das Ergebnis unterschiedlich beeinflussen. Eine solche Untersuchung sprengt den Rahmen dieser Arbeit und müsste in einer weiteren Ausarbeitung näher beleuchtet werden. Die Szenario-Analyse über die isolierte Subkohorte war damit abgeschlossen.

4.3 Bewertung der Korrelationsergebnisse

Im weiteren Verlauf wurden erneut die Daten aller Patienten betrachtet und über die gesamte Fallzahl die Einzelkorrelationen durchgeführt. Es werden im Folgenden nur die auffälligen Korrelationen diskutiert.

Die Variablen Alter und Geschlecht sowie auch die Letalität wurden bereits bei der allgemeinen Bewertung in Kapitel 4.1 diskutiert. Es werden hier daher lediglich noch die Zusammenhänge zum EuroSCORE aufgezeigt. Eine

⁷¹ Nishida T et al. in: The novel EuroSCORE II algorithm predicts the hospital mortality of thoracic aortic surgery in 461 consecutive Japanese patients better than both the original additive and logistic EuroSCORE algorithms, Fukuoka, Japan, 2013

deutliche Korrelation zeigt das Alter. Dieser Sachverhalt wurde gemäß den in Tabelle 5 aufgelisteten signifikanten Einflussparametern nach Nashef⁷² so auch erwartet. Das Alter gilt generell als einer der stärksten Risikoparameter in der Herzchirurgie.⁷³ Weiter wurde festgestellt, dass Frauen im untersuchten Kollektiv ein höheres Risikoprofil aufweisen als Männer. Eine Korrelation von Geschlecht und EuroSCORE ist nicht möglich, da es sich bei der Geschlechterverteilung um nominale Daten handelt, der Zusammenhang wurde daher in Boxplots dargestellt. Ein erhöhtes Risiko für Patientinnen war zu erwarten, dies bestätigen sowohl die Edwards-Studie⁷⁴ als auch das EuroSCORE-Risikoprofil⁷⁵. Auch beim Vergleich von Letalität und EuroSCORE lässt sich ein deutlicher Zusammenhang feststellen. Alle Verstorbenen befanden sich in einer höheren Risikogruppe, womit die Voraussagequalität des EuroSCORE-Modells trotz kleiner Fallzahl als hoch bestätigt werden kann. Bei beiden Regressionsmodellen ist dieses Ergebnis feststellbar. Insbesondere jedoch beim logistischen EuroSCORE I ist ein deutlicher Zusammenhang zwischen EuroSCORE und Exitus Letalis zu erkennen.

Im weiteren Verlauf wurden Laborwerte gegen den EuroSCORE korreliert. Es zeigen sowohl EuroSCORE I als auch EuroSCORE II nahezu keine Korrelationen für die innerhalb der ersten drei Tage nach dem Eingriff gemessene maximale Leukozytenzahl sowie die maximale Glucosekonzentration. Für die maximale Laktatkonzentration konnte ein schwacher Zusammenhang festgestellt werden. Während der Verlauf von Leukozytenzahl und Glukosekonzentration zur Beurteilung eines inflammatorischen Prozesses herangezogen werden können, ist Laktat ein Marker für eine bestehende Gewebshypoxie. Laktat ist ein Abbauprodukt der Glykolyse und entsteht beispielsweise im kardiogenen Schock. Nach einer Studie von Meng aus dem

⁷² Nashef S, Roques F, Michel P, in: The EuroSCORE study group. European system of cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). European Journal of Cardiothorac Surgery, 1999

⁷³ Yau TM., Fedak PW., Weisel RD et al. in: Predictors of operative risk for coronary bypass operations in patients with left ventricular dysfunction, Journal Thorac Cardiovasc Surg. 1999 Dec; 118(6):1006-13

⁷⁴ Edwards FH, Carey JS, Grover FL et al. in: Impact of gender on coronary bypass operative mortality in: Annals of Thorac Surgery, 1998, 66, S.125-131

⁷⁵ Todorov A.: Externe Risikoanalyse in: Ennker J., Zerkowski H.-R.: Risiko und Qualität in der Herzchirurgie, 2006, S. 46

Jahr 2008 steigt das Serum-Laktat auch nach herzchirurgischen Eingriffen.⁷⁶ Insbesondere bei operativen Eingriffen unter Verwendung der Herz-Lungen-Maschine kann eine Laktaterhöhung beobachtet werden.⁷⁷ Eine Studie von Aduen zeigt bei einem erhöhten Laktatspiegel sogar eine deutliche Prognoseverschlechterung.⁷⁸ Eine höhere Korrelation mit dem EuroSCORE hätte daher auch beim Betrachten des Laktats der Kohorte dieser Arbeit erwartet werden können.

Es wurden weiter einige positiv inotrope Medikamente (Katecholamine) gegen den EuroSCORE korreliert. Es handelt sich dabei um Medikamente, die die Herzkraft steigern und insbesondere bei hämodynamischer Instabilität verabreicht werden. In einer Studie von Michalopoulos aus dem Jahr 1996 steht die Menge der verwendeten Katecholamine in direktem Zusammenhang mit der Aufenthaltsdauer auf Intensivstation.⁷⁹ Boeken berichtet in seiner Studie aus dem Jahr 2009, dass ein erhöhter Zusammenhang zwischen Katecholaminbedarf und erhöhter Morbidität besteht. Einen auffälligen Zusammenhang gab es insbesondere bei der Adrenalintherapie. Sowohl für die Maximaldosis als auch für die kumulierte Menge ergaben sich deutliche Zusammenhänge zu allen EuroSCORE-Varianten. Bei der Therapiedauer ergaben sich zudem für EuroSCORE I additiv und logistisch deutliche Korrelationen. Für den EuroSCORE II war nur ein mäßiger Zusammenhang erkennbar. Während für die Noradrenalintherapie nur schwache bis mäßige Korrelationen erkennbar waren, ist für die Patienten dieser Arbeit bei der kumulierten Dosis sowie die Anwendungsdauer von Milrinon ein mäßig bis deutlicher Zusammenhang zum EuroSCORE feststellbar. Auch bei der Dobutamintherapie konnten keine auffälligen Zusammenhänge herausgefunden werden. Aus diesen Ergebnissen

⁷⁶ Meng QH., Zhu S., Sohn, N. et al. in: Release of cardiac biochemical and inflammatory markers in patients on cardiopulmonary bypass undergoing coronary artery bypass grafting, *Journal Cardiac Surgery*; 23(6), 6871-7

⁷⁷ Klotz S, Vestring T, Rotker J, Schmidt C, Scheld HH, Schmid C: Diagnosis and treatment of nonocclusive mesenteric ischemia after open heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 1583-6

⁷⁸ Aduen J., Bernstein WK., Miller J. et al. in: The use and clinical importance of a substrate-specific electrode for rapid determination of blood lactate concentrations, *JAMA*, 1994

⁷⁹ Michalopoulos A., Tzelepis G., Pavlides G. et al. in: Determinants of duration of ICU stay after coronary artery bypass graft surgery, *British Journal of Anaesthesia*, 1996, August; 77(2): 208-212

bezüglich der Katecholamintherapie lässt sich ableiten, dass die untersuchten Patienten mit erhöhtem Risikoprofil einen erhöhten Adrenalin- und Milrinonbedarf haben können. Ein postoperativ erhöhter Adrenalin- und Milrinonbedarf kann somit als Indikator für ein erhöhtes Mortalitätsrisiko herangezogen werden.

Die nächste Auswertung untersuchte die Anzahl der Tage, die ein Patient auf Intensivstation beziehungsweise im Krankenhaus insgesamt verbringen musste. Beide Variablen wurden mit dem EuroSCORE korreliert. Bei der Liegedauer konnte sowohl für die Gesamtdauer als auch für den Aufenthalt auf der Intensivstation ein schwacher bis mäßiger Zusammenhang herausgefunden werden. In der Literatur wird berichtet, dass insbesondere der logistische EuroSCORE I mit der Liegezeit auf Intensivstation korreliert.⁸⁰ Der durchschnittliche Aufenthalt auf Intensivstation nach herzchirurgischem Eingriff beträgt nach einer Studie von Doering zwischen zwei und drei Tagen.⁸¹ Wie aus dem Ergebnisteil ersichtlich, wurde beim Patientenkollektiv dieser Arbeit diese durchschnittliche Aufenthaltsdauer unterschritten. Der Median für intensivstationären Aufenthalt lag bei nur einem Tag. Ob nun daher der EuroSCORE als Qualitätsinstrument für den operativen Eingriff dienen oder als Indikator für den Patientenmix gewertet werden kann, bleibt aufgrund des nur schwachen Zusammenhangs unklar.

Für die Ejektionsfraktion konnte ein gering negativer Zusammenhang festgestellt werden. Da die linksventrikuläre Ejektionsfraktion neben dem Patientenalter als stärkste Variable zur Vorhersage postoperativer Mortalität gilt⁸² und sie

⁸⁰ Messaoudi N., De Cocker J., Stockman BA., et al. in: Is EuroSCORE useful in the prediction of extended intensive care unit stay after cardiac surgery?; *European Journal Cardiothoracic Surgery*, 2009; 36(1): 35ff

⁸¹ Doering LV., Esmailian F., Imperial-Perez F. et al. in: Determinants of intensive care unit length of stay after coronary artery bypass graft surgery, *Journal of critical care*, 2001; 30(1): 9ff

⁸² Yau TM., Fedak PW., Weisel RD et al. in: Predictors of operative risk for coronary bypass operations in patients with left ventricular dysfunction, *Journal Thorac Cardiovasc Surg*. 1999 Dec; 118(6):1006-13

außerdem ein eigenständiger Parameter des EuroSCOREs ist⁸³, hätte man hier eine deutlichere Korrelation erwarten können.

Beim Betrachten der Nierenersatztherapie kann aus dieser Arbeit schlussgefolgert werden, dass bei erhöhtem EuroSCORE I log. als auch EuroSCORE II die Wahrscheinlichkeit für eine postoperative Dialysetherapie steigt. Nach einer Studie von Grünenfelder aus dem Jahr 1995 ist insbesondere bei älteren Menschen ab einem Alter von 70 Jahren die postoperative Mortalität im Fall einer erforderlichen Nierenersatztherapie nach herzchirurgischem Eingriff signifikant erhöht.⁸⁴ Das akute Nierenversagen ist nach Kwon sogar eine der gravierendsten Komplikationen nach herzchirurgischen Eingriffen überhaupt. Es wird in der Literatur von einer Mortalität von über 40% berichtet.⁸⁵ Insbesondere bei Eingriffen mit der Herz-Lungen-Maschine ist die Gefahr eines akuten Nierenversagens erhöht.⁸⁶ Neben einem erhöhten Sterblichkeitsrisiko steigt dabei zudem die Wahrscheinlichkeit für einen verlängerten Aufenthalt auf der Intensivstation, was wiederum zu erhöhter Kosten- und Ressourcenbeanspruchung führt.⁸⁷

Ein erhöhter EuroSCORE kann somit frühzeitig darauf hinweisen, dass mit der Gefahr eines Nierenversagens zu rechnen ist. Sollte schon präoperativ der Laborparameter Serumkreatinin erhöht bzw. die Clearance erniedrigt sein, so erhöht sich dieses Risiko weiter. Ein Ansteigen des Kreatinin-Wertes steht nach

⁸³ Nashef S, Roques F, Michel P, in: The EuroSCORE study group. European system of cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). European Journal of Cardiothorac Surgery, 1999

⁸⁴ Grünenfelder J. et al. in: Is hemofiltration following acute kidney failure in elderly cardiovascular surgery patients justified? in: Swiss medical weekly vom 18.01.1997, 127(3): S. 53-59.

⁸⁵ Kwon MH., Moriguchi JD., Ardehali A. et al. in: Use of ventricular assist device as a bridge to cardiac transplantation: Impact on age and other determinants on outcomes, Texas Heart Institute Journal, 2009; 36(3), S.214ff

⁸⁶ Nigwekar SU., Kandula P., Hix JK. et al. in: Off-pump coronary artery bypass surgery and acute kidney injury: A meta-analysis of randomized and observational studies; American Journal of Kidney Disease, 2009; 54(3): S. 413ff

⁸⁷ Nicora A., Patel DU, Phillips-Bute BG. et al. in: Mortality trends associated with acute renal failure requiring dialysis after CABG surgery in the USA; Blood Purification Journal, 2009; 28(4), S. 359-363

einer Studie von Cerra in deutlichem Zusammenhang mit der Mortalität.⁸⁸ Es empfiehlt sich daher eine strenge Kontrolle der Nierenfunktion vor und nach dem Eingriff, um gegebenenfalls frühzeitig therapeutische Maßnahmen ergreifen zu können.

4.4 Konsequenzen für den Patienten

Es stellt sich die Frage, ob ein Patient, der an einer potenziell chirurgisch therapierbaren Herzerkrankung leidet, von der Erhebung des EuroSCOREs profitiert oder nicht. Eindeutig belegt ist, dass mit Ermittlung des Scores Risikofaktoren untersucht werden, die einen signifikanten Einfluss auf die Letalität haben.⁸⁹ Ob der Patient aber seine Entscheidung für eine Operation davon abhängig machen kann, insbesondere wenn Einfluss- bzw. Risikofaktoren des Scores gegebenenfalls nicht vollständig erhoben sind, bleibt fraglich. Herzkliniken stellen klar, dass die Erhebung des EuroSCOREs keinesfalls eine individuelle ärztliche Beratung zum Operationsrisiko ersetzen kann. In jedem Fall sollte eine individuelle Risikoabwägung erfolgen.⁹⁰

Beim Betrachten der Ergebnisse dieser Arbeit lässt sich feststellen, dass der EuroSCORE zwar einen deutlichen Zusammenhang zur Mortalität aufweist, aber auch eine große Spannweite zwischen Minimum und Maximum erkennbar ist, was die Notwendigkeit einer individuellen Betrachtung bestärkt. Zudem zeigen die Ergebnisse auch einen deutlichen Zusammenhang zwischen dem Alter des Patienten und dem EuroSCORE. Ein höheres Alter birgt ein höheres Mortalitätsrisiko. Sollte also mit zunehmendem Alter auf einen herzchirurgischen Eingriff verzichtet werden?

⁸⁸ Cerra FB., Negro F., Abrams J. in: APACHE II Score does not predict multiple organ failure or mortality in postoperative surgical patients; *Archives of Surgery Journal*, 1990, April; 125(4), S. 519ff

⁸⁹ Nashef S, Roques F, Michel P et al. in: Risk factors and outcome in European cardiac surgery in: *Analysis of the EuroSCORE multinational database of 19.030 patients*, *European Journal of Cardiothorac Surgery*, 1999

⁹⁰ MEDICLIN Herzzentrum Lahr: Vgl. <http://herzzentrum-lahr.de>, abgerufen am 10.06.2014

Eine Verbesserung des Langzeitüberlebens gegenüber der Normalbevölkerung konnte zwar nicht belegt werden, eine Studie aus dem Jahr 2013 berichtet aber von einem statistisch hochsignifikanten Benefit bezüglich der Verbesserung kardialer Symptome nach chirurgischem Aortenklappenersatz bei über 80-jährigen.⁹¹ Die chirurgische Intervention stellt nach den Ausführungen von Wehr eine gute Alternative zur oft nebenwirkungsreichen, medikamentösen Therapie bei geriatrischen Patienten dar.⁹² Dies sind nur zwei Beispiele dafür, dass es nicht ausreicht, einen Score zu bestimmen und damit dem Patienten die Entscheidung für oder gegen den Eingriff abzunehmen. Es gibt viele Faktoren, die in die Entscheidungsfindung mit eingehen sollten. Es gibt zudem eine Reihe weiterer Scoring-Systeme, die ebenfalls angewendet werden könnten, z.B.

- Parsonnet-Score
- Higgins-Score
- French-Score
- Bayes-Score
- STS-Score

Welcher Score welche Risikofaktoren beinhaltet und im Einzelfall die besten Ergebnisse liefert, ist nicht Thema dieser Arbeit. Klar ist nur, dass Vergleiche untereinander teilweise nicht unerhebliche Unterschiede hinsichtlich Morbidität und Mortalität liefern.⁹³ Dieser Sachverhalt konnte auch in dieser Arbeit beim Betrachten der beiden EuroSCORE-Varianten untereinander bestätigt werden. Nach dem EuroSCORE I befinden sich ca. 73% der Patienten in einer Hochrisikogruppe, nach dem EuroSCORE II sind es nur ca. 12%. Es soll mit o.g. Score-Auflistung daher lediglich darauf hingewiesen werden, dass es auch noch andere Möglichkeiten gibt, das Mortalitätsrisiko vorauszusagen.⁹⁴

⁹¹ Mächler H, Zirngast B, Vötsch A et al. in: Der Aortenklappenersatz beim über 80-Jährigen aus der Sicht des herzchirurgischen Partners im multidisziplinären Heart-Team, *Journal of Cardiology* 2013; 20(9-10), 285-290

⁹² Wehr M., *Geriatrische Kardiologie*, Steinkopff Verlag, 2004

⁹³ Litmathe J.: Hilfreiche Risikostratifizierung/Scoresysteme für die Herzchirurgie, in: Ennker J., Zerkowski H.-R.: *Risiko und Qualität in der Herzchirurgie*, 2006, S. 70

⁹⁴ Todorov A.: Externe Risikoanalyse in: Ennker, J., Zerkowski, H.-R.: *Risiko und Qualität in der Herzchirurgie*, 2006, S. 43

Schlussendlich geht es aber um ein Individuum, dessen Risiko immer individuell anders sein kann. So werden Scoring-Systeme nach einem Bericht von Parsonnet kontrovers diskutiert, da sie für den Einzelfall wohl nie eine hundertprozentige Prognose für die Mortalität abgeben werden.⁹⁵ Die Prognosegüte der Scoring-Systeme hängt zudem von deren richtiger Anwendung ab.⁹⁶ So ist der EuroSCORE nur so verlässlich wie sein Erheber. Denn wie in dieser Studie gezeigt, kann das vorausgesagte Risiko deutliche Unterschiede annehmen, wenn einzelne Score-Parameter nicht korrekt oder sogar gar nicht bestimmt werden. Der Patient erhält in so einem Fall gegebenenfalls eine Falschaussage und kann dann nicht adäquat zwischen Nutzen und Risiko abwägen.

Ob ein Patient anders therapiert wird, wenn er sich nach dem EuroSCORE in einer Hochrisiko-Gruppe befindet, wurde nicht untersucht. Ziel einer Operation ist und bleibt eine Verbesserung der Lebensqualität. Dieser Nutzen muss immer gegen das individuelle Risiko abgewogen werden, am Eingriff zu versterben. Es sollte einem elektiven Eingriff daher immer eine umfassende Beratung, Untersuchung und Erörterung des Nutzen-/Risiko-Verhältnisses vorausgehen.

Doch auch der Patient selbst sollte die Möglichkeit haben, eine Klinik zu beurteilen, bevor er sich dort operieren lässt. Dass dies nicht immer einfach ist, zeigen folgende Zahlen. In Deutschland werden jährlich über 300.000 Menschen am Herz operiert. Darunter sind ca. 80.000 Patienten, die eine Bypass-Operation erhalten. Bei minimalinvasiven Herzklappen-Operationen wurden in den letzten Jahren stark steigende Zahlen verzeichnet. Während es im Jahr 2006 nur 73 Eingriffe waren, wurden dem statistischen Bundesamt im Jahr 2011 über 9.000 minimal-invasive Herzklappen-Operationen gemeldet.⁹⁷ Wenn man dabei beachtet, dass die Bandbreite zwischen sieben und über

⁹⁵ Parsonnet V. in: Risk stratification in cardiac surgery: Is it worthwhile?, Journal of Cardiovascular Surgery, 10, S. 690ff

⁹⁶ Metzler B. in: SYNTAX-, STS- und EuroSCORE - Wie genau sind sie in der Risikobewertung bei Herzerkrankungen? in: Journal für Kardiologie, 2011; 18(11-12), S. 355-361

⁹⁷ Deutsches Ärzteblatt, Ärzte-Verlag GmbH: 377.000 Operationen am Herzen 2011, vgl. <http://www.aerzteblatt.de/nachrichten/>, veröffentlicht am 20. November 2012

3.000 durchgeführten Operationen pro Jahr und Herzzentrum betragen kann,⁹⁸ so wird schnell klar, dass auch die individuelle Qualität und Erfahrung des Operateurs für den Erfolg des Eingriffs prädiktiv sein kann. Deutsche Kliniken müssen seit 2005 zwar alle zwei Jahre einen Qualitätsbericht offenlegen, jedoch sind die darin enthaltenen Kennzahlen für Laien häufig nicht interpretierbar.⁹⁹ So nützt es einem Patienten recht wenig, beispielsweise das „Verhältnis von beobachteter zu erwarteter Letalität (O/E)“ zu kennen.¹⁰⁰

Damit dienen der EuroSCORE, aber auch andere den Qualitätsberichten enthaltene Angaben nur eingeschränkt zur Klinikwahl. Dem Patient bleibt vermutlich nur, sich auf Empfehlungen oder gegebenenfalls eigene Erfahrungen zu stützen.

4.5 Benchmarking und Risikoadjustierung

Seit vielen Jahren hat die Bewertung von Unternehmen zur Qualitätssicherung einen hohen Stellenwert eingenommen. Managementsysteme wurden auch im Gesundheitssektor eingeführt und das Interesse an Scoring-Systemen hat dadurch an Interesse gewonnen.¹⁰¹ Scoring-Systeme bieten die Möglichkeit zur internen Einschätzung des Patientenguts und ermöglichen einen Vergleich der Ergebnisqualität mit anderen Institutionen. Kliniken mit vergleichsweise vielen Hoch-Risiko-Patienten haben normalerweise eine höhere 30-Tage-Letalität als Häuser mit wenigen Hoch-Risiko-Patienten. Ein besseres Ergebnis steht somit aber nicht automatisch auch für eine bessere Therapiequalität. Um Vergleiche zwischen verschiedenen Kliniken anzustellen, ist es entscheidend, die jeweiligen Risikofaktoren der Patienten zu berücksichtigen. Und dies kann nun eben durch die Anwendung von statistischen Verfahren, z.B. anhand der

⁹⁸ Clade Harald in: Herzchirurgie: Längere Wartelisten in: Deutsches Ärzteblatt, Jg. 102 (43), 28.10.2005

⁹⁹ Regina Albers R., Kowalski M. (FOCUS-Redakteure) in: Die beste Klinik finden, vgl. http://www.focus.de/gesundheit/arzt-klinik/tid-26124/klinikliste-die-beste-klinik-finden_aid_765925.html, veröffentlicht am 12.06.2012

¹⁰⁰ Risikoadjustierung in der Herzchirurgie, BQS Institut für Qualität & Patientensicherheit GmbH: <http://info.bqs-online.de/outcome/MKL/Risiko.pdf>; abgerufen am 22.10.2013

¹⁰¹ Kozower BD., Ailawadi G., Jones DR. et al. in: Predicted risk of mortality models in: Surgeons need to understand limitations of the University Health System Consortium models; Journal of the American College of Surgeons, 2009; 209(5), S. 551ff

Erhebung des EuroSCOREs, erfolgen.¹⁰² Der EuroSCORE bietet durch den leicht ermittelbaren Zahlenwert eine Vergleichsmöglichkeit von Patienten und kann dadurch zur Qualitätsmessung der erbrachten Versorgung herangezogen werden.¹⁰³ Vergleiche zwischen verschiedenen Kliniken werden dadurch möglich. Der Score gibt ein Risikoprofil der Patienten wieder und kann so eventuell auch die Notwendigkeit eines alternativen Vergütungsmodells erklären. Im System der Diagnosis Related Groups (DRG) werden Scoring-Systeme zwar teilweise integriert¹⁰⁴, ob dies im Fall des Universitätsklinikums Tübingen zur angemessenen Vergütung herzchirurgischer Eingriffe beiträgt, wurde in dieser Arbeit nicht untersucht.

Darüber hinaus werden Scoring-Systeme aber auch bei Fragen zur Kosten-Nutzen-Analyse verwendet.¹⁰⁵ Bierbrauer berichtet in einer Studie, dass die Bewertung des Patientenguts aus wirtschaftlichen Gründen eine wichtige Rolle spielt.¹⁰⁶ So macht beispielsweise die postoperative Behandlung von Patienten auf der Intensivstation einen erheblichen Teil der Folgekosten aus. Eine Vorhersagefähigkeit des EuroSCOREs in Bezug auf postoperative Kosten konnte durch Nilsson gezeigt werden.¹⁰⁷ So könnte klinikintern argumentiert werden, dass verlängerte, kostspielige Liegezeiten auf der Intensivstation einem erhöhten Risikoprofil und nicht etwa einer schlechteren Patientenversorgung geschuldet sind. Eindeutig belegt ist jedoch, dass der EuroSCORE I beim untersuchten Patientenkollektiv im Median acht Prozentpunkte aufweist und am Universitätsklinikum Tübingen damit ca. 70% der Patienten nach der allgemeinen Klassifikation von Nashef im Hochrisikobereich liegen. Dies könnte mit erhöhten Kosten verbunden sein, die wiederum mit den DRG-

¹⁰² BQS Institut für Qualität & Patientensicherheit GmbH: <http://info.bqs-online.de/outcome/MKL/Risiko.pdf>; abgerufen am 22.10.2013

¹⁰³ Vesely H., Gregor T. in: Anwendung von Scoringssystemen zur Qualitätssicherung und Kostenerfassung in der Intensivmedizin, AINS, 1998; 33, S. 55-58

¹⁰⁴ Brenck F., Hartmann B., Mogk M. et al. in: Intensivmedizinische Scoringssysteme zur täglichen Anwendung. Übersicht, aktuelle Möglichkeiten und Anforderungen an Neuentwicklungen, Anästhesist, 2008; 57, S. 189ff

¹⁰⁵ Ebenda

¹⁰⁶ Bierbrauer AV. in: Langzeitmonitoring durch Scoresysteme in der Intensivmedizin. Der Internist, 1997; 38(9), S. 841ff

¹⁰⁷ Nilsson J., Algotsson L, Höglund P. et al. in: EuroSCORE predicts intensive care unit stay and costs of open heart surgery in: The Annals of Thoracic Surgery, 2004; 78(5), S. 1528ff

Fallpauschalen abgedeckt werden müssen. Wenn man allerdings den EuroSCORE II betrachtet, so befinden sich nach Stähli, wie oben bereits beschrieben, die meisten Patienten (65%) mit einem Median von zweieinhalb Prozentpunkten im Niedrig-Risiko-Bereich. Es bleibt also die Frage offen, ob der EuroSCORE ein adäquates Instrument zur Kostenprädiktion darstellt.

Um der Diskrepanz zwischen Ergebnissen anderer Studien und denen dieser Arbeit gerecht zu werden, könnte man eine Handlungsempfehlung abgeben. Sowohl die Literatur als auch die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass Scoring-Systeme wie der EuroSCORE beispielsweise ein Indikator für die Dauer des intensivstationären Aufenthalts sein können. Hieraus könnten dann Überlegungen zur Änderung oder Erschaffung innerklinischer Strukturen angestellt werden, die eine Optimierung von Kosten und Therapieoptionen ermöglichen könnten.

4.6 Schlussfolgerung

Präoperative Scoring-Systeme haben sich bewährt. Dies bestätigen zahlreiche Studien und auch diese Arbeit. Eine Objektivierung des Patientenguts kann damit erfolgen. Risiko-Scores haben jedoch nur einen eingeschränkt prädiktiven Charakter, da auch andere Faktoren wie Spätletalität oder Lebensqualität der Patienten eine Rolle spielen. Auch die individuelle Qualität des Operateurs wird bei der Erhebung des EuroSCOREs nicht erfasst.¹⁰⁸ Unumstritten bleibt die mögliche Verwendbarkeit des EuroSCOREs als ökonomisches Qualitätsinstrument sowie die Vorhersagemöglichkeit in Bezug auf die Frühletalität. Beim Betrachten der Ergebnisse fielen allerdings zwei Limitationen auf:

1. Die Prognosegüte der Risikoabschätzung hängt von der korrekten und zuverlässigen Erhebung der EuroSCORE-Parameter ab. Denn wie in dieser Arbeit gezeigt, kann das vorausgesagte Risiko bei der Anwendung im Klinikalltag, insbesondere bei Verwendung des EuroSCORE I,

¹⁰⁸ Litmathe J. in: Hilfreiche Risikostratifizierung/Scoresysteme für die Herzchirurgie, in: Ennker J., Zerkowski H.-R.: Risiko und Qualität in der Herzchirurgie, 2006, S. 72

deutliche Unterschiede annehmen, wenn einzelne Score-Parameter nicht korrekt oder gar nicht bestimmt werden. Der Patient erhält in so einem Fall gegebenenfalls eine Fehlinformation und kann somit nicht adäquat zwischen Nutzen und Risiko abwägen. In Bezug auf die Korrelations-ergebnisse zeigt der EuroSCORE I zwar teilweise größere Zusammenhänge (z.B. in Bezug auf Exitus letalis), aufgrund der geringeren Wahrscheinlichkeit für eine Fehleinschätzung des Mortalitätsrisikos empfiehlt sich jedoch die Verwendung des EuroSCORE II.

2. Die beiden EuroSCORE-Varianten I und II können Patienten zudem in unterschiedliche Risikogruppen einteilen, also je nach Score ein geringeres oder höheres Mortalitätsrisiko voraussagen. Es sollte daher klinikintern und auch bei der Zusammenarbeit mit anderen Kliniken sowie niedergelassenen Ärzten Abstimmungen erfolgen, damit ein einheitliches Risikoprofil erstellt werden kann. Dies stellt eine wichtige Voraussetzung für die Präventivmedizin dar und damit einen entscheidenden Schritt im Hinblick auf ein hochwertiges Qualitätsmanagement.

Die Ergebnisse zeigen Schwachstellen auf, die die Anwendbarkeit des EuroSCORE-Systems in Frage stellen. Auch ergeben sich teilweise deutliche Abweichungen zu anderen Ergebnissen aus der Literatur. Dies könnte an der geringen Fallzahl dieser Arbeit liegen oder aber ein Hinweis für ein spezielles Patientengut der Universitätsklinik Tübingen sein. Daher könnte man weitere Ausarbeitungen anregen. So könnte beispielsweise der ebenfalls die Mortalität voraussagende STS-Score oder der SYNTAX-Score, ein Score, der keine Patientenkriterien, sondern rein koronaranatomische Läsionen betrachtet, näher beleuchtet werden. Eventuell könnten beide Scores sogar zukunftsweisend kombiniert werden, denn es ist nicht zu vergessen, dass die EuroSCORE-Studie bereits viele Jahre zurückliegt und sowohl operative Techniken als auch die perioperative Versorgung kontinuierlich verbessert wurden.¹⁰⁹

¹⁰⁹ Metzler B. in: SYNTAX-, STS- und EuroSCORE - Wie genau sind sie in der Risikobewertung bei Herzerkrankungen? in: Journal für Kardiologie, 2011; 18(11-12), S. 355-361

Zusammenfassung

Diese retrospektive Arbeit leistet einen Beitrag zur Beurteilung des EuroSCORE-Systems in Bezug auf seine tägliche Anwendbarkeit. Der EuroSCORE dient mit seinen 17 kardiologischen und operationsbezogenen Parametern der Bestimmung des Risikos von Patienten, innerhalb der ersten 30 Tage nach einem herzchirurgischen Eingriff zu versterben. In dieser Arbeit wurden Daten bereitgestellt, mit denen sowohl EuroSCORE I (additiv und logistisch) als auch EuroSCORE II für das untersuchte Patientenkollektiv ermittelt werden konnten. Die Daten wurden mit denen der Originalarbeit von Nashef et al.¹¹⁰ aus dem Jahr 1999 und weiteren Studien verglichen. Alle Patienten der untersuchten Kohorte wurden im Jahr 2012 herzchirurgisch durch Herzklappenersatz oder koronaren Bypass am Universitätsklinikum Tübingen behandelt.

Während der Datenerhebung wurde festgestellt, dass zur Ermittlung des EuroSCOREs erforderliche Parameter teilweise nicht am Patienten untersucht bzw. dokumentiert waren. Ist dies der Fall, können bei der Erhebung des Scores für diese Parameter nur Annahmen getroffen werden, die das vorausgesagte Risiko verfälschen können.

Ziel dieser Arbeit war zum einen die Ermittlung des postoperativen Mortalitätsrisikos für das o.g. Patientenkollektiv in Form von EuroSCORE I und EuroSCORE II. In diesem Zusammenhang wurde diskutiert, ob und wie therapeutische Maßnahmen mit dem EuroSCORE korrelieren. Zum andern sollte herausgefunden werden, welchen Effekt das Fehlen einzelner diagnostischer Parameter auf den EuroSCORE haben kann, wenn für die fehlenden Daten Annahmen getroffen werden müssen. Dies wurde mit Hilfe einer Szenario-Analyse am Beispiel des am häufigsten fehlenden Parameters pulmonal-arterieller Druck (PAP) untersucht.

¹¹⁰ Nashef S, Roques F, Michel P, in: The EuroSCORE study group. European system of cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). European Journal of Cardiothorac Surgery, 1999

Es konnte bestätigt werden, dass beide EuroSCORE-Varianten zwar zur Risikoeinschätzung der 30-Tages-Mortalität dienen, das Risikoprofil aber je nach Score deutliche Unterschiede ergeben kann. Beim Betrachten der allgemeinen Ergebnisse wurde festgestellt, dass EuroSCORE I und EuroSCORE II die Patienten in unterschiedliche Risikogruppen einteilen. Nach dem EuroSCORE I wurden die meisten Patienten in eine hohe Risikogruppe eingeteilt, nach dem EuroSCORE II befand sich die Mehrheit aber in der Gruppe mit geringem Risiko.

Außerdem stellte sich heraus, dass die Prognosegüte des EuroSCORE-Systems sehr von der zuverlässigen Erhebung der Einzelparameter abhängt. In der Szenario-Analyse dieser Arbeit wurde gezeigt, dass das vorausgesagte Risiko deutliche Unterschiede annehmen kann, wenn einzelne Score-Parameter nicht korrekt bestimmt und daher ggf. Annahmen getroffen werden. Für den Fall „PAP vorhanden“, also korrekt bestimmter pulmonal-arterieller Druck, ergab dies bei der untersuchten Subkohorte für den EuroSCORE I logistisch ein über dreifach erhöhtes prädiktives Mortalitätsrisiko im Gegensatz zu „PAP nicht vorhanden“. Patient und Arzt erhalten für nicht oder nicht korrekt ermittelte Parameter ggf. eine Falschaussage und können nicht adäquat zwischen Nutzen und Risiko abwägen.

Die Szenario-Analyse wie auch die allgemeinen Ergebnisse dieser Arbeit zeigen Schwachstellen auf, die die Anwendbarkeit des mittlerweile in die Jahre gekommenen EuroSCORE-Systems teilweise in Frage stellen. Des Weiteren werden Faktoren wie z.B. Spätletalität, Lebensqualität der Patienten oder auch die individuelle Qualität des Operators nicht erfasst. Dennoch haben sich präoperative Scoring-Systeme auch bewährt. Dies bestätigt neben zahlreichen Studien auch diese Arbeit. Neben der Objektivierung des Patientenguts kann der EuroSCORE als ökonomisches Qualitätsinstrument dienen sowie eine Vorhersage in Bezug auf die Frühletalität liefern. Dies stellt eine wichtige Voraussetzung für die Präventivmedizin dar und damit einen entscheidenden Schritt im Hinblick auf ein hochwertiges Qualitätsmanagement.

Literatur- und Quellenverzeichnis

Aduen J., Bernstein WK., Miller J. et al.:

The use and clinical importance of a substrate-specific electrode for rapid determination of blood lactate concentrations, Journal of the American Medical Association, 1994

Alexander Klaus:

Thiemes Innere Medizin, 1999, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, S. 6

Alexander KP., Anstrom KJ., Muhlbaier LH. et al.:

Outcomes of cardiac surgery in patients > or = 80 years: results from the National Cardiovascular Network. Journal American College of Cardiology; 2000; 35: 731–8

Babitsch B., Lehmkuhl E., Kenedel F. et al.:

Genderaspekte bei kardiovaskulären Risikofaktoren, Journal für Kardiologie / Austrian Journal of Cardiology 2008; 15(9-10), S. 271-276

Bierbrauer AV.:

Langzeitmonitoring durch Scoresysteme in der Intensivmedizin. Der Internist, 1997, Springer-Verlag, S. 841ff

Brenck F., Hartmann B., Mogk M. et al.:

Intensivmedizinische Scoringsysteme zur täglichen Anwendung. Übersicht, aktuelle Möglichkeiten und Anforderungen an Neuentwicklungen, Anästhesist, 2008; 57, S. 189ff

BQS Institut für Qualität & Patientensicherheit GmbH:

Risikoadjustierung in der Herzchirurgie, BQS Institut für Qualität & Patientensicherheit GmbH: <http://info.bqs-online.de/outcome/MKL/Risiko.pdf>; abgerufen am 22.10.2013

Bühl, A.:

SPSS16 Einführung in die moderne Datenanalyse, Pearson Education Deutschland GmbH, München, 2008, S. 237

Cerra FB., Negro F., Abrams J.:

APACHE II Score does not predict multiple organ failure or mortality in postoperative surgical patients; Archive of Surgery Journal, 1990, April; 125(4), S. 519ff

Clade Harald:

Herzchirurgie: Längere Wartelisten, Deutsches Ärzteblatt, Jg. 102 (43), 28.10.2005

Deiwick M., Röschner C., Rothenburger M., et al.:

2001, Feasibility and risks of heart surgery in very elderly patients. Analysis of 200 consecutive patients of 80 years: 3: 301-304

Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie e.V. (DGTHG):

<http://www.dgthg.de/Geschichte>, abgerufen am 27.10.2014

Deutsches Ärzteblatt:

377.000 Operationen am Herzen 2011, <http://www.aerzteblatt.de/nachrichten/>, veröffentlicht am 20. November 2012

Doering LV., Esmailian F., Imperial-Perez F. et al.:

Determinants of intensive care unit length of stay after coronary artery bypass graft surgery, *Journal of critical care*, 2001; 30(1): 9ff

Edwards FH, Carey JS, Grover FL et al.:

Impact of gender on coronary bypass operative mortality in: *Ann Thorac Surgery*, 1998, 66, S.125-131

Er F., Ederer S., Nia AM. et al.:

Accuracy of Doppler-echocardiographic mean pulmonary artery pressure for diagnosis of pulmonary hypertension, *PLoS One*, 17.12.2010; 5(12):e15670. doi: 10.1371/journal.pone.0015670

EuroSCORE Organisation:

<http://EuroSCORE.org>, abgerufen am 19.12.2013

Farrow SC., Fowkes FG., Lunn JN., Robertson IB., Samuel P.:

Epidemiology in anaesthesia. II: Factors affecting mortality in hospital, 1982, S. 811-817

Fauci Anthony Stephen:

Harrisons Innere Medizin, 17. Auflage, ABW Wissenschaftsverlag GmbH, Berlin 2009, S. 1867.

Focus Online: Albers R., Kowalski M. (FOCUS-Redakteure):

Die beste Klinik finden auf: http://www.focus.de/gesundheit/arzt-klinik/tid-26124/klinikliste-die-beste-klinik-finden_aid_765925.html, veröffentlicht am 12.06.2012

Framingham-Studie:

<https://www.framinghamheartstudy.org>, abgerufen am 28.10.2014

Grünenfelder J., von Segesser LK., Huynh-Do U., Binswanger U., Turina Ml.:
Is hemofiltration following acute kidney failure in elderly cardiovascular surgery patients justified? in: Swiss medical weekly vom 18.01.1997, 127(3): S. 53-59

Henne-Bruns D., Kremer B., Dürig M.:
Duale Reihe Chirurgie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2008, S. 1012ff

Harms Volker:
Medizinische Statistik, Harms Verlag, 2012, Lindhöft, S. 26 und S.144ff

Heinecke, Hultsch, Repges:
Medizinische Biometrie, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, 1992, S. 60-62

Herold Gerold:
Innere Medizin, Köln, 2015, S. 162f, S. 165ff, 247f, S.407

Hoppe UC., Böhm M., Dietz R., et. al:
Leitlinien zur Therapie der chronischen Herzinsuffizienz, Zeitschrift für Kardiologie, 2005, 94:488–509

Larsen, Reinhard:
Anästhesie, Urban & Fischer-Verlag, 8. Auflage, München 2006, S.1264f

Kahlert P., Khandanpour S., Sack S., Erbel R.:
Perkutaner Aortenklappenersatz - Eine neue Alternative zur Operation? in: Journal für Kardiologie - Austrian Journal of Cardiology 2008; S. 124

Kobayashi K., Williams J., Nwakanma L., et al.:
EuroSCORE predicts short- and mid-term mortality in combined aortic valve replacement and coronary artery bypass patients, Journal of Cardiovascular Surgery, 2009, S. 637-643

Klotz S, Vestring T, Rotker J, Schmidt C, Scheld HH, Schmid C:
Diagnosis and treatment of nonocclusive mesenteric ischemia after open heart surgery. Ann Thorac Surg, 2001; 72: 1583-6

Kolh P., Kerzmann A., Lahaye L., Gerard P., et al.:
Cardiac Surgery in Octogenarians; Peri-Operative Outcome and Long-Term Results. Eur Heart J, 2001, 14: 1235-1243

Kozower BD., Ailawadi G., Jones DR. et al.:
Predicted risk of mortality models in: Surgeons need to understand limitations off he University Health System Consortium models; Journal of the American College of Surgeons, 2009; 209(5), S. 551ff

Kwon MH., Moriguchi JD., Ardehali A. et al.:

Use of ventricular assist device as a bridge to cardiac transplantation: Impact on age and other determinants on outcomes, Texas Heart Institute Journal, 2009; 36(3), S.214ff

Litmathe J., Gams E.:

Hilfreiche Risikostratifizierung/Scoresysteme für die Herzchirurgie, in: Ennker, J., Zerkowski, H.-R.: Risiko und Qualität in der Herzchirurgie, Steinkopf Verlag, Darmstadt, 2006, S. 70ff

Mächler H, Zirngast B, Vötsch A et al.:

Der Aortenklappenersatz beim über 80-Jährigen aus der Sicht des herzchirurgischen Partners im multidisziplinären Heart-Team, Journal of Cardiology 2013; 20(9-10), 285-290

Mangos GJ., Brown MA., Chan WY., Horton D., Trew P., Whitworth JA.:

Acute renal failure following cardiac surgery: incidence, outcomes and risk factors, Australian New Zealand Journal Med., 1995

Matt P., Bernet, F., Zerkowski HR.:

Herzchirurgie im fortgeschrittenen Lebensalter, DÄ 102, Ausgabe 15, 15.4.2005, A 1056

MEDICLIN Herzzentrum Lahr/Baden:

<http://www.herzzentrum-lahr.de>, abgerufen am 10.06.2014

Meng QH., Zhu S., Sohn, N. et al.:

Release of cardiac biochemical and inflammatory markers in patients on cardiopulmonary bypass undergoing coronary artery bypass grafting, Journal Cardiac Surgery; 23(6), 6871-7

Messaoudi N., De Cocker J., Stockman BA. et al.:

Is EuroSCORE useful in the prediction of extended intensive care unit stay after cardiac surgery?; European Journal Cardiothoracic Surgery, 2009; 36(1): 35ff

Metzler B., Winkler B.

SYNTAX-, STS- und EuroSCORE - Wie genau sind sie in der Risikobewertung bei Herzerkrankungen? in: Journal für Kardiologie, 2011; 18(11-12), S. 355-361

Müller, Markus:

Chirurgie für Studium und Praxis, 12. Auflage, Medizinische Verlags- und Informationsdienste, Breisach, 2014, S. 134

Michalopoulos A., Tzelepis G., Pavlides G. et al.:

Determinants of duration of ICU stay after coronary artery bypass graft surgery, British Journal of Anaesthesia, 1996, August; 77(2): 208-12

Nashef S., Roques F., Michel P. et al.:

The EuroSCORE study group. European system of cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). European Journal of Cardiothoracic Surgery, 1999

Naumann Aline, Dipl.-Stat.:

Institut für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie in Tübingen, persönliche Mitteilung vom 01.08.2014

Nicora A., Patel DU, Phillips-Bute BG. et al.:

Mortality trends associated with acute renal failure requiring dialysis after CABG surgery in the USA; Blood Purification Journal, 2009; 28(4), S. 359-363

Nigwekar SU., Kandula P., Hix JK. et al.:

Off-pump coronary artery bypass surgery and acute kidney injury: A meta-analysis of randomized and observational studies; American Journal of Kidney Disease, 2009; 54(3): S. 413ff

Nilsson J., Algotsson L, Höglund P. et al.:

EuroSCORE predicts intensive care unit stay and costs of open heart surgery in: The Annals of Thoracic Surgery, 2004; 78(5), S. 1528ff

Nishida T., Sonoda H., Oishi Y., Tanoue Y., Nakashima A., et al.:

The novel EuroSCORE II algorithm predicts the hospital mortality of thoracic aortic surgery in 461 consecutive Japanese patients better than both the original additive and logistic EuroSCORE algorithms, Fukuoka, Japan, 2013

Parsonnet Victor:

Risk stratification in cardiac surgery: Is it worthwhile?, Journal of Cardiovascular Surgery, 10, S. 690ff

Pschyrembel:

Klinisches Wörterbuch, de Gruyter Verlag, 1998; 258. Auflage, S. 145, S. 171, S. 655, S. 914, S.1041

Raab Gerhard, Unger Alexander, Unger Fritz in:

Methoden der Marketing-Forschung, Grundlagen und Praxisbeispiel, Springer Gabler Verlag, 2. Aufl. 2009, S. 227

Richert B.; Schmoeckel M.:

Herz und thorakale Gefäße. In: Berchtold, R., Bruch H.-P. (Hrsg.); Trentz, O. (Hrsg.): Chirurgie, Urban & Fischer-Verlag, 6. Auflage, 2008, S. 645, S. 673

Schwilk B, Muche R, Treiber H, Brinkmann A, Georgieff M, Bothner U.:

A crossvalidated multifactorial index of perioperative risks in adults undergoing anaesthesia for non-cardiac surgery. Analysis of perioperative events in 26.907 anaesthetic procedures, 1998, S. 283-294

Stähli BE, Tasnady H, Lüscher TF, Gebhard C, et al.:
Early and Late Mortality in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Implantation: Comparison of the Novel EuroSCORE II with Established Risk Scores, Schweiz, 2013

Swan HJ, Ganz W, Forrester J, Marcus H, Diamond G, Chonette D. in:
Catheterization of the heart in man with use of a flow-directed balloon-tipped catheter, N Engl J Med. 1970 Aug 27;283(9):447-51

Todorov A.:
Externe Risikoanalyse in: Ennker, J., Zerkowski, H.-R.: Risiko und Qualität in der Herzchirurgie, Steinkopf Verlag, 2006, S. 41, S. 43ff

TU Berlin:
<http://pascal.kgw.tu-berlin.de/gnom/Lehre/spss/#kolsmir>, abgerufen am 24.03.2014

Vesely H., Gregor T.:
Anwendung von Scoringsystemen zur Qualitätssicherung und Kostenerfassung in der Intensivmedizin, AINS, Georg Thieme Verlag, 1998; 33, S. 55-58

Wehr Michael:
Geriatrische Kardiologie, Steinkopff Verlag, Dortmund, 2004

Wittwer T., Wahlers T.: Koronarchirurgie mit Herz-Lungen-Maschine in:
Ennker, J., Zerkowski, H.-R.: Risiko und Qualität in der Herzchirurgie, Steinkopf Verlag, 2006, S. 134

Yau TM., Fedak PW., Weisel RD et al.:
Predictors of operative risk for coronary bypass operations in patients with left ventricular dysfunction, Journal Thorac Cardiovasc Surg. 1999 Dec; 118(6):1006-13

Erklärung zum Eigenanteil der Dissertationsschrift

Die Konzeption dieser Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit Frau PD Dr. H. Häberle der Universitätsklinik Tübingen, Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin.

Die statistische Auswertung erfolgte eigenständig nach Beratung durch Frau A. Naumann vom Institut für klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Universität Tübingen.

Ich versichere, sämtliche zur Verfügung gestellten Datensätze selbständig aufbereitet, neu verknüpft und berechnet sowie dieses Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den 4. August 2016

Danksagung

Ich möchte mich bei Frau PD Dr. Helene Häberle für die freundliche Überlassung des Themas und die Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Arbeit ganz herzlich bedanken.

Für die Hilfe bei der Datenbankabfrage zur Bereitstellung digitaler Datensätze möchte ich mich besonders bei Herrn Andreas Reich und Herrn Martin Keim von der EDV-Abteilung des Universitätsklinikums Tübingen (Fachbereich Anästhesiologie und Intensivmedizin) bedanken.

Ich danke Frau Aline Naumann vom Institut für klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Universität Tübingen unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. rer. nat. Peter Martus für die statistische Beratung.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern, die mich während des Studiums zu jeder Zeit unterstützt und an mich geglaubt haben.