

Aus der Klinik für Anaesthesiologie
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. B. Zwißler

**Retrospektive Analyse der perioperativen Transfusion
von Fremdblutprodukten an der
Herzklinik am Augustinum der Universität München
für die Jahre 2000 bis 2009**

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

vorgelegt von
Sigrid Groeben
aus Oberndorf bei Salzburg

2014

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. med. Erich Kilger

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Bernd Engelmann
Priv. Doz. Dr. Gerd Juchem
Prof. Dr. Reinhard Henschler

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. med. Patrick Möhnle

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser, FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 16.01.2014

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Herzklinik Augustinum	1
1.2	Blutprodukte, Logistik und Risiken	1
1.3	Zielsetzung	2
2	Material und Methoden	3
2.1	Aufbau der Datenbank und Datenerhebung	3
2.2	Ein- und Ausschlusskriterien der Studie	3
2.3	Beschreibung des Standard-Vorgehens	4
2.3.1	Präoperatives Vorgehen	4
2.3.2	Anästhesie	4
2.3.3	Herzchirurgie	6
2.3.3.1	Herz-Lungen-Maschine (HLM)	6
2.4	Erhobene Parameter	7
2.4.1	Patientenkollektiv	7
2.4.2	Operation	8
2.4.2.1	Eingriff und OP-Code	8
2.4.2.2	Zeitdauer von Abklemmung und Extrakorporaler Zirkulation (EKZ)	8
2.4.2.3	Präoperativer Zustand des Patienten	8
2.4.3	Aufenthaltsdauer Intensivstation HCI	8
2.4.4	ICU-Scores	9
2.4.4.1	Higgins score	9
2.4.4.2	EuroSCORE	9
2.4.4.3	SOFA score	11
2.4.4.4	SAPS II	11
2.4.4.5	TISS-28	12
2.4.5	Blutprodukte	13
2.4.6	Kardiale Parameter	13
2.4.6.1	Auswurfraction (EF, Ejektionsfraction)	13
2.4.6.2	Vorhofflimmern (VHF)	14
2.4.7	Beatmung	14
2.4.7.1	Beatmungsdauer	14
2.4.7.2	Nichtinvasive Beatmung	14
2.4.7.3	Reintubation	14
2.4.7.4	Punktionstracheotomie	15
2.4.8	Weitere Invasive Maßnahmen	15

2.4.8.1	Intraaortale Ballongegenpulsation (IABP)	15
2.4.8.2	Extrakorporale Membranoxygenation (ECMO)	15
2.4.8.3	Nierenersatzverfahren	15
2.4.8.4	Rethorakotomie	16
2.4.8.5	Provisorischer Thoraxverschluss	16
2.4.9	ICU-Komplikationen	16
2.4.9.1	Exitus letalis.....	16
2.4.9.2	Reanimation	16
2.4.9.3	Postoperatives Delir.....	16
2.4.10	Laborwerte.....	16
2.4.11	Pharmakotherapie.....	17
2.5	Statistische Auswertung.....	17
3	Ergebnisse	18
3.1	Blutprodukte	18
3.1.1	Transfusionshäufigkeit	18
3.1.2	Erythrozytenkonzentrate (EK).....	22
3.1.2.1	Vergleich der perioperativen EK-Gabe (2000-2009)	22
3.1.2.2	Statistischer Zusammenhang mit der EK-Transfusionshäufigkeit.....	24
3.1.2.3	Statistischer Zusammenhang mit der EK-Transfusionsmenge	26
3.1.2.4	Vergleich der intra- und postoperativen EK-Gabe (2000-2004).....	27
3.1.2.5	Hämoglobin-Wert (Hb-Wert) bei Verlegung	30
3.1.3	Fresh Frozen Plasma (FFP).....	32
3.1.4	Thrombozytenkonzentrate (TK).....	34
3.2	Weitere Ergebnisse	37
3.2.1	Demografie	37
3.2.1.1	Patientenkollektiv.....	37
3.2.1.2	Operation.....	39
3.2.1.3	Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation HCl.....	41
3.2.1.4	Letalität.....	42
3.2.1.5	Vergleich der häufigsten OP-Verfahren	44
3.2.2	Jahresvergleiche.....	46
3.2.3	Patienten-Subgruppen	50
3.2.3.1	90-jährige und ältere Patienten (über-89-jährige-Patienten).....	50
3.2.3.2	Patienten mit Re-Operation	51
3.2.3.3	Patienten mit Herztransplantation (HTX).....	51
3.2.3.4	Patienten mit mechanischem Kreislaufunterstützungssystem.....	52
3.2.4	Lebensalter als Einflussfaktor	53

4	Diskussion	57
4.1	Blutprodukte	57
4.1.1	Zeitliche Entwicklung von Transfusionshäufigkeit und -menge.....	58
4.1.2	Transfusionshäufigkeit	59
4.1.3	Erythrozytenkonzentrate	59
4.1.3.1	Vergleich der perioperativen EK-Gabe (2000-2009)	60
4.1.3.2	Vergleich intra- und postoperativen EK-Gabe (2000-2004).....	64
4.1.3.3	Hämoglobin-Wert (Hb-Wert) bei Verlegung	64
4.1.4	Fresh Frozen Plasma (FFP).....	65
4.1.5	Thrombozytenkonzentrate (TK).....	65
4.2	Weitere Ergebnisse	66
4.2.1	Demografie	66
4.2.1.1	Operation.....	66
4.2.1.2	Patientenkollektiv.....	67
4.2.1.3	Verweildauer auf der Intensivstation HCI	68
4.2.1.4	Letalität.....	68
4.2.1.5	Vergleich der häufigsten OP-Verfahren	72
4.2.2	Jahresvergleiche.....	73
4.2.3	Subgruppen	75
4.2.3.1	90-jährige und ältere Patienten (über-89-jährige Patienten).....	75
4.2.3.2	Patienten mit Re-Operation	75
4.2.3.3	Patienten mit Herztransplantation (HTX).....	75
4.2.3.4	Patienten mit mechanischem Kreislaufunterstützungssystem.....	76
4.2.4	Lebensalter als Einflussfaktor	76
4.3	Abschließende Bewertung	77
4.3.1	Stärken	77
4.3.2	Limitationen	78
4.3.3	Ausblick	79
5	Zusammenfassung	81
6	Literaturverzeichnis	83
7	Abbildungsverzeichnis	91
8	Tabellenverzeichnis	93
9	Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme	95
10	Danksagung	98

1 Einleitung

Anmerkung: Zugunsten einer besseren Lesbarkeit des Textes beinhaltet die Angabe der männlichen Person (z. B. Patient) jeweils auch die weibliche Person (z. B. Patientin).

1.1 Herzkllinik Augustinum

Die 1995 eröffnete Herzkllinik der Universität München am Augustinum ist eine Kooperationseinrichtung des Universitätsklinikums Großhadern mit der Klinik Augustinum München. Die Leitung des herzchirurgischen Bereichs hatte im Studienzeitraum Herr Prof. Dr. med. Dr. h.c. B. Reichart inne. Der anästhesiologische Bereich sowie die Intensivstation waren dem Fachbereich Anästhesiologie (seit September 2008 unter der Leitung von Chefarzt Prof. Dr. med. B. Zwißler, davor Prof. Dr. med. Dr. h.c. K. Peter) des Universitätsklinikums Großhadern unterstellt und wurden von Herrn PD Dr. med. E. Kilger als leitendem Oberarzt geführt.

Leistungsübersicht für den Studienzeitraum:

- 2 Operationssäle
- ca. 800 herzchirurgische Operationen pro Jahr
- Intensivstation HCI mit 10 Betten

1.2 Blutprodukte, Logistik und Risiken

Herzchirurgische Operationen weisen aufgrund der Größe des Eingriffs ein hohes Risiko für den Bedarf von Bluttransfusionen auf. Allogene Bluttransfusionen bergen immunologische und nicht-immunologische Risiken[1, 2], ein erhöhtes Infektions-[3, 4] und Ischämierisiko[5, 6], das Risiko von Transfusionszwischenfällen und Fehltransfusionen[7] sowie die mögliche Beeinträchtigung von Lungen- und Nierenfunktion[8], welche sich negativ auf das Patientenoutcome auswirken können. Auch wird die Entstehung neurologisch-psychiatrischer Defizite[9, 10] mit Fremdbluttransfusionen assoziiert.

An der Herzkllinik der Universität München am Augustinum wird ein möglichst Fremdblut sparendes Vorgehen angestrebt. Dazu gehören unter anderem der intraoperative Einsatz der Cell Saver Technologie sowie eine entsprechende Weiterentwicklung der OP-Verfahren.

An der Herzkllinik Augustinum besteht folgende organisatorische Besonderheit: Durch die organisatorische Zugehörigkeit zum Universitätsklinikum Großhadern werden

Laborleistungen und Blutprodukte (für diese Studie relevant: Erythrozytenkonzentrate EK, Fresh-Frozen-Plasma FFP und Thrombozytenkonzentrate TK) von dort bezogen. Aufgrund der räumlichen Trennung müssen alle Proben (ausgenommen Blutgasanalyse inklusive Hämoglobin-Messung) und Blutprodukte von einem externen Dienstleister zwischen beiden Standorten transportiert werden. Die dafür benötigte Vorlaufzeit ist im klinischen Alltag zu berücksichtigen. Aus diesem Grund ist eine vorausschauende Planung im Augustinum besonders wichtig.

1.3 Zielsetzung

Ziel dieser Studie war die retrospektive Analyse der im Zeitraum 1. Januar 2000 bis 24. November 2009 auf der Intensivstation HCI behandelten Patienten mit Schwerpunkt auf den Zusammenhang zwischen dem Transfusionsbedarf (insbesondere von EK) und Parametern zu Patient, Eingriff und perioperativem Verlauf.

Des Weiteren wurden relevante Veränderungen der untersuchten Parameter im Studienzeitraum dargestellt. Zur besseren Verständlichkeit erfolgte eine vorwiegend deskriptive Darstellung der erhobenen Parameter.

2 Material und Methoden

2.1 Aufbau der Datenbank und Datenerhebung

Grundlage dieser Arbeit bildeten zehn mit Microsoft Excel erstellte Datenbanken (eine Datenbank pro Jahr für die Jahre 2000 bis 2009), die als Teil der regulären Dokumentation im Rahmen der Patientenversorgung von den Stationsärzten der Intensivstation bei Aufnahme eines Patienten angelegt und bei Entlassung ergänzt wurden. Da die vorliegende Arbeit eine retrospektive Auswertung bereits vorhandener Daten darstellt und sich der Aufbau der Datenbank jährlich leicht veränderte, waren nicht alle in den einzelnen Datenbanken erhobenen Parameter für alle untersuchten Jahre vorhanden.

Für diese Studie wurden die Datenbanken der Jahre 2000 bis 2009 (Stichtag 24. November 2009) zu einer Datenbank zusammengefasst und fehlende Daten anhand der Patientenakten ergänzt. Nicht eruierbare Daten wurden gesondert gekennzeichnet und in die statistische Auswertung nicht miteinbezogen.

Aus Datenschutzgründen wurde die Datenbank durch Aufteilung in 2 separate Datenbanken vor der statistischen Auswertung anonymisiert. Dadurch war aus der für die Auswertung verwendeten Datenbank ohne die zweite Datenbank (mit Namen und Geburtsdatum) kein Rückschluss auf einzelnen Patienten möglich.

2.2 Ein- und Ausschlusskriterien der Studie

Alle im Zeitraum 1. Januar 2000 bis 24. November 2009 auf der herzchirurgischen Intensivstation HCI in der Herzklinik Augustinum aufgenommenen Patienten wurden während ihres Aufenthaltes in der Datenbank erfasst. Jede Patientenaufnahme wurde durch einen Datensatz dargestellt. Für bereits auf andere Stationen verlegte Patienten, die aufgrund einer Reoperation (zeitnah) wieder aufgenommen werden mussten, wurde ein neuer Datensatz erstellt.

7920 Patienten wurden in die Auswertung eingeschlossen. 27 Patienten wurden ausgeschlossen:

- bei 18 Patienten war der Grund der Aufnahme keine herzchirurgische Operation
- 6 Patienten wurden in der Datenbank erfasst, obwohl sie bereits im OP-Saal verstarben und keine Aufnahme auf die Intensivstation erfolgte
- bei 3 Patienten war die Dokumentation bei entscheidenden Parametern zur Bluttransfusion unvollständig

2.3 Beschreibung des Standard-Vorgehens

Hinweis: Die Abläufe in den folgenden Unterpunkten beschreiben Standards bei elektiven Eingriffen im Studienzeitraum. Abweichungen sind patientenabhängig möglich und bei dringenden bzw. Notfall-Eingriffen als gegeben anzusehen.

2.3.1 Präoperatives Vorgehen

Bei der stationären Aufnahme vor einem herzchirurgischen Eingriff liegen in der Regel folgende Vorbefunde vor:

- EKG-Befund (samt - sofern vorhanden - Befund eines vorangegangenen Belastungs-EKGs)
- Befund der Lungenfunktionsprüfung
- Labor: Blutbild, Gerinnungs-, Leber- und Nierenfunktionswerte, Elektrolyte
- Röntgen-Thorax-Befund
- Abdomen-Sonografie-Befund
- Echokardiografie-Befund
- Herzkatheter-Befund

Die Aufklärung über die Operation erfolgt durch einen Herzchirurgen. Ein Anästhesist informiert die Patienten über das Narkoseverfahren, den postoperativen Aufenthalt auf der Intensivstation HCI sowie die Prämedikation und führt eine Risikoeinstufung anhand der Vorerkrankungen und einer körperlichen Untersuchung durch.

2.3.2 Anästhesie

Am Vorabend der Operation erhalten Patienten in der Regel 2 mg Noctamid (Lormetazepam) per os und bei Abruf in den OP 7,5 mg Midazolam per os als Prämedikation.

Im Einleitungsraum wird die Überwachung mittels EKG-Elektroden, Blutdruckmanschette und Pulsoxymetrie aufgenommen. Alle Patienten erhalten standardmäßig einen peripher-venösen Zugang.

Noch vor Narkoseeinleitung wird ein arterieller Zugang, in der Regel in der Arteria radialis, zur kontinuierlichen Blutdrucküberwachung und zur Entnahme arterieller Blutproben angelegt. Außerdem wird eine arterielle Blutgasanalyse bei Raumluft als Vergleichswert durchgeführt.

Bei pektanginösen Beschwerden vor der Narkoseeinleitung wird Nitroglycerin i.v. verabreicht.

Die intravenöse Narkoseeinleitung erfolgt nach ausreichender Präoxygenierung mit 50 µg Sufentanil als Bolus, gefolgt von 10-15 mg Midazolam sowie 8 mg Pancuronium.

Die Patienten wurden oral endotracheal intubiert, anschließend volumenkontrolliert mit 6-10 ml/kg Körpergewicht bei einem PEEP von 5-10 mmHg beatmet, gesteuert nach den Ergebnissen der Blutgasanalysen und der Kapnometrie.

Blutdruckabfälle werden mittels Volumen- und Noradrenalingabe (Dosierung nach Wirkung) über Perfusor kompensiert.

Nach der Narkoseeinleitung erfolgt die Punktion der Vena jugularis interna für einen zentralen Venenkatheter (zur Messung des zentralvenösen Druckes und Verabreichung vasoaktiver Substanzen) sowie einer venösen Schleuse (als großer venöser Zugang und zur etwaigen Einschwemmung eines Pulmonalkatheters). Zusätzlich erfolgt die Anlage eines Blasenkatheters, einer Temperatursonde und eventuell einer Magensonde. Im Operationssaal wird der Patient in Rückenlage mit anliegenden Armen gelagert.

Zur Aufrechterhaltung der Narkose wird intraoperativ Isofluran (Zielwert: 0,8-1,0% endexpiratorisch) sowie kontinuierlich 50-100 µg/h Sufentanil i.v. verabreicht.

Weitere intraoperativ eingesetzte Medikamente sind:

- Jonosteril- bzw. Ringer-Lösung, NaCl 0,9%, HAES 6%.
- Antibiotikum: Cefuroxim 3 g nach Narkoseeinleitung sowie 1,5 g nach dem Entwöhnen von der Herz-Lungen-Maschine (HLM)
- Tranexamsäure (seit 2007): 2 g als Bolus sowie im OP-Verlauf weitere 2-4 g (insgesamt 4-6 g)
- Aprotinin (bis 2007): 2 Mio. KIE + 1 Mio. KIE
- Bei Vorliegen bestimmter Kriterien, wie präoperative Ejektionsfraktion < 40 %, Bypassoperation mit mindestens 4 geplanten Bypässen oder Kombinationseingriff (als Hinweis auf eine EKZ-Dauer > 97 Minuten), wurde Hydrocortison als SIRS-Prophylaxe intravenös verabreicht[11, 12]: 100 mg über 10 Minuten vor Narkoseeinleitung, gefolgt von 10 mg/h über 24 Stunden am 1. postoperativen Tag, 5 mg/h am 2., 3 x 20 mg p.o. am 3. und 3 x 10 mg p.o. am 4. postoperativen Tag.

Abhängig vom Zustand des Patienten und Umfang des Eingriffs werden zusätzlich unter anderem die transösophageale Echokardiographie (TEE), eine intraaortale Ballongegenpulsation (IABP), ein Pulmonalarterienkatheter (alternativ PiCCO) sowie ein Cellsaver zur Reduktion des Fremdblut-Bedarfs eingesetzt.

2.3.3 Herzchirurgie

Nach Freigabe durch die Anästhesie wird der OP-Bereich desinfiziert und steril abgedeckt. Der operative Zugang erfolgt in der Regel mittels medianer Sternotomie.

Auf das chirurgische Vorgehen nach Anschluss an die Herz-Lungen-Maschine (HLM) wird im Folgenden nur kurz eingegangen: Bei CABG (Bypass-Operation mit HLM) wird das entnommene Graft (in der Regel Arteria thoracica interna, alternativ Beinvene) als Überbrückung der Engstelle der Koronararterien eingenäht. Bei Klappenoperation erfolgt die Rekonstruktion der Klappen oder der Ersatz durch biologische oder mechanische Herzklappen. Das Vorgehen bei sonstigen Operationen, wie Herztransplantationen oder der Einsatz von Assist Devices, wird hier nicht weiter beschrieben.

Bei OPCAB (off pump coronary artery bypass), einem minimal-invasiven Verfahren für (ein- und mehrfach) Bypass-Operationen, wird ohne HLM am schlagenden Herzen operiert. Dazu fixieren Saugglocken (z. B. "Octopus" genannt) den OP-Bereich des Herzen um die Bypassgefäße einnähen zu können. Ähnlich CABG (coronary artery bypass graft, hier: Bypass-Operation mit HLM) wird auch hier die Engstelle mittels homologem Gefäßgraft überbrückt. Da bei schlagendem Herzen die Koronararterien durchblutet sind, kann für die Dauer der Gefäßannaht ein Kunststoffshunt in das Gefäß eingebracht werden um die Durchblutung nachfolgender Areale zu gewährleisten.

Zur Therapie eventueller postoperativer Rhythmusstörungen, werden vor Verschluss des Thorax sowohl der rechte Vorhof (außer bei chronischem Vorhofflimmern) als auch der linke Ventrikel über Pacer-Drähte mit einem externen Schrittmacher verbunden. Nach dem Anlegen der Thoraxdrainagen erfolgen die Verdrahtung des Sternums sowie der Wundverschluss.

2.3.3.1 Herz-Lungen-Maschine (HLM)

Die ca. 1,5 Liter Priming Volume der Herz-Lungen-Maschine bestehen aus einer Kombination von kolloidalen (wie Gelafundin oder Voluven) und kristallinen Lösungen (wie Jonosteril oder NaCl) mit 1000 mg Tranexamsäure (seit 2007, davor mit Aprotinin), 10.000 I.E. Heparin sowie 250 ml Mannitol 20%.

Vor der aortalen Kanülierung erfolgt die Gabe von Heparin um eine ACT (activated clotting time) von > 480 sec. zu erzielen. Nach Beendigung der extrakorporalen Zirkulation wird durch Infusion von Protamin (dosisäquivalent zu Heparin) die Blutgerinnung wieder normalisiert (das heißt, die Ziel-ACT entspricht danach wieder dem Ausgangswert).

Kanüliert werden die Vena cava oder der rechte Vorhof für die venöse Ableitung und die Aorta ascendens für die arterielle Zuleitung sowie ein sogenannter "Vent" um Blut aus den Ventrikeln absaugen und ein weiterer "Vent" um die Kardioplegie-Lösung zuführen zu können. Nach Abklemmung der Aorta erfolgt die Infusion einer kalten kardioplegischen Lösung (hyperkaliäm) über die Koronargefäße.

Hauptaufgaben der HLM sind die Organperfusion sowie der Gasaustausch (CO₂-Elimination, O₂-Anreicherung), außerdem noch die Temperaturregulation mit dem Ziel einer moderaten therapeutischen Hypothermie zur cerebroprotektiven Reduktion des O₂-Bedarfs.

Bei einem totalem Bypass (gesamte Blutmenge über HLM, kein Blut im Lungenkreislauf) ist eine Beatmung während der extrakorporalen Zirkulation nicht notwendig, jedoch wird meist zur Vermeidung von Atelektasen mit ca. 10% des Atemminutenvolumens weiter beatmet. Zur Aufrechterhaltung der Narkose wird Isofluran über die HLM, intravenöse Medikamente weiterhin über den zentralvenösen Katheter oder ebenfalls über die HLM zugeführt.

Bei einem partiellem Bypass (Großteil der Blutmenge über HLM, jedoch kleiner Teil über Lungenkreislauf) wird zunehmend beatmet. Dies betrifft hauptsächlich die Übergangsphasen vor und nach totalem Bypass.

Nach Abschluss der Versorgung am Herzen wird der Patient mittels HLM wieder erwärmt sowie etwaige verbliebene Kardioplegie-Lösung und Luft abgesaugt. Der Herzrhythmus setzt in der Regel nach Öffnen der Aortenklemme selbständig wieder ein. Ist dies nicht der Fall, muss eine Defibrillation oder gegebenenfalls eine Schrittmacherstimulation über die epikardialen Sonden erfolgen.

Postoperativ erfolgt die Verlegung der Patienten auf die herzchirurgische Intensivstation HCI.

2.4 Erhobene Parameter

2.4.1 Patientenkollektiv

Die eingeschlossene Studienpopulation umfasst 7920 Patienten. Diese wurden anhand ihres Alters (unter 40, 40 bis 49, 50 bis 59, 60 bis 69, 70 bis 79, 80 Jahre und älter) am Tag des herzchirurgischen Eingriffs und ihres Geschlechts (männlich, weiblich) in Gruppen unterteilt.

2.4.2 Operation

2.4.2.1 Eingriff und OP-Code

Die herzchirurgischen Eingriffe wurden zur vereinfachten Auswertung in folgende Gruppen unterteilt:

- Bypass-Operationen mit Herz-Lungen-Maschine ("CABG")
- Eingriffe an den Herzklappen ("Klappe")
- Kombinationseingriffe (gleichzeitige Bypass- und Herzklappen-Operationen; "Kombi")
- Bypass-Operationen in OPCAB-Technik, das heißt ohne Herz-Lungen-Maschine ("OPCAB")
- Sonstige herzchirurgische Eingriffe, die nicht in die oben genannte Gruppen fallen ("Sonstige")

Zusätzlich wurden Patienten mit Herztransplantation sowie mit mechanischen Kreislaufunterstützungssystemen (ECMO, Berlin-Heart, Novacor, ECLA, Abiomed) separat betrachtet (siehe 3.2).

Unter dem Begriff "Standardoperationen" wurden Bypass-, Klappen- und Kombinationseingriffe zusammengefasst, da diese die höchste Vergleichbarkeit aufwiesen.

2.4.2.2 Zeitdauer von Abklemmung und Extrakorporaler Zirkulation (EKZ)

Bei Operationen mit HLM wurden folgende Parameter erfasst:

- Zeitraum zwischen Abklemmung der Aorta und Lösen der Klemme in Minuten
- Anzahl Minuten, die der Patient an die HLM angeschlossen war (= EKZ)

Wenn keine HLM zum Einsatz kam (wie beispielsweise bei OPCAP) wurden beide Werte mit Null codiert.

2.4.2.3 Präoperativer Zustand des Patienten

Die präoperative hämodynamische Stabilität sowie die Dringlichkeit der Operation (z. B. notfallmäßig bei akutem myokardialen Ereignis) wurde nur für einzelne Jahre in der Datenbank dokumentiert. Die Wertung erfolgte durch den aufnehmenden Arzt.

2.4.3 Aufenthaltsdauer Intensivstation HCI

Die Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation HCI wurde nach Kalendertagen berechnet.

Beispiele:

Aufnahme 1.1.2000 - Verlegung 1.1.2000 = 1 Tag

Aufnahme 1.1.2000 - Verlegung 2.1.2000 = 2 Tage (1.1. + 2.1.)

Nicht berücksichtigt wurde, wohin der Patient nach seiner Entlassung verlegt wurde (andere Intensivstation, Normalstation etc.). Für Patienten, die auf der Intensivstation HCI verstorben sind, wurde das Todesdatum als Verlegungsdatum definiert.

2.4.4 ICU-Scores

2.4.4.1 Higgins score

Der Cleveland Clinic Score, nach seinem Erstbeschreiber auch als Higgins score[13] bekannt, wurde 1992 zur Einschätzung des präoperativen Patientenzustandes vor Bypass-Operationen entwickelt. In der Herzklinik am Augustinum wurde er in den Jahren 2002 bis 2008 standardmäßig bei allen herzchirurgischen Patienten präoperativ erhoben und ermöglichte eine präoperative Risikoabschätzung bezüglich perioperativer Morbidität und Letalität.

Der Higgins score berücksichtigt folgende Risikofaktoren anhand ihres Einflusses auf die postoperative Morbidität (kardial, prolongierte Beatmung, zentrales Nervensystem, Nierenversagen, Infektion) und Letalität:

Präoperative Einflussfaktoren	Punkte
Notfall-Eingriff (instabile Angina, instabile Hämodynamik, medikamentös nicht beherrschbare ischämische Klappen-Dysfunktion)	6
Serum-Kreatinin im Bereich 140 - 167 µmol/l	1
Serum-Kreatinin ≥ 168 µmol/l	4
Schwer beeinträchtigte linksventrikuläre Pumpfunktion (EF < 35%)	3
Reoperation (mind. 1 vorangegangene Herzoperation)	3
Funktionelle Mitralklappeninsuffizienz	3
Alter im Bereich 65 - 74 Jahre	1
Alter ab 75 Jahre	2
Zustand nach gefäßchirurgischem Eingriff	2
COPD (Patient benötigt Bronchodilatoren)	2
Anämie (Hämatokrit ≤ 0,34)	2
Funktionelle Aortenklappenstenose	1
Gewicht ≤ 65 kg	1
Diabetes, unter oraler oder Insulin-Therapie	1
Cerebrovaskuläre Erkrankung	1
SUMME	0 bis 31

Tabelle 1 Kriterien Higgins score

2.4.4.2 EuroSCORE

Der EuroSCORE (European System for Cardiac Operative Risk Evaluation) ist ein weltweit häufig eingesetztes Modell zur Abschätzung des perioperativen Letalitätsrisikos bei herzchirurgischen Eingriffen und berechnet sich wie folgt:[14]

	Kriterium	Punkte	Anmerkung
Patient	Alter	1	je 5 Jahre (oder weniger) über 60 Jahre
	Geschlecht	1	weiblich
	COPD	1	Langzeitanwendung von Bronchodilatoren oder Steroiden
	Extrakardiale Arterienerkrankung	2	bei Vorliegen einer der folgenden Symptome/Erkrankungen: Claudicatio, Arteria carotis interna Verschluss oder Stenose 50%, vorausgegangene oder indizierte Operation an der Aorta, den Arterien der unteren Extremität oder den Carotiden
	Neurologische Erkrankungen	2	Erkrankungen, die die Fortbewegung oder den Alltagsablauf einschränken
	Vorangegangene Perikarderöffnung	3	
	Serum-Kreatinin	2	>200 µmol/l präoperativ
	Akute Endokarditis	3	mit andauernder Antibiotika-Therapie
	Kritischer präoperativer Zustand	3	mind. 1 der folgenden Kriterien: Z.n. mechanischer Reanimation, Beatmung, präop. IABP, präop. katecholaminpflichtig, Nierenversagen, Oligurie < 10 ml/h, Kammertachykardie, Kammerflimmern, Asystolie
Kardial	Instabile Angina pectoris	2	benötigt i.v. Nitroglycerin bis zur Narkoseeinleitung
	Eingeschränkte EF	1 3	30 - 50% < 30%
	Frischer Myokardinfarkt	2	< 90 Tage
	Pulmonale Hypertonie	2	systolischer pulmonalarterieller Druck > 60 mmHg
Operation	Notfall	2	OP sofort oder vor Beginn des nächsten Arbeitstages
	Kein isolierter CABG-Eingriff	2	Kombinationseingriff oder anderer Eingriff (außer CABG)
	Thorakaler Aorteneingriff	3	
	Postinfarkt-Septumruptur	4	
SUMME		0 bis 45	

Tabelle 2 Kriterien EuroSCORE

Die Punkte werden addiert und die Patienten dadurch präoperativ in 3 Risikogruppen unterteilt: (in Klammer: Letalitätsrate dieser Patientengruppe in der ursprünglichen Studie[14])

- 0 bis 2 Punkte: niedriges Risiko (0,8% verstorben)
- 3 bis 5 Punkte: mittleres Risiko (3,0% verstorben)
- 6 und mehr Punkte: hohes Risiko (11,2% verstorben)

Bei Patienten mit sehr hohem Risiko kann zur besseren Risikoeinschätzung alternativ zur additiven Berechnung eine logistische Berechnung angewandt werden. Im Rahmen

dieser Studie wurde jedoch ausschließlich mit dem additiven EuroSCORE für die Jahre 2008 und 2009 gearbeitet.

2.4.4.3 SOFA score

Der SOFA score (Sepsis-related Organ Failure Assessment)[15] wurde 1996 von der European Society for Intensive Care Medicine (ESICM) entwickelt, um ein sich entwickelndes Multiorganversagen beim intensivmedizinischen Patienten frühzeitig zu erkennen. Dazu werden den Organfunktionen Respiration, Blutgerinnung, Leber, Kardiovaskulär, Zentrales Nervensystem (ZNS) und Niere Funktionsparameter zugeordnet und anhand ihres Einflusses gewichtet:

SOFA score	1	2	3	4
Respiration: PaO ₂ /FiO ₂ mmHg	< 400	< 300	< 200 (beatmet)	< 100 (beatmet)
Blutgerinnung: Thrombozyten 10 ³ /mm ³	< 150	< 100	< 50	< 20
Leber: Bilirubin mg/dl	1,2-1,9	2,0-5,9	6,0-11,9	> 12,0
Kardiovaskulär: Hypotonie (Dosis in µg/kg*min)	MAP < 70 mmHg	Dopamin ≤ 5 oder Dobutamin (Dosis egal)	Dopamin > 5 oder Epinephrin ≤ 0,1 oder Norepinephrin ≤ 0,1	Dopamin > 5 oder Epinephrin > 0,1 oder Norepinephrin > 0,1
ZNS: Glasgow Coma Scale	13-14	10-12	6-9	<6
Niere: Kreatinin mg/dl oder Urinausscheidung	1,2-1,9	2,0-3,4	3,5-4,9 < 500 ml/Tag	>5,0 < 200 ml/Tag

Tabelle 3 Kriterien SOFA score

Im Rahmen des Stationsbetriebes wurden in den Jahren 2005 bis 2009 die Werte täglich für jedes Organsystem einzeln erhoben und in die Behandlungsentscheidungen miteinbezogen. In die (für diese Studie ausgewertete) Datenbank wurde jedoch nur der höchste während des Aufenthaltes auf der Intensivstation HCI erzielte (über alle Organfunktionen summierte) Tageswert (von 0 bis 24 Punkten) eingegeben.

2.4.4.4 SAPS II

Der Simplified acute physiology score II (SAPS II)[16] ist eine Abwandlung des 1984 publizierten SAPS scores[17] und erlaubt die Abschätzung des Letalitätsrisikos intensivmedizinischer Patienten anhand folgender 17 Kriterien, die mit jeweils 0-26 Punkten bewertet werden:

- Alter
- Herzfrequenz

-
- Systolischer Blutdruck
 - Körpertemperatur
 - bei Beatmung oder nicht-invasiver Beatmung P_aO_2
 - Urinproduktion (in l/24 Stunden)
 - Laborwerte: Harnstoff, Leukozytenzahl, Kalium, Natrium, Bikarbonat, Bilirubin
 - Glasgow Coma Score
 - Chronische Erkrankungen
 - Art der Aufnahme (geplant oder ungeplant)

SAPS II wird in der Regel einmalig für die ersten 24 Stunden nach Aufnahme auf die Intensivstation berechnet. Im Rahmen der postoperativen intensivmedizinischen Behandlung der Studienpatienten wurden jedoch im Rahmen der Routine-Datenerhebung täglich die Maximalwerte erhoben und diese über die Aufenthaltsdauer (ausgenommen Verlegungstag, sofern der Aufenthalt mindestens 2 Tage umfasste) summiert. Dieser Summenwert (vorhanden für die Jahre 2000 bis 2009) wurde in die Auswertung dieser Studie miteinbezogen.

Anzumerken ist, dass bei der Erstellung des SAPS-Scores keine herzchirurgische Patienten berücksichtigt wurden.

2.4.4.5 TISS-28

Das 1974 von Cullen et al.[18] entwickelte und 1983 von Keene et al.[19] aktualisierte Therapeutic Intervention Score System (TISS, heute im Vergleich zu aktuelleren Scores auch TISS-76 genannt) beurteilt den Pflegeaufwand auf Intensivstationen anhand von 57 Pflegeverrichtungen. Ursprünglich wurde dieser Score u.a. zur Einschätzung der Erkrankungsschwere intensivmedizinischer Patienten aufgrund des Pflegebedarfs entwickelt. Obwohl der TISS auf medizinischer Ebene durch andere Scores abgelöst wurde, wird er aufgrund seiner - vorzugsweise im Management-Bereich (Stellenschlüssel Intensivpflegepersonal, Kostenanalysen, Benchmarking verschiedener Intensivstationen und Institutionen) liegenden - Stärken weiterhin erhoben.

Im Rahmen der Studie wurde der 1996 von Miranda et al.[20] vereinfachte TISS-28 verwendet. Er erlaubt vergleichbare Aussagen bei deutlich reduziertem Erfassungsaufwand. Dabei wurden für die Jahre 2000 bis 2009 folgende 13 Aktivitätengruppen erhoben:

- Basismonitoring
- Durchführung von Labor- und Blutgasanalysen
- Medikamentengabe

-
- Verbandwechsel
 - Beatmung
 - Atemunterstützung (bei Beatmung oder Spontanatmung)
 - Pflege künstlicher Atemwege
 - Gabe vasoaktiver und/oder antiarrhythmischer Medikamente
 - Parenterale Volumengabe
 - Erweitertes kardiales Monitoring
 - Nierenersatztherapie
 - Sonstige ICU-Interventionen
 - Interventionen außerhalb ICU (z. B. Operation, Diagnostik)

Patienten werden bei TISS-28 anhand ihres Pflegeaufwandes in 4 Kategorien (1-20, 20-35, 35-60, > 60 Punkte innerhalb eines Erfassungszeitraumes von 24 Stunden) eingeteilt. Zum Vergleich: eine Intensivpflegekraft kann in einer 8-Stunden-Schicht nach Cullen[18] ungefähr 40 bis 50 TISS-76-Punkte, nach Miranda[20] ca. 46 TISS-28-Punkte leisten.

Abweichend dazu war in der für die Durchführung dieser Studie vorliegenden Datenbank nur die Summe aller Tageshöchstwerte (außer Verlegungstag, sofern der Aufenthalt auf der Intensivstation HCI länger als 1 Tag war) eingetragen.

2.4.5 Blutprodukte

Die Gabe folgender Blutprodukte wurde im Rahmen dieser Studie ausgewertet:

- Erythrozytenkonzentrate (EK; 1 Beutel enthält ca. 300 ml)
- Fresh Frozen Plasma (FFP; 1 Beutel enthält ca. 250 ml)
- Thrombozytenkonzentrate (TK; 1 Beutel enthält ca. 300 ml)

Für den Blutprodukte-Verbrauch wurden sowohl die intraoperativ als auch die auf der Intensivstation HCI gegebenen EK, FFP und TK gezählt.

2.4.6 Kardiale Parameter

2.4.6.1 Auswurfraction (EF, Ejektionsfraction)

Die Ejektionsfraction erlaubt als Beziehung zwischen Schlagvolumen und enddiastolischem Volumen eine Aussage über die linksventrikuläre Pumpfunktion des Herzens. Die Bestimmung kann sowohl invasiv im Rahmen einer Herzkatheteruntersuchung als auch nicht-invasiv mittels Echokardiographie erfolgen.

Für eine strukturierte Auswertung wurden die Patienten anhand ihrer EF in 4 Kategorien eingeteilt: nicht (EF \geq 55%), leicht (EF 45 - 54%), mittelschwer (EF 30 - 44%) oder schwer (EF $<$ 30%) eingeschränkte Pumpfunktion.

2.4.6.2 Vorhofflimmern (VHF)

Bezüglich VHF wurden folgende Parameter erfasst:

- präoperatives VHF (VHF entweder im präoperativen EKG oder aus der Krankengeschichte bekannt)
- postoperatives VHF (mindestens einmal VHF während des Aufenthaltes auf der Intensivstation HCI)
- postoperativ neu aufgetretenes VHF (postoperatives VHF ohne vorangegangenes präoperatives VHF)

2.4.7 *Beatmung*

2.4.7.1 Beatmungsdauer

Die intraoperative Beatmungsdauer wurde für diese Datenbank nicht erhoben. Somit umfasst die analysierte Beatmungsdauer für Patienten, die intubiert und beatmet vom OP übernommen wurden, die Zeit zwischen postoperativer Aufnahme auf die Intensivstation und Extubation, gemessen in Stunden. Bei einer Reintubation wurde die Zeit zwischen Reintubation und Extubation hinzu addiert.

Patienten die spontan atmend aus dem OP übernommen wurden hatten demnach eine Beatmungsdauer von 0 Stunden.

2.4.7.2 Nichtinvasive Beatmung

CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) bzw. NPPV (Noninvasive Positive Pressure Ventilation) sind Formen der Atemunterstützung mittels dichtsitzender Maske. Eingesetzt werden sie auf der Intensivstation zur Entwöhnung (Weaning) von der Beatmung[21] sowie zur Reduktion der Atemarbeit spontan atmender Patienten mittels positivem endexpiratorischem Druck (PEEP).[22, 23]

2.4.7.3 Reintubation

Eine Reintubation wird unter anderem durchgeführt, wenn nach erfolgter Extubation die Spontanatmung, eventuell in Kombination mit CPAP/NPPV, für eine adäquate Oxygenierung nicht ausreicht, sowie bei Reoperationen, Reanimationen, starken Blutungen etc.

In der Datenbank wurde dokumentiert, ob eine Reintubation durchgeführt wurde, nicht jedoch, wann und wie oft.

2.4.7.4 Punktionstracheotomie

Eine Punktionstracheotomie wird bei Patienten, bei denen von einer längerfristigen Beatmung ausgegangen wurde, die jedoch nicht dauerhaft eine Atemkanüle tragen sollen, durchgeführt.

Unter fiberoptischer Kontrolle (Bronchoskop) wird die Trachea mit einer Kanüle punktiert, darüber in Seldinger-Technik ein Führungsdraht eingeführt, über diesen mittels Dilatator die Einstichstelle gedehnt und das Tracheostoma eingelegt.

2.4.8 Weitere Invasive Maßnahmen

Der Einsatz folgender invasiver Therapiemaßnahmen wurde im Rahmen der Studie analysiert.

2.4.8.1 Intraaortale Ballongegenpulsation (IABP)

Die IABP dient der verbesserten Koronarperfusion und Nachlastsenkung bei schwerer Herzinsuffizienz nach Herzinfarkt oder herzchirurgischen Operationen.[24]

Der Ballonkatheter wird über die Arteria femoralis in Seldinger-Technik eingeführt und die Spitze in der Regel bis knapp unter den Arteria subclavia-Abgang der Aorta descendens vorgeschoben. In der Diastole wird der Ballon durch ein Steuergerät aufgeblasen, der arterielle Mitteldruck dadurch stark gesteigert. Vor der Systole wird der Ballon schlagartig entleert, dies führt zur Nachlastreduktion.

2.4.8.2 Extrakorporale Membranoxygenation (ECMO)

Diese Geräte übernehmen kurzfristig die Herz- und/oder Lungenfunktion und ähneln vom Funktionsprinzip der HLM. Dabei stehen zwei Verfahren zur Blutzirkulation zur Verfügung: veno-venös (wenn Oxygenationsprobleme im Vordergrund stehen) und veno-arteriell (zur Entlastung des Herzens als mechanisches Kreislaufersatzverfahren).

2.4.8.3 Nierenersatzverfahren

Als Nierenersatzverfahren bei akutem oder chronischem Nierenversagen kommt bei hämodynamisch stabilen Patienten die intermittierende Hämodialyse (intHD), bei hämodynamisch instabilen Patienten bzw. Patienten unter Katecholamintherapie die kontinuierliche veno-venöse Hämodiafiltration (CvvHDF) zum Einsatz. Die CvvHDF wird außerdem zur Therapie der Laktatazidose eingesetzt.

2.4.8.4 Rethorakotomie

Erfasst wurde in dieser Kategorie, ob aufgrund von Komplikationen (Bypass-Verschluss, Nachblutung, etc.) während des Aufenthaltes auf der Intensivstation HCI eine Revision durchgeführt werden musste.

Abgrenzung: Eine Rethorakothomie nach vorheriger herzchirurgischer OP bei einem früheren Aufenthalt fällt nicht in diese Kategorie, sondern wurde als "Sonstiger Eingriff" (eigenständiger Datensatz) gewertet.

2.4.8.5 Provisorischer Thoraxverschluss

Kommt es bei OP-Ende durch den Thoraxverschluss zur hämodynamischen Instabilität, kann der Thorax mittels eingenähter Kunststoffmembran unter sterilen Bedingungen provisorisch verschlossen werden. Der endgültige Verschluss der Operationswunde erfolgt erst nach Stabilisierung des Patientenzustandes.

2.4.9 ICU-Komplikationen

2.4.9.1 Exitus letalis

Der Tod eines Patienten während der intensivmedizinischen Behandlung wurde in der Datenbank erfasst.

2.4.9.2 Reanimation

Wenn bei einem Patienten aufgrund eines Herz-Kreislauf-Stillstandes eine Defibrillation und/oder kardiopulmonale Reanimation (CPR) durchgeführt wurde, wurde dies in der Datenbank (getrennt für OP-Saal und Intensivstation) für die Jahre 2000 bis 2004 erfasst.

2.4.9.3 Postoperatives Delir

Dem betreuenden Arzt oblag die Entscheidung, inwieweit postoperativ neu auftretende psychomotorische Unruhe sowie Störungen des Bewusstseins, der Wach- und Aufmerksamkeit als Delir gewertet wurden. Erfasst wurde dieser Parameter für die Jahre 2001 bis 2004.

2.4.10 Laborwerte

Von den während des Aufenthaltes auf der Intensivstation routinemäßig erhobenen Laborparametern wurden folgende in die Auswertung übernommen: [verfügbare Jahre]

- Hämoglobin-Wert (Hb; in g/dl): präoperativ [2001-2004] und bei Verlegung [2000-2009]

-
- Kreatinin (in mg/dl): präoperativ [2003-2009] und bei Verlegung [2003-2009]
 - CK-MB (in U/l): Maximalwert [2000-2009]
 - postoperatives IL-6 (in pg/ml): Maximalwert [2001-2009]
 - Laktat (in mmol/l): Maximalwert [2000-2009]

Normwerte sind abhängig von Alter und Geschlecht der Patienten und werden daher von der Klinischen Chemie für jeden Patienten individuell angegeben. Daher ist es nicht möglich, Normwerte für das gesamte Patientenkollektiv anzugeben.

2.4.11 Pharmakotherapie

Die Verabreichung nachfolgender Medikamente wurde dokumentiert. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ausgewertet, ob folgende Medikamente gegeben wurden, nicht jedoch, in welcher Dosierung und über welchen Zeitraum: [verfügbare Jahre]

- Das β -wirksame Katecholamin Adrenalin [2000-2009] bewirkt eine positive Inotropie und wird u.a. bei reduzierter kardialer Pumpfunktion eingesetzt.
- Das vorwiegend α -wirksame Katecholamin Noradrenalin [2000-2009] erhöht den peripheren Widerstand und wird daher bei Hypotonie und z. B. SIRS verabreicht.
- Hydrocortison [2001-2009] dient zur SIRS-Prophylaxe, insbesondere bei prolongierter extrakorporaler Zirkulation.

2.5 Statistische Auswertung

Die Dateneingabe erfolgte in Microsoft Excel (Version 2003). Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe von SPSS (Version 17.0 Release 17.01.2; März 11, 2009) und PASW Statistics (Version 18.0) durchgeführt.

Bei Ja-Nein-Parametern erfolgte die Testung auf statistische Signifikanz mittels Chi-Quadrat-Test, für stetige Parameter mit dem Mann-Whitney-U-Test. Wenn aufgrund zu geringer Fallzahlen die Signifikanz mit diesen beiden Tests nicht berechnet werden konnte, wurde aufgrund der dann im Verhältnis zur Gesamtpatientenzahl eingeschränkten Aussagekraft auf eine Signifikanztestung mit anderen Verfahren verzichtet. Dies wurde in den Tabellen mittels # gekennzeichnet. Ein Unterschied von $p < 0,05$ wurde als statistisch signifikant angesehen, bei multipler Testung wurde das entsprechend der Parameteranzahl angepasste p -Niveau in den Tabellenbeschriftungen angegeben ($p = 0,05 / \text{Parameteranzahl}$).

Die grafischen Darstellungen erfolgten mittels Microsoft Excel 2003 und SPSS (Version 17.0 Release 17.01.2; März 11, 2009).

3 Ergebnisse

Für die statistische Auswertung wurden die Patienten jenem Jahr zugerechnet, in dem die Aufnahme auf die Intensivstation HCI stattfand, dies entsprach im Allgemeinen dem OP-Tag (Beispiel: Aufenthalt 29.12.2000 - 3.1.2001 - Jahr 2000).

Bei 3 Patienten wurde weder Name noch Geschlecht in der Datenbank erfasst, daraus ergaben sich im Folgenden Differenzen zwischen der Gesamtpatientenzahl und der Summe aus männlichen und weiblichen Patienten, worauf bei den einzelnen Auswertungen nicht mehr gesondert hingewiesen wurde.

Patienten mit fehlenden Daten bei einzelnen Parameter wurden bei der statistischen Auswertung dieser Parameter ausgeschlossen. Daraus ergaben sich unterschiedliche Grundgesamtheiten für einzelne Parameter. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde daher bei der Signifikanzberechnung die Anzahl der vollständig vorhandenen Datensätze (die auch in die Berechnung miteinbezogen werden konnten) mitangegeben.

Zur übersichtlicheren Darstellung von Boxplots wurden Ausreißer und Extremwerte nicht in der Grafik dargestellt, sondern im Text die Maximal- und gegebenenfalls Minimalwerte angegeben.

Stetige Parameter wurden, sofern nicht anders erwähnt, im Format "Median (25./75. Perzentile)", wie z. B. 13 (5/17), dargestellt. Als signifikant galt ein p-Wert $< 0,05$. Wenn für eine Signifikanztestung mittels Chi-Quadrat-Test nicht genügend vollständige Datensätze vorlagen, wurde dies mit # gekennzeichnet.

3.1 Blutprodukte

3.1.1 Transfusionshäufigkeit

Der Anteil der Patienten, die mindestens eine Blutkonserve (EK, FFP oder TK) erhielten, stieg im Studienverlauf. Ebenso stieg jeweils der Anteil für EK-, FFP- und TK-Transfusionen (siehe Abbildung 1 und Tabelle 4).

Den Zusammenhang zwischen durchgeführtem OP-Verfahren und der Häufigkeit von Bluttransfusionen ist aus Abbildung 2, Tabelle 5 und Tabelle 6, der Zusammenhang zwischen Transfusionshäufigkeit und Patientenalter aus Abbildung 3 ersichtlich.

Tabelle 7 und Tabelle 8 zeigen den Zusammenhang zwischen perioperativen Parametern und der Häufigkeit von Bluttransfusionen. Dabei zeigten sich bei fast allen

untersuchten Parametern Unterschiede zwischen transfundierten und nicht-transfundierten Patienten.

Die unterschiedliche Transfusionshäufigkeit der Geschlechter ist aus Abbildung 4, Tabelle 9 und Tabelle 10 ersichtlich.

Tabelle 11 zeigt, dass sich die präoperative EF von transfundierten und nicht-transfundierten Patienten nur gering unterschied.

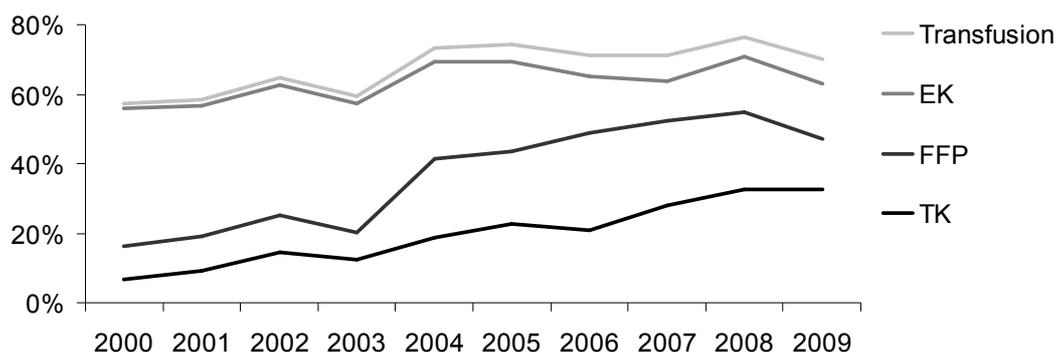


Abbildung 1 Anteil der transfundierten Patienten im Jahresvergleich

Parameter	2000	2009	Sign.
Bluttransfusion erhalten	494/861 (57,4%)	502/718 (69,9%)	<.001
EK erhalten	481/861 (55,9%)	453/718 (63,1%)	.004
FFP erhalten	139/861 (16,1%)	339/718 (47,2%)	<.001
TK erhalten	57/861 (6,6%)	235/718 (32,7%)	<.001

Tabelle 4 Vergleich der Transfusionshäufigkeit (2000 vs. 2009); p <.0125

Parameter	2000	2009	Sign.
CABG	293/527 (55,6%)	158/255 (62,0%)	.091
Klappe	66/127 (52,0%)	128/187 (68,4%)	.003
Kombi	60/74 (81,2%)	69/77 (89,6%)	.138
OPCAB	14/48 (29,2%)	27/92 (29,3%)	1.000
Sonstige	48/85 (56,5%)	71/107 (66,4%)	.161
Bypass	307/575 (53,4%)	185/362 (51,1%)	.495

Tabelle 5 Vergleich der EK-Transfusionshäufigkeit nach OP (2000 vs. 2009); p <.0083

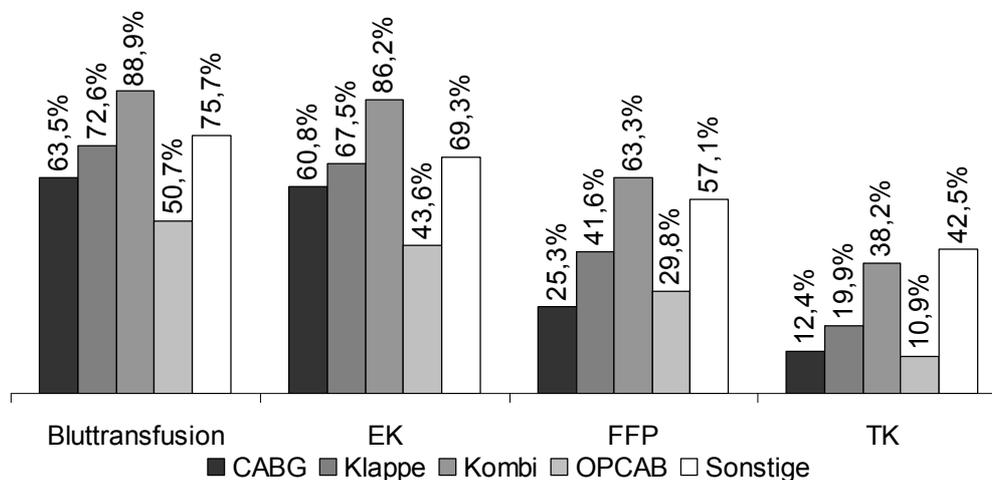
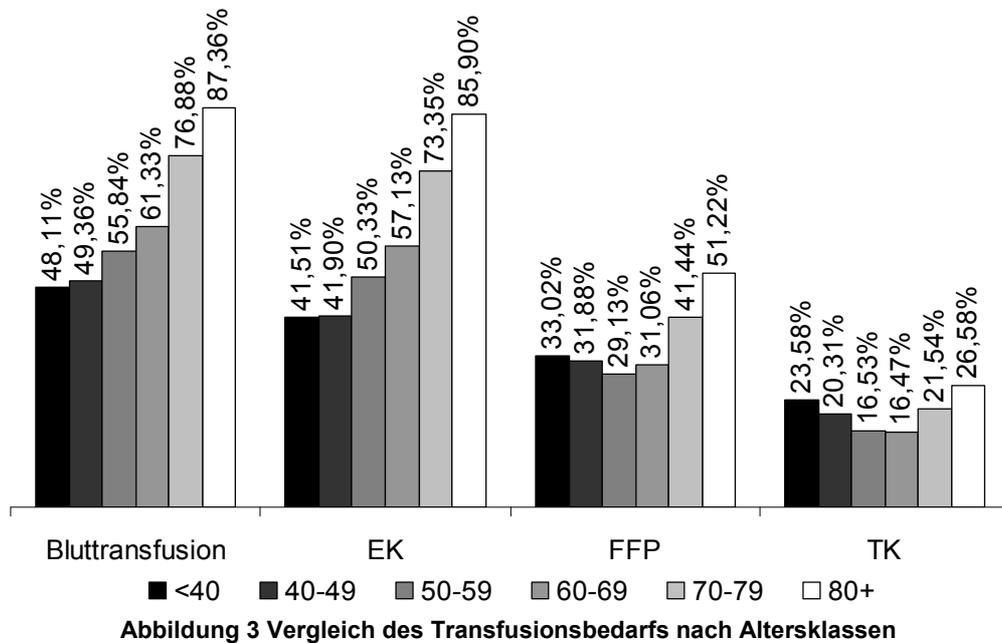


Abbildung 2 Vergleich der OP-Verfahren bezüglich der Häufigkeit von Bluttransfusionen

Parameter	CABG	OPCAB	Sign.
Bluttransfusion erhalten	2362/3722 (63,5%)	519/1023 (50,7%)	<.001
EK erhalten	2263/3722 (60,8%)	446/1023 (43,6%)	<.001
FFP erhalten	942/3722 (25,3%)	305/1023 (29,8%)	.004
TK erhalten	460/3722 (12,4%)	112/1023 (10,9%)	.220

Tabelle 6 Vergleich der OP-Verfahren bezüglich der Häufigkeit von Bluttransfusionen (CABG vs. OPCAB); p <.0125



Parameter	Ja	Nein	Sign.
Notfalleingriff	239/294 (81,3%)	2297/3780 (60,8%)	<.001
präoperativ instabil	404/541 (74,7%)	2132/3533 (60,4%)	<.001
VHF präoperativ	405/601 (67,4%)	2133/3478 (61,3%)	.005
VHF postoperativ	1632/2004 (81,4%)	3687/5906 (62,4%)	<.001
VHF postop. neu aufgetreten	551/679 (81,2%)	1989/3403 (58,5%)	<.001
CPAP	1439/1846 (78,0%)	3393/5212 (65,1%)	<.001
Reintubation	300/310 (96,8%)	5022/7605 (66,0%)	<.001
Punktionstracheotomie	122/126 (96,8%)	5203/7791 (66,8%)	<.001
IABP	427/458 (93,2%)	4898/7459 (65,7%)	<.001
ECMO	36/37 (97,3%)	5287/7878 (67,1%)	<.001
kontin. Hämodiafiltration	482/498 (96,8%)	4843/7419 (66,0%)	<.001
intermitt. Hämodialyse	312/334 (93,4%)	5013/7583 (66,1%)	<.001
Nierenersatz	607/637 (95,3%)	4718/7280 (64,8%)	<.001
Rethorakotomie	541/554 (97,7%)	4784/7363 (65,0%)	<.001
provisor. Thoraxverschluss	133/134 (99,3%)	5191/7782 (66,7%)	<.001
Exitus	196/199 (98,5%)	5131/7721 (66,5%)	<.001
Reanimation im OP	48/52 (92,3%)	2490/4027 (61,8%)	<.001
Reanimation auf HCl	77/78 (98,7%)	2463/4003 (61,5%)	<.001
postoperatives Delir	272/318 (85,5%)	1751/2875 (60,9%)	<.001
Adrenalin	1111/1407 (79,0%)	4076/6330 (64,4%)	<.001
Noradrenalin	4935/7131 (69,2%)	255/610 (36,9%)	<.001
Hydrocortison	3175/4060 (78,2%)	1625/2962 (54,9%)	<.001

Tabelle 7 Vergleich der erhobenen Parameter bezüglich der Häufigkeit von Bluttransfusionen; p <.0023

Parameter	Transfusion	keine Transfusion	Sign.
Abklemmdauer [6577 Patienten]	66 (52/89) [Minuten]	57 (45/70)	<.001
EKZ-Dauer [6629 Patienten]	100 (79/131) [Minuten]	84 (67/101)	<.001
HCl-Verweildauer [7920 Patienten]	3 (3/5) [Tage]	3 (2/3)	<.001
Higgins-Score [4106 Patienten]	4 (3/7)	3 (2/5)	<.001
Euroscore [1094 Patienten]	5 (3/7)	3 (1/4)	<.001
SOFA-Score [3826 Patienten]	8 (7/10)	7 (6/8)	<.001
SAPS-II-Score [7875 Patienten]	31 (24/39)	27 (21/33)	<.001
TISS-28-Score [7879 Patienten]	97 (69/163)	77 (48/96)	<.001
Beatmungsdauer [7833 Patienten]	13 (9/18) [Stunden]	9 (6/13)	<.001
präoperativer Hb-Wert [3207 Patienten]	12,8 (11,7/13,9) [g/dl]	14,1 (13,2/14,9)	<.001
Hb-Wert bei Verlegung [7776 Patienten]	9,4 (8,8/10,1) [g/dl]	9,9 (9,1/10,7)	<.001
präoperativer Kreatinin-Wert [5144 Patienten]	1,1 (1,0/1,3) [mg/dl]	1,1 (1,0/1,2)	<.001
Kreatinin-Wert bei Verlegung [5120 Patienten]	1,2 (1,0/1,6) [mg/dl]	1,0 (0,9/1,2)	<.001
höchster CK-MB-Wert [7284 Patienten]	46 (33/69) [U/l]	36 (27/50)	<.001
höchster IL-6-Wert [6469 Patienten]	229 (123/438) [pg/ml]	241 (133/423)	.754
höchster Laktat-Wert [7716 Patienten]	2,2 (1,6/3,5) [mmol/l]	1,8 (1,3/2,4)	<.001

Tabelle 8 Unterschied zwischen transfundierten und nicht transfundierten Patienten (stetige Parameter); p <.003

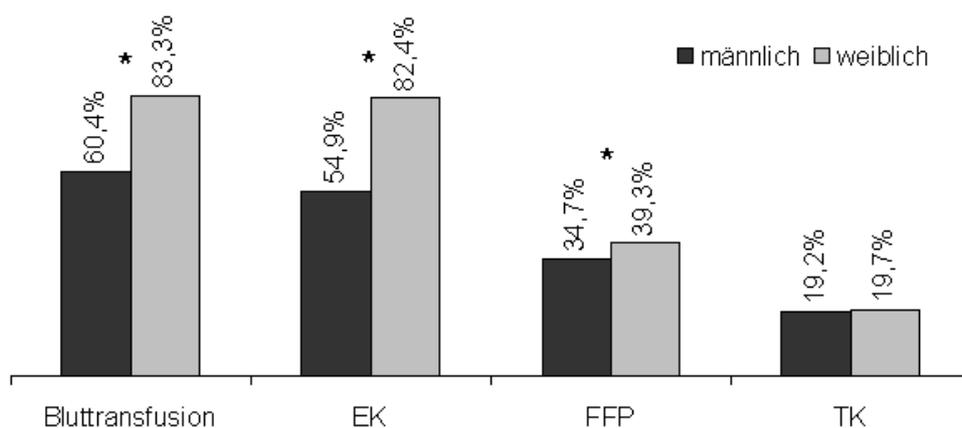


Abbildung 4 Vergleich der Transfusionshäufigkeit nach Geschlecht

Parameter	männlich	weiblich	Sign.
Bluttransfusion erhalten	3355/5551 (60,4%)	1970/2366 (83,3%)	<.001
EK erhalten	3048/5551 (54,9%)	1949/2366 (82,4%)	<.001
FFP erhalten	1924/5551 (34,7%)	931/2366 (39,4%)	<.001
TK erhalten	1065/5551 (19,2%)	467/2366 (19,7%)	.569

Tabelle 9 Vergleich der Transfusionshäufigkeit nach Geschlecht; p <.0125

Parameter	männlich	weiblich	Sign.
CABG	1510/2844 (53,1%)	751/876 (85,7%)	<.001
Klappe	486/886 (54,9%)	585/700 (83,6%)	<.001
Kombi	357/444 (80,4%)	247/257 (96,1%)	<.001
OPCAB	277/771 (35,9%)	169/251 (67,3%)	<.001
Sonstige	418/606 (69,0%)	197/282 (69,9%)	.791
Bypass	1787/3615 (49,4%)	920/1127 (81,6%)	<.001

Tabelle 10 Vergleich der EK-Transfusionshäufigkeit nach OP und Geschlecht; p <.0083

EF-Kategorie	Transfusion	keine Transfusion	Signifikanz
1 (≥ 55%)	3549 (67,0%)	1765 (68,3%)	.246
2 (45-54%)	738 (13,9%)	372 (14,4%)	.578
3 (30-44%)	772 (14,6%)	333 (12,9%)	.043
4 (< 30%)	236 (4,5%)	113 (4,4%)	.868
gesamt	5295	2583	

Tabelle 11 Unterschied zwischen transfundierten und nicht transfundierten Patienten hinsichtlich EF; p <.0125

3.1.2 Erythrozytenkonzentrate (EK)

Die in diesem Kapitel dargestellten Daten (ausgenommen Mittelwert der verabreichten EK-Menge) beziehen sich ausschließlich auf Patienten, die mindestens 1 EK erhalten hatten.

3.1.2.1 Vergleich der perioperativen EK-Gabe (2000-2009)

Im Studienzeitraum bekamen 4999 Patienten (63,1%, davon 3048 Männer und 1949 Frauen) mindestens 1 EK, der Median lag bei 3 EK, die höchste Menge betrug 140 EK (siehe Abbildung 5). Die transfundierte EK-Menge unterschied sich bezüglich Geschlecht (siehe Tabelle 13), angewandtem OP-Verfahren (siehe Abbildung 6 und Tabelle 12) und dem Patientenalter (siehe Abbildung 7). Die im Mittel pro Patient verabreichte EK-Menge veränderte sich im Studienzeitraum wie in Abbildung 8 dargestellt.

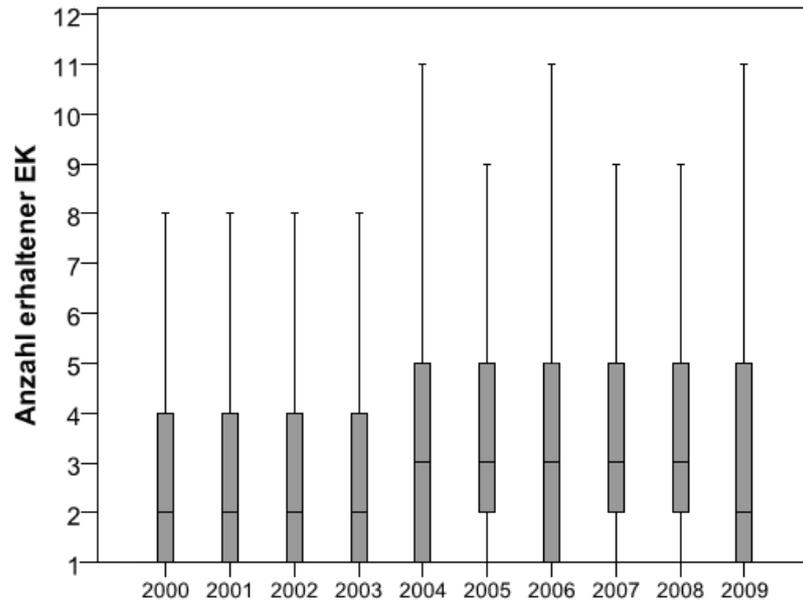


Abbildung 5 Veränderung der transfundierten EK-Anzahl im Studienzeitraum bei EK-transfundierten Patienten

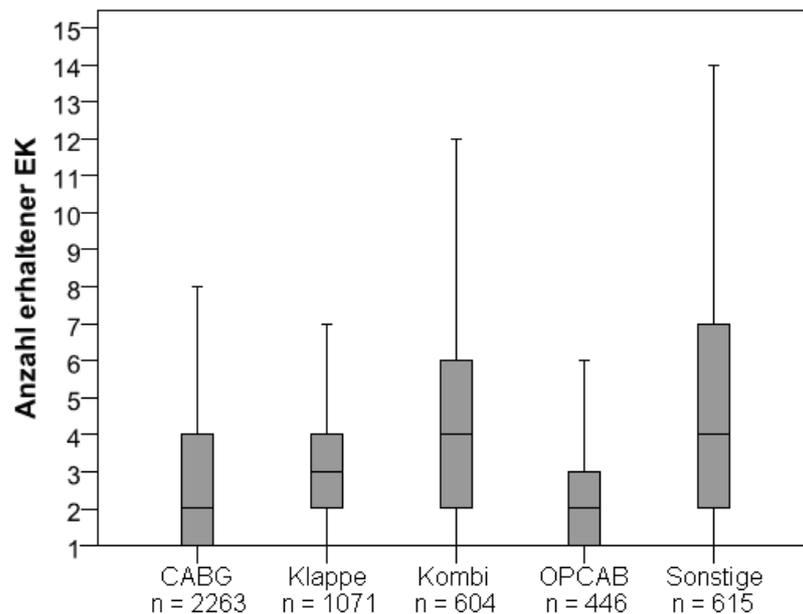


Abbildung 6 Zusammenhang zwischen EK-Anzahl und OP-Verfahren bei EK-transfundierten Patienten

	Insgesamt	CABG	Klappe	Kombi	OPCAB	Sonstige	Bypass
2000	3,19	2,68	3,09	4,75	1,71	4,94	2,64
2009	3,88	2,97	3,55	5,19	3,00	5,56	2,97
Sign.	.001	.030	.901	.405	.105	.718	.023

Tabelle 12 Zusammenhang zwischen EK-Anzahl (Mittelwert) und OP-Verfahren bei EK-transfundierten Patienten (2000 vs. 2009); $p < .0071$

	Insgesamt	CABG	Klappe	Kombi	OPCAB	Sonstige	Bypass
weiblich	4,21	3,74	4,02	5,74	2,89	5,81	3,58
männlich	4,16	2,84	4,63	5,64	3,06	7,83	2,88
Sign.	<.001	<.001	.623	.303	.579	.061	<.001

Tabelle 13 Zusammenhang zwischen EK-Anzahl (Mittelwert) und OP-Verfahren bei EK-transfundierten Patienten, nach Geschlecht; $p < .0071$

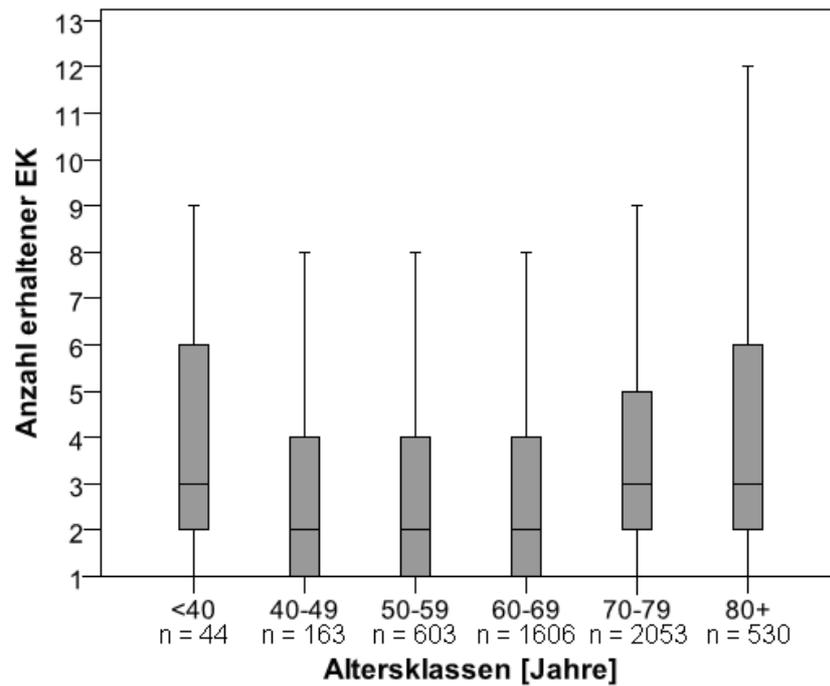


Abbildung 7 Altersunterschiede bezüglich transfundierter EK-Anzahl bei EK-transfundierten Patienten

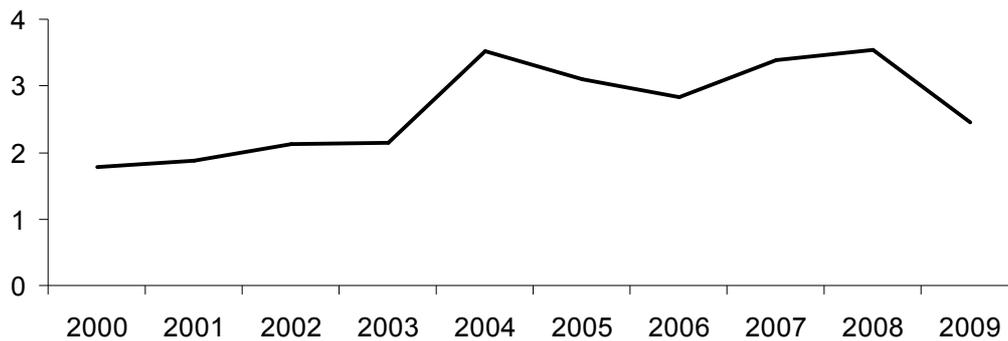


Abbildung 8 Entwicklung der pro Patient durchschnittlich verabreichten EK-Menge im Studienzeitraum (Mittelwerte, alle Patienten)

3.1.2.2 Statistischer Zusammenhang mit der EK-Transfusionshäufigkeit

Tabelle 14 ist der Anteil EK-transfundierter Patienten in Abhängigkeit der erhobenen Parameter zu entnehmen.

In Tabelle 15 wird ersichtlich, dass sich die meisten getesteten stetigen Parametern von Patienten mit und ohne EK-Transfusion signifikant unterschieden. Tabelle 16 zeigt, dass kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der präoperativen EF bestand.

Parameter	Ja	Nein	Sign.
Notfalleingriff	222/294 (75,5%)	2223/3780 (58,8%)	<.001
präoperativ instabil	389/541 (71,9%)	2056/3533 (58,2%)	<.001
FFP erhalten	2560/2857 (89,6%)	2439/5063 (48,2%)	<.001
TK erhalten	1436/1532 (93,7%)	3563/6388 (55,8%)	<.001
VHF präoperativ	393/601 (65,4%)	2054/3478 (59,1%)	.003
VHF postoperativ	1561/2004 (77,9%)	3430/5906 (58,1%)	<.001
VHF postop. neu aufgetreten	534/679 (78,7%)	1915/3403 (56,3%)	<.001
CPAP	1346/1846 (72,9%)	3171/5212 (60,8%)	<.001
Reintubation	295/310 (95,2%)	4699/7605 (61,8%)	<.001
Punktionstracheotomie	120/126 (95,2%)	4877/7791 (62,6%)	<.001
IABP	414/458 (90,4%)	4583/7459 (61,4%)	<.001
ECMO	36/37 (97,3%)	4959/7878 (63,0%)	<.001
kontin. Hämodiafiltration	473/498 (95,0%)	4524/7419 (61,0%)	<.001
intermitt. Hämodialyse	308/334 (92,2%)	4689/7583 (61,8%)	<.001
Nierenersatzverfahren	596/637 (93,6%)	4401/7280 (60,5%)	<.001
Rethorakotomie	532/554 (96,0%)	4465/7363 (60,6%)	<.001
provisor. Thoraxverschluss	133/134 (99,3%)	4863/7782 (62,5%)	<.001
Exitus	195/199 (98,0%)	4804/7721 (62,2%)	<.001
Reanimation im OP	46/52 (88,5%)	2401/4027 (59,6%)	<.001
Reanimation auf HCl	76/78 (97,4%)	2373/4003 (59,3%)	<.001
postoperatives Delir	267/318 (84,0%)	1679/2875 (58,4%)	<.001
Adrenalin	1056/1407 (75,1%)	3814/6330 (60,3%)	<.001
Noradrenalin	4626/7131 (64,9%)	246/610 (40,3%)	<.001
Hydrocortison	2966/4060 (73,1%)	1521/2962 (51,4%)	<.001

Tabelle 14 Häufigkeit von EK-Transfusionen in Abhängigkeit der aufgeführten Parameter; p <.0021

Parameter	EK bekommen	kein EK bekommen	Sign.
Abklemmdauer [6577 Patienten]	66 (51/88) [Minuten]	58 (46/73)	<.001
EKZ-Dauer [6629 Patienten]	100 (78/130) [Minuten]	86 (69/105)	<.001
HCl-Verweildauer [7920 Patienten]	3 (3/5) [Tage]	3 (2/3)	<.001
Higgins-Score [4106 Patienten]	4 (3/7)	3 (2/5)	<.001
Euroscore [1094 Patienten]	5 (3/7)	3 (1/5)	<.001
SOFA-Score [3826 Patienten]	8 (7/10)	7 (6/8)	<.001
SAPS-II-Score [7875 Patienten]	32 (25/40)	27 (21/33)	<.001
TISS-28-Score [7879 Patienten]	98 (69/168)	77 (48/97)	<.001
Beatmungsdauer [7833 Patienten]	13 (9/19) [Stunden]	9 (6/13)	<.001
präoperativer Hb-Wert [3207 Patienten]	12,7 (11,6/13,8) [g/dl]	14,1 (13,2/14,9)	<.001
Hb-Wert bei Verlegung [7776 Patienten]	9,4 (8,8/10,0) [g/dl]	9,8 (9,1/10,7)	<.001
präoperativer Kreatinin-Wert [6469 Patienten]	1,1 (1,0/1,3) [mg/dl]	1,1 (1,0/1,2)	<.001
Kreatinin-Wert bei Verlegung [5120 Patienten]	1,2 (1,0/1,6) [mg/dl]	1,1 (0,9/1,2)	<.001
höchster CK-MB-Wert [7284 Patienten]	46 (34/69) [U/l]	37 (27/52)	<.001
höchster IL-6-Wert [6469 Patienten]	230 (122/438) [pg/ml]	237 (133/424)	.732
höchster Laktat-Wert [7716 Patienten]	2,2 (1,6/3,6) [mmol/l]	1,8 (1,3/2,4)	<.001

Tabelle 15 Unterschied zwischen Patienten mit und ohne EK-Gabe (stetige Parameter); p <.003

EF-Kategorie	EK bekommen	kein EK bekommen	Signifikanz
1 (≥ 55%)	3346 (67,4%)	1968 (67,6%)	.799
2 (45-54%)	688 (13,8%)	422 (14,5%)	.421
3 (30-44%)	723 (14,6%)	382 (13,1%)	.079
4 (< 30%)	211 (4,2%)	138 (4,7%)	.303
gesamt	4968	2910	

Tabelle 16 Unterschied zwischen Patienten mit und ohne EK-Transfusion hinsichtlich EF; p <.0125

3.1.2.3 Statistischer Zusammenhang mit der EK-Transfusionsmenge

Patienten erhielten bei Vorliegen der meisten der in Tabelle 17 aufgeführten Parameter eine höhere Anzahl an EK transfundiert. Berücksichtigt wurden für diese Auswertung nur Patienten, die mindestens 1 EK bekamen. Der Gesamtmedian lag bei 3 EK, mit der 25. und 75. Perzentile bei 1 und 5 EK.

Parameter	Ja	Nein	Sign.
Notfalleingriff	4 (2/8)	2 (1/4)	<.001
präoperativ instabil	3 (1/5)	2 (1/4)	<.001
FFP erhalten	4 (2/7)	2 (1/3)	<.001
TK erhalten	5 (3/9)	2 (1/3)	<.001
VHF präoperativ	2 (1/4)	2 (1/4)	.001
VHF postoperativ	3 (2/7)	2 (1/4)	<.001
VHF postop. neu aufgetreten	3 (2/6)	2 (1/4)	<.001
CPAP	3 (2/7)	2 (1/4)	<.001
Reintubation	8 (4/14)	2 (1/4)	<.001
Punktionstracheotomie	14 (7/23)	2 (1/4)	<.001
IABP	7 (3/14)	2 (1/4)	<.001
ECMO	23 (5/49)	2 (1/4)	<.001
kontin. Hämodiafiltration	9 (5/16)	2 (1/4)	<.001
intermitt. Hämodialyse	6 (3/13)	2 (1/4)	<.001
Nierenersatzverfahren	7 (4/13)	2 (1/4)	<.001
Rethorakotomie	8 (4/13)	2 (1/4)	<.001
provisor. Thoraxverschluss	13 (8/24)	2 (1/4)	<.001
Exitus	13 (6/24)	2 (1/4)	<.001
Reanimation im OP	8 (4/13)	2 (1/4)	<.001
Reanimation auf HCl	6 (3/14)	2 (1/4)	<.001
postoperatives Delir	4 (2/7)	2 (1/4)	<.001
Adrenalin	4 (2/8)	2 (1/4)	<.001
Noradrenalin	3 (1/5)	2 (1/3)	<.001
Hydrocortison	3 (2/6)	2 (1/3)	<.001

Tabelle 17 Anzahl transfundierter EK (Median, Perzentilen) in Abhängigkeit der aufgeführten Parameter; p <.0021

3.1.2.4 Vergleich der intra- und postoperativen EK-Gabe (2000-2004)

Während für den gesamten Studienzeitraum dokumentiert wurde, wieviele EK jedem Patienten insgesamt verabreicht wurden, erfolgte die Aufschlüsselung in intra- und postoperative EK-Gabe nur für die Jahre 2000 bis 2004 (siehe Abbildung 9 sowie Tabelle 18). Die in diesem Unterkapitel dargestellten Daten gelten somit nur für diesen Zeitraum.

Für 1754 Patienten (913 Männer und 840 Frauen) wurde eine intraoperative EK-Gabe dokumentiert. Bei beiden Gruppen lag der Median bei 2 EK, ein Unterschied zeigte sich nur hinsichtlich der Höchstmenge, die bei Männern 24 und bei Frauen 14 EK betrug. Abbildung 10 zeigt die intraoperativ verabreichte EK-Anzahl aufgeschlüsselt nach OP-Verfahren, Abbildung 12 nach Altersklassen.

Gleichzeitig wurde für 1789 Patienten (1126 Männer und 662 Frauen) eine postoperative EK-Gabe in der Datenbank erfasst. Auch hier lag der Median für beide Gruppen bei 2, die Höchstwerte bei 99 EK bei Männern und 60 EK bei Frauen. Abbildung 11 zeigt die postoperativ verabreichte EK-Anzahl aufgeschlüsselt nach OP-Verfahren, Abbildung 13 nach Altersklassen.

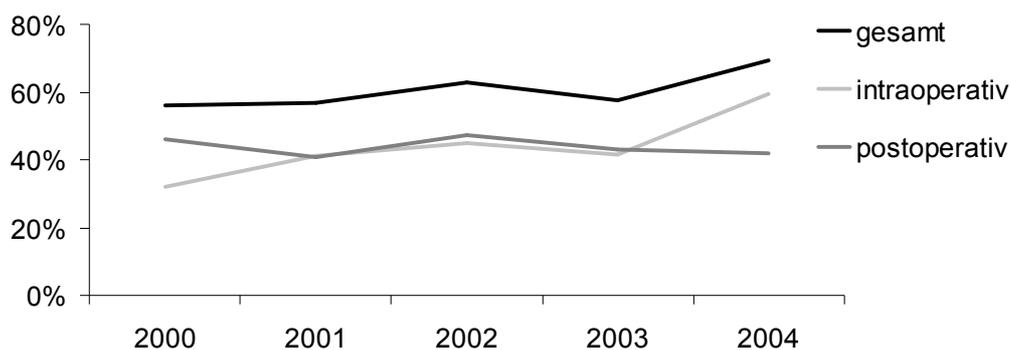


Abbildung 9 Anteil der Patienten, die in den Jahren 2000-2004 EK transfundiert bekamen

	2000	2001	2002	2003	2004
intraoperativ	274/861 (31,8%)	352/858 (41,0%)	386/860 (44,9%)	349/838 (41,7%)	394/664 (59,3%)
postoperativ	397/861 (46,1%)	348/857 (40,6%)	406/860 (47,2%)	360/837 (43,0%)	278/663 (41,9%)
gesamt	481/861 (55,9%)	486/858 (56,6%)	539/860 (62,7%)	481/838 (57,4%)	462/665 (69,5%)

Tabelle 18 Anteil der Patienten, die in den Jahren 2000-2004 EK transfundiert bekamen

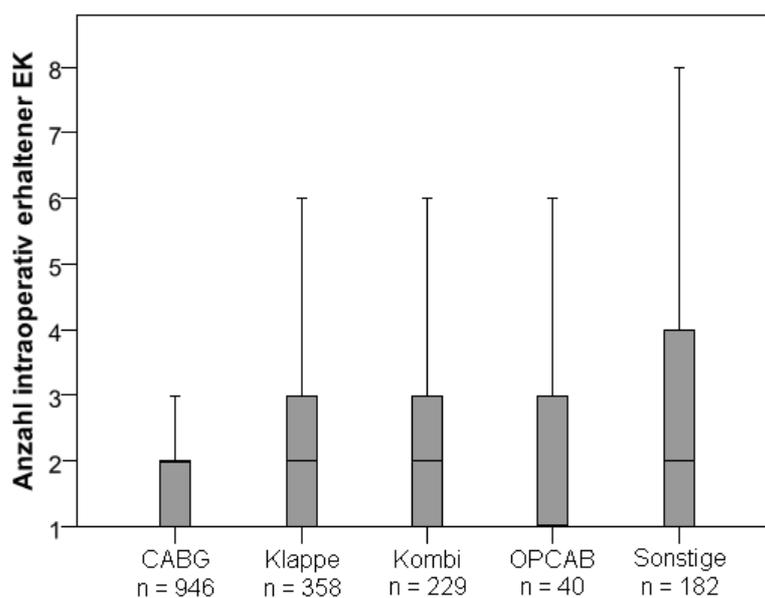


Abbildung 10 Intraoperative EK-Anzahl nach OP-Verfahren (nur intraoperativ EK-transfundierte Patienten)

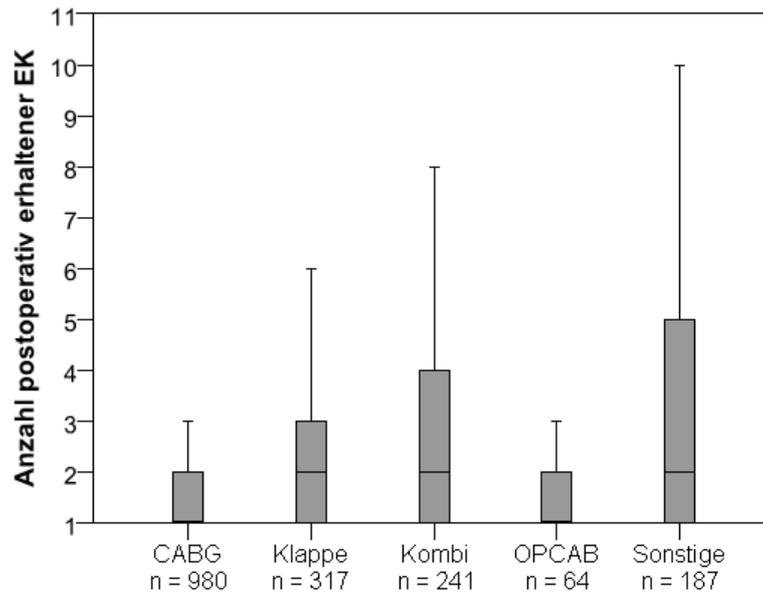


Abbildung 11 Postoperative EK-Anzahl nach OP-Verfahren (nur postoperativ EK-transfundierte Patienten)

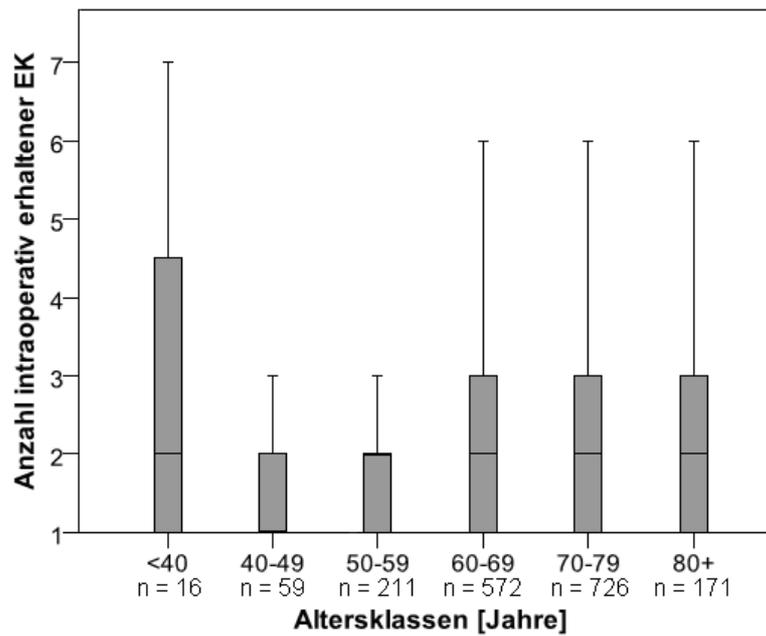


Abbildung 12 Altersunterschiede bezüglich intraoperativ transfundierter EK-Anzahl (nur intraoperativ EK-transfundierte Patienten)

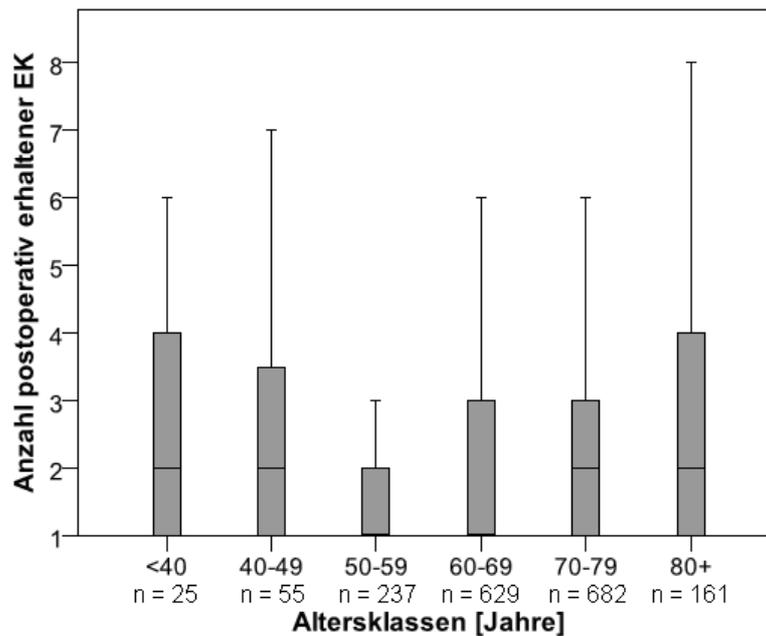


Abbildung 13 Postoperativ transfundierte EK-Anzahl nach Altersklassen (nur postoperativ EK-transfundierte Patienten)

3.1.2.5 Hämoglobin-Wert (Hb-Wert) bei Verlegung

Kurz vor der Verlegung wurde routinemäßig eine arterielle Blutgasanalyse durchgeführt und dabei auch der Hb-Wert bestimmt. Dieser Wert stand für alle Jahre (7776 Datensätze, verstorbene Patienten wurden aus der Auswertung genommen) zur Verfügung und betrug im Median 9,5 g/dl, mit einem Maximum von 14,9 g/dl und einem Minimum von 6,0 g/dl. Dieser Wert schwankte im Studienverlauf (siehe Abbildung 14 und Tabelle 20), abhängig von OP-Verfahren (siehe Abbildung 15 und Tabelle 19) und Patientenalter (siehe Abbildung 16). Da Frauen zwar physiologisch einen niedrigeren Hb-Wert aufweisen, in der Hämotherapie jedoch kein Unterschied zwischen den Geschlechtern gemacht wurde, wird auf diesen Parameter hier nicht eingegangen.

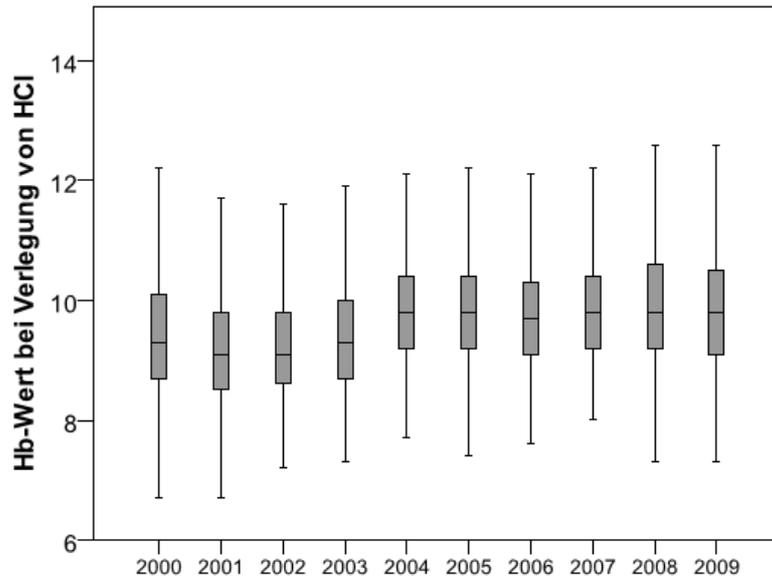


Abbildung 14 Hb-Werte bei Verlegung von der Intensivstation HCI im Studienzeitraum

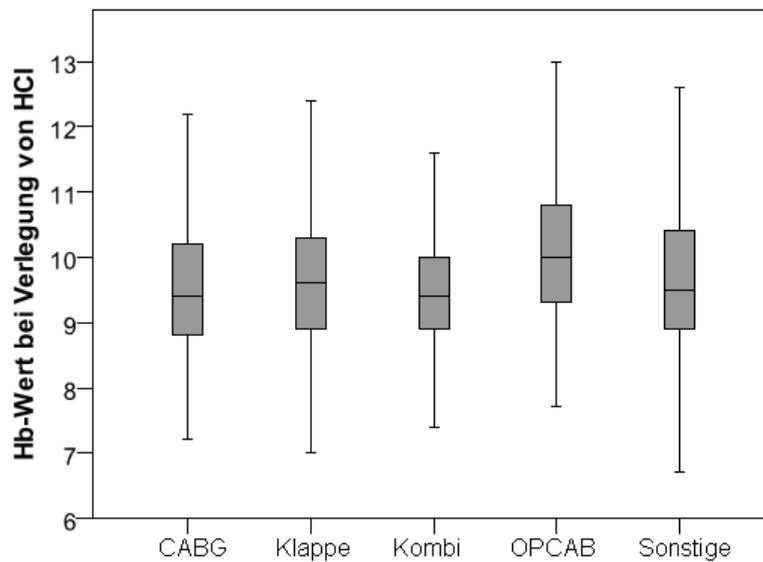


Abbildung 15 Hb-Werte bei Verlegung von der Intensivstation HCI nach OP-Verfahren

	Insgesamt	CABG	Klappe	Kombi	OPCAB	Sonstige	Bypass
2000	9,46	9,22	9,54	8,34	9,97	9,28	9,29
2009	9,94	9,87	9,72	9,39	10,67	9,52	10,08
Sign.	<.001	<.001	.110	.001	.003	.021	<.001

Tabelle 19 Hb-Werte bei Verlegung von der Intensivstation HCI (Mittelwert aller Patienten) nach OP-Verfahren (2000 vs. 2009); p <.0071

	Insgesamt	CABG	Klappe	Kombi	OPCAB	Sonstige	Bypass
2000	9,16	8,85	8,97	8,17	9,18	8,96	8,86
2009	9,66	9,63	9,62	9,33	10,05	9,01	9,69
Sign.	<.001	<.001	<.001	.002	.002	.070	<.001

Tabelle 20 Hb-Werte bei Verlegung von der Intensivstation HCI (Mittelwert aller EK-transfundierten Patienten) nach OP-Verfahren (2000 vs. 2009); p <.0071

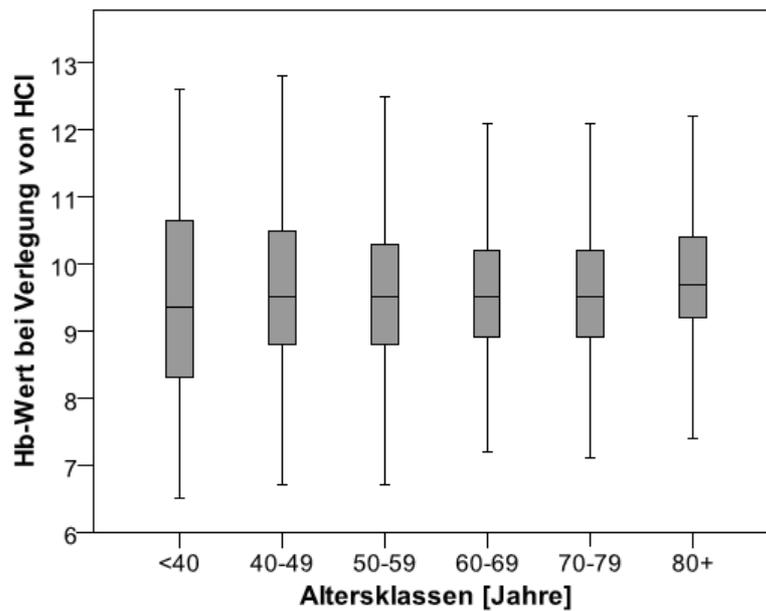


Abbildung 16 Altersunterschiede bezüglich Hb-Wert bei Verlegung von der Intensivstation HCl

3.1.3 Fresh Frozen Plasma (FFP)

Im Studienzeitraum bekamen 2857 Patienten (36,1%, davon 1924 Männer und 931 Frauen) mindestens 1 FFP verabreicht, der Median lag dabei bei 6 FFP, der Höchstwert bei 161 FFP (siehe Abbildung 17). Die transfundierte FFP-Menge unterschied sich bezüglich angewandtem OP-Verfahren (siehe Abbildung 18) und Patientenalter (siehe Abbildung 19), nicht jedoch hinsichtlich Geschlecht (siehe Tabelle 21).

Bei FFP-transfundierten Patienten waren alle in Tabelle 22 aufgeführten Parameter höher als bei Patienten, denen kein FFP transfundiert worden war. Insgesamt stieg die im Mittel verabreichte FFP-Menge im Studienzeitraum an (Abbildung 20).

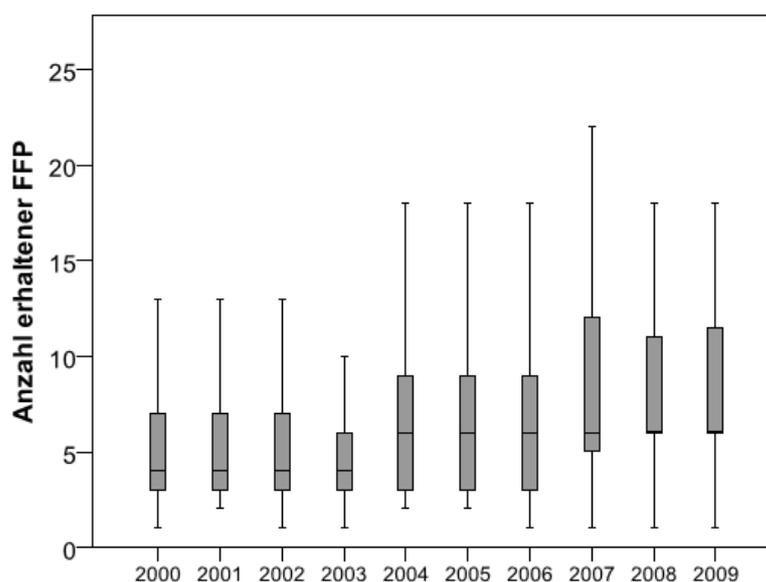


Abbildung 17 Verabreichte FFP-Anzahl im Studienzeitraum (nur FFP-transfundierte Patienten)

	Männlich	Weiblich	Sign.
FFP-Anzahl	6,28	6,12	.344

Tabelle 21 Verabreichte FFP-Anzahl nach Geschlecht (Mittelwert aller FFP-transfundierte Patienten)

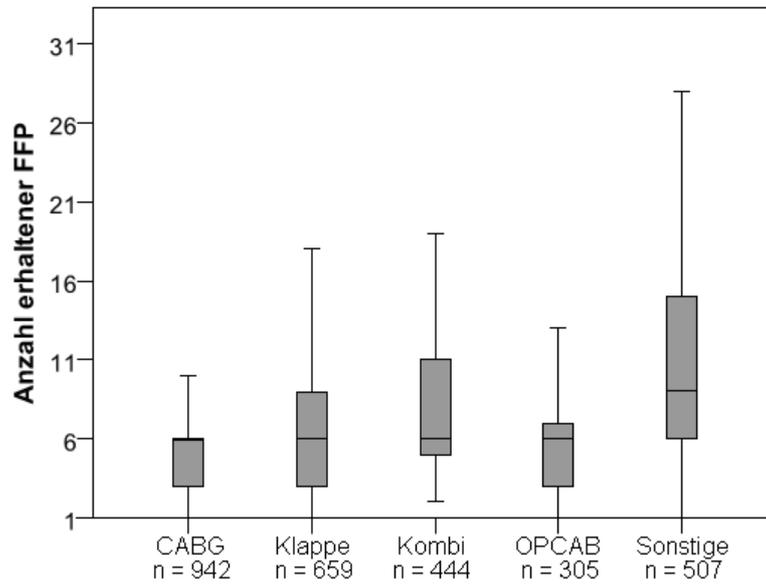


Abbildung 18 Verabreichte FFP-Anzahl nach OP-Verfahren (nur FFP-transfundierte Patienten)

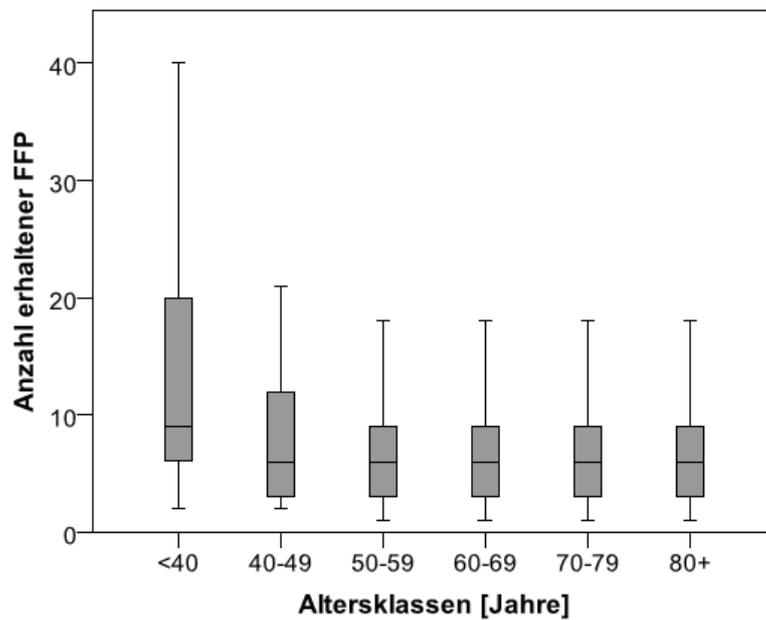


Abbildung 19 Verabreichte FFP-Anzahl nach Altersklassen (nur FFP-transfundierte Patienten)

Parameter	FFP bekommen	kein FFP bekommen	Sign.
HCl-Verweildauer [7920 Patienten]	4 (3/6) [Tage]	3 (2/4)	<.001
Higgins-Score [4106 Patienten]	5 (3/7)	4 (2/6)	<.001
Euroscore [1094 Patienten]	5 (3/7)	4 (2/5)	<.001
SOFA-Score [3826 Patienten]	9 (7/10)	7 (6/9)	<.001
SAPS-II-Score [7875 Patienten]	32 (24/41)	29 (23/35)	<.001
TISS-28-Score [7879 Patienten]	107 (71/199)	85 (56/117)	<.001
Beatmungsdauer [7833 Patienten]	14 (10/23) [Stunden]	10 (7/14)	<.001

Tabelle 22 Unterschiede zwischen Patienten mit und ohne FFP-Gabe; $p < .0071$

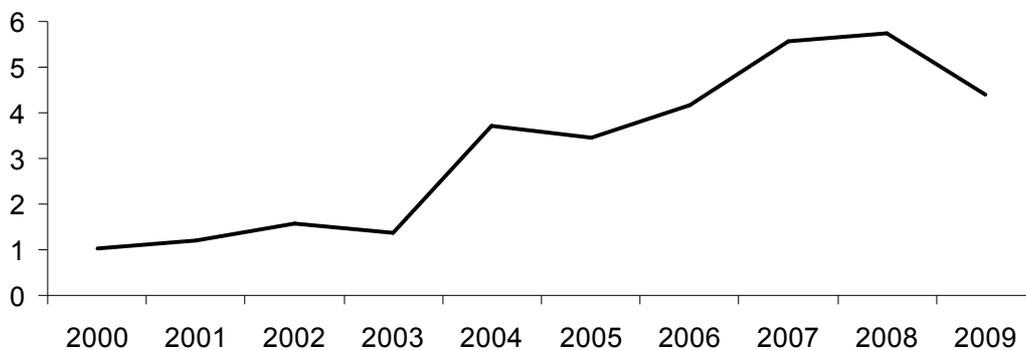


Abbildung 20 Entwicklung der pro Patient durchschnittlich verabreichten FFP-Menge im Studienzeitraum (Mittelwerte, alle Patienten)

3.1.4 Thrombozytenkonzentrate (TK)

Im Studienzeitraum bekamen 1532 Patienten (19,3%, davon 1065 Männer und 467 Frauen) mindestens 1 TK verabreicht, der Median lag dabei bei 2 TK, die höchste Menge bei 41 TK (siehe Abbildung 21). Die transfundierte TK-Menge unterschied sich bezüglich angewandtem OP-Verfahren (siehe Abbildung 22) und dem Patientenalter (siehe Abbildung 23), nicht jedoch hinsichtlich Geschlecht (siehe Tabelle 23).

Bei TK-transfunden Patienten waren alle in Tabelle 24 aufgeführten Parameter höher als bei Patienten, denen kein TK transfundiert worden war. Insgesamt stieg die im Mittel verabreichte TK-Menge im Studienzeitraum an (Tabelle 18).

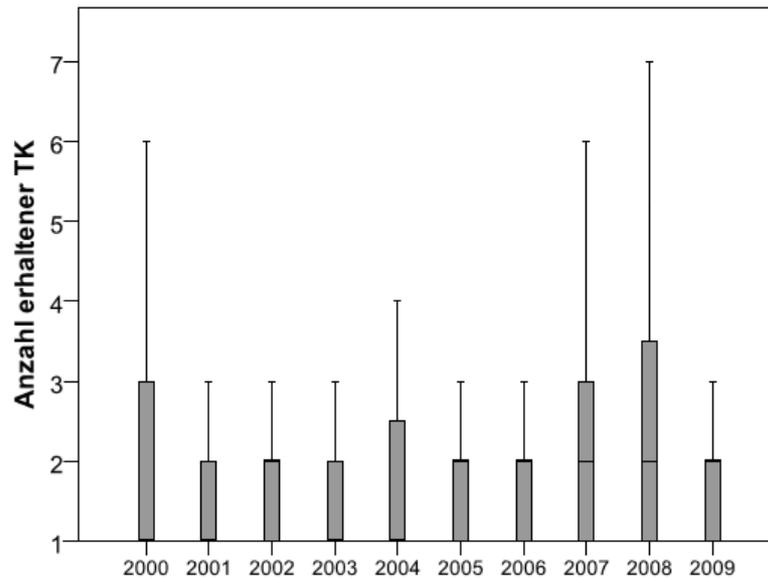


Abbildung 21 Verabreichte TK-Anzahl im Studienzeitraum (nur TK-transfundierte Patienten)

	Männlich	Weiblich	Sign.
TK-Anzahl	2,17	2,41	.479

Tabelle 23 Verabreichte TK-Anzahl nach Geschlecht (Mittelwert aller TK-transfundierten Patienten)

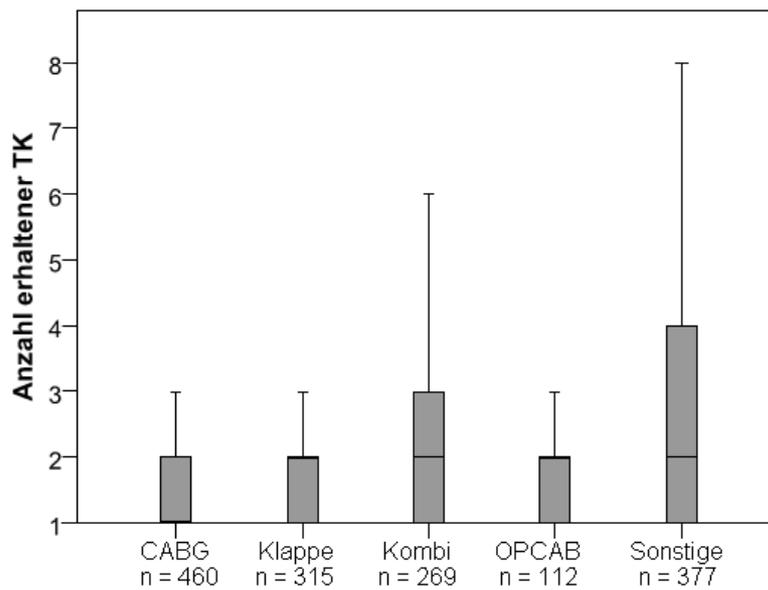


Abbildung 22 Verabreichte TK-Anzahl nach OP-Verfahren (nur TK-transfundierte Patienten)

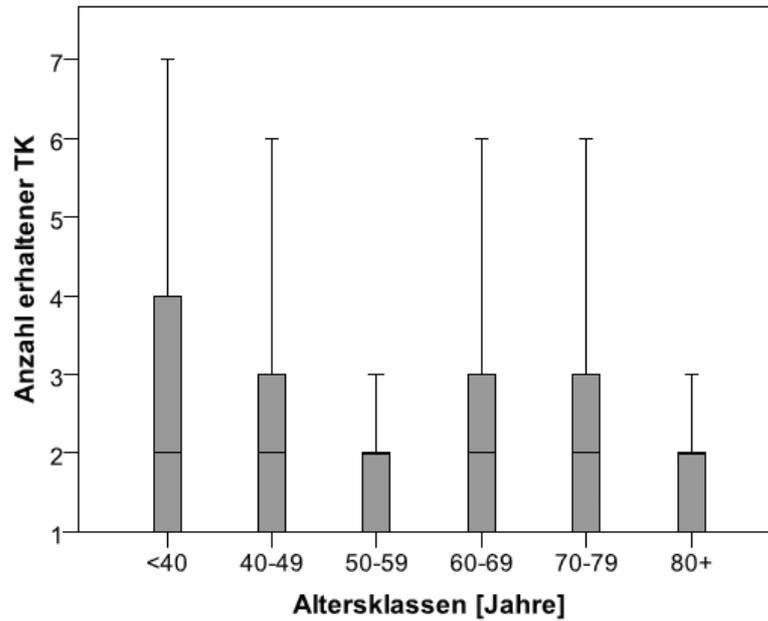


Abbildung 23 Verabreichte TK-Anzahl nach Altersklassen (nur TK-transfundierte Patienten)

Parameter	TK bekommen	kein TK bekommen	Sign.
HCI-Verweildauer [7920 Patienten]	4 (3/8) [Tage]	3 (2/4)	<.001
Higgins-Score [4106 Patienten]	5 (3/8)	4 (2/6)	<.001
Euroscore [1094 Patienten]	5 (3/7)	4 (2/6)	<.001
SOFA-Score [3826 Patienten]	9 (8/11)	8 (6/9)	<.001
SAPS-II-Score [7875 Patienten]	33 (26/45)	29 (23/36)	<.001
TISS-28-Score [7879 Patienten]	131 (79/267)	86 (65/122)	<.001
Beatmungsdauer [7833 Patienten]	17 (11/41) [Stunden]	10 (7/15)	<.001

Tabelle 24 Unterschiede zwischen Patienten mit und ohne TK-Gabe; $p < .0071$

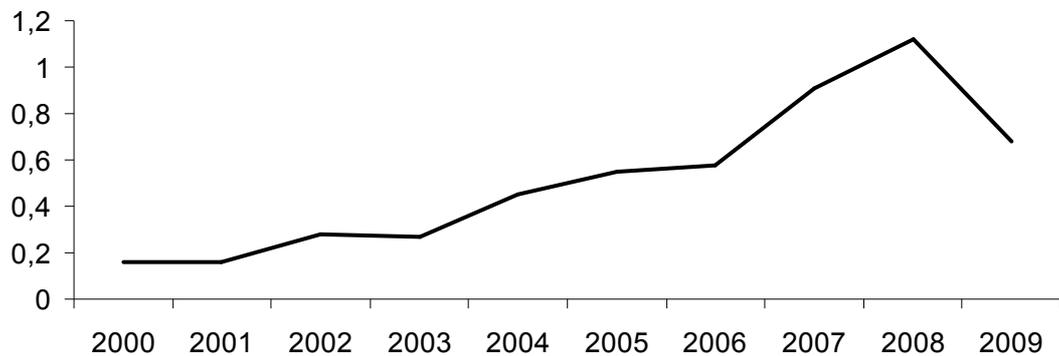


Abbildung 24 Entwicklung der pro Patient durchschnittlich verabreichten TK-Menge im Studienzeitraum (Mittelwerte, alle Patienten)

3.2 Weitere Ergebnisse

3.2.1 Demografie

3.2.1.1 Patientenkollektiv

Von 7920 Patienten waren 2366 (29,9%) weiblich und 5551 (70,1%) männlich. Diese prozentuale Verteilung blieb über den gesamten Untersuchungszeitraum annähernd konstant (Schwankungsbreite: männlich 68,2 - 72,0%, weiblich 28,0 - 31,8%).

Das Alter des Patientenkollektivs erstreckte sich von 17 bis 95 Jahren mit einem Median von 68,4 Jahren bzw. einem Mittelwert \pm Standardabweichung von $67,2 \pm 10,2$ Jahren. Dabei waren Frauen (Median 71,7 Jahre bzw. $70,2 \pm 9,9$ Jahre) signifikant älter als Männer (Median 67,1 Jahre bzw. $65,9 \pm 10,1$ Jahre). Die Altersverteilung veränderte sich im Studienzeitraum wie in Abbildung 25 und Tabelle 25 dargestellt.

Die bei der Datenauswertung festgestellten Unterschiede zwischen den Geschlechtern hinsichtlich präoperativem Zustand, durchgeführten Maßnahmen und postoperativem Verlauf sind in Tabelle 26, Tabelle 27 und Tabelle 28 aufgeführt.

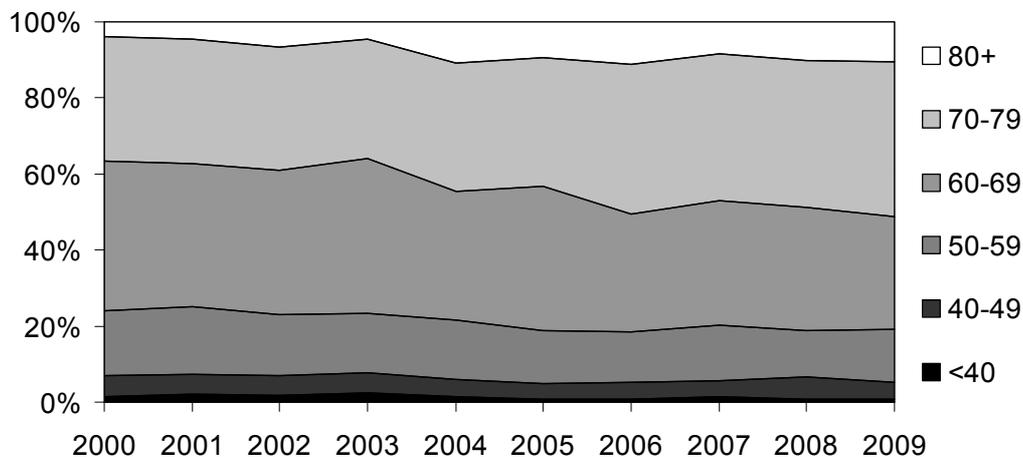


Abbildung 25 Veränderung der Altersstruktur im Studienzeitraum

Patientenalter	2000	2009	Sign.
70 Jahre und älter	315/861 (36,6%)	367/718 (51,1%)	<.001
unter 70 Jahre	546/861 (63,4%)	351/718 (48,9%)	<.001

Tabelle 25 Veränderung der Altersstruktur im Studienzeitraum; $p < .025$

Parameter	männlich	weiblich	Sign.
Notfalleingriff	212/2839 (7,5%)	82/1235 (6,6%)	.347
präoperativ instabil	382/2838 (13,5%)	159/1235 (12,9%)	.613
VHF präoperativ	365/2842 (12,8%)	236/1236 (19,1%)	<.001
VHF postoperativ	1272/5544 (22,9%)	732/2363 (31,0%)	<.001
VHF postop. neu aufgetreten	441/2844 (15,5%)	238/1237 (19,2%)	.003
CPAP	1217/4930 (24,7%)	627/2125 (29,5%)	<.001
Reintubation	204/5547 (3,7%)	106/2365 (4,5%)	.091
Punktionstracheotomie	76/5549 (1,4%)	50/2365 (2,1%)	.015
IABP	320/5549 (5,8%)	138/2365 (5,8%)	.905
ECMO	28/5548 (0,5%)	9/2364 (0,4%)	.459
kontin. Hämodiafiltration	300/5549 (5,4%)	198/2365 (8,4%)	<.001
intermitt. Hämodialyse	232/5549 (4,2%)	102/2365 (4,3%)	.789
Nierenersatzverfahren	408/5549 (7,4%)	229/2365 (9,7%)	<.001
Rethorakotomie	383/5549 (6,9%)	171/2365 (7,2%)	.600
provisor. Thoraxverschluss	77/5548 (1,4%)	57/2365 (2,4%)	.001
Exitus	121/5551 (2,2%)	78/2366 (3,3%)	.004
Reanimation im OP	38/2842 (1,3%)	14/1236 (1,1%)	.593
Reanimation auf HCl	50/2844 (1,8%)	28/1236 (2,3%)	.277
postoperatives Delir	222/2210 (10,1%)	96/382 (9,8%)	.815
Adrenalin	999/5432 (18,4%)	408/2303 (17,7%)	.482
Noradrenalin	5039/5435 (92,7%)	2090/2304 (90,7%)	.003
Hydrocortison	2846/4906 (58,0%)	1214/2113 (57,5%)	.665

Tabelle 26 Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Patienten (nominalskalierte Parameter); p <.0023

Parameter	männlich	weiblich	Sign.
Abklemmdauer [6575 Pat.]	64 (50/84) [Minuten]	60 (48/80)	<.001
EKZ-Dauer [6627 Pat.]	96 (76/122) [Minuten]	90 (71/118)	<.001
HCl-Verweildauer [7917 Pat.]	3 (2/4) [Tage]	3 (3/5)	<.001
Higgins-Score [4104 Pat.]	4 (2/6)	4 (3/6)	<.001
Euroscore [1094 Pat.]	4 (2/6)	5 (4/7)	<.001
SOFA-Score [3824 Patienten]	8 (7/9)	8 (7/9)	.145
SAPS-II-Score [7872 Patienten]	29 (23/36)	31 (24/39)	<.001
TISS-28-Score [7876 Patienten]	88 (66/131)	93 (66/150)	<.001
Beatmungsdauer [7830 Patienten]	11 (8/16) [Stunden]	12 (8/17)	<.001
präoperativer Hb-Wert [3206 Patienten]	13,8 (12,7/14,7) [g/dl]	12,5 (11,5/13,4)	<.001
Hb-Wert bei Verlegung [7773 Patienten]	9,5 (8,9/10,3) [g/dl]	9,5 (8,9/10,1)	<.001
präoperativer Kreatinin-Wert [5141 Patienten]	1,1 (1,0/1,3) [mg/dl]	1,0 (0,9/1,2)	<.001
Kreatinin-Wert bei Verlegung [5118 Patienten]	1,1 (1,0/1,4) [mg/dl]	1,1 (0,9/1,5)	<.001
höchster CK-MB-Wert [7281 Patienten]	42 (30/61) [U/l]	45 (33/65)	<.001
höchster IL-6-Wert [6467 Patienten]	248 (131/455) [pg/ml]	199 (115/368)	<.001
höchster Laktat-Wert [7714 Patienten]	2,0 (1,5/3,0) [mmol/l]	2,2 (1,6/3,3)	<.001

Tabelle 27 Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Patienten (stetige Parameter); p <.003

EF-Kategorie	männlich	weiblich	Signifikanz
1 (≥ 55%)	3568 (64,6%)	1744 (74,2%)	<.001
2 (45-54%)	828 (15,0%)	281 (12,0%)	<.001
3 (30-44%)	856 (15,5%)	249 (10,6%)	<.001
4 (< 30%)	273 (4,9%)	76 (3,2%)	<.001
gesamt	5525	2350	

Tabelle 28 Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Patienten hinsichtlich präoperativer EF; p <.0125

3.2.1.2 Operation

Im Studienverlauf veränderte sich die prozentuale Zusammensetzung des OP-Programms wie aus Abbildung 26 und Tabelle 29 ersichtlich, mit einer Verschiebung von CABG hin zu OPCAB, sowie einer Zunahme der Klappen- und sonstigen Operationen. Des Weiteren unterschieden sich die unterschiedlichen OP-Verfahren bezüglich Alters- und Geschlechtsverteilung (Abbildung 27, Abbildung 28 und Tabelle 30).

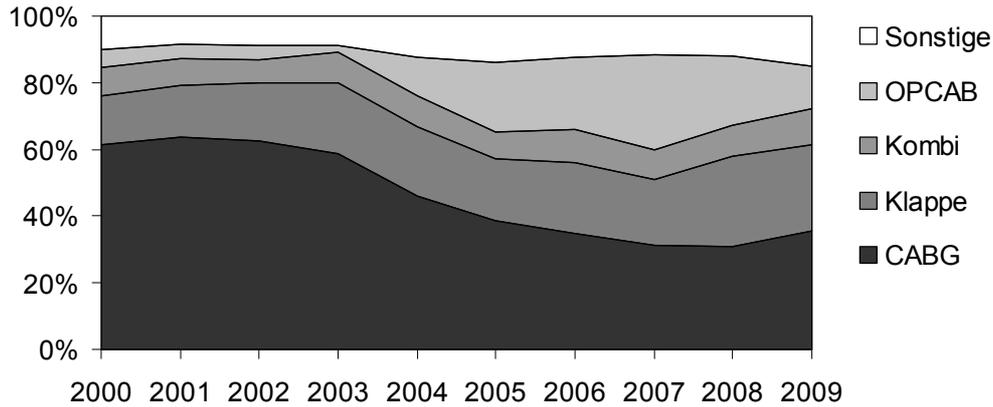


Abbildung 26 Veränderung des OP-Programms im Studienverlauf

OP-Verfahren	2000	2009	Sign.
CABG	527/861 (61,2%)	255/718 (35,5%)	<.001
Klappe	127/861 (14,8%)	187/718 (26,0%)	<.001
Kombi	74/861 (8,6%)	77/718 (10,7%)	.152
OPCAB	48/861 (5,6%)	92/718 (12,8%)	<.001
Sonstige	85/861 (9,9%)	107/718 (14,9%)	.002
Bypass	575/861 (66,8%)	362/718 (50,4%)	<.001

Tabelle 29 Veränderung des OP-Programms im Studienverlauf; p <.0083

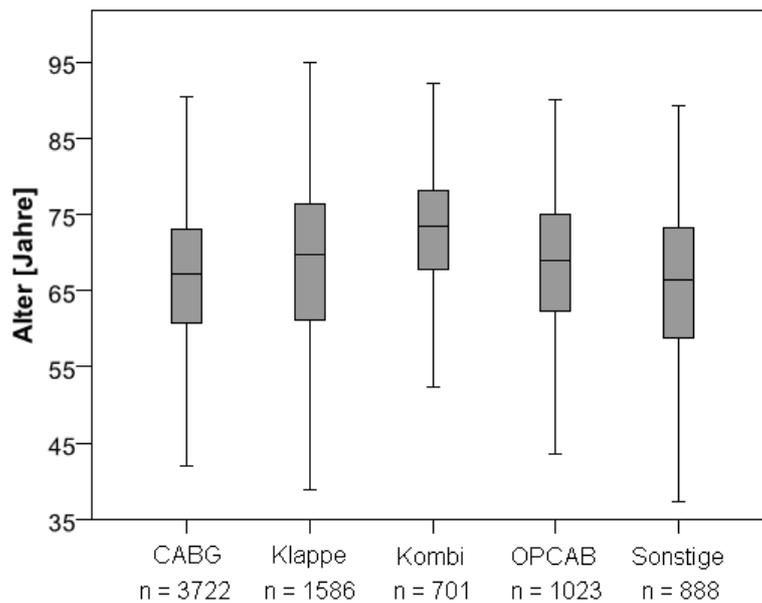


Abbildung 27 Zusammenhang zwischen dem Patientenalter und den durchgeführten OP-Verfahren

	CABG	Klappe	Kombi	OPCAB	Sonstige	Bypass
weiblich	70,7	73,0	75,5	71,7	68,2	70,8
männlich	66,3	66,9	72,5	67,9	66,0	66,6
Sign.	<.001	<.001	<.001	<.001	.067	<.001

Tabelle 30 Zusammenhang zwischen dem Patientenalter (Median, in Jahren) und den durchgeführten OP-Verfahren nach Geschlecht; p <.0083

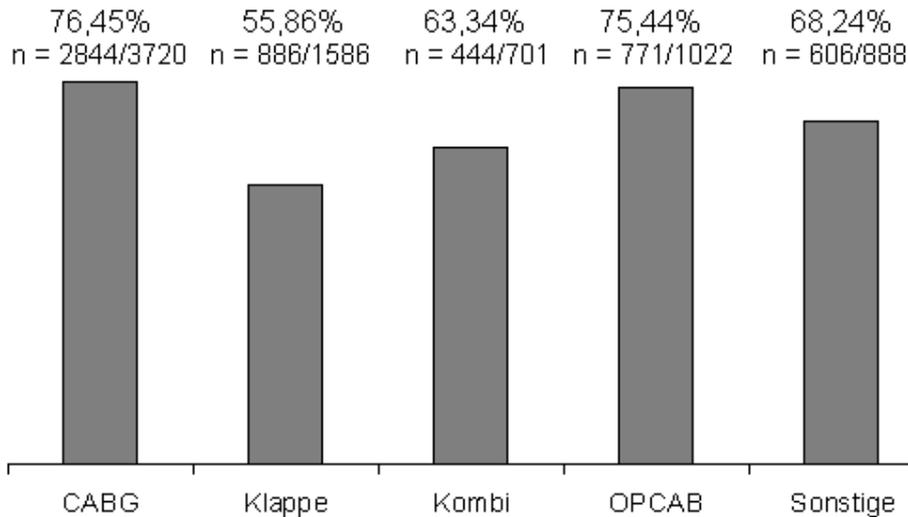


Abbildung 28 Anteil männlicher Patienten nach OP-Verfahren

3.2.1.3 Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation HCI

Die Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation HCI wurde nach Kalendertagen berechnet. Das heißt, eine Aufenthaltsdauer von 3 Tagen entsprach einer Verlegung am 2. postoperativen Tag. Beispiel: Aufnahme/OP 1.1.2000 - Verlegung 3.1.2000

Die Aufenthaltsdauer über den gesamten Zeitraum lag für alle 7920 Patienten vor und betrug im Median 3 Tage (25./75. Perzentile: 2/5 Tage). Sie veränderte sich über die Jahre 2000-2009 wie in Abbildung 29 dargestellt. Die längste Aufenthaltsdauer war 152 Tage. Abbildung 30 vergleicht die Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation HCI für die wichtigsten OP-Verfahren.

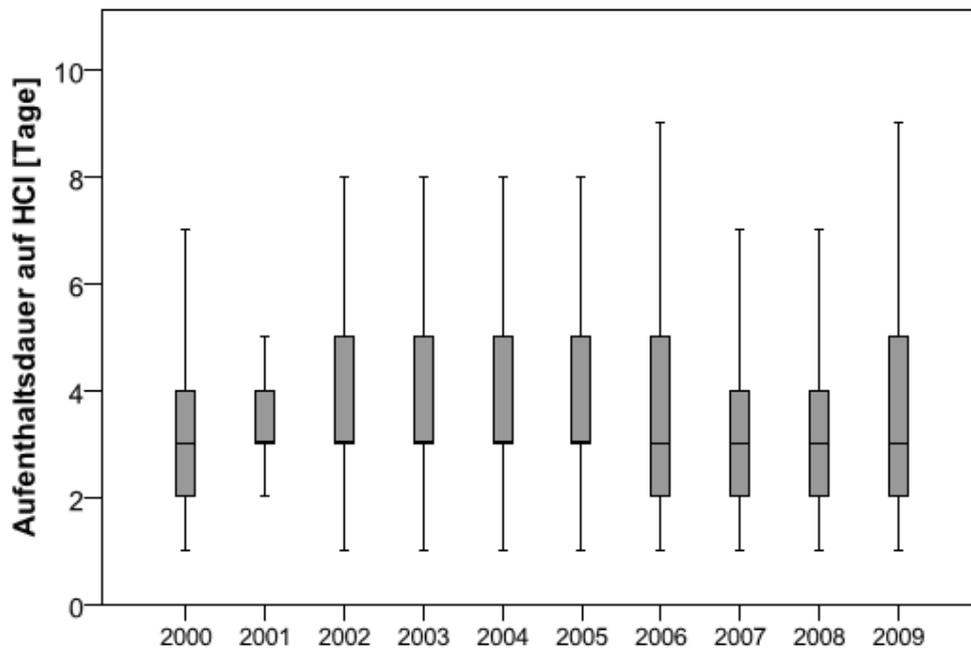


Abbildung 29 Veränderung der Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation HCI im Studienzeitraum

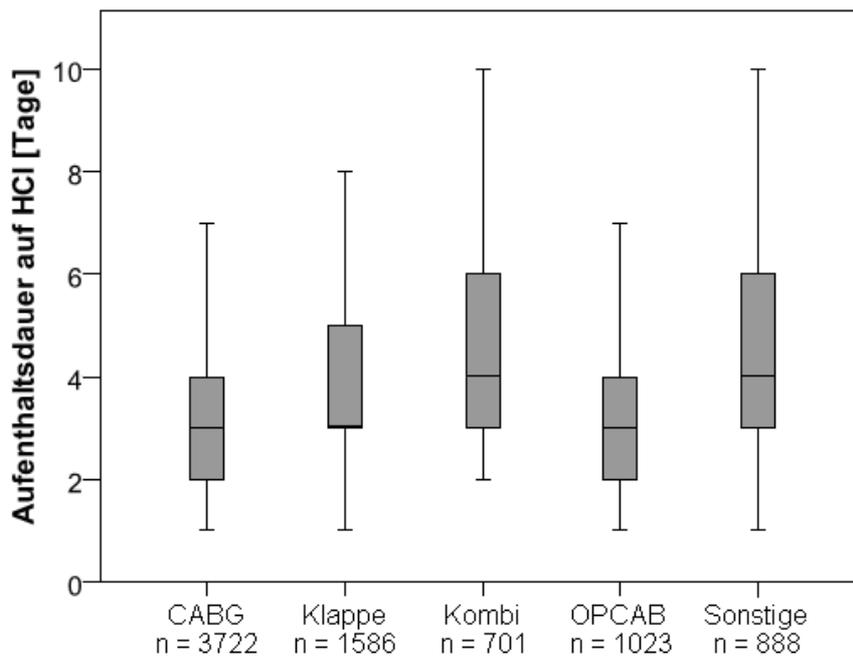


Abbildung 30 Zusammenhang zwischen der Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation HCI und den durchgeführten OP-Verfahren

3.2.1.4 Letalität

In den Jahren 2000 bis 2009 verstarben 199 (2,51%) der 7920 aufgenommenen Patienten während des intensivmedizinischen Aufenthaltes. Abbildung 31 zeigt Unterschiede nach Geschlecht und die Veränderungen im Studienzeitraum, Tabelle 31 schlüsselt die Werte nach Altersklassen und OP-Verfahren auf.

Tabelle 32 zeigt die Abhängigkeit der Letalität von bestimmten Maßnahmen oder Risiken.

Tabelle 33 stellt die Unterschiede stetiger Parameter von auf der Intensivstation HCI verstorbenen und nicht verstorbenen Patienten gegenüber.

Wie in Tabelle 34 zu sehen, war bei überlebenden Patienten der Anteil mit präoperativer EF $\geq 55\%$ signifikant höher als bei verstorbenen Patienten. Bei Verstorbenen war der Anteil Patienten mit einer präoperativen EF $< 45\%$ signifikant höher.

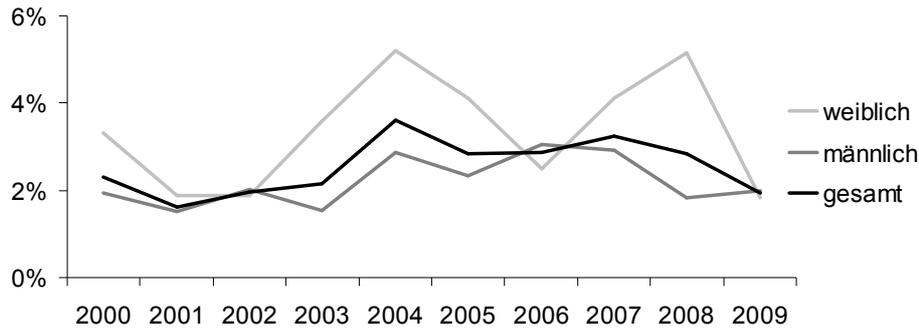


Abbildung 31 Anteil verstorbenen Patienten an der Gesamtpopulation, getrennt nach Geschlecht

Alter	CABG	Klappe	Kombi	OPCAB	Sonstige
< 40	1/23 (4,4%)	0/35 (0,0%)	0/2 (0,0%)	0/7 (0,0%)	4/39 (10,3%)
40-49	0/170 (0,0%)	1/102 (1,0%)	0/11 (0,0%)	1/41 (2,4%)	4/65 (6,2%)
50-59	3/660 (0,5%)	3/218 (1,4%)	1/41 (2,4%)	1/142 (0,7%)	4/137 (2,9%)
60-69	16/1474 (1,1%)	12/455 (2,6%)	5/186 (2,7%)	2/380 (0,5%)	16/316 (5,1%)
70-79	24/1228 (2,0%)	27/590 (4,6%)	23/347 (6,6%)	3/346 (0,9%)	24/288 (8,3%)
80+	7/167 (4,2%)	9/186 (4,8%)	5/114 (4,4%)	2/107 (1,9%)	1/43 (2,3%)
gesamt	51/3722 (1,4%)	52/1586 (3,3%)	34/701 (4,9%)	9/1023 (0,9%)	53/888 (6,0%)

Tabelle 31 Anteil verstorbenen Patienten an der Gesamtpatientenanzahl, unterteilt nach OP-Verfahren und Altersklassen

Parameter	Ja	Nein	Sign.
Notfalleingriff	25/294 (8,5%)	66/3780 (1,8%)	<.001
präoperativ instabil	30/541 (5,6%)	61/3533 (1,7%)	<.001
Bluttransfusion erhalten	196/5327 (3,7%)	3/2593 (0,1%)	<.001
EK erhalten	195/4999 (3,9%)	4/2921 (0,1%)	<.001
FFP erhalten	177/2857 (6,2%)	22/5063 (0,4%)	<.001
TK erhalten	151/1532 (9,9%)	48/6388 (0,8%)	<.001
VHF präoperativ	24/601 (4,0%)	68/3478 (2,0%)	.002
VHF postoperativ	124/2004 (6,2%)	72/5906 (1,2%)	<.001
VHF postop. neu aufgetreten	40/679 (5,9%)	53/3403 (1,6%)	<.001
CPAP	44/1846 (2,4%)	134/5212 (2,6%)	.659
Reintubation	65/310 (21,0%)	133/7605 (1,8%)	<.001
Punktionstracheotomie	41/126 (32,5%)	157/7791 (2,0%)	#
IABP	114/458 (24,9%)	84/7459 (1,1%)	<.001
ECMO	18/37 (48,7%)	180/7878 (2,3%)	#
kontin. Hämodiafiltration	151/498 (30,3%)	47/7419 (0,6%)	<.001
intermitt. Hämodialyse	35/334 (10,5%)	163/7583 (2,2%)	<.001
Nierenersatz	153/637 (24,0%)	45/7280 (0,6%)	<.001
Rethorakotomie	93/554 (16,8%)	105/7363 (1,4%)	<.001
provisor. Thoraxverschluss	69/134 (51,5%)	129/7782 (1,7%)	#
Reanimation im OP	21/52 (40,4%)	71/4027 (1,8%)	#
Reanimation auf HCl	38/78 (48,7%)	54/4003 (1,4%)	#
postoperatives Delir	10/318 (3,1%)	48/2875 (1,7%)	.062
Adrenalin	132/1407 (9,4%)	38/6330 (0,6%)	<.001
Noradrenalin	172/7131 (2,4%)	0/610 (0,0%)	<.001
Hydrocortison	155/4060 (3,8%)	8/2962 (0,3%)	<.001

Tabelle 32 Letalität bei Vorliegen vs. Nicht-Vorliegen nominalskalierter Parameter; p <.002

Parameter	verstorben	nicht verstorben	Sign.
Abklemmdauer [6577 Patienten]	82 (60/112) [Minuten]	62 (49/82)	<.001
EKZ-Dauer [6629 Patienten]	150 (109/202) [Minuten]	94 (74/120)	<.001
HCl-Verweildauer [7920 Patienten]	6 (3/19) [Tage]	3 (2/4)	<.001
Higgins-Score [4106 Patienten]	7 (5/11)	4 (2/6)	<.001
Euroscore [1094 Patienten]	8 (6/12)	4 (2/6)	<.001
SOFA-Score [3826 Patienten]	18 (15/20)	8 (7/9)	<.001
SAPS-II-Score [7875 Patienten]	60 (51/72)	30 (23/37)	<.001
TISS-28-Score [7879 Patienten]	228 (94/820)	88 (66/133)	<.001
Beatmungsdauer [7833 Patienten]	72 (24/343) [Stunden]	11 (8/16)	<.001
präoperativer Hb-Wert [3207 Patienten]	12,5 (11,0/14,2) [g/dl]	13,4 (12,2/14,3)	.002
präoperativer Kreatinin-Wert [5144 Patienten]	1,2 (1,0/1,6) [mg/dl]	1,1 (1,0/1,3)	<.001
höchster CK-MB-Wert [7284 Patienten]	127 (71/267) [U/l]	42 (31/61)	<.001
höchster IL-6-Wert [6469 Patienten]	505 (202/1374) [pg/ml]	230 (125/426)	<.001
höchster Laktat-Wert [7716 Patienten]	14,2 (9,4/20,9) [mmol/l]	2,0 (1,5/2,9)	<.001

Tabelle 33 Vergleich stetiger Parameter zwischen verstorbenen und nicht verstorbenen Patienten; p <.0036

EF-Kategorie	verstorben	nicht verstorben	Signifikanz
1 (≥ 55%)	99 (50,5%)	5215 (67,9%)	<.001
2 (45-54%)	24 (12,2%)	1086 (14,1%)	.452
3 (30-44%)	51 (26,0%)	1054 (13,7%)	<.001
4 (< 30%)	22 (11,2%)	327 (4,3%)	<.001
gesamt	196	7682	

Tabelle 34 Vergleich der präoperativen EF von verstorbenen und nicht verstorbenen Patienten; p <.0125

3.2.1.5 Vergleich der häufigsten OP-Verfahren

3.2.1.5.1 Unterschiede bei Bypass-, Klappen- und Kombinationseingriffen

Die Standardoperationen unterschieden sich, wie aus Tabelle 35 und Tabelle 36 ersichtlich, anhand des präoperativen Patientenzustandes sowie des intra- und postoperativen Verlaufs.

Parameter	Bypass	Klappe	Kombi
Abklemmdauer [5911 Patienten]	57 (45/72) ^a [Minuten]	62 (52/78)	92 (76/112)
EKZ-Dauer [5946 Patienten]	90 (72/111) ^a [Minuten]	87 (72/107)	126 (104/155)
HCI-Verweildauer [7032 Patienten]	3 (2/4) [Tage]	3 (3/5)	4 (3/6)
Higgins-Score [3709 Patienten]	3 (2/5)	4 (3/7)	5 (4/8)
Euroscore [964 Patienten]	3 (2/5)	5 (3/7)	6 (5/8)
SOFA-Score [3338 Patienten]	8 (7/9)	8 (7/10)	9 (7/10)
SAPS-II-Score [7000 Patienten]	29 (23/35)	30 (23/38)	34 (27/44)
TISS-28-Score [7003 Patienten]	85 (66/118)	94 (66/157)	118 (77/215)
Beatmungsdauer [6985 Patienten]	11 (7/15) [Stunden]	12 (8/17)	15 (10/22)

Tabelle 35 Vergleich der wichtigsten OP-Verfahren hinsichtlich stetiger Parameter (^a nur bei Bypass mit HLM)

Parameter	Bypass	Klappe	Kombi
Notfalleingriff	181/2620 (6,9%)	23/725 (3,2%)	14/341 (4,1%)
präoperativ instabil	435/2620 (16,6%)	27/725 (3,7%)	41/341 (12,0%)
VHF präoperativ	220/2622 (8,4%)	223/726 (30,7%)	75/341 (22,0%)
VHF postoperativ	879/4743 (18,5%)	565/1583 (35,7%)	279/700 (39,9%)
VHF postop. neu aufgetreten	377/2623 (14,4%)	131/726 (18,0%)	99/341 (29,0%)
CPAP	995/4170 (23,9%)	386/1458 (26,5%)	204/627 (32,5%)
Reintubation	125/4743 (2,6%)	73/1585 (4,6%)	51/699 (7,3%)
Punktions- tracheotomie	49/4745 (1,0%)	30/1586 (1,9%)	23/701 (3,3%)
IABP	217/4745 (4,6%)	97/1586 (6,1%)	71/701 (10,1%)
kontin. Hämo- diafiltration	136/4745 (2,9%)	149/1586 (9,4%)	95/701 (13,6%)
intermitt. Hämodialyse	130/4745 (2,7%)	93/1586 (5,9%)	58/701 (8,3%)
Nierenersatz- verfahren	217/4745 (4,6%)	177/1586 (11,2%)	110/701 (15,7%)
Rethorakotomie	202/4745 (4,3%)	130/1586 (8,2%)	91/701 (13,0%)
provisor. Thoraxverschluss	53/4745 (1,1%)	17/1586 (1,1%)	23/701 (3,3%)
Adrenalin	596/4670 (12,8%)	326/1540 (21,2%)	237/684 (34,7%)
Noradrenalin	4262/4672 (91,2%)	1426/1542 (92,5%)	666/684 (97,4%)
Hydrocortison	2103/4161 (50,5%)	848/1453 (58,4%)	569/624 (91,2%)

Tabelle 36 Unterschiede zwischen den häufigsten OP-Verfahren

3.2.1.5.2 Unterschied zwischen CABG und OPCAB

Die Bypass-Operationsverfahren CABG und OPCAB unterschieden sich hinsichtlich prä-, intra- und postoperativen Parametern, wie aus Tabelle 37 und Tabelle 38 hervorgeht, insbesondere bezüglich Medikamentengabe und ICU-Scores.

Parameter	CABG	OPCAB	Sign.
HCI-Verweildauer [4745 Patienten]	3 (2/4) [Tage]	3 (2/4)	.001
Higgins-Score [2474 Patienten]	3 (2/5)	4 (2/6)	<.001
Euroscore [558 Patienten]	3 (2/5)	4 (2/6)	.008
SOFA-Score [2121 Patienten]	8 (7/9)	8 (6/9)	.701
SAPS-II-Score [4725 Patienten]	30 (23/36)	26 (20/32)	<.001
TISS-28-Score [4724 Patienten]	87 (66/121)	71 (61/102)	<.001
Beatmungsdauer [4717 Patienten]	11 (8/15) [Stunden]	10 (7/14)	.003

Tabelle 37 Vergleich CABG und OPCAB hinsichtlich stetiger Parameter; p <.0071

Parameter	CABG	OPCAB	Sign.
Notfalleingriff	167/2406 (6,9%)	14/214 (6,5%)	.825
präoperativ instabil	400/2406 (16,6%)	35/214 (16,4%)	.919
VHF präoperativ	207/2408 (8,6%)	13/214 (6,1%)	.202
VHF postoperativ	699/3720 (18,8%)	180/1023 (17,6%)	.384
VHF postop. neu aufgetreten	350/2409 (14,5%)	27/214 (12,6%)	.445
CPAP	771/3195 (24,1%)	224/975 (23,0%)	.458
Reintubation	106/3720 (2,9%)	19/1023 (1,9%)	.079
Punktionstracheotomie	44/3722 (1,9%)	5/1023 (0,5%)	.052
IABP	163/3722 (4,4%)	54/1023 (5,3%)	.223
kontin. Hämodiafiltration	105/3722 (2,8%)	31/1023 (3,0%)	.722
intermitt. Hämodialyse	97/3722 (2,6%)	33/1023 (3,2%)	.282
Nierenersatzverfahren	166/3722 (4,5%)	51/1023 (5,0%)	.476
Rethorakotomie	164/3722 (4,4%)	38/1023 (3,7%)	.332
provisor. Thoraxverschluss	49/3722 (1,3%)	4/1023 (0,4%)	.013
Adrenalin	538/3679 (14,6%)	58/991 (5,9%)	<.001
Noradrenalin	3300/3678 (89,7%)	962/994 (96,8%)	<.001
Hydrocortison	1511/3190 (47,4%)	592/971 (61,0%)	<.001

Tabelle 38 Vergleich CABG und OPCAB hinsichtlich nominalskalierter Parameter; p <.003

3.2.2 Jahresvergleiche

Dieses Kapitel führt im Studienverlauf erkennbare, bisher noch nicht erwähnte, Trends auf. Dazu zählen der veränderte präoperative Zustand der Patienten hinsichtlich **EF** (Abbildung 32 und Tabelle 39) sowie Veränderungen in **Aortenabklemm- und EKZ-Dauer** (siehe Abbildung 33).

Der Anteil von Patienten mit postoperativem **Vorhofflimmern** (VHF) schwankte im Studienzeitraum ohne erkennbaren Trend zwischen 23,0% und 28,1%. Präoperatives VHF wurde nur für die Jahre 2000 bis 2004 erfasst und aus der Veränderung zum postoperativen VHF für die Jahre 2000 bis 2004 für jeden Patienten einzeln berechnet, ob es postoperativ zu einem neu aufgetretenen VHF kam. Während der Anteil mit präoperativem VHF von 10,5% in 2000 auf 17,6% in 2004 stieg, schwankte der Anteil mit neu aufgetretenem VHF ohne erkennbaren Trend zwischen 15,5% (2003) und 17,9% (2002).

Die **postoperative Beatmungsdauer** (Abbildung 34) lag für den Studienzeitraum im Median bei 11 Stunden (7833 Datensätze), mit einem Höchstwert von 2080 Stunden.

Der Anteil der Patienten, die auf **CPAP** als Atemunterstützung angewiesen waren stieg von 10,4% in 2001 auf 24,8% in 2009, mit einem Höchstwert von 37,6% in 2004.

Die Veränderung der Häufigkeit von **Rethorakotomie** (7917), **IABP** (7917), **Reintubation** (7915) und **provisorischer Thoraxverschluss** (7916) im Studienzeitraum wird in Abbildung 35 dargestellt.

Die Anwendungshäufigkeit von **intermittierender Hämodialyse** (für die Jahre 2000 bis 2009 insgesamt 334/7917 Patienten bzw. 4,2%), **kontinuierlicher Hämodiafiltration** (498/7917 Patienten bzw. 6,3%) sowie mindestens einem dieser beiden **Nierenersatzverfahren** (637/7920 Patienten bzw. 8,0%), veränderte sich im Studienzeitraum wie in Abbildung 36 dargestellt.

Für die Laborparameter **IL-6** (höchster postoperativer Wert) und **Laktat** (höchster perioperativer Wert) wurde der höchste gemessene Wert in der Datenbank erfasst und für die Auswertung verwendet. Der Gesamtmedian für IL-6 betrug 233 pg/ml bei 6469 vorhandenen Datensätzen und schwankte ohne erkennbaren Trend zwischen 157 und 330 pg/ml, der Höchstwert war 168.000 pg/ml. Beim Laktatwert (7716 Datensätze, Gesamtmedian 2,1 mmol/l; Maximalwert 31,0 mmol/l) war ein Unterschied zwischen dem Jahr 2000 (Median 3,9 mmol/l) und den Folgejahren (Median zwischen 1,7 und 2,2 mmol/l) erkennbar (Abbildung 37 und Tabelle 40). Der **präoperative Kreatinin-Wert** wurde nur in den Jahren 2003 bis 2009 erfasst, dabei lag der Median für 2003 sowie für 2009 bei 1,1 mg/dl.

Abbildung 38 zeigt, dass **Adrenalin** im Studienverlauf zunehmend seltener, **Noradrenalin** hingegen häufiger eingesetzt wurden. Der Anteil der Patienten die **Hydrocortison** bekamen stieg von 35,6% (304/854) in 2001 auf 61,3% (437/713) in 2009, mit Maxima von 69,3% (534/771) in 2005 und 70,7% (537/760) in 2007.

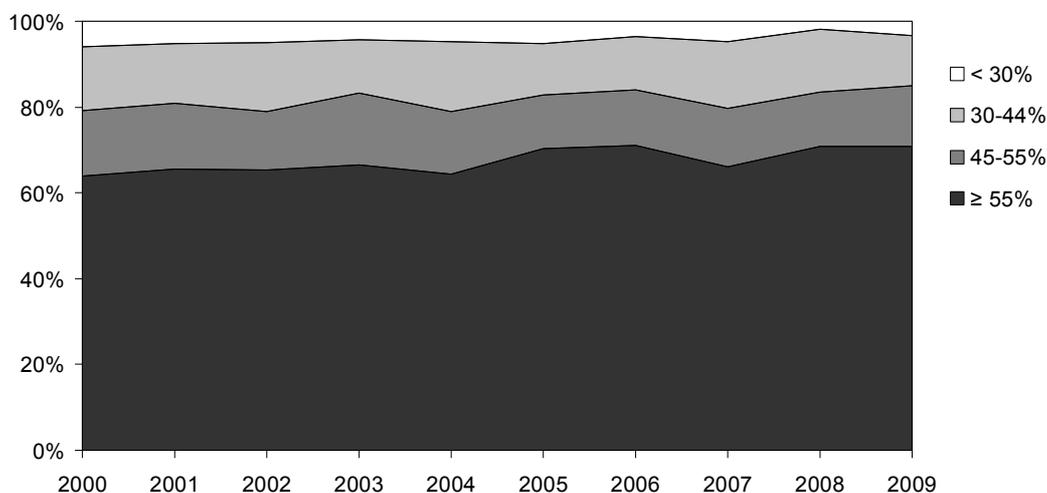


Abbildung 32 Veränderung der präoperativen EF im Jahresvergleich

EF-Kategorie	2000	2003	2006	2009
1 ($\geq 55\%$)	63,85%	66,55%	71,16%	70,87%
2 (45-54%)	15,26%	16,61%	12,72%	14,01%
3 (30-44%)	14,91%	12,54%	12,59%	11,76%
4 ($< 30\%$)	5,99%	4,30%	3,53%	3,36%

Tabelle 39 Veränderung der präoperativen EF im Jahresvergleich

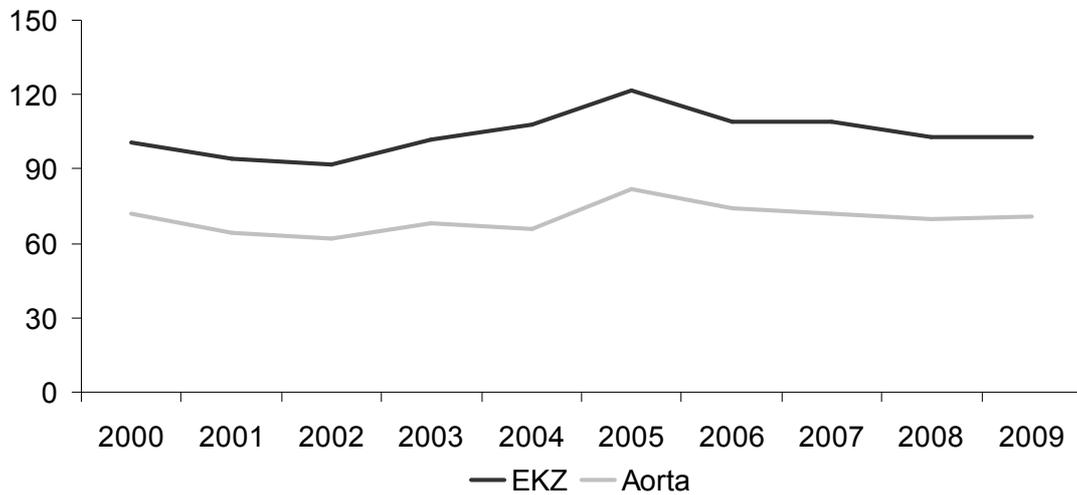


Abbildung 33 Aortenabklemm- und EKZ-Dauer im Jahresvergleich (Minuten, Median) bei Operationen mit HLM

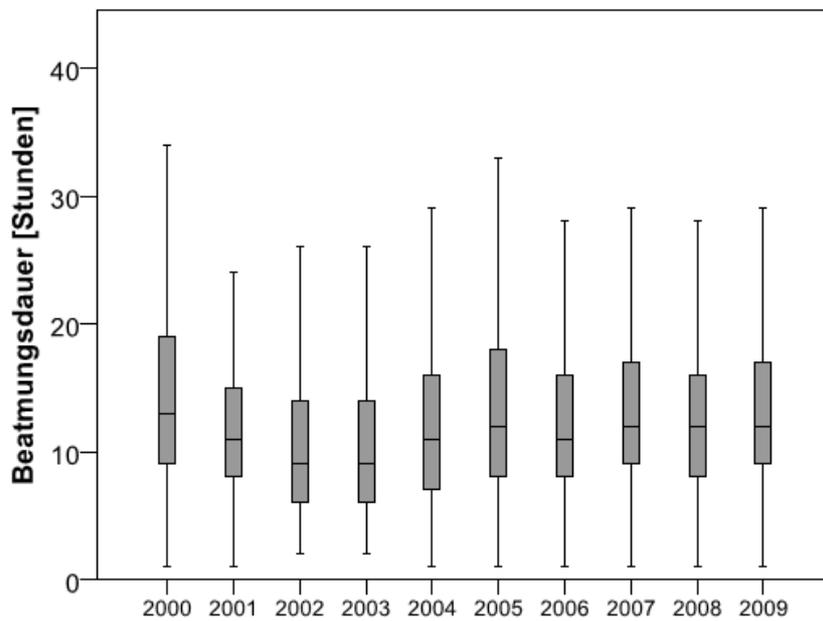


Abbildung 34 Postoperative Beatmungsdauer im Jahresvergleich

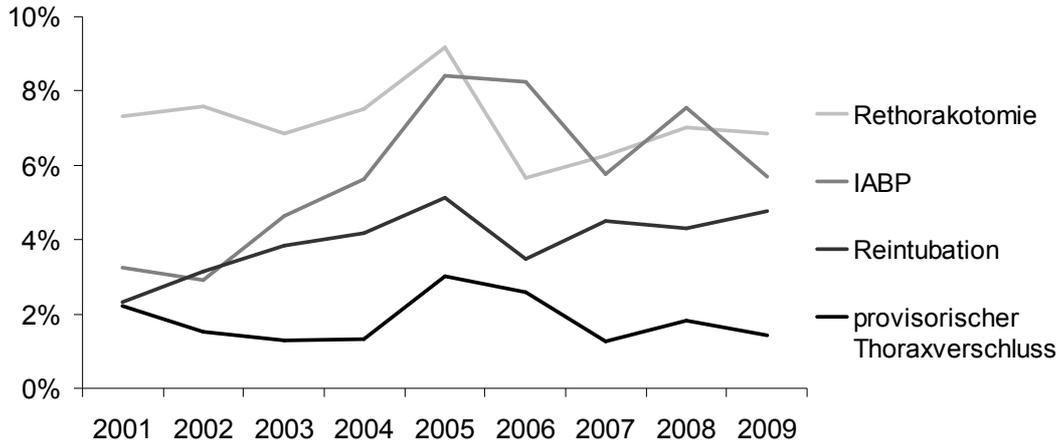


Abbildung 35 Einsatz von Rethorakotomie, IABP, Reintubation und provisorischem Thoraxverschluss im Jahresvergleich

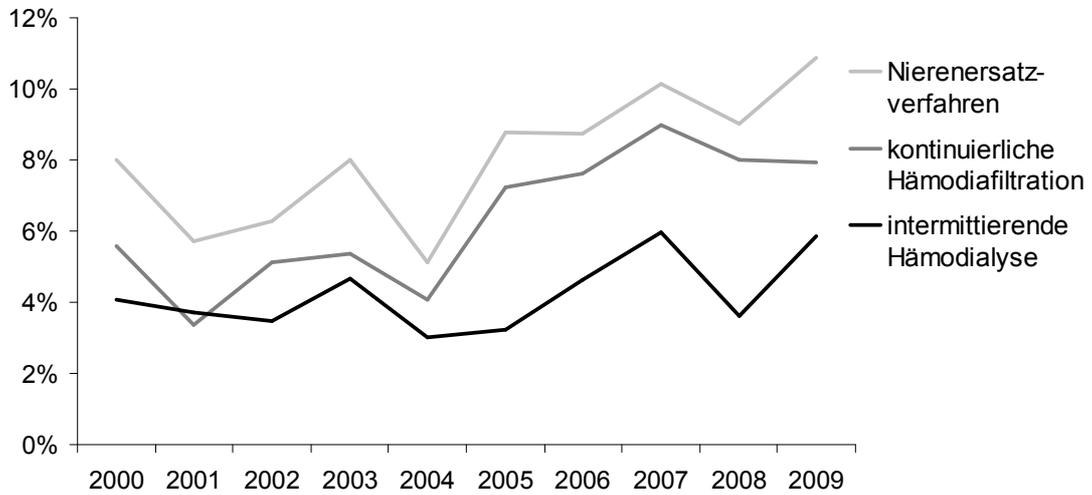


Abbildung 36 Einsatz von Nierenersatzverfahren im Jahresvergleich

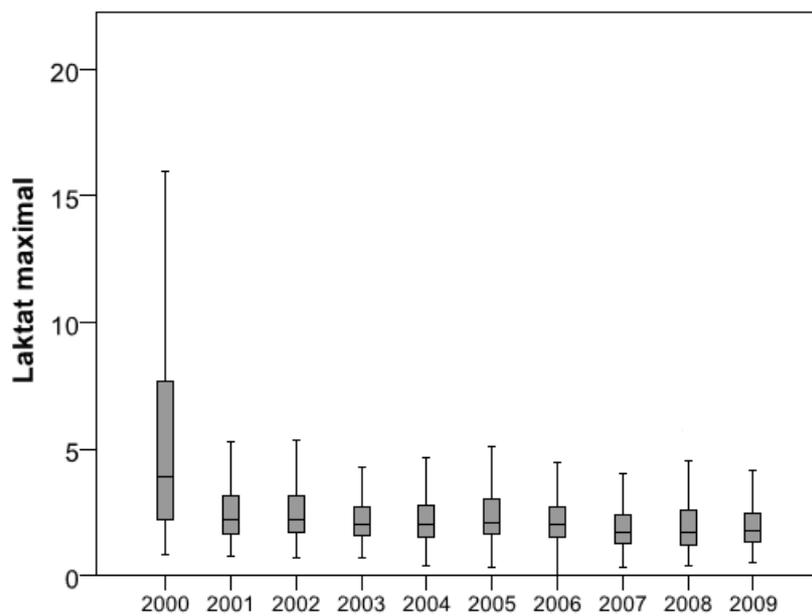


Abbildung 37 Höchster perioperativ gemessener Laktatwert [in mmol/l] im Jahresvergleich

2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
3,9	2,2	2,2	2,0	2,0	2,1	2,0	1,7	1,7	1,7

Tabelle 40 Medianwerte des höchsten perioperativ gemessenen Laktatwertes [in mmol/l] im Studienzeitraum

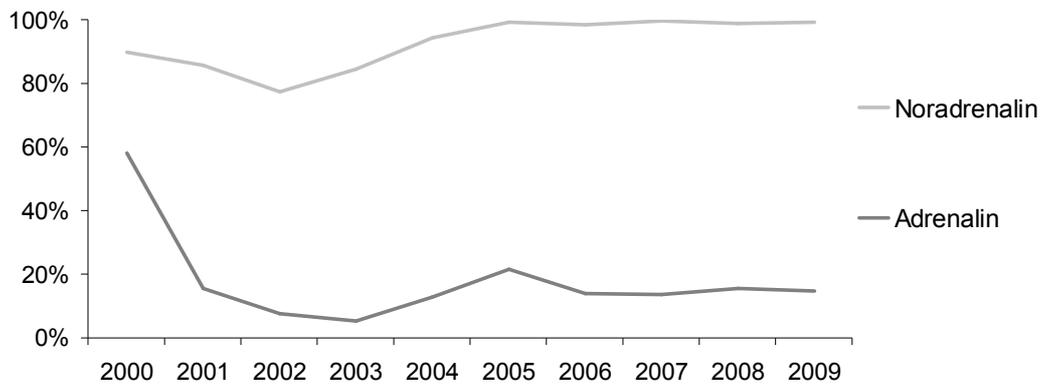


Abbildung 38 Anwendungshäufigkeit von Noradrenalin und Adrenalin

3.2.3 Patienten-Subgruppen

3.2.3.1 90-jährige und ältere Patienten (über-89-jährige-Patienten)

Da im gesamten Studienzeitraum nur 6 Patienten 90 Jahre oder älter waren (siehe Tabelle 41), war die statistische Aussagekraft stark eingeschränkt. Daher erfolgt in diesem Kapitel nur eine kurze deskriptive Statistik sowie ein Vergleich mit der Altersgruppe 80 bis 89 Jahre. In allen anderen Kapiteln wurden diese beiden Patientengruppen zur Altersklasse "Über-80-Jährige/80+" zusammengefasst.

Die Hälfte der über-89-jährigen Patienten war männlich, 5 der 6 Patienten bekamen Blutprodukte verabreicht und alle Patienten dieser Altersgruppe hatten überlebt (siehe Tabelle 42). Unterschiede der beiden Gruppen hinsichtlich ihrer Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation HCl, ihrer Beatmungsdauer und ihres Hb-Wertes bei Verlegung können aus Tabelle 43, bezüglich der präoperativen EF aus Tabelle 44 abgelesen werden.

	CABG	Klappe	Kombi	OPCAB	Summe
2003	1	0	1	0	2
2005	0	1	1	1	3
2006	0	0	1	0	0
Summe	1	1	3	1	6

Tabelle 41 Anzahl über-89-jährige Patienten, sortiert nach Jahr und OP-Verfahren

Parameter	Über-89-Jährige	80-89-Jährige
Männlich	3/6 (50,0%)	309/611 (50,6%)
Verstorben	0/6 (0,0%)	24/611 (3,9%)
Bluttransfusion erhalten	5/6 (83,3%)	534/611 (87,4%)
EK erhalten	5/6 (83,3%)	525/611 (85,9%)
FFP erhalten	1/6 (16,7%)	315/611 (51,6%)
TK erhalten	1/6 (16,7%)	163/611 (26,7%)

Tabelle 42 Vergleich 80-89-Jährige und Über-89-Jährige hinsichtlich nominalskaliertes Parameter

Parameter	Über-89-Jährige	80-89-Jährige
ICU-Aufenthaltsdauer [Tage]	3 (2/5) [6 Pat.]	4 (3/6) [611 Pat.]
Beatmungsdauer [Stunden]	10 (5/15) [6 Pat.]	14 (10/20) [602 Pat.]
Hb-Wert bei Verlegung [mg/dl]	10,0 (9,7/10,6) [6 Pat.]	9,7 (9,2/10,4) [598 Pat.]

Tabelle 43 Vergleich 80-90-Jährige und Über-89-Jährige hinsichtlich stetiger Parameter

EF-Kategorie	Über-89-Jährige	80-89-Jährige
1 ($\geq 55\%$)	4 (66,6%)	389 (64,6%)
2 (45-54%)	1 (16,7%)	88 (14,6%)
3 (30-44%)	1 (16,7%)	106 (17,6%)
4 ($< 30\%$)	0 (0,0%)	19 (3,2%)
gesamt	6	602

Tabelle 44 Vergleich 80-90-Jährige und Über-89-Jährige hinsichtlich präoperativer EF

3.2.3.2 Patienten mit Re-Operation

Bei einigen Patienten wurde dokumentiert, dass es sich bei dem Eingriff um eine Reoperation handelte. Allerdings erfolgte diese Dokumentation nicht für jede Reoperation, sodass diese Daten nur beschränkte Aussagekraft besitzen. Die Anzahl vorhandener Datensätze (siehe Tabelle 45) war so gering, dass auf eine weitere Auswertung verzichtet wurde.

OP-Verfahren	Reoperation dokumentiert	keine Reoperation dokumentiert
CABG	22	3700
Klappe	34	1552
Kombi	8	693
OPCAB	5	1018

Tabelle 45 Anzahl dokumentierter Reoperationen

3.2.3.3 Patienten mit Herztransplantation (HTX)

In der Herzklunik Augustinum wurde im Studienzeitraum 2000-2009 bei insgesamt 56 Patienten (0,7% aller Patienten) eine Herztransplantation durchgeführt (siehe Abbildung 39). Dabei ergaben sich für diese Patientengruppe im Vergleich zur Gesamtpopulation die in Tabelle 46 und Tabelle 47 aufgeführten Unterschiede. Aufgrund der geringen Fallzahl wurde kein Test auf statistische Signifikanz durchgeführt. HTX wurden vom aufnehmenden Arzt (= Datenerfasser) meist als Notfalleingriff klassifiziert, da der OP-Zeitpunkt von der Verfügbarkeit eines Spenderorgans abhing.

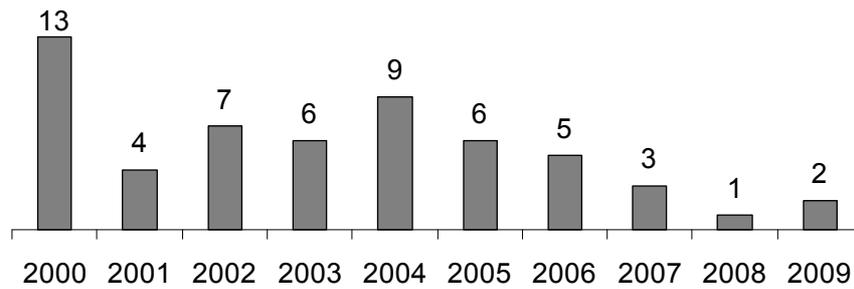


Abbildung 39 Anzahl Herztransplantationen im Studienzeitraum

Parameter	HTX-Patienten	Gesamtpopulation
Männlich	49/56 (87,5%)	5551/7917 (70,1%)
Verstorben	4/56 (7,1%)	199/7920 (2,5%)
Bluttransfusion erhalten	46/56 (82,1%)	5327/7920 (67,3%)
EK erhalten	36/56 (64,3%)	499/7920 (63,1%)
FFP erhalten	42/56 (75,0%)	2857/7920 (36,1%)
TK erhalten	29/56 (51,8%)	1532/7920 (19,3%)

Tabelle 46 Unterschiede zwischen HTX-Patienten und der Gesamtpopulation (nominalskalierte Parameter)

Parameter	HTX-Patienten	Gesamtpopulation
Anzahl transfundierter EK	5 (2/11)	3 (1/5)
Anzahl transfundierter FFP	6 (4/13)	6 (3/9)
Anzahl transfundierter TK	2 (2/4)	2 (1/3)
Alter	53,93 ± 12,08 [Jahre]	67,20 ± 10,22
HCl-Verweildauer	7 (6/11) [Tage]	3 (2/5)
Beatmungsdauer	18 (7/72) [Stunden]	11 (8/16)
präoperativer Hb-Wert	12,5 (11,1/13,7) [g/dl]	13,4 (12,2/14,3)
Hb-Wert bei Verlegung	9,7 (8,5/10,4) [g/dl]	9,5 (8,9/10,2)

Tabelle 47 Unterschiede zwischen HTX-Patienten und der Gesamtpopulation (stetige Parameter)

3.2.3.4 Patienten mit mechanischem Kreislaufunterstützungssystem

Insgesamt 17 Patienten (0,2% aller Patienten) erhielten im Studienzeitraum 2000-2009 ein mechanisches Kreislaufunterstützungssystem wie z. B. Berlin Heart oder Novacor (siehe Abbildung 40). Dabei ergaben sich für diese Patientengruppe im Vergleich zur Gesamtpopulation die in Tabelle 48 und Tabelle 49 aufgeführten Unterschiede. Aufgrund der geringen Fallzahl wurde kein Test auf statistische Signifikanz durchgeführt.

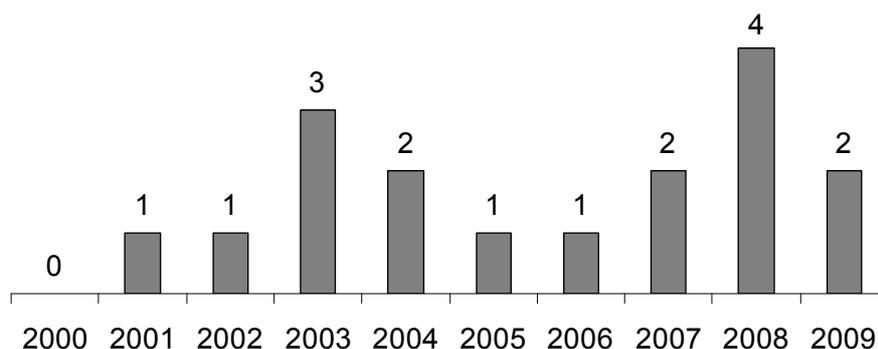


Abbildung 40 Häufigkeit des Einsatzes mechanischer Kreislaufunterstützungssysteme im Studienzeitraum

Parameter	Patienten mit mech. Kreislaufunterstützungssystem	Gesamtpopulation
Männlich	15/17 (88,2%)	5551/7917 (70,1%)
Verstorben	10/17 (58,8%)	199/7920 (2,5%)
Transfusion erhalten	17/17 (100,0%)	5327/7920 (67,3%)
EK erhalten	17/17 (100,0%)	499/7920 (63,1%)
FFP erhalten	17/17 (100,0%)	2857/7920 (36,1%)
TK erhalten	17/17 (100,0%)	1532/7920 (19,3%)

Tabelle 48 Unterschiede zwischen Patienten mit mech. Kreislaufunterstützungssystem und der Gesamtpopulation (nominalskalierte Parameter)

Parameter	Patienten mit mech. Kreislaufunterstützungssystem	Gesamtpopulation
Anzahl transfundierter EK	39 (23/57)	3 (1/5)
Anzahl transfundierter FFP	42 (32/74)	6 (3/9)
Anzahl transfundierter TK	8 (4/18)	2 (1/3)
Alter	51,90 ± 14,41 [Jahre]	67,20 ± 10,22
HCI-Verweildauer	15 (5/41) [Tage]	3 (2/5)
Beatmungsdauer	153 (42/388) [Stunden]	11 (8/16)
präoperativer Hb-Wert	12,4 (12,0/16,3) [g/dl]	13,4 (12,2/14,3)
Hb-Wert bei Verlegung	8,9 (8,0/9,2) [g/dl]	9,5 (8,9/10,2)

Tabelle 49 Unterschiede zwischen Patienten mit mech. Kreislaufunterstützungssystem und der Gesamtpopulation (stetige Parameter)

3.2.4 Lebensalter als Einflussfaktor

Der Einfluss des Lebensalters auf einzelne untersuchte Parameter wird in diesem Kapitel dargestellt.

Die Verweildauer auf der Intensivstation HCI stand sowohl mit dem Geschlecht, als auch mit dem Alter in Zusammenhang (Tabelle 50).

Beim ICU-Score SAPS-II (7875 Datensätze, Maximalwert 142, Median 30; Abbildung 41) waren ebenfalls Unterschiede zwischen den Altersklassen ersichtlich.

Auch bei der Häufigkeit von prä- (2000-2004; 4079 Patienten) und postoperativem (2000-2009; 7910 Patienten) sowie postoperativ neu aufgetretenem (2000-2004; 4082 Patienten) Vorhofflimmern (siehe Abbildung 42) zeigten sich Unterschiede zwischen den Altersklassen, ebenso bei der postoperativen Beatmungsdauer (Abbildung 43).

Für die Parameter CPAP (7058 vollständige Datensätze), Reintubation (7915), Punktionstracheotomie (7917), IABP (7917), Nierenersatzverfahren (7920) und Delir (3193) zeigten sich bei der Auswertung Unterschiede zwischen den einzelnen Altersklassen (siehe Abbildung 44 und Abbildung 45).

Bei Unter-40-Jährigen waren Eingriffe signifikant häufiger Notfallingriffe als bei älteren Patienten. Ebenfalls häufiger bei unter-40-jährigen Patienten wurde ECMO, ein provisorischer Thoraxverschluss und eine Reanimation auf der Intensivstation HCI durchgeführt. Für diese Parameter konnte aufgrund der geringen Fallzahlen jedoch keine Signifikanz mittels Chi-Quadrat-Test berechnet werden (Tabelle 51).

Altersklasse	männlich	weiblich
<40 Jahre	3 (2/4) [Tage]	4 (3/5)
40-49	3 (2/4)	3 (2/4)
50-59	3 (2/4)	3 (3/4)
60-69	3 (2/4)	3 (2/4)
70-79	3 (3/5)	3 (3/5)
80+	4 (3/6)	4 (3/6)

Tabelle 50 Zusammenhang zwischen Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation HCI sowie Alter und Geschlecht

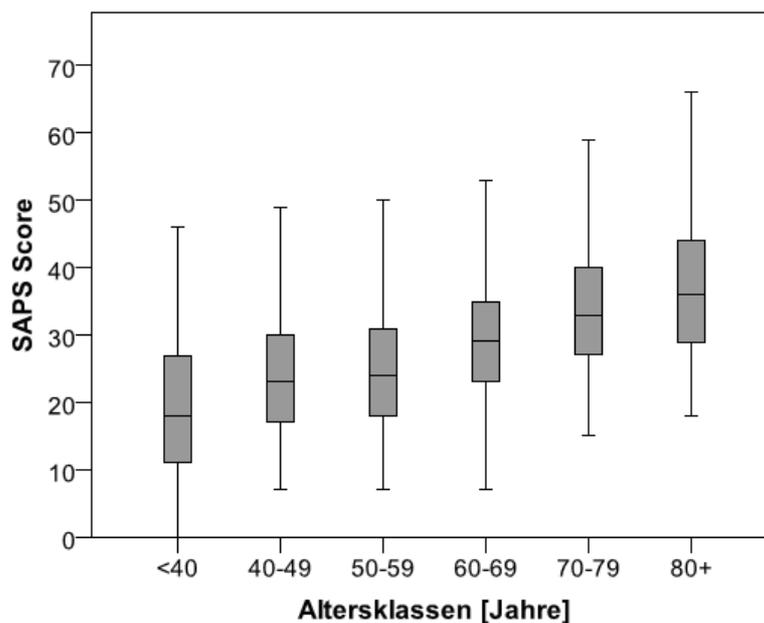


Abbildung 41 Altersunterschiede beim SAPS-II-Score

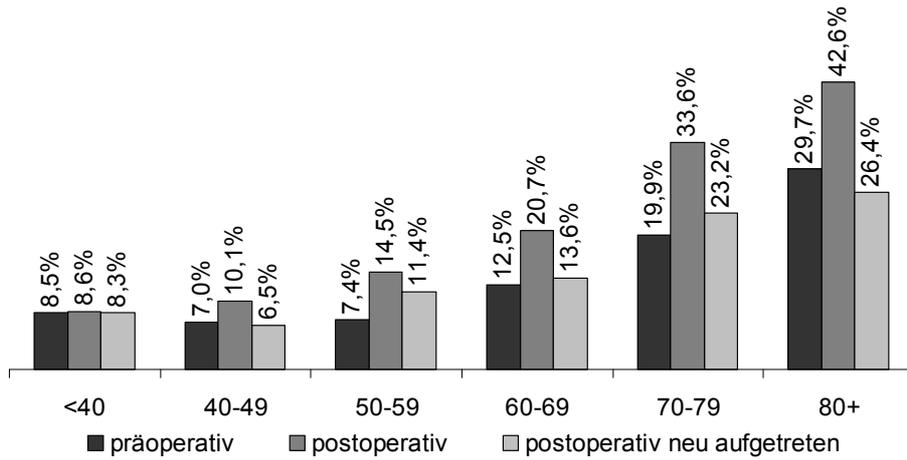


Abbildung 42 Häufigkeit von Vorhofflimmern (postoperativ, präoperativ, postoperativ neu aufgetreten) in den einzelnen Altersklassen

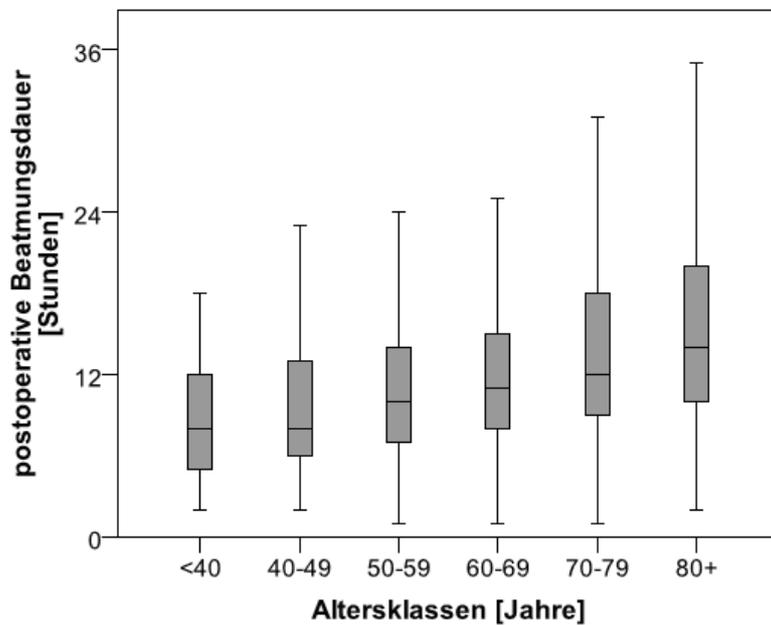


Abbildung 43 Altersunterschiede bei der postoperativen Beatmungsdauer

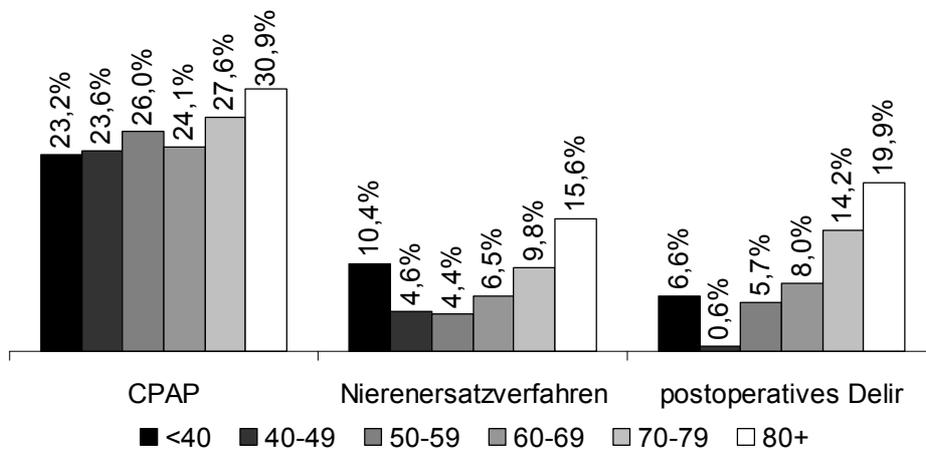


Abbildung 44 Altersverteilung der Parameter CPAP, Nierenersatzverfahren und Delir

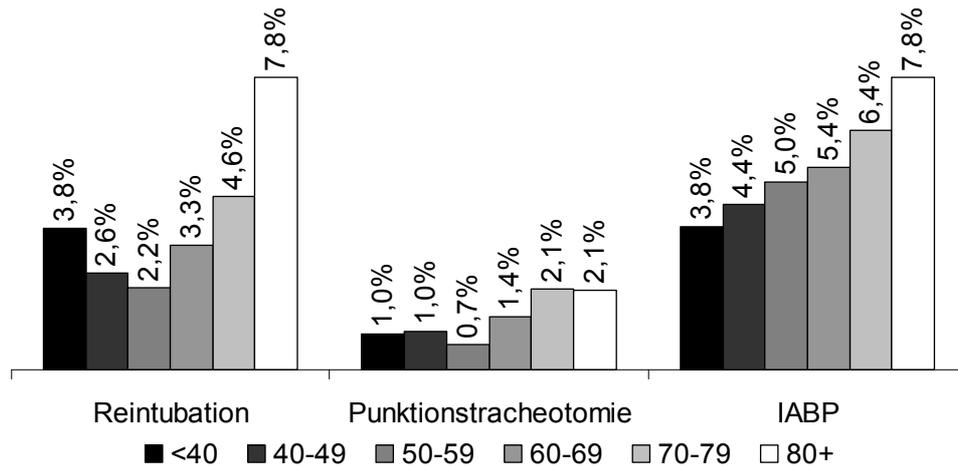


Abbildung 45 Altersverteilung der Parameter Reintubation, Punktionstracheotomie und IABP

Parameter	Unter-40-Jährige	40-Jährige und älter	Signifikanz
Notfalleingriff	11/71 (15,5%)	283/3720 (7,6%)	.014
ECMO	4/105 (3,8%)	33/7776 (0,4%)	#
provisor. Thoraxverschluss	6/105 (5,7%)	128/7683 (1,7%)	#
Reanimation auf HCl	3/71 (4,2%)	75/3935 (1,9%)	#

Tabelle 51 Unterschiede zwischen unter- und über-40-jährigen Patienten

4 Diskussion

Diese Studie untersuchte am Beispiel der Herzklinik Augustinum die Veränderungen an einem herzchirurgischen Zentrum innerhalb von 10 Jahren. Der Schwerpunkt lag dabei auf Bluttransfusionen (insbesondere von Erythrozytenkonzentraten), deren möglichen Ursachen und statistische Zusammenhänge mit anderen erhobenen Parametern.

Die große Patientenzahl von 7920 und der lange Studienzeitraum von 10 Jahren erlauben die Beschreibung von Trends in der perioperativen Therapie von herzchirurgischen Patienten und der Veränderung des Patientenkollektivs an der Herzklinik der Universität München am Augustinum.

4.1 Blutprodukte

Herzchirurgische Eingriffe weisen ein hohes perioperatives Blutungsrisiko auf und benötigen einen beträchtlichen Anteil der verfügbaren Blutkonserven.[25]

Die Querschnitts-Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten der Bundesärztekammer[26] hat bezüglich der Gabe von Erythrozytenkonzentraten keine eindeutige Grenze der Transfusionsbedürftigkeit festgelegt, weist aber auf ein erhöhtes Letalitäts- und Morbiditätsrisiko bei Patienten mit kardiovaskulären Vorerkrankungen bei einem Hb-Wert unter 7 g/dl hin. Bei höheren Werten soll die Entscheidung zur Transfusion von "physiologischen Transfusionstriggern" (sprich Anzeichen einer anämischen Hypoxie) abhängig gemacht werden. Die Transfusion von Thrombozytenkonzentraten sollte bei herzchirurgischen Patienten mit einer Thrombozytenzahl < 20.000/ μ l präoperativ oder nach Entwöhnen von der HLM sowie bei starken postoperativen Blutungen durchgeführt werden. Ein Risikofaktor dafür ist eine präoperative Therapie mit Glykoprotein-IIb-IIIa-Inhibitoren oder einer Kombination aus Acetylsalicylsäure und Clopidogrel. Die Empfehlung zur FFP-Transfusion ist aufgrund der eingeschränkten Studienlage mit "*Verlust- und Verdünnungskoagulopathie bei schwerem akutem Blutverlust*" sehr allgemein gehalten.

Die Guidelines 2011[27] der Society of Thoracic Surgeons und der Society of Cardiovascular Anesthesiologists empfehlen eine präoperative Risikoeinschätzung der Patienten hinsichtlich Risikofaktoren für einen erhöhten Transfusionsbedarf. Dazu gehören ein höheres Alter, eine geringe Erythrozytenzahl (bei Anämie oder geringer Körpergröße), eine präoperative Antikoagulations- oder Plättchenhemmungstherapie, eine dringende OP-Indikation, eine erwartete lange EKZ-Dauer sowie bestimmte Begleiterkrankungen (Herzinsuffizienz, Nierenversagen, COPD). Bei Patienten mit

erhöhtem Risiko sollten Vorsichtsmaßnahmen hinsichtlich Reduktion des Blutungsrisikos und etwaiger Transfusion getroffen werden.

Zusätzlich zu allgemein gültigen Transfusionstriggern wird der Bedarf an Blutprodukten auch durch patientenbezogene (Alter, Geschlecht, Vorerkrankungen) und OP-bezogene Faktoren (Umfang des Eingriffs, perioperative Komplikationen) beeinflusst.[27] Im Rahmen dieser Studie wurden allerdings nur statistischer Zusammenhänge aufgezeigt. Eine Unterscheidung in Ursache und Folge der Bluttransfusion war mit den vorhandenen Daten nicht möglich.

4.1.1 Zeitliche Entwicklung von Transfusionshäufigkeit und -menge

Ein deutlich erkennbarer Trend war der von 2000 bis 2009 steigende Bedarf an Bluttransfusionen, sowohl für Bluttransfusionen allgemein (siehe Abbildung 1 und Tabelle 4), als auch für die einzelnen Produkte EK (siehe Abbildung 5 und Abbildung 8), TK (Abbildung 21 und Abbildung 24) und FFP (siehe Abbildung 17 und Abbildung 20). Dies betraf sowohl die Häufigkeit von Bluttransfusionen, als auch die dabei verabreichten Mengen und die durchschnittlich pro Patient verabreichten Mengen.

Es bestand der Verdacht, dass dieser gesteigerte Transfusionsbedarf durch eine Veränderung des Patientenkollektivs im Untersuchungszeitraum zustande kam. Daher wurde unter 3.2 Weitere Ergebnisse auch die Veränderung einzelner, für die Transfusionshäufigkeit und -menge relevanter Parameter dargestellt und unter 4.2 Weitere Ergebnisse diskutiert.

Zwei weitere Einflussfaktoren, die nicht in der Datenbank erfasst wurden, könnten dabei eine entscheidende Rolle gespielt haben. Im Studienverlauf wurde Aprotinin vom Markt genommen. Außerdem waren Patienten bei Krankenhausaufnahme zunehmend mittels sogenannter "dualer Plättchenhemmung" (Acetylsalicylsäure und Clopidogrel) therapiert.

Die in der Herzchirurgie erwünschte Wirkung von Aprotinin umfasste unter anderem die Senkung des Fremdblutbedarfs.[28-31] Aufgrund von Studienergebnissen, laut denen Aprotinin das Risiko renaler, kardialer und zerebraler Komplikationen[32] sowie die Letalität bei CABG-Patienten[33, 34] erhöhen würde, wurde das Medikament 2007 (nach Abbruch der BART-Studie[35]) vom Hersteller vom Markt genommen. Um diesem Zeitraum war eine Steigerung des Blutbedarfs (insbesondere bei EK und noch deutlicher bei FFP) zu sehen.

Die bei Krankenhausaufnahme bestehende Medikation wurde nicht in der Datenbank erfasst. Interessant wäre dies vor allem für gerinnungshemmende Medikamente wie Acetylsalicylsäure, Clopidogrel, Cumarine und andere gewesen. Im klinischen Alltag

stellten sich vermehrt Patienten mit doppelter Plättchenhemmung zur sekundären Prophylaxe, vor allem bei koronarer Herzkrankheit als Vormedikation vor. Diese haben als Nebenwirkung einen erhöhten Blutverlust und Transfusionsbedarf bei Operationen[26, 36] sowie ein erhöhtes perioperatives Letalitätsrisiko.[37] Aufgrund der fehlenden Daten war im Rahmen dieser Studie keine fundierte Aussage dahingehend möglich.

4.1.2 Transfusionshäufigkeit

Frauen benötigten häufiger Bluttransfusionen, insbesondere EK und FFP. Dies könnte unter anderem daran liegen, dass bei Frauen häufiger Klappen- und Kombinationsoperationen mit höherem Blutbedarf als bei Bypass-Operationen, die häufiger bei Männern durchgeführt wurden, notwendig waren (siehe Abbildung 2, Abbildung 4, Tabelle 9 und Tabelle 10).

Mehrere Studien verglichen die beiden Verfahren zur Bypass-Operation und stellten bei OPCAB einen geringeren Transfusionsbedarf (insbesondere bezüglich EK) fest.[38-43] Anhand der vorliegenden Daten konnte gezeigt werden, dass zwar EK und Bluttransfusionen allgemein bei CABG häufiger erfolgten (EK: 60,8% vs. 43,6%, Transfusion: 63,5% vs. 50,7%), OPCAB-Patienten jedoch häufiger FFP bekamen (29,8% vs. 25,3%). Dabei ist jedoch anzumerken, dass die Zuordnung der Patienten zu den Verfahren nicht randomisiert, sondern aufgrund klinischer Gegebenheiten und Patientenkriterien, erfolgte (siehe Abbildung 2).

Der Zusammenhang der untersuchten Parametern mit der Transfusionshäufigkeit allgemein (siehe Tabelle 7, Tabelle 8 sowie Tabelle 11) beziehungsweise der EK-Transfusionshäufigkeit (siehe Tabelle 14, Tabelle 15 sowie Tabelle 16) wird unter 4.1.3.1 Vergleich der perioperativen EK-Gabe (2000-2009) diskutiert.

4.1.3 Erythrozytenkonzentrate

EK-Transfusionen bei herzchirurgischen Patienten bergen Risiken, die mengenabhängig steigen und zunehmend kritisch gesehen werden.[3, 5, 44] Sie erhöhen die Rate an Komplikationen wie Infektionen und Ischämiefolgen (Myokardinfarkt, Schlaganfall, reduzierte Nierenfunktion) sowie die Krankenhaus-Verweildauer. Dieser Effekt ist unterschiedlich stark von der verabreichten EK-Menge abhängig.[3, 5, 44-47] Bei Patienten mit geringem Risiko kann bereits die Gabe von 1 bis 2 EK die Langzeitüberlebensrate senken.[48]

Wahl et al.[49] zeigten am Beispiel einer Trauma- und Brandverletzten-Intensivstation, dass das Vorhandensein strikter hausinterner Transfusionsleitlinien in Kombination mit

intensiver Schulung den EK-Bedarf senken konnte. Im Studienzeitraum gab es auf der Intensivstation HCI keine schriftlich festgelegten Transfusionsleitlinien, die auf Hb-Werten beruhten. Die Entscheidung oblag dem Anästhesisten bzw. Dienstarzt bzw. wurde im Team gefällt.

Einige der untersuchten Parameter waren in der Literatur[27, 50-52] bereits als Risikofaktoren für einen erhöhten Transfusionsbedarf, insbesondere hinsichtlich EK, bekannt. Allerdings unterschieden sich die untersuchten Patientenkollektive häufig von dem der vorliegenden Studie, da vorzugsweise Bypass-Operationen, häufig auch Klappen- oder auch Kombinationseingriffe, jedoch nur selten alle an einem Zentrum durchgeführten herzchirurgischen Eingriffe in die Auswertung aufgenommen wurden. Auch konzentrierten sich viele Studien auf ein genau definiertes Patientenkollektiv, das nur einem kleinen Teilbereich der vorliegenden Studie entsprach. In die weiteren Ausführungen wurden daher keine konkreten Vergleichswerte übernommen, sondern nur darauf eingegangen, ob der untersuchte Parameter bereits als Risikofaktor für Bluttransfusionen (insbesondere für EK) bekannt war oder nicht.

4.1.3.1 Vergleich der perioperativen EK-Gabe (2000-2009)

Im Studienverlauf kam es von 2000 bis 2009 zu einer Steigerung der EK-Transfusionshäufigkeit und -menge, welche unter anderem auf folgende Veränderungen zurückgeführt wurde:

- Von 2000 bis 2009 stieg die EK-Transfusionshäufigkeit. Bei Betrachtung der einzelnen OP-Verfahren konnte eine statistisch signifikante Steigerung nur für Klappen-Eingriffe bestätigt werden (siehe Tabelle 4 und Tabelle 5).
- Insgesamt stieg von 2000 bis 2009 die dabei durchschnittlich verabreichte EK-Menge, für die einzelnen OP-Verfahren konnte jedoch keine statistisch signifikante Steigerung nachgewiesen werden (siehe Tabelle 12).
- Das OP-Spektrum (siehe Tabelle 29) veränderte sich dahingehend, dass 2009 der Anteil der Klappen- bzw. Kombinationseingriffe, die einen höheren EK-Bedarf aufwiesen als Bypass-Eingriffe höher bzw. unverändert zu 2000 waren. Abschwächend wirkte hingegen die Verlagerung der Bypass-Operationen von CABG (mit höherem EK-Bedarf) hin zu OPCAB (mit geringerem EK-Bedarf).

Die unterschiedliche Komplexität der Eingriffe, die sich unter anderem durch längere **EKZ- und Aortenabklemmdauern** (beide als Risikofaktoren für einen erhöhten Blutbedarf bekannt[27, 53, 54]) ausdrückte und unter 4.2.1.5.1 diskutiert wird, könnten den unterschiedlichen EK-Bedarf mitbedingt haben (siehe Tabelle 35).

Für fast alle untersuchten Parameter konnte ein Zusammenhang mit der Transfusionshäufigkeit (siehe 3.1.2.2) und der dann verabreichten EK-Menge (siehe 3.1.2.3) gezeigt werden. Bei diesen Parametern ging eine erhöhte EK-Transfusionshäufigkeit auch mit einer erhöhten EK-Menge einher.

Dass transfundierte Patienten einen höheren postoperativen **IL-6-Wert** aufweisen würden als nicht-transfundierte Patienten[55], konnte anhand der vorliegenden Daten nicht bestätigt werden (siehe 3.2.2 Jahresvergleiche).

Der starke Zusammenhang zwischen der **Verabreichung von FFP bzw. TK** und EK erklärt sich dadurch, dass FFP und TK nur in Ausnahmefällen ohne EK verabreicht wurden (siehe Tabelle 14).

Das weibliche **Geschlecht** gilt als Risikofaktor für Bluttransfusionen.[50, 51, 54] Frauen bekamen im Studienzeitraum häufiger EK transfundiert, und dabei im Median mehr Einheiten als Männer (4,21 vs. 4,16 Einheiten). Ursachen dafür könnten ein niedrigerer präoperativer Hb-Wert sowie Unterschiede in der Zusammensetzung des OP-Spektrums (wie unter 4.2.1.1 Operation diskutiert) sowie geschlechtsspezifische Unterschiede bei den einzelnen Standard-OP-Verfahren gewesen sein. Betrachtet man die Standardeingriffe separat, so waren Frauen zum OP-Zeitpunkt im Mittel älter als Männer und bekamen häufiger EK transfundiert. Nur bei CABG und Bypass-Eingriffen wurde Frauen dabei auch eine größere EK-Menge als Männern verabreicht (siehe Tabelle 9, Tabelle 10, Tabelle 13, Tabelle 27 und Tabelle 30).

Ein höheres **Alter** ist mit einer höheren Häufigkeit und Menge an Bluttransfusionen vergesellschaftet.[27, 50, 51, 53, 54] Kompliziertere Eingriffe (insbesondere alle außer reinen Bypass-Operationen) weisen ein erhöhtes Risiko, Blut- und EK-Transfusionen zu benötigen, auf.[27] Dies konnte mit den vorliegenden Daten bestätigt werden. Besonders deutlich zeigte sich in der vorliegenden Studienpopulation, dass Über-70-Jährige häufiger Bluttransfusionen, insbesondere von EK, benötigten als jüngere Patienten. Es gibt Hinweise, dass die Häufigkeit unerwünschter Wirkungen von Bluttransfusionen mit dem Patientenalter in Zusammenhang steht und sowohl Transfusionshäufigkeit als auch -menge bei älteren Patienten daher so gering wie möglich gehalten werden sollten (siehe Abbildung 2 und Abbildung 3).[56]

Das Ausmaß des größten Hb-Abfalls sowie der niedrigste **Hb-Wert**, den Patienten ohne Komplikationen tolerieren, hängen vom individuellen Ausgangs-Hb-Wert der Patienten ab.[57] Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen einem niedrigen präoperativen Hb-Wert und dem Nadir-Hämatokrit-Wert[58] sowie der Gabe von Blutprodukten.[59] Eine präoperativ bestehende Anämie ist demnach ein Risikofaktor für perioperativen EK-Transfusionsbedarf.[27, 50-53] Aufgrund der vorliegenden Daten

konnte gezeigt werden, dass Patienten, die EK bekamen, präoperativ geringere Hb-Werte aufwiesen. Einschränkend muss erwähnt werden, dass die präoperativen Hb-Werte nur für die erste Hälfte des Studienzeitraumes in der Datenbank erfasst wurde. Einen Hinweis darauf, dass nur soviel transfundiert wurde wie nötig, stellt der bei Verlegung geringere Hb-Wert von EK-transfunden Patienten dar (siehe Tabelle 15).

Notfalleingriffe gelten als Prädiktoren eines erhöhten EK-Bedarfs.[27, 50, 51, 60] Da im kurzen präoperativen Zeitraum eine bestehende Anämie, die einen bedeutenden Risikofaktor für einen perioperativen EK-Bedarf darstellt,[27, 50-53, 59] nicht behoben und eine etwaige bestehende Antikoagulationstherapie nicht umgestellt werden können. Die Dringlichkeit des Eingriffes beeinflusst auch dessen Ausmaß. Präoperativ instabile Studienpatienten benötigten häufiger und mehr EK als präoperativ stabile Patienten (siehe Tabelle 14 und Tabelle 17).

Die Annahme, dass eine niedrige **präoperative EF**, als Zeichen der Krankheitsschwere, zu einem erhöhten EK-Bedarf führen würde[5, 50], konnte mit den vorliegenden Daten nicht bestätigt werden (siehe Tabelle 16).

Zwischen der transfunden EK-Menge und der Auftretenshäufigkeit von Nierenversagen besteht ein positiver Zusammenhang.[61, 62] Im Studienkollektiv zeigte sich ein Zusammenhang zwischen EK-Transfusionen und der Notwendigkeit von **Nierenersatzverfahren**. Allerdings wurde nicht unterschieden, ob die Patienten präoperativ bereits dialysepflichtig waren. Transfundierte Patienten hatten bei Verlegung von der Intensivstation HCI höhere **Kreatinin-Werte** als nicht-transfundierte Patienten. Dazu ist anzumerken, dass transfundierte Patienten bereits präoperativ höhere Kreatinin-Werte aufwiesen (siehe Tabelle 14 und Tabelle 15).

Nachblutungen (häufig mit erhöhtem Transfusionsbedarf vergesellschaftet[63]) waren ein gängiger Grund für die Durchführung einer **Rethorakotomie**, die bei bereits spontan atmenden Patienten eine **Reintubation** während der Narkoseeinleitung voraussetzt (siehe Tabelle 14).

Intraoperativ war der **provisorische (= zweizeitige) Thoraxverschluss** eine Option für Patienten mit Vorerkrankungen, umfangreicheren Eingriffen oder bei Komplikationen und somit gehäuft mit einem erhöhten Transfusionsbedarf verbunden. Bis zum endgültigen Wundverschluss blieben diese Patienten beatmet. Patienten, die invasive intensivmedizinische Maßnahmen, wie **Punktionstracheotomie**, **IABP** oder **ECMO**, benötigten, wiesen erhöhte Letalitäts- (siehe 4.2.1.4 Letalität) und Transfusionsraten auf. Dies war vermutlich jedoch nicht durch die Maßnahmen selbst begründet, sondern darin, dass diese Maßnahmen ausschließlich bei Patienten mit umfangreichen Eingriffen, schweren Vorerkrankungen, postoperativen Komplikationen

bzw. einem prolongierten Heilungsverlauf notwendig waren (siehe Tabelle 14 und Tabelle 32).

Bei den erwähnten Parametern kam es dadurch sowohl häufiger zu Bluttransfusionen als auch zu längeren Beatmungszeiten. Des weiteren stellt eine längere **postoperative Beatmungsdauer** ein Indiz für die Krankheitsschwere der Patienten dar. Dies erklärt den in der Literatur[61, 64] beschriebenen positiven Zusammenhang zwischen EK-Transfusion und der postoperativen Beatmungsdauer. Die Anzahl der verabreichten EK und FFP sind auch mit einer erhöhten Rate an respiratorischen Komplikationen, wie einer postoperativ auftretenden Pneumonie, assoziiert.[65] Inwieweit dies zu einer verlängerten Beatmungsdauer geführt hat, kann anhand der vorliegenden Daten nicht gesagt werden (siehe Tabelle 15).

Keines der untersuchten **Pharmakotherapeutika** war für seine Beeinflussung der Blutgerinnung bekannt. Dennoch zeigte sich für die untersuchten Medikamente ein deutlicher Zusammenhang mit der Häufigkeit von Transfusionen und der dabei verabreichten EK-Menge. Da diese Präparate nicht routinemäßig, sondern nur bei entsprechender Indikation, verabreicht wurden, lag der Verdacht nahe, dass deren Verabreichung als Zeichen zunehmender Krankheitsschwere gesehen werden kann (siehe Tabelle 14).

Vorhofflimmern hat keine direkte Auswirkung auf den Blutverlust, dennoch waren in der Studienpopulation postoperatives und postoperativ neu aufgetretenes Vorhofflimmern mit einer erhöhten Transfusionshäufigkeit und -menge vergesellschaftet (siehe Tabelle 14).

Fasst man die in diesem Kapitel diskutierten Ergebnisse zusammen, waren viele der erhobenen Parameter im Studienverlauf mit einer erhöhten Transfusionsrate assoziiert und perioperativ EK-transfundierte Patienten hatten ein schlechteres Outcome als Patienten ohne EK-Transfusion. Zwar ist bekannt, dass Bluttransfusionen das Outcome herzchirurgischer Patienten verschlechtern[66] sowie deren Letalität erhöhen können,[5, 45, 67] dennoch erscheint es unwahrscheinlich, dass die im Rahmen dieser Studie festgestellten Unterschiede zwischen transfundierten und nicht-transfundierten Patienten rein auf die Gabe von Blutprodukten zurückzuführen waren. Näher liegt daher die Begründung von Murphy et al.[5], wonach transfundierte Patienten bereits präoperativ eine höhere Krankheitsschwere aufwiesen und sich eher aufgrund dessen als aufgrund der Transfusion ein schlechteres Outcome, wie eine längere postoperative Beatmungs- und ICU-Verweildauer (wie in der Literatur[61, 68] bereits beschrieben), ergab. Viele der untersuchten Parameter können in diesem Zusammenhang auch als Teilparameter des Oberbegriffes "Krankheitsschwere"

verstanden werden. Dazu zählten der präoperative Patientenzustand, abweichende Laborparameter (wie CK-MB und Laktat), eine intensivierete Pharmakotherapie, die Notwendigkeit komplexerer Operationen und invasiver Maßnahmen, höhere ICU-Scores sowie das Auftreten von Komplikationen (Delir, Reanimation, Letalität). Dies erklärt auch den von anderen Studien festgestellten Zusammenhang zwischen der verabreichten EK-Menge und der früh-postoperativen Letalitätsrate,[61] der mit den vorliegenden Daten bestätigt werden konnte. Dixon et al.[69] unterstützen durch ihren Schluss, dass Blutungen über von Bluttransfusionen unabhängige Mechanismen zur erhöhten Letalität beitragen würden, ebenfalls diese Theorie des Confounding (siehe Tabelle 14, Tabelle 15 und Tabelle 17).

4.1.3.2 Vergleich intra- und postoperativen EK-Gabe (2000-2004)

Für die erste Hälfte des Studienzeitraums wurde bei der Dokumentation der verabreichten EK-Einheiten in intra- und postoperative Gabe unterteilt.

Die Steigerung der Häufigkeit von EK-Transfusionen von 2000 bis 2004 ist auf die zunehmende Häufigkeit der intraoperativen Gabe zurückzuführen. Keine Veränderung zeigte sich hinsichtlich der postoperativen EK-Transfusionshäufigkeit (siehe Tabelle 18 und Abbildung 9).

Dabei zeigte sich kein Unterschied bezüglich Geschlecht. Eine Verschiebung von intra- zu postoperativer Gabe oder umgekehrt konnte nicht festgestellt werden (siehe Tabelle 18).

Um einen etwaigen Unterschied in einer späteren Auswertung feststellen zu können, sollte die Unterteilung in intra- und postoperativer Transfusion wieder in die Datenbank aufgenommen werden.

4.1.3.3 Hämoglobin-Wert (Hb-Wert) bei Verlegung

Der kurz vor der Verlegung von der Intensivstation HCI mittels arterieller Blutgasanalyse gemessene Hb-Wert stieg im Studienverlauf insgesamt, sowie für alle OP-Verfahren (ausgenommen Klappeneingriffe), an. Auch bei der ausschließlichen Betrachtung EK-transfundierter Patienten konnte ein Anstieg des durchschnittlichen Hb-Wertes insgesamt sowie für fast alle OP-Verfahren festgestellt werden. Diese Steigerung könnte durch die im Studienverlauf zunehmende Krankheitsschwere der Patienten, das gestiegene Alter sowie deren Multimorbidität, die als "physiologischer Transfusionstrigger"[26] im Sinne einer höheren Ischämiegefahr fungierten, bedingt gewesen sein (siehe Tabelle 19 und Tabelle 20).

Die Mittelwerte lagen zumeist im Bereich zwischen 9 und 10 g/dl. Dies war gut mit den Ergebnissen eines Reviews von Shander et al.[70] vereinbar, in dem EK-Transfusionen in allen untersuchten Szenarien mit einem Hb-Wert von 10 g/dl oder höher als unnötig eingeschätzt wurden. Einschränkend ist jedoch anzumerken, dass Werte verstorbener Patienten nicht in die Datenbank aufgenommen wurden.

4.1.4 Fresh Frozen Plasma (FFP)

Erwartet wurde eine Reduktion der FFP-Menge im Studienverlauf, da in der Literatur der Trend weg von der FFP-Transfusion hin zur Gabe von Gerinnungsfaktoren in Kombination mit Point-of-Care Gerinnungstestung zu erkennen ist.[71] Gezeigt hat sich in der vorliegenden Studienpopulation jedoch sowohl ein Anstieg der Häufigkeit der FFP-Gabe als auch der dann im Median verabreichten FFP-Anzahl und der im Durchschnitt allen Patienten verabreichten FFP-Menge. Mögliche Ursachen dafür wurden bereits unter 4.1.1 diskutiert (siehe Abbildung 1 und Abbildung 20).

Bei OP-Verfahren hatten wiederum die "Sonstigen Operationen" den höchsten FFP-Bedarf, gefolgt von Kombinations-, dann Klappen- und Bypass-Eingriffen, wobei bei OPCAB mehr FFP gegeben wurden als bei CABG (siehe Abbildung 18).

Frauen benötigten häufiger FFP, die dabei im Mittel verabreichte Menge unterschied sich jedoch nicht von den Männern (siehe Tabelle 9 und Tabelle 21).

Junge Patienten bekamen die höchste FFP-Menge, aufgrund der niedrigen Patientenzahl (1,34% der Studienpopulation waren jünger als 40 Jahre) ist die statistische Aussagekraft jedoch stark eingeschränkt (siehe Abbildung 19).

Die ICU-Scores von FFP-transfunden Patienten waren höher als von Patienten, die kein FFP erhielten. Dies kann als Confounder der Krankheitsschwere gesehen werden und erklärt sowohl die längere postoperative Beatmungsdauer als auch die längere Verweildauer auf der Intensivstation HCI bei FFP-transfunden Patienten (siehe Tabelle 21).

4.1.5 Thrombozytenkonzentrate (TK)

Im Studienzeitraum stieg der Anteil Patienten, die TK bekommen hatten (siehe 3.1.1 Transfusionshäufigkeit) bei leicht schwankender Menge der dabei verabreichten TK-Einheiten. Dies erklärt die steigende durchschnittlich verabreichte TK-Menge pro Patient (siehe Tabelle 4, Tabelle 21 und Abbildung 24).

Zwar zeigte sich zwischen den Geschlechtern kein Unterschied bezüglich Häufigkeit und Menge, jedoch ergab sich ein Hinweis auf einen Zusammenhang mit dem durchgeführten OP-Verfahren (siehe Abbildung 22 und Tabelle 23).

Dass 42,5% aller Patienten mit sonstigen Operationen TK bekamen und die dabei verabreichte TK-Anzahl höher als bei Standardeingriffen war, könnte ein Grund für die hohe TK-Anzahl bei unter-40-jährigen Patienten (bei denen 36,8% aller Eingriffe Sonstige Operationen waren) sein. Auch wurde bei jeder dritten Kombinationsoperation mindestens ein TK verabreicht (siehe Abbildung 2 und Abbildung 23).

TK wurden bei Klappen-Operationen zwar häufiger gegeben als bei Bypass-Eingriffen, bei der verabreichten Menge zeigte sich jedoch kein Unterschied (siehe Abbildung 2 und Abbildung 22).

Zusammen mit der bei TK-Gabe längeren postoperativen Beatmungs- und ICU-Verweildauer sind zwei Erklärungen möglich. Es besteht die Möglichkeit, dass die TK-Gabe das Outcome der Patienten negativ beeinflussen könnte.[72] Wahrscheinlicher jedoch, und bereits durch andere Studien[57, 72] belegt, ist, dass die TK-Gabe ein Confounder der Krankheitsschwere ist. Dies zeigt sich auch im vorhandenen Patientenkollektiv durch höhere ICU-Scores und kompliziertere Eingriffe (TK wird häufiger bei Kombinations- und Sonstigen Operationen verabreicht). Somit lässt sich auch die Steigerung der mittleren TK-Menge je Patient im Studienverlauf mit der veränderten Zusammensetzung des OP-Spektrums, sprich einer Zunahme an Klappen-, Kombinations- und Sonstigen Operationen bei Abnahme der Bypass-Eingriffe erklären (siehe Abbildung 2, Abbildung 26 und Tabelle 24).

4.2 Weitere Ergebnisse

4.2.1 Demografie

4.2.1.1 Operation

Der Anteil der häufigsten OP-Verfahren am Gesamtaufkommen veränderte sich im Studienverlauf wie in Abbildung 26 und Tabelle 29 dargestellt. Dabei zeigte sich von 2000 bis 2009 eine starke Steigerung des Anteils der Klappen-Operationen von 14,8% auf 26,0% sowie eine leichte Zunahme der Kombinationseingriffe von 8,6% auf 10,7%. Ebenfalls nahm der Anteil der Sonstigen Operationen von 9,9% auf 14,9% zu. Dadurch ergab sich insgesamt eine Reduktion des Anteils der reinen Bypasseingriffe (66,8% auf 48,3%), wobei eine Verschiebung von CABG hin zu OPCAB, insbesondere in den Jahren 2005-2008, sichtbar wurde. Ähnliche Veränderungen mit einer Verlagerung von reinen Bypass-Operationen hin zu mehr Klappen- und Kombinationseingriffen konnten auch Taylor et al. seit 1996 feststellen.[73]

Bypass-Operationen wurden bei Männern (CABG 76,5%, OPCAB 75,4% Männer), Klappen- (44,1% Frauen) und Kombinationseingriffe (36,7% Frauen) hingegen bei

Frauen überdurchschnittlich häufig durchgeführt. Während der Altersmedian bei Kombinationsoperationen höher lag, waren die Altersunterschiede zwischen den anderen OP-Verfahren nur gering. Des Weiteren wurde für die Standardeingriffe festgestellt, dass Frauen zum OP-Zeitpunkt im Durchschnitt älter waren als Männer (siehe Tabelle 30 und Abbildung 28).

4.2.1.2 Patientenkollektiv

Der Anteil männlicher Patienten betrug 70,1% und blieb über den gesamten Studienzeitraum annähernd konstant. Dies entsprach der Geschlechterverteilung vergleichbarer herzchirurgischer Studien (62,9%[74] - 70,0%[38, 75] - 74,6%[5] Männer).

Das Durchschnittsalter (Mittelwert \pm Standardabweichung) betrug $67,2 \pm 10,2$ Jahre, wobei Frauen ($70,2 \pm 9,9$ Jahre) älter waren als Männer ($65,9 \pm 10,1$ Jahre). Von 2000 bis 2009 stieg der Anteil älterer Patienten (ab 70 Jahren) von 36,59% auf 51,12% und der Anteil 80+-jähriger Patienten von 3,95% auf 10,45% (siehe Abbildung 25 und Tabelle 25).

Zwischen den Geschlechtern zeigten sich deutliche Unterschiede. Frauen wiesen eine höhere präoperative EF auf, hatten jedoch häufiger Vorhofflimmern (prä- und postoperativ). Im postoperativen Verlauf wurden Frauen länger beatmet und benötigten häufiger CPAP. Auch Nierenersatzverfahren und ein provisorischer Thoraxverschluss mussten bei Frauen häufiger durchgeführt werden als bei Männern. Außerdem waren die ICU-Scores Higgins-Score, EuroSCORE, SAPS-II-Score und TISS-28-Score (nicht jedoch der SOFA-Score) bei Frauen höher. Sie wiesen eine längere Verweildauer auf der Intensivstation HCl auf. Männer hatten hingegen im Median eine längere EKZ- und Aortenabklemm-Dauer. Bei der Letalitätsrate konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (siehe Abbildung 31, Tabelle 26, Tabelle 27 und Tabelle 28).

Frauen wiesen geringere präoperative Hb-Werte auf als Männer (Median 12,5 vs. 13,8). Bei Verlegung war der Hb-Wert ebenfalls geringer als bei Männern, bei allerdings gleichem Median von 9,5 g/dl (siehe Tabelle 27).

Der Kreatinin-Wert lag bei Frauen niedriger, sowohl präoperativ als auch bei Verlegung. Die höchsten gemessenen CK-MB- und Laktat-Werte waren bei Frauen im Mittel höher, während bei Männern die höchsten gemessenen IL-6-Werte höher waren (siehe Tabelle 27).

Hinsichtlich Medikamentengabe zeigte sich in der Studienpopulation, dass Männer häufiger Noradrenalin bekamen. Bei Adrenalin und Hydrocortison zeigte sich kein geschlechtsspezifischer Unterschied (siehe Tabelle 26).

Aus vorangegangenen Punkten ergibt sich ein Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Patienten. Daraus lassen sich zwei mögliche Aussagen ableiten: entweder wiesen Frauen bei vergleichbaren Eingriffen präoperativ eine höhere Krankheitsschwere auf und benötigten daher vermehrt intensivmedizinische Betreuung, oder sie benötigten aufgrund ihrer Krankheitsschwere kompliziertere Eingriffe, die wiederum die aufwändigere Nachbetreuung bedingten. Eine dahingehende Unterscheidung war mit den vorliegenden Daten jedoch nicht möglich.

4.2.1.3 Verweildauer auf der Intensivstation HCI

Die mediane Verweildauer auf der Intensivstation HCI lag bei 3 Tagen (= Verlegung am 2. postoperativen Tag; der OP-Tag wurde als Tag 1 definiert) und blieb über den gesamten Studienzeitraum konstant. Veränderungen ergaben sich nur für die 25. und 75. Perzentile (siehe Abbildung 29).

Insgesamt hatten Frauen eine längere Verweildauer (siehe Tabelle 27). Dies lag jedoch daran, dass an Männern häufiger Eingriffe mit im Durchschnitt kürzerer Verweildauer durchgeführt wurden als an Frauen. Dafür sprach auch, dass sich kein Unterschied zwischen den Geschlechtern mehr zeigte, wenn man die Verweildauer nach OP-Verfahren getrennt betrachtete (siehe Abbildung 28 und Abbildung 30).

Die kürzeste Verweildauer auf der Intensivstation HCI hatten Patienten nach Bypass-Operationen, gefolgt von Klappen-Eingriffen. Die höchste Verweildauer wiesen Patienten nach Kombinations- oder Sonstigen Operationen auf. Studien zeigten, dass OPCAB-Patienten eine kürzere Krankenhaus- sowie ICU-Verweildauer[38, 76] aufwiesen als CABG-Patienten. Zwar wurde in der vorliegenden Studie nur die Verweildauer auf der Intensivstation HCI gemessen, dabei konnte jedoch kein diesbezüglicher Unterschied festgestellt werden. Wenn organisatorische oder patientenbezogene Gründe vorlagen, konnten Patienten auch auf andere Intensivstationen (im Haus, in eine andere Münchner Klinik oder heimatnah) verlegt werden (siehe Abbildung 30).

Der Zusammenhang zwischen der Verweildauer auf der Intensivstation HCI und der Verabreichung von Bluttransfusionen wurde im Kapitel 4.1 Blutprodukte diskutiert.

4.2.1.4 Letalität

Im Studienzeitraum verstarben 2,51% der Patienten auf der Intensivstation HCI. In der Literatur konnte kein vergleichbares Patientenkollektiv gefunden werden, daher wurde bei der Gesamtpopulation auf einen Vergleich der Letalitätsrate mit ähnlichen Zentren verzichtet und stattdessen die Letalitätsraten der einzelnen OP-Verfahren mit ähnlichen Patientenkollektiven verglichen.

Die geringste Letalitätsrate hatten Bypass-Operationen, die bei OPCAB mit 0,88% jedoch nicht signifikant niedriger war als bei CABG mit 1,37% (Vgl. Magee et al. 1,8% vs. 3,5%[77]). Ob ein Unterschied hinsichtlich Letalität zwischen den beiden Verfahren zur Bypass-Operation besteht, wird auch in der Literatur kontrovers diskutiert.[38, 78] Die ICU-Letalitätsrate bei Klappeneingriffen von 3,28% ist mit Ergebnissen anderer Häuser (perioperative Letalität bei 55-70-Jährigen 3,2%[79]; Krankenhausletalität 3,88%[80] bzw. 5,2%[81] bei nur mechanischer Klappenersatz) vergleichbar. Das höchste Letalitätsrisiko unter den Standardeingriffen bestand mit 4,85% bei den Kombinationsoperationen (Vgl. Akins et al. 30-Tage-Letalität 4,3%[82]), die in der Literatur[80] bereits als Risikofaktor für eine erhöhte Letalität bekannt waren (siehe Tabelle 31).

Die Letalitätsrate war bei Frauen höher als bei Männern (3,30% vs. 2,18%). Koch et al.[83] zeigten in einer Literaturlauswertung für CABG-Eingriffe, dass dieser geschlechtsspezifische Unterschied häufig durch die Prävalenz von präoperativen Risikofaktoren bedingt war und es nach Risikoadjustierung in einigen Studien zu einer Angleichung des Letalitätsrisikos von Frauen und Männern kam. Ein weiterer Grund für diesen geschlechtsspezifischen Unterschied der Letalitätsrate in der vorliegenden Patientenpopulation könnten die durchgeführten Operationsverfahren gewesen sein (siehe 4.2.1.1 Operation und Abbildung 31).

Weiters fiel auf, dass die Letalität mit steigendem Alter und zunehmender Komplexität des Eingriffes zunahm. Standardoperationen, insbesondere bei Patienten mittleren Alters (40-69 Jahre), waren mit einer niedrigen Letalität behaftet (siehe Tabelle 31). (Vgl. Aortenklappenersatz bei 55-70-Jährigen 3,2% Letalität[79]; Bypass-Operationen 9,5% bei 40-69-Jährigen vs. 12,1% Letalität über alle Altersgruppen während des Krankenhausaufenthaltes[84])

Im Gegensatz dazu lag die Letalität bei den sonstigen Eingriffen bei 5,97% und war mit 10,26% bei unter-40-jährigen besonders hoch. Eine Erklärung dafür wäre, dass in dieser Gruppe auch Patienten mit schwerer koronarer Herzkrankheit, Klappenvitien oder Kardiomyopathie fallen und einige dieser Patienten auf der HTX-Warteliste standen, manche übergangsweise auch ein mechanisches Kreislaufunterstützungssystem bekamen. Außerdem kann bei diesen Patienten von einer höheren Komplexität der chirurgischen Versorgung ausgegangen werden, da alle Patienten, die keinen reinen Standardeingriff (Bypass-, Klappen- oder Kombinationsoperationen) bekamen, in diese Gruppe subsummiert wurden (siehe Tabelle 31).

Notfalleingriffe gehen mit einer erhöhten Letalität einher.[13] Auf der Intensivstation HCI lag diese bei 8,50% der Notfallpatienten. Ebenfalls eine erhöhte Letalität von 5,55% wiesen präoperativ instabile Patienten auf (siehe Tabelle 32).

Patienten, die Bluttransfusionen bekamen, wiesen eine deutlich höhere Letalität auf, als Patienten ohne Fremdblutbedarf (3,68% vs. 0,12%). Dies gilt sowohl für EK (3,90% vs. 0,14%) als auch für FFP (6,20% vs. 0,43%) und TK (9,86% vs. 0,75%). Ursachen und Zusammenhänge dazu wurden unter 4.1 Blutprodukte diskutiert. Ergänzend dazu zeigten einige Studien, dass die Gabe von Bluttransfusionen das Letalitätsrisiko erhöht[85], und zwar nicht nur unmittelbar perioperativ, sondern auch innerhalb des ersten postoperativen Jahres (siehe Tabelle 32).[86]

Vorhofflimmern erhöht ebenfalls die perioperative Letalität von herzchirurgischen Patienten.[87] 3,99% der Patienten mit präoperativem, 6,19% der Patienten mit postoperativem und 5,89% der Patienten mit postoperativ neu aufgetretenem Vorhofflimmern verstarben während ihres intensivmedizinischen Aufenthaltes (siehe Tabelle 32).

Eine Reintubation wurde bei Komplikationen wie insuffizienter Spontanatmung nach erfolgreicher Extubation oder im Rahmen der Narkoseeinleitung vor einer Rethorakotomie durchgeführt und deren Ursachen stellten einen Risikofaktor für eine erhöhte Letalität dar.[88] 20,97% der reintubierten Patienten verstarben auf der Intensivstation HCI (siehe Tabelle 32).

IABP wurde ausschließlich bei Patienten mit schwerer Herzinsuffizienz eingesetzt. Eine dadurch bedingte hohe Letalitätsrate wurde bereits von Pawar et al.[89] beschrieben. Auf der Intensivstation HCI verstarben im Studienzeitraum 24,89% der mit IABP therapierten Patienten (siehe Tabelle 32).

Eine bereits präoperativ eingeschränkte Nierenfunktion gilt als wichtiger Prädiktor einer erhöhten Letalität nach herzchirurgischen Eingriffen.[90] Allerdings wurde in der Datenbank nur erfasst, ob während des intensivmedizinischen Aufenthaltes ein Nierenersatzverfahren durchgeführt wurde, nicht jedoch, ob Patienten bereits präoperativ Dialyse-pflichtig waren. 24,02% aller Patienten, die perioperativ den Einsatz von Nierenersatzverfahren benötigten, verstarben auf der Intensivstation HCI. Besonders deutlich wurde der Zusammenhang zwischen Nierenversagen und erhöhter Letalität bei der kontinuierlichen veno-venösen Hämodiafiltration (30,32% der behandelten Patienten verstarben), die bei hämodynamischer Instabilität eingesetzt wurde. Weniger ausgeprägt, jedoch noch immer erhöht, war die Letalitätsrate von 10,48% bei intermittierender Hämodialyse, die bei hämodynamisch stabilen Patienten durchgeführt wurde (siehe Tabelle 32).

Eine Rethorakotomie, die vor allem bei Nachblutungen oder Graftversagen durchgeführt wird, steht in Zusammenhang mit einer erhöhten Letalität.[80, 91, 92] 16,79% der rethorakotomierten Patienten verstarben während ihres Aufenthaltes auf der Intensivstation HCI (siehe Tabelle 32).

In einer Studie von Murphy et al. aus 2007 hatten Patienten, die EK bekamen, selbst nach Risikokorrektur noch eine um 30% geringere Überlebenschance auf der Intensivstation. Daher vermuteten die Autoren, dass die Letalität bei transfundierten Patienten nicht nur von der Krankheitsschwere beeinflusst wird, sondern EK-Gaben per se das Letalitätsrisiko erhöhen könnten.[5]

Die Indikationsstellung zur Gabe der Medikamente Adrenalin, Noradrenalin und Hydrocortison ist als Hinweis auf die Krankheitsschwere zu sehen und erklärt somit die damit assoziierte erhöhte Letalitätsrate (siehe Tabelle 32).

Bei der geringen Anzahl durchgeführter invasiver Therapieverfahren ist eine statistische Berechnung nicht sinnvoll. Die damit verbundenen hohe Letalitätsraten könnten sich jedoch dadurch erklären, dass sie ausschließlich bei schwerstkranken Patienten zum Einsatz kamen. Dazu gehören die Punktionstracheotomie (32,54% verstarben) als Hinweis auf eine prolongierte Beatmungspflichtigkeit, ECMO (48,65% verstarben) bei Pumpversagen, ein provisorischer Thoraxverschluss (51,49% verstarben) bei schwerer kardiozirkulatorischer Beeinträchtigung sowie die Reanimation im OP-Saal bzw. auf der Intensivstation HCI (40,38% bzw. 48,72% verstarben) bei Herz-Kreislauf-Stillstand (siehe Tabelle 32).

Patienten, die verstarben, wiesen im Durchschnitt höhere ICU-Scores, eine längere postoperative Beatmungs- sowie eine längere Verweildauer auf der Intensivstation HCI auf. Die Laborwerte Kreatinin, CK-MB, IL-6 und Laktat waren perioperativ erhöht, während der präoperative Hb-Wert niedriger war als bei überlebenden Patienten. Ebenfalls ein Risikofaktor war die präoperativ niedrigere EF (siehe Tabelle 33 und Tabelle 34).[80]

Die Dauer der extrakorporalen Zirkulation beeinflusst das Blutungsrisiko sowie den Transfusionsbedarf der Patienten.[27, 53] EKZ- und Aortenabklemm-Dauer stehen in engem Zusammenhang mit Morbidität und Letalität nach herzchirurgischen Eingriffen.[75] Zu den Folgeerscheinungen bei HLM-Einsatz gehören Inflammation[93, 94], Hämolyse[95], Gerinnungsstörungen, Lungen- sowie Nierenfunktionsstörungen[96], neurologische, psychische und psychiatrische Störungen.[95] In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass komplizierte Eingriffe (siehe Tabelle 35) längere EKZ- und Aortenabklemm-Zeiten sowie ein erhöhtes Komplikationsrisiko (gemessen an Outcome-Parametern wie Verweildauer

auf der Intensivstation HCl oder Letalität) aufwiesen. Inwieweit daher die Nebenwirkungen der HLM oder die aufgrund der Krankheitsschwere zunehmende Komplexität der Eingriffe für die Entstehung von Komplikationen ursächlich waren, konnte mit den vorliegenden Daten nicht geklärt werden (siehe Tabelle 33 und Tabelle 35).

4.2.1.5 Vergleich der häufigsten OP-Verfahren

4.2.1.5.1 Unterschiede bei Bypass-, Klappen- und Kombinationseingriffen

Für die Ergebnisse dieses Kapitels wurden zwar keine Signifikanzen berechnet, dennoch waren Unterschiede erkennbar.

Patienten vor Bypass-Eingriffen waren häufiger präoperativ instabil und der Eingriff wurde häufiger als Notfalleingriff klassifiziert. Eine plausible Erklärung dafür wäre, dass dieses Patientenkollektiv auch Patienten mit akutem Myokardinfarkt oder Komplikationen während einer perkutanen transluminalen Koronarangioplastie (PTCA) beinhaltete. Im Gegensatz dazu kam Vorhofflimmern bei Bypass-Patienten am seltensten vor (siehe Tabelle 36).

Patienten mit Klappen-Operationen wiesen laut ICU-Scores eine etwas höhere Krankheitsschwere auf als Bypass-Patienten und benötigten eine längere postoperative Beatmungsdauer. Hinsichtlich der Durchführungshäufigkeit von intensivmedizinischen Maßnahmen wie CPAP, Reintubation, Punktionstracheotomie, IABP, Nierenersatzverfahren und Rethorakotomie lagen sie meist zwischen Bypass- und Kombinationseingriffen. Auch die Letalitätsrate lag mit 3,3% zwischen Bypass- (1,3%) und Kombinationsoperationen (4,9%) (siehe Tabelle 31, Tabelle 35 und Tabelle 36).

Selbst unter gleichen Bedingungen bestehen Unterschiede im perioperativen Verlauf und Outcome zwischen mechanischen[80] und biologischen[97] Ersatzklappen. In der Datenbank wurden alle Klappeneingriffe in einer Kategorie zusammengefasst und in der Auswertung nicht weiter auf diesen Unterschied eingegangen.

Patienten mit Kombinationsoperationen waren - im Vergleich der Standardeingriffe - jene mit der höchsten Krankheitsschwere. Sie hatten sowohl eine koronare Herzkrankheit (Indikation für Bypass-Operation) als auch einen Klappendefekt (Indikation für Klappen-Operation). Objektivieren ließ sich dies durch die höheren ICU-Scores. Der Doppel-Eingriff erklärt auch die längere EKZ- und Abklemmzeiten sowie die längere postoperative Beatmungsdauer. Die Krankheitsschwere bzw. die sich daraus ableitende häufigere Notwendigkeit invasiver Maßnahmen (wie Reintubation[98, 99], Punktionstracheotomie, IABP[100], Nierenersatzverfahren[101,

102], Rethorakotomie, provisorischer Thoraxverschluss, extrakorporale Membranoxygenation (ECMO)[103], Katecholamin- und weitere Medikamentengaben[104, 105]) bedingen bzw. erklären eine längere Verweildauer auf der Intensivstation oder höhere Letalitätsrate (siehe Tabelle 31, Tabelle 35 und Tabelle 36).

4.2.1.5.2 Unterschiede zwischen CABG und OPCAB

Zwar zeigten sich zwischen CABG und OPCAB signifikante Unterschiede in den ICU-Scores, da jedoch der Higginscore bei OPCAB, SAPS-II und TISS-28 bei CABG höher waren, kann nur schwer eine Aussage getroffen werden, welches Patientenkollektiv die höhere Krankheitsschwere aufwies (siehe Tabelle 37).

Die kürzere postoperative Beatmungsdauer nach OPCAB bestätigt Ergebnisse früherer Studien[38, 39] bezüglich früherer Extubation und besserem postoperativem pulmonalem Gasaustausch (siehe Tabelle 37).

Die gezeigten Unterschiede zwischen CABG und OPCAB könnten durch präoperative Unterschiede der Patienten bedingt gewesen sein[106]. Zwar waren die vorhandenen Daten für das Erkennen dieser Unterschiede nicht ausreichend, doch kann nicht ausgeschlossen werden, dass präoperative Unterschiede zwischen diesen beiden Patientengruppen bestanden beziehungsweise dass diese Unterschiede die Basis der Zuteilung der Patienten zu OPCAB oder CABG bildeten.

4.2.2 Jahresvergleiche

Der Anteil Patienten mit einer präoperativen **EF** von $\geq 55\%$ stieg entgegen der Annahme, dass zunehmend ältere Patienten auch eine Abnahme der durchschnittlichen EF bedeuten würde, im Studienzeitraum von 63,9% auf 70,9% (siehe Tabelle 39 und Abbildung 32).

Die mediane **Dauer der EKZ** schwankte um 100 min., die der **Aortenabklemmzeit** um 70 min. wobei beide in der zweiten Hälfte des Studienzeitraums etwas höher waren. Ursache dafür könnte die Veränderung des OP-Programms (weniger kürzere Bypass-, mehr längere Klappen-, Kombinations- und Sonstige OPs) gewesen sein (siehe Abbildung 33).

Entgegen der Annahme, dass ein älter werdendes Patientenkollektiv zu einer Zunahme der **postoperativen VHF-Häufigkeit** führen würde,[107] konnten mit den vorhandenen Daten im Studienzeitraum zwar Schwankungen zwischen 22,99% und 28,05% (Vgl. 44% bei Helgadottir et al.[108]), jedoch kein eindeutigen Aufwärtstrend festgestellt werden. Im Gegensatz dazu kam es zu einer Steigerung der Häufigkeit von

präoperativem VHF (von 10,47% in 2000 auf 17,59% in 2004), die allerdings nur für die erste Hälfte des Studienzeitraums erfasst wurde (siehe 3.2.2 Jahresvergleiche).

Die postoperative **Beatmungsdauer** schwankte um einen Median von 11 Stunden, die 75. Perzentile war jedoch immer unter 24 Stunden, was bedeutet, dass mehr als 75% der Patienten innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ extubiert werden und selbständig atmen konnten. Der Anteil der Patienten, die auf **CPAP** als Atemunterstützung angewiesen waren stieg von 10,4% in 2001 auf 24,8% in 2009, mit einem Höchstwert von 37,6% in 2004 (siehe Abbildung 34).

Während sich die Rate der **Rethorakotomien** von 7,3% in 2001 auf 6,9% in 2009 reduzierte, mit einem deutlichen Sprung von 9,2% in 2005 auf 5,7% in 2006, stieg der Anteil Patienten die eine **IABP** zur Kreislaufunterstützung benötigten von 3,3% in 2001 auf 5,7% in 2009 sowie der Anteil der Patienten die reintubiert wurden von 2,3% in 2001 auf 4,8% in 2009. Insgesamt lag die **Reintubationsrate** mit 3,9% niedriger als in einer vergleichbaren Studie von Rady et al.[99] mit 6,6%. Der Anteil der Patienten mit **provisorischem Thoraxverschluss** schwankte ohne erkennbaren Trend um 2% (siehe Abbildung 35).

Der Anteil Patienten, die **Nierenersatzverfahren** benötigten stieg von 8,0% in 2000 auf 10,9% in 2009, wobei bei beiden Verfahren Steigerungen zu beobachten waren. Eine mögliche Ursache für diese Entwicklung könnte sein, dass im Studienzeitraum zunehmend Patienten mit bereits präoperativ eingeschränkter Nierenfunktion operiert wurden. Zwar zeigte sich keine Veränderung des medianen präoperativen Kreatininwertes, jedoch wurde nicht erfasst, bei welchen Patienten bereits präoperativ eine Nierenersatztherapie notwendig war. Eine Aufnahme der dazu benötigten Parameter in die zukünftige Datenbank sollte angedacht werden (siehe Abbildung 36 und 3.2.2 Jahresvergleiche).

Kein deutlicher zeitlicher Trend konnte für den höchsten postoperativ gemessenen **IL-6**-Wert festgestellt werden, allenfalls kann von einem leichten Abwärtstrend gesprochen werden. Dies könnte in Zusammenhang mit der im Studienverlauf zunehmenden Häufigkeit der **Hydrocortisongabe** und deren Wirkung auf Interleukin-6[11, 109] stehen (siehe 3.2.2 Jahresvergleiche).

Die höchsten perioperativ gemessenen **Laktat**-Werte waren im Jahr 2000 deutlich höher als in den Folgejahren. Die Häufigkeit der Verabreichung von Katecholaminen konnte als mögliche Ursache ausgemacht werden. Während 2000 noch 58,1% aller Patienten **Adrenalin**, das mit einem Anstieg des Laktat-Spiegels assoziiert ist,[110] verabreicht wurde, reduzierte sich in den folgenden Jahren der Gebrauch von Adrenalin deutlich und stattdessen wurde zunehmend **Noradrenalin** verabreicht.

Außerdem wurde zunehmend Hydrocortison, das unter anderem den Laktatspiegel senkt, eingesetzt (siehe Abbildung 37 und Tabelle 40).[11]

Im Studienzeitraum zeigte sich außerdem ein weiterer Trend in der Versorgung von Patienten mit koronarer Herzkrankheit (KHK), der zwar nicht in der Datenbank erfasst wurde, jedoch Auswirkungen auf die vorliegenden Studienergebnisse gehabt haben könnte. Es handelte sich dabei um neue kardiale Interventionsmöglichkeiten, insbesondere die perkutane transluminale Koronarangioplastie (PTCA), die zunehmend als Alternative zur invasiveren CABG durchgeführt wird[111] und vergleichbare 10-Jahres-Überlebensraten liefert[112]. Nur bei Misserfolg dieser Maßnahme oder bei Kontraindikationen (wie schwerer 3-Gefäß-KHK oder Hauptstammstenose) wird auf eine Bypass-Operation zurückgegriffen. Somit verschiebt sich der Zeitpunkt der Operation nach hinten, Patienten sind dann bei der Erstoperation älter und haben bereits Metallstents in den Koronararterien einliegend. Studien[113, 114] zeigten, dass Bypass-Patienten mit vorangegangener PTCA ein schlechteres Outcome aufweisen.

4.2.3 Subgruppen

4.2.3.1 90-jährige und ältere Patienten (über-89-jährige Patienten)

Bei der Datenanalyse zeigte sich, dass der Anteil der über 80-jährigen Patienten im Studienzeitraum stieg, und davon 6 Patienten 90 Jahre und älter waren. Sie unterschieden sich - soweit dies aufgrund der geringen Patientenzahl gesagt werden kann - nur gering von den 80- bis 89-jährigen Patienten. 5 von 6 benötigten Bluttransfusion, alle überlebten bis zur Entlassung von der Intensivstation HCI (siehe Tabelle 41, Tabelle 42, Tabelle 43 und Tabelle 44).

4.2.3.2 Patienten mit Re-Operation

Mehrere Studien zeigten, dass Patienten bei Re-Operationen häufiger EK-Transfusionen benötigten als bei Erstoperationen.[5, 50, 60] Da nicht alle Reoperationen bei der Datenerfassung als solche gekennzeichnet wurden, konnte der Unterschied zwischen Erst- und Reoperationen anhand der vorliegenden Daten nicht untersucht werden. Zukünftig sollte diese Unterscheidung in der Datenbank erfasst werden um sie in späteren Auswertungen berücksichtigen zu können.

4.2.3.3 Patienten mit Herztransplantation (HTX)

56 Patienten bekamen im Studienzeitraum ein Herz transplantiert. Dabei war die Zahl der im Augustinum durchgeführten HTX pro Jahr im Untersuchungszeitraum rückläufig. Da ein ähnlicher Trend auch aus der von Eurotransplant jährlich veröffentlichten

Statistik (fallender Trend, von 404 HTX in Deutschland in 2000 auf 341 HTX in 2009[115]) hervorgeht, kann angenommen werden, dass die rückläufige Anzahl HTX in diesem Zentrum in Zusammenhang mit der allgemeinen Verfügbarkeit von Spenderorganen steht (siehe Abbildung 39).

Die Patienten waren im Vergleich zum Gesamtkollektiv jünger ($53,9 \pm 12,1$ Jahre) und etwas häufiger männlich (88% vs. 70%). Zwar benötigten sie im Vergleich zum durchschnittlichen Patientenkollektiv häufiger Blutprodukte (82% bei HTX vs. durchschnittlich 67%), die gegebene Menge war, bei vergleichbarem Hb-Wert bei Verlegung, jedoch nur leicht erhöht. 4 der 56 Patienten (7%) verstarben auf der Intensivstation HCI (siehe Tabelle 46 und Tabelle 47).

4.2.3.4 Patienten mit mechanischem Kreislaufunterstützungssystem

17 Patienten wurden im Studienzeitraum mit einem mechanischen Kreislaufunterstützungssystem, einer Therapieoption für schwerst herzkranken Patienten, versorgt. Der direkte Vergleich mit anderen Zentren war nur bedingt möglich, da in dieser Kategorie verschiedene Verfahren wie z. B. Berlin-Heart, Abiomed oder Novacor subsummiert wurden und die geringe Fallzahl nur eine eingeschränkte statistische Aussagekraft zuließ. Dennoch zeigte sich, dass die mit $51,9 \pm 14,4$ Jahren im Vergleich zum durchschnittlichen Patientenkollektiv zwar jüngeren (andere Studien: $44,3 \pm 11,1$ Jahre[116]), jedoch deutlich kränkeren Patienten eine längere ICU-Verweil- und postoperative Beatmungsdauer aufwiesen. Alle Patienten mit mechanischem Kreislaufunterstützungssystem erhielten EK, TK und FFP. Dabei wurde eine im Vergleich zu anderen Patienten überdurchschnittlich hohe Anzahl Blutprodukte transfundiert. 10 der 17 mit mechanischem Kreislaufunterstützungssystem behandelten Patienten (59%) verstarben noch auf der Intensivstation HCI (siehe Tabelle 48 und Tabelle 49).

4.2.4 Lebensalter als Einflussfaktor

Die Altersspanne der Patienten erstreckte sich von 17 bis 95 Jahren. Bei einigen Parametern zeigten sich bei der Auswertung Unterschiede zwischen den einzelnen Altersklassen. Generell konnte festgestellt werden, dass die Häufigkeit einiger Parameter mit zunehmendem Alter anstieg. Dies spricht für eine höhere Krankheitsschwere älterer Patienten und erklärt bei älter werdendem Patientenkollektiv eine Häufigkeitszunahme dieser Parameter im Studienverlauf. Eine Ausnahme davon bildete die Altersgruppe der Unter-40-Jährigen (siehe 3.2.4 Lebensalter als Einflussfaktor und Tabelle 51).

Die Verweildauer auf der Intensivstation HCI war, wie bereits im Kapitel Demographie erwähnt, bei Frauen etwas höher, insbesondere bei den unter-40-jährigen Frauen. Wie erwartet[117] war die Verweildauer bei älteren Patienten ebenfalls höher. Ältere Patienten wiesen höhere SAPS-II-Scores auf (siehe Tabelle 50 und Abbildung 41).

In der untersuchten Patientengruppe trat VHF in höherem Alter häufiger auf als bei jüngeren Patienten. Dies galt für alle untersuchten Formen (präoperativ, postoperativ und postoperativ neu aufgetreten), wobei dieser Effekt beim postoperativem VHF, der häufigsten Rhythmusstörung nach herzchirurgischen Eingriffen[107], am deutlichsten sichtbar wurde (siehe Abbildung 42).

Eine leichte Steigerung mit zunehmendem Alter konnte sowohl bei der postoperativen Beatmungsdauer als auch der Häufigkeit von CPAP, Punktionstracheotomie und IABP festgestellt werden (siehe Abbildung 43, Abbildung 44 und Abbildung 45).

Scott et al. sehen ein Patientenalter von 80 Jahren und älter als Hinweis auf einen erhöhten perioperativen Ressourcenbedarf.[118] Die Anwendungshäufigkeit von Nierenersatzverfahren war bei Unter-40- und Über-70-Jährigen höher als bei Patienten mittleren Alters, bei 80+-Jährigen betrug sie sogar 15,6%. Postoperativ kam es bei 0,6% aller 40-49-jährigen Patienten zum Delir, bei 80+-Jährigen sogar bei 19,9%. Die geringste Reintubationsrate wies die Altersklasse der 50-59-Jährigen mit 2,2% auf, die höchste Rate 80+-Jährige mit 7,8% (siehe Abbildung 44).

Bei einigen Parametern wurde zusätzlich noch ein Häufigkeitsgipfel bei Unter-40-Jährigen beobachtet. Dies betraf junge weibliche Patienten mit einer längeren Verweildauer auf der Intensivstation HCI. Außerdem junge Patienten mit einem etwas höheren EuroSCORE, einer höheren Rate an Nierenersatzverfahren, postoperativem Delir, Reintubation, Notfalleingriff, ECMO, provisorischem Thoraxverschluss und Reanimation auf der Intensivstation HCI. Dieser erhöhte Bedarf an intensivmedizinischen Maßnahmen war vereinbar mit der Krankheitsschwere und Komplexität der durchgeführten Eingriffe bei einzelnen jungen Patienten (siehe Abbildung 44, Abbildung 45 und Tabelle 51).

4.3 Abschließende Bewertung

4.3.1 Stärken

Zum Zeitpunkt der Routine-Datenerhebung war das Ziel einer späteren Auswertung noch nicht klar definiert. Daher erfolgte die Datenerhebung unbeeinflusst durch das Studienziel.

Die Auswertung von 7920 Patientenaufenthalten über einen Zeitraum von 10 Jahren erlaubt statistisch fundierte Aussagen zum Zusammenhang der untersuchten Parameter mit dem Transfusionsbedarf sowie Trends im Studienverlauf.

4.3.2 Limitationen

Der ursprüngliche Fokus der ausgewerteten Datenbank lag nicht auf Bluttransfusionen sowie deren Ursachen oder Folgen. Daraus ergaben sich für diese Studie einige Limitationen: Der präoperative Hb-Wert war nur für einige Jahre, der Hämatokrit-Wert hingegen gar nicht verfügbar. Eigenschaften der transfundierten EK, die laut Literatur das Outcome der Patienten beeinflussen könnten (wie z. B. Leukozytendepletion[119-121] oder die Lagerungsdauer vor der Transfusion[61, 122-125]) sowie der perioperative Blutverlust wurden nicht erfasst. Auch der Einsatz der Cell-Saver-Technologie und anderen Methoden mit nachweisbarem Einfluss auf den Fremdblutbedarf[126, 127] wurden nicht in der Datenbank dokumentiert und waren im Rahmen dieser Studie daher nicht auswertbar. Veränderungen des chirurgischen und anästhesiologischen Vorgehens im Studienverlauf, Unterschiede zwischen den einzelnen Operateuren (hinsichtlich Operationstechnik und Blutverlust), Anästhesisten (bezüglich Volumenrestriktion/-gabe, Transfusionsverhalten und Narkoseführung) sowie Kardiotechnikern wurden ebenfalls nicht erfasst. Die Aufnahme der genannten Parameter in die Datenbank sollte im Hinblick auf weitere Analysen angedacht werden.

Im Studienverlauf veränderten sich die Zuordnung von Patienten zu OP-Verfahren und Therapiemethoden. Die Zuteilung von Bypass-Patienten zu CABG oder OPCAB erfolgte nicht randomisiert, sondern durch die Herzchirurgen anhand klinischer Parameter. In den ersten Jahren wurde hauptsächlich CABG durchgeführt, während es später zu einer Verlagerung hin zu OPCAB kam.

Adrenalin wurde insbesondere am Anfang des Studienzeitraumes gehäuft verabreicht. Im Gegensatz dazu wurden Noradrenalin und Hydrocortison erst in späteren Jahren häufiger eingesetzt. Die Verlagerung von CABG hin zu OPCAB im Studienverlauf könnte erklären, warum Adrenalin bei CABG, Noradrenalin und Hydrocortison bei OPCAB deutlich häufiger gegeben wurden. Dieser Teil der Auswertung ist daher mit Vorsicht zu betrachten.

Nur bei 3 der 27 ausgeschlossenen Patienten waren fehlende Daten der Ausschlussgrund. Es ist anzumerken, dass nicht alle Datensätze der eingeschlossenen Patienten alle Parameter enthielten, da die Datenbank jährlich leicht abgeändert wurde. Einige Parameter waren daher nur für Teile des Studienzeitraumes vorhanden.

Alle im Studienzeitraum auf der Intensivstation HCI tätigen Ärzte waren an der Datenerfassung beteiligt. Bei einigen Parametern (u. a. neurologische Störungen, Notfallereingriff) gab es keine klare Definition und die Beurteilung oblag dem Datenerfasser, daher können unterschiedliche Bewertungen einzelner Parameter nicht ausgeschlossen werden. Um zukünftig eine einheitliche Bewertung gewährleisten zu können ist eine Anleitung mit konkreten Definitionen zu empfehlen.

Einige Parameter wurden während des Aufenthaltes der Patienten auf der Intensivstation HCI zwar dokumentiert, aufgrund mangelnder Datenqualität (SIRS, Herzrhythmusstörungen, neurologische Defizite) oder zu kleinem Patientenkollektiv (Leberfunktionstest Limon, Medikamente) jedoch nicht in die Auswertung aufgenommen.

Untersucht wurden nur die in der Datenbank erfassten Parameter. Es könnten weitere Risikofaktoren für Letalität, Blutbedarf etc. bestehen, die mangels vorhandener Daten nicht untersucht wurden. Für die Durchführung umfassenderer multivariater Analysen und Prädiktionsmodelle fehlten wesentliche Daten wie Blutverlust oder Hb-Wert im Verlauf. Diese sollten in Hinblick auf spätere Auswertungen in die Datenbank aufgenommen werden.

Mit den vorhandenen Daten konnte gezeigt werden, dass Patienten mit invasiven Maßnahmen oder Komplikationen häufiger und mehr EK benötigen. Allerdings war es nicht möglich, eindeutig in Ursache und Wirkung, das heißt, ob Patienten, die eine höherer Krankheitsschwere aufwiesen, einen höheren Transfusionsbedarf hatten oder ob die Transfusion zu den Komplikationen und dem dadurch erhöhten medizinischen und pflegerischen Aufwand führten, zu unterscheiden.

4.3.3 Ausblick

4999 der 7920 Studienpatienten (63,1%) bekamen EK transfundiert, 3737 (74,8%) davon weniger als 5 und 2487 (49,7%) weniger als 3 Einheiten. Da gezeigt werden konnte, dass nicht nur Patienten mit höherer Krankheitsschwere häufiger und mehr Bluttransfusionen bekamen, sondern laut Literatur[5, 66] Bluttransfusionen per se das Outcome negativ beeinträchtigen können, sollte Wert auf eine strenge Indikationsstellung vor Bluttransfusionen gelegt werden. In Studien mit Zeugen Jehovahs[68, 128-130] konnte bereits mehrfach gezeigt werden, dass Herzoperationen auch ohne Fremdblutgabe sicher und mit gutem Outcome durchgeführt werden können. Zu den Voraussetzungen gehört dabei jedoch eine sorgfältige präoperative Optimierung der Risikofaktoren.

Entscheidend ist daher, Maßnahmen, die den Fremdblutbedarf senken können, noch stärker als bisher einzusetzen. Dazu gehören der Gebrauch der Cell Saver Technologie[126, 131] (außer bei Patienten mit geringem Blutungsrisiko[59]), einer Kombination aus der Verabreichung von Gerinnungsfaktoren (bei Bedarf) und Point-of-Care Gerinnungsmessung[71, 132], sorgfältige chirurgische Blutstillung und den Einsatz einer Herz-Lungen-Maschine mit reduziertem zirkulierendem Blutvolumen[133], präoperative Optimierung des Patientenzustandes hinsichtlich Begleiterkrankungen und bei präoperativ bestehender Anämie, soweit möglich, die Gabe von Erythropoetin[134], eventuell in Kombination mit Eisen[135] zu erwägen. In der Literatur gibt es Hinweise, dass der Blutbedarf durch die Einstellung der Herz-Lungen-Maschine beeinflusst werden kann.[136] Inwieweit sich diese Erkenntnisse im gegebenen Fall umsetzen lassen sollte Gegenstand weiterer Untersuchungen sein. Für ein einheitliches Vorgehen eignet sich das Festlegen von klaren Transfusionsrichtlinien mit Triggergrenzen zur strengen Indikationsstellung und die frühzeitige Identifikation von Hochrisiko-Patienten.

Hinsichtlich weiterer Auswertungen wurden aufgrund dieser Arbeit Bestrebungen unternommen, die Datenbank im Sinne einer besseren Auswertbarkeit umzustrukturieren und den erfassenden Ärzten klare Dokumentationsrichtlinien für eine einheitliche Bewertung der Parameter an die Hand zu geben.

5 Zusammenfassung

Diese retrospektive Auswertung von 7920 konsekutiven herzchirurgischen Patienten an einem Zentrum über 10 Jahre hinweg untersuchte den Zusammenhang zwischen der Verabreichung von Bluttransfusionen, insbesondere von Erythrozytenkonzentraten (EK), mit verschiedenen perioperativen Parametern sowie dem Patientenoutcome.

In den Jahren 2000 bis 2009 wurden 7920 herzchirurgische Patienten postoperativ auf die Herzchirurgische Intensivstation (HCI) der Herzkrank der Universität München am Augustinum aufgenommen. Aufgrund des großen Patientenkollektivs waren Trends mit Auswirkungen auf den Transfusionsbedarf erkennbar. Insgesamt kam es im Studienverlauf zu einer Steigerung sowohl der EK-Transfusionshäufigkeit als auch der dabei verabreichten Menge. Das Durchschnittsalter der Patienten zum OP-Zeitpunkt stieg von 2000 bis 2009.

Im Jahresvergleich zeigte sich ein älter werdendes Patientenkollektiv, eine zunehmende Krankheitsschwere und eine dadurch häufigere Notwendigkeit zu invasiven Maßnahmen sowie eine Verlagerung des OP-Spektrums hin zu komplizierteren, länger dauernden Eingriffen. Dies erklärt den von 2000 bis 2009 steigenden Fremdblutbedarf.

Intraoperativ waren die Art des Eingriffes, die Zeit an der Herz-Lungen-Maschine sowie ein etwaiger zweizeitiger Thoraxverschluss, die auch als Hinweis auf die Komplexität des Eingriffes zu werten waren, mit einer erhöhten EK-Transfusionshäufigkeit und -menge assoziiert. Bypass-Operationen hatten den geringsten EK-Bedarf, gefolgt von Klappen- und dann Kombinationseingriffen (gleichzeitiger Bypass- und Klappeneingriff). Den höchsten Transfusionsbedarf hatten die Sonstigen Operationen (d. h. alle außer Bypass-, Klappen- und Kombinationseingriffe).

Im postoperativen intensivmedizinischen Verlauf waren unter anderem die Maßnahmen nichtinvasive Beatmung (CPAP), Reintubation, Rethorakotomie, Punktionstracheotomie, Nierenersatzverfahren, intraaortale Ballongegenpulsation (IABP), Extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO), Reanimation und Medikamentengaben mit einem erhöhten EK-Bedarf assoziiert. Diese Parameter können als Indikatoren für die Krankheitsschwere der Patienten bzw. einen prolongierten Heilungsverlauf gesehen werden und dadurch den erhöhten Transfusionsbedarf bedingt haben.

EK-transfundierte Patienten wiesen ein schlechteres Outcome, das heißt eine längere Verweildauer auf der Intensivstation HCI sowie eine höhere Letalität, auf. Mit den

vorhandenen Daten konnte in dieser Studie jedoch nicht unterschieden werden, ob das schlechtere Outcome die Folge der EK-Gabe war oder die EK-Gabe eine therapeutische Reaktion auf die Krankheitsschwere des Patienten, die per se ein schlechteres Outcome erwarten ließe.

6 Literaturverzeichnis

1. Liumbruno, G., et al., *Recommendations for the transfusion of red blood cells*. Blood Transfus, 2009. **7**(1): p. 49-64.
2. Liumbruno, G., et al., *Recommendations for the transfusion of plasma and platelets*. Blood Transfus, 2009. **7**(2): p. 132-50.
3. Chelemer, S.B., et al., *Association of bacterial infection and red blood cell transfusion after coronary artery bypass surgery*. Ann Thorac Surg, 2002. **73**(1): p. 138-42.
4. Crabtree, T.D., et al., *Multivariate analysis of risk factors for deep and superficial sternal infection after coronary artery bypass grafting at a tertiary care medical center*. Semin Thorac Cardiovasc Surg, 2004. **16**(1): p. 53-61.
5. Murphy, G.J., et al., *Increased mortality, postoperative morbidity, and cost after red blood cell transfusion in patients having cardiac surgery*. Circulation, 2007. **116**(22): p. 2544-52.
6. Ghosh, S., et al., *Risk factors for intestinal ischaemia in cardiac surgical patients*. Eur J Cardiothorac Surg, 2002. **21**(3): p. 411-6.
7. Linden, J.V., B. Paul, and K.P. Dressler, *A report of 104 transfusion errors in New York State*. Transfusion, 1992. **32**(7): p. 601-6.
8. Parolari, A., et al., *Risk factors for perioperative acute kidney injury after adult cardiac surgery: role of perioperative management*. Ann Thorac Surg, 2012. **93**(2): p. 584-91.
9. Lin, Y., J. Chen, and Z. Wang, *Meta-analysis of factors which influence delirium following cardiac surgery*. J Card Surg, 2012. **27**(4): p. 481-92.
10. Murphy, G.J. and G.D. Angelini, *Indications for blood transfusion in cardiac surgery*. Ann Thorac Surg, 2006. **82**(6): p. 2323-34.
11. Kilger, E., et al., *Stress doses of hydrocortisone reduce severe systemic inflammatory response syndrome and improve early outcome in a risk group of patients after cardiac surgery*. Crit Care Med, 2003. **31**(4): p. 1068-74.
12. Kilger, E., et al., *Stress doses of hydrocortisone reduce systemic inflammatory response in patients undergoing cardiac surgery without cardiopulmonary bypass*. Minerva Anesthesiol, 2011. **77**(3): p. 268-74.
13. Higgins, T.L., et al., *Stratification of morbidity and mortality outcome by preoperative risk factors in coronary artery bypass patients. A clinical severity score*. JAMA, 1992. **267**(17): p. 2344-8.
14. Nashef, S.A., et al., *European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE)*. Eur J Cardiothorac Surg, 1999. **16**(1): p. 9-13.
15. Vincent, J.L., et al., *The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the Working Group on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine*. Intensive Care Med, 1996. **22**(7): p. 707-10.
16. Le Gall, J.R., S. Lemeshow, and F. Saulnier, *A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study*. JAMA, 1993. **270**(24): p. 2957-63.
17. Le Gall, J.R., et al., *A simplified acute physiology score for ICU patients*. Crit Care Med, 1984. **12**(11): p. 975-7.
18. Cullen, D.J., et al., *Therapeutic intervention scoring system: a method for quantitative comparison of patient care*. Crit Care Med, 1974. **2**(2): p. 57-60.

19. Keene, A.R. and D.J. Cullen, *Therapeutic Intervention Scoring System: update 1983*. Crit Care Med, 1983. **11**(1): p. 1-3.
20. Miranda, D.R., A. de Rijk, and W. Schaufeli, *Simplified Therapeutic Intervention Scoring System: the TISS-28 items--results from a multicenter study*. Crit Care Med, 1996. **24**(1): p. 64-73.
21. Glossop, A.J., et al., *Non-invasive ventilation for weaning, avoiding reintubation after extubation and in the postoperative period: a meta-analysis*. Br J Anaesth, 2012. **109**(3): p. 305-14.
22. Jaber, S., P. Michelet, and G. Chanques, *Role of non-invasive ventilation (NIV) in the perioperative period*. Best Pract Res Clin Anaesthesiol, 2010. **24**(2): p. 253-65.
23. Kilger, E., et al., *Noninvasive mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure after cardiac surgery*. Heart Surg Forum, 2010. **13**(2): p. E91-5.
24. Creswell, L.L., et al., *Intraaortic balloon counterpulsation: patterns of usage and outcome in cardiac surgery patients*. Ann Thorac Surg, 1992. **54**(1): p. 11-8; discussion 18-20.
25. Van der Linden, P. and A. Dierick, *Blood conservation strategies in cardiac surgery*. Vox Sang, 2007. **92**(2): p. 103-12.
26. Bundesärztekammer. *Querschnitts-Leitlinien (BÄK) zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten, 4. Auflage 2008*. 31. Oktober 2012]; Available from: http://www.bundesaerztekammer.de/downloads/querschnittsleitlinie_gesamtdokument-deutsch_07032011.pdf.
27. Ferraris, V.A., et al., *2011 update to the Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists blood conservation clinical practice guidelines*. Ann Thorac Surg, 2011. **91**(3): p. 944-82.
28. Levi, M., et al., *Pharmacological strategies to decrease excessive blood loss in cardiac surgery: a meta-analysis of clinically relevant endpoints*. Lancet, 1999. **354**(9194): p. 1940-7.
29. Taggart, D.P., et al., *A randomized trial of aprotinin (Trasylol) on blood loss, blood product requirement, and myocardial injury in total arterial grafting*. J Thorac Cardiovasc Surg, 2003. **126**(4): p. 1087-94.
30. Laupacis, A. and D. Fergusson, *Drugs to minimize perioperative blood loss in cardiac surgery: meta-analyses using perioperative blood transfusion as the outcome. The International Study of Peri-operative Transfusion (ISPOT) Investigators*. Anesth Analg, 1997. **85**(6): p. 1258-67.
31. Bidstrup, B.P., et al., *Reduction in blood loss and blood use after cardiopulmonary bypass with high dose aprotinin (Trasylol)*. J Thorac Cardiovasc Surg, 1989. **97**(3): p. 364-72.
32. Mangano, D.T., I.C. Tudor, and C. Dietzel, *The risk associated with aprotinin in cardiac surgery*. N Engl J Med, 2006. **354**(4): p. 353-65.
33. Schneeweiss, S., et al., *Aprotinin during coronary-artery bypass grafting and risk of death*. N Engl J Med, 2008. **358**(8): p. 771-83.
34. Shaw, A.D., et al., *The effect of aprotinin on outcome after coronary-artery bypass grafting*. N Engl J Med, 2008. **358**(8): p. 784-93.
35. Fergusson, D.A., et al., *A comparison of aprotinin and lysine analogues in high-risk cardiac surgery*. N Engl J Med, 2008. **358**(22): p. 2319-31.
36. Emeklibas, N., et al., *Preoperative hemostasis and its association with bleeding and blood component transfusion requirements in cardiopulmonary bypass surgery*. Transfusion, 2012.

37. Vorobcsuk, A., et al., *Outcomes of patients receiving clopidogrel prior to cardiac surgery*. Int J Cardiol, 2012. **156**(1): p. 34-40.
38. Hijazi, E.M., *Is it time to adopt beating-heart coronary artery bypass grafting? A review of literature*. Rev Bras Cir Cardiovasc, 2010. **25**(3): p. 393-402.
39. Schultz, S.C., S. Woodward, and G. Ebra, *Resource utilization in off-pump versus conventional coronary artery bypass grafting in a community hospital: a comparative analysis using propensity scoring*. Heart Surg Forum, 2011. **14**(2): p. E81-6.
40. Puskas, J.D., et al., *Off-pump coronary artery bypass grafting provides complete revascularization with reduced myocardial injury, transfusion requirements, and length of stay: a prospective randomized comparison of two hundred unselected patients undergoing off-pump versus conventional coronary artery bypass grafting*. J Thorac Cardiovasc Surg, 2003. **125**(4): p. 797-808.
41. Angelini, G.D., et al., *Early and midterm outcome after off-pump and on-pump surgery in Beating Heart Against Cardioplegic Arrest Studies (BHACAS 1 and 2): a pooled analysis of two randomised controlled trials*. Lancet, 2002. **359**(9313): p. 1194-9.
42. Puskas, J.D., et al., *Clinical outcomes, angiographic patency, and resource utilization in 200 consecutive off-pump coronary bypass patients*. Ann Thorac Surg, 2001. **71**(5): p. 1477-83; discussion 1483-4.
43. Lamy, A., et al., *Off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting at 30 days*. N Engl J Med, 2012. **366**(16): p. 1489-97.
44. Koch, C.G., et al., *Morbidity and mortality risk associated with red blood cell and blood-component transfusion in isolated coronary artery bypass grafting*. Crit Care Med, 2006. **34**(6): p. 1608-16.
45. Reeves, B.C. and G.J. Murphy, *Increased mortality, morbidity, and cost associated with red blood cell transfusion after cardiac surgery*. Curr Opin Anaesthesiol, 2008. **21**(5): p. 669-73.
46. Murphy, P.J., et al., *Homologous blood transfusion as a risk factor for postoperative infection after coronary artery bypass graft operations*. J Thorac Cardiovasc Surg, 1992. **104**(4): p. 1092-9.
47. Bower, W.F., et al., *An audit of risk factors for wound infection in patients undergoing coronary artery bypass grafting or valve replacement*. Hong Kong Med J, 2008. **14**(5): p. 371-8.
48. Jakobsen, C.J., et al., *Transfusion of blood during cardiac surgery is associated with higher long-term mortality in low-risk patients*. Eur J Cardiothorac Surg, 2012. **42**(1): p. 114-20.
49. Wahl, W.L., et al., *Restrictive red blood cell transfusion: not just for the stable intensive care unit patient*. Am J Surg, 2008. **195**(6): p. 803-6.
50. Arora, R.C., et al., *Identifying patients at risk of intraoperative and postoperative transfusion in isolated CABG: toward selective conservation strategies*. Ann Thorac Surg, 2004. **78**(5): p. 1547-54.
51. Shehata, N., et al., *Risk factors for red cell transfusion in adults undergoing coronary artery bypass surgery: a systematic review*. Vox Sang, 2007. **93**(1): p. 1-11.
52. Khanna, M.P., P.C. Hebert, and D.A. Fergusson, *Review of the clinical practice literature on patient characteristics associated with perioperative allogeneic red blood cell transfusion*. Transfus Med Rev, 2003. **17**(2): p. 110-9.
53. De Santo, L.S., et al., *Blood transfusion after on-pump coronary artery bypass grafting: focus on modifiable risk factors*. Eur J Cardiothorac Surg, 2012.

54. van Straten, A.H., et al., *Risk factors for red blood cell transfusion after coronary artery bypass graft surgery*. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2010. **24**(3): p. 413-7.
55. Vlaar, A.P., et al., *Transfusion-related acute lung injury in cardiac surgery patients is characterized by pulmonary inflammation and coagulopathy: A prospective nested case-control study**. Crit Care Med, 2012. **40**(10): p. 2813-20.
56. Ngaage, D.L., et al., *Early neurological complications after coronary artery bypass grafting and valve surgery in octogenarians*. Eur J Cardiothorac Surg, 2008. **33**(4): p. 653-9.
57. Karkouti, K., et al., *The influence of baseline hemoglobin concentration on tolerance of anemia in cardiac surgery*. Transfusion, 2008. **48**(4): p. 666-72.
58. Loor, G., et al., *Nadir hematocrit during cardiopulmonary bypass: end-organ dysfunction and mortality*. J Thorac Cardiovasc Surg, 2012. **144**(3): p. 654-662 e4.
59. Reyes, G., et al., *Cell saving systems do not reduce the need of transfusion in low-risk patients undergoing cardiac surgery*. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2011. **12**(2): p. 189-93.
60. Ouattara, A., et al., *[Identification of risk factors for allogenic transfusion in cardiac surgery from an observational study]*. Ann Fr Anesth Reanim, 2003. **22**(4): p. 278-83.
61. Yap, C.H., et al., *Age of transfused red cells and early outcomes after cardiac surgery*. Ann Thorac Surg, 2008. **86**(2): p. 554-9.
62. Landoni, G., et al., *Acute renal failure after isolated CABG surgery: six years of experience*. Minerva Anesthesiol, 2007. **73**(11): p. 559-65.
63. Alstrom, U., et al., *Cost analysis of re-exploration for bleeding after coronary artery bypass graft surgery*. Br J Anaesth, 2012. **108**(2): p. 216-22.
64. Cislighi, F., A.M. Condemi, and A. Corona, *Predictors of prolonged mechanical ventilation in a cohort of 5123 cardiac surgical patients*. Eur J Anaesthesiol, 2009. **26**(5): p. 396-403.
65. Topal, A.E. and M.N. Eren, *Risk factors for the development of pneumonia post cardiac surgery*. Cardiovasc J Afr, 2012. **23**(4): p. 212-5.
66. Surgenor, S.D., et al., *Intraoperative red blood cell transfusion during coronary artery bypass graft surgery increases the risk of postoperative low-output heart failure*. Circulation, 2006. **114**(1 Suppl): p. I43-8.
67. Bhaskar, B., et al., *Impact of blood product transfusion on short and long-term survival after cardiac surgery: more evidence*. Ann Thorac Surg, 2012. **94**(2): p. 460-7.
68. Pattakos, G., et al., *Outcome of patients who refuse transfusion after cardiac surgery: a natural experiment with severe blood conservation*. Arch Intern Med, 2012. **172**(15): p. 1154-60.
69. Dixon, B., et al., *The association of blood transfusion with mortality after cardiac surgery: cause or confounding?* Transfusion, 2012.
70. Shander, A., et al., *Appropriateness of allogeneic red blood cell transfusion: the international consensus conference on transfusion outcomes*. Transfus Med Rev, 2011. **25**(3): p. 232-246 e53.
71. Gorlinger, K., et al., *First-line therapy with coagulation factor concentrates combined with point-of-care coagulation testing is associated with decreased allogeneic blood transfusion in cardiovascular surgery: a retrospective, single-center cohort study*. Anesthesiology, 2011. **115**(6): p. 1179-91.

72. Spiess, B.D., et al., *Platelet transfusions during coronary artery bypass graft surgery are associated with serious adverse outcomes*. Transfusion, 2004. **44**(8): p. 1143-8.
73. Taylor, A.H., A.E. Mitchell, and I.M. Mitchell, *A 15-year study of the changing demographics and infection risk in a new UK cardiac surgery unit*. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2012. **15**(3): p. 390-4.
74. Dorneles Cde, C., et al., *The impact of blood transfusion on morbidity and mortality after cardiac surgery*. Rev Bras Cir Cardiovasc, 2011. **26**(2): p. 222-9.
75. Jegger, D., et al., *Establishing an association between a peri-operative perfusion score system (PerfSCORE) and post-operative patient morbidity/mortality during CPB cardiac surgery*. Perfusion, 2007. **22**(5): p. 311-6.
76. Reston, J.T., S.J. Tregear, and C.M. Turkelson, *Meta-analysis of short-term and mid-term outcomes following off-pump coronary artery bypass grafting*. Ann Thorac Surg, 2003. **76**(5): p. 1510-5.
77. Magee, M.J., et al., *Elimination of cardiopulmonary bypass improves early survival for multivessel coronary artery bypass patients*. Ann Thorac Surg, 2002. **73**(4): p. 1196-202; discussion 1202-3.
78. van der Heijden, G.J., et al., *Meta-analysis on the effect of off-pump coronary bypass surgery*. Eur J Cardiothorac Surg, 2004. **26**(1): p. 81-4.
79. Stassano, P., et al., *Aortic valve replacement: a prospective randomized evaluation of mechanical versus biological valves in patients ages 55 to 70 years*. J Am Coll Cardiol, 2009. **54**(20): p. 1862-8.
80. De Bacco, M.W., et al., *Risk factors for hospital mortality in valve replacement with mechanical prosthesis*. Rev Bras Cir Cardiovasc, 2009. **24**(3): p. 334-40.
81. Van Nooten, G.J., et al., *Twenty years' single-center experience with mechanical heart valves: a critical review of anticoagulation policy*. J Heart Valve Dis, 2012. **21**(1): p. 88-98.
82. Akins, C.W., et al., *Results of bioprosthetic versus mechanical aortic valve replacement performed with concomitant coronary artery bypass grafting*. Ann Thorac Surg, 2002. **74**(4): p. 1098-106.
83. Koch, C.G., et al., *Prevalence of risk factors, and not gender per se, determines short- and long-term survival after coronary artery bypass surgery*. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2003. **17**(5): p. 585-93.
84. de Oliveira, E.L., G.A. Westphal, and M.F. Mastroeni, *Demographic and clinical characteristics of patients undergoing coronary artery bypass graft surgery and their relation to mortality*. Rev Bras Cir Cardiovasc, 2012. **27**(1): p. 52-60.
85. Bilgin, Y.M., et al., *Postoperative complications associated with transfusion of platelets and plasma in cardiac surgery*. Transfusion, 2011.
86. Kuduvalli, M., et al., *Effect of peri-operative red blood cell transfusion on 30-day and 1-year mortality following coronary artery bypass surgery*. Eur J Cardiothorac Surg, 2005. **27**(4): p. 592-8.
87. Banach, M., et al., *Risk factors of atrial fibrillation following coronary artery bypass grafting: a preliminary report*. Circ J, 2006. **70**(4): p. 438-41.
88. Vivacqua, A., et al., *Morbidity of bleeding after cardiac surgery: is it blood transfusion, reoperation for bleeding, or both?* Ann Thorac Surg, 2011. **91**(6): p. 1780-90.
89. Pawar, M., et al., *Nosocomial infections and balloon counterpulsation: risk factors and outcome*. Asian Cardiovasc Thorac Ann, 2005. **13**(4): p. 316-20.

90. Diez, C., et al., *Age- and gender-specific values of estimated glomerular filtration rate among 6232 patients undergoing cardiac surgery*. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2009. **9**(4): p. 593-7.
91. Moulton, M.J., et al., *Reexploration for bleeding is a risk factor for adverse outcomes after cardiac operations*. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1996. **111**(5): p. 1037-46.
92. Mehta, R.H., et al., *Reoperation for bleeding in patients undergoing coronary artery bypass surgery: incidence, risk factors, time trends, and outcomes*. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2009. **2**(6): p. 583-90.
93. Paparella, D., T.M. Yau, and E. Young, *Cardiopulmonary bypass induced inflammation: pathophysiology and treatment. An update*. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2002. **21**(2): p. 232-44.
94. Rinder, C., *Cellular inflammatory response and clinical outcome in cardiac surgery*. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2006. **19**(1): p. 65-8.
95. Baehner, T., et al., *[Cardiopulmonary bypass in cardiac surgery.]*. *Anaesthesist*, 2012.
96. Swaminathan, M., et al., *The association of lowest hematocrit during cardiopulmonary bypass with acute renal injury after coronary artery bypass surgery*. *Ann Thorac Surg*, 2003. **76**(3): p. 784-91; discussion 792.
97. Bacco, G., et al., *Applicability of Ambler's risk score to patients who have undergone valve replacement with bovine pericardial bioprosthesis*. *Rev Bras Cir Cardiovasc*, 2008. **23**(3): p. 336-43.
98. Engoren, M., et al., *Variables predicting reintubation after cardiac surgical procedures*. *Ann Thorac Surg*, 1999. **67**(3): p. 661-5.
99. Rady, M.Y. and T. Ryan, *Perioperative predictors of extubation failure and the effect on clinical outcome after cardiac surgery*. *Crit Care Med*, 1999. **27**(2): p. 340-7.
100. Miceli, A., et al., *A clinical score to predict the need for intraaortic balloon pump in patients undergoing coronary artery bypass grafting*. *Ann Thorac Surg*, 2010. **90**(2): p. 522-6.
101. Conlon, P.J., et al., *Acute renal failure following cardiac surgery*. *Nephrol Dial Transplant*, 1999. **14**(5): p. 1158-62.
102. Mangano, C.M., et al., *Renal dysfunction after myocardial revascularization: risk factors, adverse outcomes, and hospital resource utilization. The Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group*. *Ann Intern Med*, 1998. **128**(3): p. 194-203.
103. Elsharkawy, H.A., et al., *Outcome in patients who require venoarterial extracorporeal membrane oxygenation support after cardiac surgery*. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2010. **24**(6): p. 946-51.
104. Butterworth, J.F.t., et al., *Factors that predict the use of positive inotropic drug support after cardiac valve surgery*. *Anesth Analg*, 1998. **86**(3): p. 461-7.
105. Michalopoulos, A., et al., *Determinants of duration of ICU stay after coronary artery bypass graft surgery*. *Br J Anaesth*, 1996. **77**(2): p. 208-12.
106. Bucerius, J., et al., *Impact of off-pump coronary bypass grafting on the prevalence of adverse perioperative outcome in women undergoing coronary artery bypass grafting surgery*. *Ann Thorac Surg*, 2005. **79**(3): p. 807-12; discussion 812-3.
107. Alqahtani, A.A., *Atrial fibrillation post cardiac surgery trends toward management*. *Heart Views*, 2010. **11**(2): p. 57-63.

108. Helgadottir, S., et al., *Atrial fibrillation following cardiac surgery: risk analysis and long-term survival*. J Cardiothorac Surg, 2012. **7**(1): p. 87.
109. Weis, F., et al., *Stress doses of hydrocortisone in high-risk patients undergoing cardiac surgery: effects on interleukin-6 to interleukin-10 ratio and early outcome*. Crit Care Med, 2009. **37**(5): p. 1685-90.
110. Gjedsted, J., et al., *Effects of adrenaline on lactate, glucose, lipid and protein metabolism in the placebo controlled bilaterally perfused human leg*. Acta Physiol (Oxf), 2011. **202**(4): p. 641-8.
111. Hassan, A., et al., *Increasing rates of angioplasty versus bypass surgery in Canada, 1994-2005*. Am Heart J, 2010. **160**(5): p. 958-65.
112. Bravata, D.M., et al., *Systematic review: the comparative effectiveness of percutaneous coronary interventions and coronary artery bypass graft surgery*. Ann Intern Med, 2007. **147**(10): p. 703-16.
113. Bonaros, N., et al., *Increased mortality and perioperative complications in patients with previous elective percutaneous coronary interventions undergoing coronary artery bypass surgery*. J Thorac Cardiovasc Surg, 2009. **137**(4): p. 846-52.
114. Mannacio, V., et al., *Previous percutaneous coronary interventions increase mortality and morbidity after coronary surgery*. Ann Thorac Surg, 2012. **93**(6): p. 1956-62.
115. Eurotransplant. 31. Oktober 2012]; Available from: <http://eurotransplant.org/cms/index.php?page=yearlystats>.
116. Engin, C., et al., *Ventricular assist device as a bridge to heart transplantation in adults*. Transplant Proc, 2011. **43**(3): p. 927-30.
117. De Cocker, J., et al., *Preoperative prediction of intensive care unit stay following cardiac surgery*. Eur J Cardiothorac Surg, 2011. **39**(1): p. 60-7.
118. Scott, B.H., et al., *Octogenarians undergoing coronary artery bypass graft surgery: resource utilization, postoperative mortality, and morbidity*. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2005. **19**(5): p. 583-8.
119. van de Watering, L.M., et al., *Beneficial effects of leukocyte depletion of transfused blood on postoperative complications in patients undergoing cardiac surgery: a randomized clinical trial*. Circulation, 1998. **97**(6): p. 562-8.
120. Fung, M.K., et al., *Leukoreduction in the setting of open heart surgery: a prospective cohort-controlled study*. Transfusion, 2004. **44**(1): p. 30-5.
121. Bilgin, Y.M., et al., *Double-blind, randomized controlled trial on the effect of leukocyte-depleted erythrocyte transfusions in cardiac valve surgery*. Circulation, 2004. **109**(22): p. 2755-60.
122. Leal-Noval, S.R., et al., *Influence of erythrocyte concentrate storage time on postsurgical morbidity in cardiac surgery patients*. Anesthesiology, 2003. **98**(4): p. 815-22.
123. Basran, S., et al., *The association between duration of storage of transfused red blood cells and morbidity and mortality after reoperative cardiac surgery*. Anesth Analg, 2006. **103**(1): p. 15-20, table of contents.
124. Koch, C.G., et al., *Duration of red-cell storage and complications after cardiac surgery*. N Engl J Med, 2008. **358**(12): p. 1229-39.
125. Wang, D., et al., *Transfusion of older stored blood and risk of death: a meta-analysis*. Transfusion, 2012. **52**(6): p. 1184-95.
126. Wang, G., et al., *The efficacy of an intraoperative cell saver during cardiac surgery: a meta-analysis of randomized trials*. Anesth Analg, 2009. **109**(2): p. 320-30.

-
127. Carless, P.A., et al., *Cell salvage for minimising perioperative allogeneic blood transfusion*. Cochrane Database Syst Rev, 2006(4): p. CD001888.
 128. Marshall, L., et al., *Short term outcomes after cardiac surgery in a Jehovah's Witness population: an institutional experience*. Heart Lung Circ, 2012. **21**(2): p. 101-4.
 129. Jassar, A.S., et al., *Cardiac surgery in Jehovah's Witness patients: ten-year experience*. Ann Thorac Surg, 2012. **93**(1): p. 19-25.
 130. Vaislic, C.D., et al., *Outcomes in cardiac surgery in 500 consecutive Jehovah's Witnesses patients: 21 year Experience*. J Cardiothorac Surg, 2012. **7**(1): p. 95.
 131. Vonk, A.B., et al., *Residual blood processing by centrifugation, cell salvage or ultrafiltration in cardiac surgery: effects on clinical hemostatic and ex-vivo rheological parameters*. Blood Coagul Fibrinolysis, 2012. **23**(7): p. 622-8.
 132. Weber, C.F., et al., *Point-of-Care Testing: A Prospective, Randomized Clinical Trial of Efficacy in Coagulopathic Cardiac Surgery Patients*. Anesthesiology, 2012. **117**(3): p. 531-547.
 133. El-Essawi, A., et al., *Minimized perfusion circuits: an alternative in the surgical treatment of Jehovah's Witnesses*. Perfusion, 2012.
 134. Stubbs, J.R., *Alternatives to blood product transfusion in the critically ill: erythropoietin*. Crit Care Med, 2006. **34**(5 Suppl): p. S160-9.
 135. Cladellas, M., et al., *Effects of preoperative intravenous erythropoietin plus iron on outcome in anemic patients after cardiac valve replacement*. Am J Cardiol, 2012. **110**(7): p. 1021-6.
 136. Zelinka, E.S., et al., *The perfusionist's role in a collaborative multidisciplinary approach to blood transfusion reduction in cardiac surgery*. J Extra Corpor Technol, 2010. **42**(1): p. 45-51.

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Anteil der transfundierten Patienten im Jahresvergleich	19
Abbildung 2 Vergleich der OP-Verfahren bezüglich der Häufigkeit von Bluttransfusionen	19
Abbildung 3 Vergleich des Transfusionsbedarfs nach Altersklassen	20
Abbildung 4 Vergleich der Transfusionshäufigkeit nach Geschlecht	21
Abbildung 5 Veränderung der transfundierten EK-Anzahl im Studienzeitraum bei EK- transfundierten Patienten	23
Abbildung 6 Zusammenhang zwischen EK-Anzahl und OP-Verfahren bei EK- transfundierten Patienten	23
Abbildung 7 Altersunterschiede bezüglich transfundierter EK-Anzahl bei EK- transfundierten Patienten	24
Abbildung 8 Entwicklung der pro Patient durchschnittlich verabreichten EK-Menge im Studienzeitraum (Mittelwerte, alle Patienten)	24
Abbildung 9 Anteil der Patienten, die in den Jahren 2000-2004 EK transfundiert bekamen	28
Abbildung 10 Intraoperative EK-Anzahl nach OP-Verfahren (nur intraoperativ EK- transfundierte Patienten)	28
Abbildung 11 Postoperative EK-Anzahl nach OP-Verfahren (nur postoperativ EK- transfundierte Patienten)	29
Abbildung 12 Altersunterschiede bezüglich intraoperativ transfundierter EK-Anzahl (nur intraoperativ EK-transfundierte Patienten)	29
Abbildung 13 Postoperativ transfundierte EK-Anzahl nach Altersklassen (nur postoperativ EK-transfundierte Patienten)	30
Abbildung 14 Hb-Werte bei Verlegung von der Intensivstation HCl im Studienzeitraum	31
Abbildung 15 Hb-Werte bei Verlegung von der Intensivstation HCl nach OP-Verfahren	31
Abbildung 16 Altersunterschiede bezüglich Hb-Wert bei Verlegung von der Intensivstation HCl	32
Abbildung 17 Verabreichte FFP-Anzahl im Studienzeitraum (nur FFP-transfundierte Patienten)	32
Abbildung 18 Verabreichte FFP-Anzahl nach OP-Verfahren (nur FFP-transfundierte Patienten)	33
Abbildung 19 Verabreichte FFP-Anzahl nach Altersklassen (nur FFP-transfundierte Patienten)	33
Abbildung 20 Entwicklung der pro Patient durchschnittlich verabreichten FFP-Menge im Studienzeitraum (Mittelwerte, alle Patienten)	34
Abbildung 21 Verabreichte TK-Anzahl im Studienzeitraum (nur TK-transfundierte Patienten)	35
Abbildung 22 Verabreichte TK-Anzahl nach OP-Verfahren (nur TK-transfundierte Patienten)	35
Abbildung 23 Verabreichte TK-Anzahl nach Altersklassen (nur TK-transfundierte Patienten)	36
Abbildung 24 Entwicklung der pro Patient durchschnittlich verabreichten TK-Menge im Studienzeitraum (Mittelwerte, alle Patienten)	36
Abbildung 25 Veränderung der Altersstruktur im Studienzeitraum	37
Abbildung 26 Veränderung des OP-Programms im Studienverlauf	40
Abbildung 27 Zusammenhang zwischen dem Patientenalter und den durchgeführten OP-Verfahren	40
Abbildung 28 Anteil männlicher Patienten nach OP-Verfahren	41
Abbildung 29 Veränderung der Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation HCl im Studienzeitraum	41

Abbildung 30 Zusammenhang zwischen der Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation HCI und den durchgeführten OP-Verfahren	42
Abbildung 31 Anteil verstorbener Patienten an der Gesamtpopulation, getrennt nach Geschlecht.....	43
Abbildung 32 Veränderung der präoperativen EF im Jahresvergleich.....	47
Abbildung 33 Aortenabklemm- und EKZ-Dauer im Jahresvergleich (Minuten, Median) bei Operationen mit HLM	48
Abbildung 34 Postoperative Beatmungsdauer im Jahresvergleich	48
Abbildung 35 Einsatz von Rethorakotomie, IABP, Reintubation und provisorischem Thoraxverschluss im Jahresvergleich	49
Abbildung 36 Einsatz von Nierenersatzverfahren im Jahresvergleich	49
Abbildung 37 Höchster perioperativ gemessener Laktatwert [in mmol/l] im Jahresvergleich.....	49
Abbildung 38 Anwendungshäufigkeit von Noradrenalin und Adrenalin.....	50
Abbildung 39 Anzahl Herztransplantationen im Studienzeitraum	52
Abbildung 40 Häufigkeit des Einsatzes mechanischer Kreislaufunterstützungssysteme im Studienzeitraum	53
Abbildung 41 Altersunterschiede beim SAPS-II-Score	54
Abbildung 42 Häufigkeit von Vorhofflimmern (postoperativ, präoperativ, postoperativ neu aufgetreten) in den einzelnen Altersklassen.....	55
Abbildung 43 Altersunterschiede bei der postoperativen Beatmungsdauer.....	55
Abbildung 44 Altersverteilung der Parameter CPAP, Nierenersatzverfahren und Delir	55
Abbildung 45 Altersverteilung der Parameter Reintubation, Punktionstracheotomie und IABP	56

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Kriterien Higgins score	9
Tabelle 2 Kriterien EuroSCORE.....	10
Tabelle 3 Kriterien SOFA score	11
Tabelle 4 Vergleich der Transfusionshäufigkeit (2000 vs. 2009); $p < .0125$	19
Tabelle 5 Vergleich der EK-Transfusionshäufigkeit nach OP (2000 vs. 2009); $p < .0083$	19
Tabelle 6 Vergleich der OP-Verfahren bezüglich der Häufigkeit von Bluttransfusionen (CABG vs. OPCAB); $p < .0125$	20
Tabelle 7 Vergleich der erhobenen Parameter bezüglich der Häufigkeit von Bluttransfusionen; $p < .0023$	20
Tabelle 8 Unterschied zwischen transfundierten und nicht transfundierten Patienten (stetige Parameter); $p < .003$	21
Tabelle 9 Vergleich der Transfusionshäufigkeit nach Geschlecht; $p < .0125$	21
Tabelle 10 Vergleich der EK-Transfusionshäufigkeit nach OP und Geschlecht; p $< .0083$	22
Tabelle 11 Unterschied zwischen transfundierten und nicht transfundierten Patienten hinsichtlich EF; $p < .0125$	22
Tabelle 12 Zusammenhang zwischen EK-Anzahl (Mittelwert) und OP-Verfahren bei EK-transfundierten Patienten (2000 vs. 2009); $p < .0071$	23
Tabelle 13 Zusammenhang zwischen EK-Anzahl (Mittelwert) und OP-Verfahren bei EK-transfundierten Patienten, nach Geschlecht; $p < .0071$	23
Tabelle 14 Häufigkeit von EK-Transfusionen in Abhängigkeit der aufgeführten Parameter; $p < .0021$	25
Tabelle 15 Unterschied zwischen Patienten mit und ohne EK-Gabe (stetige Parameter); $p < .003$	26
Tabelle 16 Unterschied zwischen Patienten mit und ohne EK-Transfusion hinsichtlich EF; $p < .0125$	26
Tabelle 17 Anzahl transfundierter EK (Median, Perzentilen) in Abhängigkeit der aufgeführten Parameter; $p < .0021$	27
Tabelle 18 Anteil der Patienten, die in den Jahren 2000-2004 EK transfundiert bekamen.....	28
Tabelle 19 Hb-Werte bei Verlegung von der Intensivstation HCI (Mittelwert aller Patienten) nach OP-Verfahren (2000 vs. 2009); $p < .0071$	31
Tabelle 20 Hb-Werte bei Verlegung von der Intensivstation HCI (Mittelwert aller EK- transfundierten Patienten) nach OP-Verfahren (2000 vs. 2009); $p < .0071$	31
Tabelle 21 Verabreichte FFP-Anzahl nach Geschlecht (Mittelwert aller FFP- transfundierten Patienten).....	33
Tabelle 22 Unterschiede zwischen Patienten mit und ohne FFP-Gabe; $p < .0071$	34
Tabelle 23 Verabreichte TK-Anzahl nach Geschlecht (Mittelwert aller TK- transfundierten Patienten).....	35
Tabelle 24 Unterschiede zwischen Patienten mit und ohne TK-Gabe; $p < .0071$	36
Tabelle 25 Veränderung der Altersstruktur im Studienzeitraum; $p < .025$	37
Tabelle 26 Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Patienten (nominalskalierte Parameter); $p < .0023$	38
Tabelle 27 Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Patienten (stetige Parameter); $p < .003$	39
Tabelle 28 Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Patienten hinsichtlich präoperativer EF; $p < .0125$	39
Tabelle 29 Veränderung des OP-Programms im Studienverlauf; $p < .0083$	40
Tabelle 30 Zusammenhang zwischen dem Patientenalter (Median, in Jahren) und den durchgeführten OP-Verfahren nach Geschlecht; $p < .0083$	40

Tabelle 31 Anteil verstorbener Patienten an der Gesamtpatientenanzahl, unterteilt nach OP-Verfahren und Altersklassen.....	43
Tabelle 32 Letalität bei Vorliegen vs. Nicht-Vorliegen nominalskaliertes Parameter; $p < .002$	43
Tabelle 33 Vergleich stetiger Parameter zwischen verstorbenen und nicht verstorbenen Patienten; $p < .0036$	44
Tabelle 34 Vergleich der präoperativen EF von verstorbenen und nicht verstorbenen Patienten; $p < .0125$	44
Tabelle 35 Vergleich der wichtigsten OP-Verfahren hinsichtlich stetiger Parameter (^a nur bei Bypass mit HLM).....	45
Tabelle 36 Unterschiede zwischen den häufigsten OP-Verfahren.....	45
Tabelle 37 Vergleich CABG und OPCAB hinsichtlich stetiger Parameter; $p < .0071$	46
Tabelle 38 Vergleich CABG und OPCAB hinsichtlich nominalskaliertes Parameter; $p < .003$	46
Tabelle 39 Veränderung der präoperativen EF im Jahresvergleich.....	48
Tabelle 40 Medianwerte des höchsten perioperativ gemessenen Laktatwertes [in mmol/l] im Studienzeitraum.....	50
Tabelle 41 Anzahl über-89-jährige Patienten, sortiert nach Jahr und OP-Verfahren ...	50
Tabelle 42 Vergleich 80-89-Jährige und Über-89-Jährige hinsichtlich nominalskaliertes Parameter.....	51
Tabelle 43 Vergleich 80-90-Jährige und Über-89-Jährige hinsichtlich stetiger Parameter.....	51
Tabelle 44 Vergleich 80-90-Jährige und Über-89-Jährige hinsichtlich präoperativer EF	51
Tabelle 45 Anzahl dokumentierter Reoperationen	51
Tabelle 46 Unterschiede zwischen HTX-Patienten und der Gesamtpopulation (nominalskaliertes Parameter)	52
Tabelle 47 Unterschiede zwischen HTX-Patienten und der Gesamtpopulation (stetiger Parameter).....	52
Tabelle 48 Unterschiede zwischen Patienten mit mech. Kreislaufunterstützungssystem und der Gesamtpopulation (nominalskaliertes Parameter)	53
Tabelle 49 Unterschiede zwischen Patienten mit mech. Kreislaufunterstützungssystem und der Gesamtpopulation (stetiger Parameter).....	53
Tabelle 50 Zusammenhang zwischen Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation HCI sowie Alter und Geschlecht.....	54
Tabelle 51 Unterschiede zwischen unter- und über-40-jährigen Patienten.....	56

9 Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme

µg	Mikrogramm
µg/h	Mikrogramm pro Stunde
µmol/l	Mikromol pro Liter
ACT	activated clotting time
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CABG	coronary artery bypass graft (hier: Bypass-OP mit HLM; bei einzelnen Literaturstellen auch als Oberbegriff für Bypass-Eingriffe)
CK-MB	Kreatinkinase, Isoenzym Myokardtyp
CO ₂	Kohlendioxid
COPD	Chronisch obstruktive Lungenerkrankung
CPAP	Continuous Positive Airway Pressure
CPR	kardiopulmonale Reanimation
CvvHDF	kontinuierliche veno-venöse Hämodiafiltration
ECLA	eine Form der mechanischen Kreislaufunterstützung
ECMO	extrakorporale Membranoxygenation
EF	Ejektionsfraktion, Auswurffraktion
EK	Erythrozytenkonzentrat(e)
EKG	Elektrokardiogramm
EKZ	extrakorporale Zirkulation
ESCIM	European Society for Intensive Care Medicine
et al.	und weitere
etc.	et cetera
EuroSCORE	European System for Cardiac Operative Risk Evaluation
FFP	Fresh-Frozen-Plasma
FiO ₂	inspiratorische Sauerstoffkonzentration
g	Gramm
g/dl	Gramm pro Deziliter
HAES	Hydroxyethylstärke
Hb	Hämoglobin
HCI	Herzchirurgische Intensivstation
HLM	Herz-Lungen-Maschine
HTX	Herztransplantation
I.E.	internationale Einheiten
i.v.	intravenös
IABP	intraaortale Ballongegenpulsation

ICU	Intensive Care Unit (Intensivstation)
IL-6	Interleukin-6
intermitt.	intermittierend
intHD	intermittierende Hämodialyse
kg	Kilogramm
KHK	koronare Herzkrankheit
Klappe	Eingriffe an den Herzklappen
Kombi	gleichzeitige Bypass- und Herzklappen-Operation
kontin.	kontinuierlich
l	Liter
MAP	mittlerer arterieller Druck
mg	Milligramm
mg/dl	Milligramm pro Deziliter
mg/h	Milligramm pro Stunde
min.	Minute
mind.	mindestens
ml	Milliliter
mm ³	Kubikmillimeter
mmHg	Millimeter-Quecksilbersäule
mmol/l	Millimol pro Liter
NaCl	Kochsalzlösung
NPPV	Noninvasive Positive Pressure Ventilation
NYHA	New York Heart Association, Einteilung der Herzinsuffizienz
O ₂	Sauerstoff
OP(s)	Operation, Operationstrakt/-saal
OPCAB	off pump coronary artery bypass (hier: Bypass-OP ohne HLM)
PaO ₂	Sauerstoffpartialdruck
Pat.	Patienten
PEEP	positiver end-expiratorischer Druck
pg/ml	Pikogramm pro Milliliter
PiCCO	Pulse Contour Cardiac Output
präop.	präoperativ
provisor.	provisorisch
PTCA	perkutane transluminale Koronarangioplastie
SAPS	Simplified acute physiology score
sec.	Sekunden
Sign.	Signifikanz
SIRS	systemic inflammatory response syndrome

SOFA	Sepsis-related Organ Failure Assessment
Sonstige OP	herzchirurgische Eingriffe, die nicht reine Bypass- und/oder Klappeneingriffe waren
TEE	Transösophageale Echokardiographie
TISS	Therapeutic Intervention Score System
TK	Thrombozytenkonzentrat(e)
u. a.	unter anderem, und andere
U/l	Einheiten (units) pro Liter
Vgl., vgl.	Vergleich, vergleiche
VHF	Vorhofflimmern
vs.	versus
z. B.	zum Beispiel
Z.n.	Zustand nach
ZNS	zentrales Nervensystem
ZVK	zentraler Venenkatheter

10 Danksagung

Ich möchte mich hiermit bei meinem Doktorvater, Herrn PD Dr. med. Erich Kilger, bedanken, der mir die Möglichkeit gegeben hat, diese Arbeit unter seiner Leitung durchzuführen.

Bei meinem Betreuer, Herrn Dr. med. Patrick Möhnle, möchte ich mich für die hervorragende Betreuung, seine ständige Diskussions- und Hilfsbereitschaft sowie die mühevollen Arbeit des Korrekturlesens bedanken.

Ein herzliches Danke auch an meine Familie für die Unterstützung während des Studiums, ohne die diese Arbeit so nicht möglich gewesen wäre.

Eidesstattliche Versicherung

Ich erkläre hiermit an Eides statt,
dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

*Retrospektive Analyse der perioperativen Transfusion von Fremdblutprodukten an der
Herzklinik am Augustinum der Universität München für die Jahre 2000 bis 2009*

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Ort, Datum

Unterschrift Doktorandin/Doktorand

Dateiname: Groeben_Sigrid
Verzeichnis: C:\Users\Laptop\Desktop\DA Augustinum\Einreichversion
Vorlage: C:\Users\Laptop\AppData\Roaming\Microsoft\Vorlagen\Normal.
dot
Titel: Retrospektive Analyse der perioperativen Transfusion von
Fremdblutprodukten an der Herzlinik am Augustinum der Universität München
für die Jahre 2000 bis 2009
Thema:
Autor: Sigrid Groeben
Stichwörter:
Kommentar:
Erstelldatum: 22.10.2012 12:49:00
Änderung Nummer: 859
Letztes Speicherdatum: 06.02.2014 20:52:00
Zuletzt gespeichert von: Laptop
Letztes Druckdatum: 06.02.2014 20:55:00
Nach letztem vollständigen Druck
Anzahl Seiten: 105
Anzahl Wörter: 42.733 (ca.)
Anzahl Zeichen: 269.225 (ca.)