

Aus der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie
der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. O. Elert

Risikostratifizierung in der Herzchirurgie –
Betrachtung von 6 Risiko-Scores
im Hinblick auf ihre Anwendbarkeit und prognostische Wertigkeit

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg
vorgelegt von
Matthias Mai
aus Würzburg

Würzburg, Januar 2005

Referent: Prof. Dr. med. O. Elert

Korreferent: Prof. Dr. med. H. Langenfeld

Dekan: Prof. Dr. med. G. Ertl

Tag der mündlichen Prüfung: 14. Juni 2005

Der Promovend ist Arzt

Gewidmet
Nikola und meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

| | | | |
|-----------|--|--------------|-----------|
| 1) | Einleitung | Seite | 1 |
| 2) | Patienten und Methodik | Seite | 3 |
| 2.1) | Einschluss- und Ausschlusskriterien | Seite | 3 |
| 2.1.1) | Einschlusskriterien | Seite | 3 |
| 2.1.2) | Ausschlusskriterien | Seite | 3 |
| 2.2) | Datenerhebung | Seite | 3 |
| 2.2.1) | Präoperative Datenerhebung | Seite | 4 |
| 2.2.2) | Postoperative Datenerhebung | Seite | 6 |
| 2.3) | Beschreibung der Score-Systeme | Seite | 7 |
| 2.3.1) | Parsonnet-Score | Seite | 7 |
| 2.3.2) | Cleveland Clinic-Score | Seite | 9 |
| 2.3.3) | Ontario Province Risk-Score | Seite | 11 |
| 2.3.4) | French-Score | Seite | 12 |
| 2.3.5) | Pons-Score | Seite | 14 |
| 2.3.6) | Euro-Score | Seite | 16 |
| 2.4) | Statistik | Seite | 20 |
| 3) | Ergebnisse | Seite | 21 |
| 3.1) | Mortalität im untersuchten Kollektiv | Seite | 22 |
| 3.2) | Morbidität im untersuchten Kollektiv | Seite | 23 |
| 3.3) | Ergebnisvorstellung der einzelnen Score-Systeme | Seite | 24 |
| 3.3.1) | Parsonnet-Score | Seite | 25 |
| 3.3.2) | Cleveland Clinic-Score | Seite | 26 |
| 3.3.3) | Ontario Province Risk-Score | Seite | 27 |
| 3.3.4) | French-Score | Seite | 29 |
| 3.3.5) | Pons-Score | Seite | 30 |
| 3.3.6) | Euro-Score | Seite | 30 |

| | | |
|-----------|-----------------------------|-----------------|
| 4) | Diskussion | Seite 32 |
| 4.1) | Parsonnet-Score | Seite 37 |
| 4.2) | Cleveland Clinic-Score | Seite 38 |
| 4.3) | Ontario Province Risk-Score | Seite 39 |
| 4.4) | French-Score | Seite 40 |
| 4.5) | Pons-Score | Seite 41 |
| 4.6) | Euro-Score | Seite 41 |
| 5) | Zusammenfassung | Seite 45 |
| 6) | Literaturverzeichnis | Seite 46 |

1) **Einleitung**

Erworbene Defekte von Herzkranzgefäßen und Herzklappen gehören zu den häufigsten Erkrankungen unserer Zeit. In zunehmendem Maße entstehen diese als Folgen so genannter Zivilisationskrankheiten. So führt der heute in den Industriestaaten übliche Lebensstil zu einer starken Zunahme von Erkrankungen, die sekundär mit einer Belastung bzw. Schädigung des Herzens sowie einer Schädigung der das Herz versorgenden Gefäße einhergehen. Zudem führt die steigende Lebenserwartung dazu, dass immer mehr Menschen ein Alter erreichen, in welchem Veränderungen an Herzkranzgefäßen und Herzklappen auftreten und klinisch relevant werden.

Während in früherer Zeit die operative Behandlung dieser Erkrankungen eingeschränkt war, haben medizinischer und technischer Fortschritt (Entwicklung der Herz-Lungen-Maschine, Verbesserung intensiv-medizinischer Möglichkeiten, Weiterentwicklung der Operationstechniken, etc.) dazu geführt, dass Eingriffe an Herzkranzgefäßen und/oder Herzklappen heute zu den Operationen gehören, die tagtäglich routinemäßig durchgeführt werden. So umfasste die Zahl der in Deutschland im Jahr 2002 mit Hilfe der Herz-Lungen-Maschine durchgeführten Herzoperationen 96194 Eingriffe. 70185 dieser Eingriffe wurden bei Patienten mit Koronarer Herzkrankheit (KHK) durchgeführt, 16527 Eingriffe zur Korrektur von Herzklappenfehlern, 4424 Operationen zur Korrektur angeborener Herzfehler sowie 5085 Eingriffe infolge sonstiger Erkrankungen des Herzens. 74,0 % der Operationen entfielen auf Patienten, die älter als 60 Jahre alt waren [7].

Durch das wachsende Interesse und das Aufklärungsbedürfnis der Bevölkerung bezüglich der Risiken derartiger Eingriffe möchten immer mehr Patienten darüber möglichst genau informiert werden. Einerseits um ihr persönliches Risiko bei der Durchführung einer solchen Operation einschätzen zu können, andererseits auch um Anhaltspunkte für einen Vergleich der verschiedenen Kliniken zu bekommen. Auch für die Kliniken selbst, welche diese operativen Eingriffe vornehmen, sind die individuellen Risiken der Patienten und das damit verbundene Operationsergebnis von Bedeutung. Zum einen, um präoperativ abschätzen zu können, welcher Patient von einer Operation profitiert bzw. für welchen das Risiko einer Operation den Nutzen einer solchen übersteigt. Zum anderen auch um die Operationsergebnisse verschiedener Kliniken

objektiv und im Sinne einer guten Qualitätssicherung vergleichen zu können. Ist das Ergebnis der einen Klinik wirklich besser oder sind die dort operierten Patienten lediglich mit einem geringeren Risiko behaftet? In Zeiten, in denen Themen wie steigende Kosten im Gesundheitswesen sowie Möglichkeiten und Maßnahmen der Eindämmung weiterer Kostensteigerungen zu einem Hauptgegenstand politischer und öffentlicher Diskussion werden, verleihen Betrachtungen wie dieser ein zusätzliches Gewicht. Hierdurch erklären sich auch Anstrengungen, die sich mit der Erarbeitung und Entwicklung zuverlässiger, aussagekräftiger Systeme zur individuellen präoperativen Risikoabschätzung befassen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, 6 der bekanntesten dieser Score-Systeme (System for Cardiac Operative Risk Evaluation) vorzustellen und anhand von 135 konsekutiver Patienten, welche an der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg operiert wurden im Hinblick auf ihre Wertigkeit zu analysieren.

2) Patienten und Methodik

In der vorliegenden retrospektiven Arbeit wurden 135 konsekutive Patienten nachuntersucht, welche sich im Zeitraum vom 01. Mai 2002 bis zum 30. September 2002 in der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg einer Herzoperation unterzogen hatten. 29/135 (21,5%) Patienten waren Frauen, 106/135 (78,5%) Patienten waren Männer. Die Altersspanne reichte von 23 Jahren bis 84 Jahren. Im Median ergab sich ein Alter von 56,5 Jahren.

2.1) Einschluss- und Ausschlusskriterien

2.1.1) Einschlusskriterien

Folgende Einschlusskriterien wurden bei der Auswahl der Patienten herangezogen:

- Isolierte elektive Herzbybypassoperation
- Isolierte Herzklappenoperation (Aorten-/Mitralklappe)
- Kombination von Herzbybypass- und Herzklappenoperation
- Kombination von Herzbybypass- oder Herzklappenoperation mit einem zusätzlichen schwerwiegenden Eingriff am Herzen (z.B. Verschluss eines Ventrikelseptumdefektes)
- Die Indikation zur operativen Therapie wurden mittels invasiver Diagnostik (Herzkatheter) gestellt

2.1.2) Ausschlusskriterien

Ausschlusskriterien wurden nicht definiert.

2.2) Datenerhebung

Im folgenden werden die präoperativen Parameter (Tabelle 1) sowie die postoperativen Zielgrößen (Tabelle 2) tabellarisch vorgestellt. Hierbei sind zum einen alle Parameter aufgeführt, zum anderen ist ersichtlich bei welchem Score-System die einzelnen Parameter einbezogen sind.

2.2.1) Präoperative Datenerhebung

Da bei den für die verschiedenen Scores benötigten präoperativen Parametern teilweise Überschneidungen bestanden, wurden alle Daten auf einem gemeinsamen Bogen zur Datenerhebung zusammengefasst. Daraus ergab sich ein Erhebungsbogen mit 39 Parametern (Tabelle 1). 15 definierte Parameter wurden zur Anwendung des Parsonnet-Scores benötigt, 13 zur Anwendung des Cleveland Clinic-Scores, 6 für den Ontario Province Risk- Score, 15 für den French-Score, 15 für den Pons-Score sowie 17 für den Euro-Score [21, 34, 38, 41, 43, 55].

Tabelle 1: Erhebungsbogen 1: Präoperative Parameter

| | | Pars. | Cl.Clin. | OPR | French | Pons | Euro |
|--|--|-------|----------|-----|--------|------|------|
| Patientendaten | | | | | | | |
| 1 | Geburtsdatum | x | x | x | x | x | x |
| 2 | Alter | x | x | | | | |
| 3 | Geschlecht | x | | x | | | x |
| 4 | Gewicht | x | x | | | | |
| Kardiale Situation | | | | | | | |
| 5 | Instabile Angina | | | | | | x |
| 6 | Aortenstenose | x | x | | | | |
| 7 | Aktive Endokarditis | | | | | | x |
| 8 | Angeborener Herzfehler | x | | | | | |
| 9 | Arterielle Hypertonie | x | | | | | |
| 10 | Pulmonale Hypertonie | x | | | | | x |
| 11 | Aneurysma des linken Ventrikels | x | | | | x | |
| 12 | Auswurfraction d. linken Ventrikels | x | x | x | x | | x |
| 13 | Mitralklappeninsuffizienz | | x | | | | |
| 14 | Vorausgegangener Myokardinfarkt | | | | x | x | x |
| 15 | Einteilung nach NYHA | | | | | x | |
| 16 | Ventrikelseptumdefekt infolge Myokardinfarkt | | | | x | | x |
| 17 | Ventrikuläre Tachykardie/Kammerflimmern | | | | x | | x |
| 18 | Herzschrittmacher | x | | | | | |
| Pulmonale Situation | | | | | | | |
| 19 | Asthma bronchiale | x | | | | | x |
| 20 | COPD | | x | | | | x |
| Renale Situation | | | | | | | |
| 21 | Dialysepflichtigkeit | x | | | x | | |
| 22 | Serumkreatininwert | | x | | x | x | x |
| 23 | Akutes Nierenversagen | x | | | | | x |
| Andere Komplikationen | | | | | | | |
| 24 | Anämie | | x | | | | |
| 25 | Diabetes mellitus | x | x | | | | |
| 26 | Lebererkrankungen | | | | | x | |
| 27 | TIA/Insult | | x | | | | x |
| 28 | Paraplegien | x | | | | | |
| Gefäßstatus | | | | | | | |
| 29 | Akute Aortendissektion | | | | x | | |
| 30 | Periphere AVK | | | | | | x |
| 31 | Frühere Gefäßeingriffe | | x | | | | x |
| Präoperative Maßnahmen/Komplikationen | | | | | | | |
| 32 | Beatmungspflichtigkeit | | | | x | x | x |
| 33 | IABP | x | | | | | x |
| 34 | Katecholamingabe | | | | | | x |
| 35 | Herzdruckmassage | | | | | | x |
| 36 | Kardiogener Schock | x | | | | x | |
| Operation | | | | | | | |
| 37 | Kombinierter Eingriff | x | | x | x | x | x |
| 38 | Notfall | x | x | x | | x | x |
| 39 | Reoperation | x | x | x | x | x | x |

2.2.2) Postoperative Datenerhebung

Postoperativ ist die Letalität der für alle Scores zu erhebende Parameter. Darüber hinaus definieren 3/6 Scores (Cleveland Clinic-Score: 6 Kriterien, Ontario Province Risk-Score: 2 Kriterien, French-Score: 15 Kriterien) die postoperative Morbidität. Da es auch hierbei zu Überschneidungen kommt, ergab sich ein Bogen von 17 postoperativ zu erhebenden Parametern (Tabelle 2) [21, 34, 38, 41, 43, 55].

Tabelle 2: Erhebungsbogen 2: Postoperative Parameter bzw. Zielgrößen

| | | Pars. | Cl. Clin. | OPR | French | Pons | Euro |
|-------------------|--|-------|--------------|-----|--------|------|------|
| 1 | Geburtsdatum | x | x | x | x | x | x |
| Mortalität | | | | | | | |
| 2 | Patient verstorben | x | x | x | x | x | x |
| Morbidität | | | | | | | |
| 3 | Reoperation wg. thorakalen Infekts | | x | | x | | |
| 4 | Perioperativer Myokardinfarkt | | x | | x | | |
| 5 | Postop. Beatmungsdauer > 48/72 Stunden | | x | | x | | |
| 6 | Schwere Infektion/Postkardiotomie-Syndrom | | x | | x | | |
| 7 | Reoperation mit kardiopulmonalem Bypass | | | | x | | |
| 8 | Erniedrigte linksventrikuläre Auswurfraction | | | | x | | |
| 9 | Herzdruckmassage | | | | x | | |
| 10 | Periphere Durchblutungsstörung | | | | x | | |
| 11 | Schwere ventrikuläre Arrhythmie | | | | x | | |
| 12 | Nierenversagen/Anurie/Oligurie < 400 ml/h | | x | | x | | |
| 13 | Schlaganfall/ZNS-Komplikationen | | x | | x | | |
| 14 | Gastroduodenale Blutungen | | | | x | | |
| 15 | Notwendigkeit einer IABP | | | | x | | |
| 16 | Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation | | | x | | | |
| 17 | Postoperativer Gesamtaufenthalt | | | x | | | |

2.3) Beschreibung der Score-Systeme

Im Folgenden werden die Score-Systeme entsprechend ihrer Entstehung und Entwicklung aufgeführt, sowie die zur Anwendung benötigten Parameter dargestellt.

2.3.1) Parsonnet-Score

Der Parsonnet-Score ist der älteste der betrachteten Score-Systeme. Er wurde unter der Leitung von Parsonnet et al. entwickelt und 1989 erstmals veröffentlicht. Für die Erarbeitung wurden retrospektiv die Daten eines 3500 Patienten umfassenden Kollektivs erhoben. Die Ansprüche an die verwendeten Parametern waren wie folgt definiert [38]:

- Die Aussagekraft muss durch univariate Analyse bewiesen sein
- Die Daten müssen für jeden Patienten vorhanden sein
- Die Daten müssen in jeder Institution zur Verfügung stehen
- Die Variablen müssen soweit als möglich frei sein von Subjektivität und Voreingenommenheit, sowie nicht aus anderen Informationen abgeleitet sein

Die Mortalität wurde definiert als Tod innerhalb von 30 Tagen nach der Operation. Die einzelnen ursprünglich herangezogenen Parameter wurden auf ihre Korrelation mit der Mortalität und auf ihre Signifikanz geprüft ($p < 0,05$). Anschließend wurde jedem Parameter ein seiner Korrelation entsprechender Punktwert zugeordnet. Das so erarbeitete Modell wurde anhand der Daten eines 1332 Patienten umfassenden Kollektivs prospektiv überprüft. Von den anfänglich gewählten und geprüften Parametern erwiesen sich letztendlich 15 als aussagekräftig im Sinne der geforderten Kriterien, welche ihrem Risiko entsprechend mit Punktwerten versehen wurden (Tabelle 3) [38].

Tabelle 3: Parsonnet-Score

| Parsonnet -Score | | |
|---------------------------------|------------------|--|
| <u>Parameter</u> | <u>Punktwert</u> | <u>Definition</u> |
| Geschlecht | 1 | Weibliches Geschlecht |
| Übergewicht | 3 | Gewicht $\geq 1,5$ x Idealgewicht |
| Diabetes mellitus | 3 | |
| Hypertonie | 3 | Systolische Werte > 140 mmHg |
| EF | 0 | $\geq 50\%$ |
| | 2 | 35-49% |
| | 4 | $< 30\%$ |
| Alter | 7 | 70-74 Jahre |
| | 12 | 75-79 Jahre |
| | 20 | ≥ 80 Jahre |
| Reoperation | 5 | Erste Reoperation |
| | 10 | Zweite Reoperation |
| IABP präoperativ | 2 | |
| Aneurysma des linken Ventrikels | 5 | Nur wenn in Operation reseziert |
| Notfall-Operation | 10 | Operation nach erfolgter PTCA oder Katheterisierungskomplikationen |
| Dialysepflichtigkeit | 10 | |
| Notfallsituationen | 10-50 | z.B. akuter Klappendefekt, kardiogener Shock, akutes Nierenversagen |
| Andere Risiken | 2-10 | z.B. Paraplegien, Herzschrittmacher, angeborener Herzfehler, schweres Asthma |
| Herzklappenoperation | 5 | Mitralklappenoperation bei PA < 60 mmHg |
| | 8 | Mitralklappenoperation bei PA ≥ 60 mmHg |
| | 5 | Aortenklappenoperation bei PA ≤ 120 mmHg |
| | 7 | Aortenklappenoperation bei PA > 120 mmHg |
| Kombinierte Operation | 2 | CABG mit gleichzeitiger Herzklappenoperation |

Zu den ursprünglich betrachteten und später als nicht valide klassifizierten Parametern gehörten zum einen die chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD) und zum anderen die Klassifikation der Herzfunktion nach der New York Heart Association (NYHA). Zur Begründung hierfür war die für die COPD-Diagnostik erforderliche, aufwändige Lungendiagnostik angeführt worden. Betreffend der Klassifikation nach NYHA wurde die Ablehnung mit der subjektiven Beeinflussbarkeit durch unterschiedliche Patienten- und Untersucherperspektiven begründet. Des weiteren konnte in den durchgeführten Untersuchungen keine Korrelation zwischen der Anzahl

der angelegten Bypasses oder der Verwendung der Arteria mammaria interna als Bypass-Gefäß und einer erhöhten Letalität festgestellt werden. Anhand der sich ergebenden Punktwerte wurde eine Einteilung in fünf Risikogruppen mit entsprechender Letalitätserwartung vorgenommen (Tabelle 4) [38].

Tabelle 4: Paronnet-Score, Risikogruppen

| Punktwerte | Risikoabschätzung | Erwartete Mortalität |
|------------|---------------------|----------------------|
| 0-4 | Good risk | 0 – 4% |
| 5-9 | Fair risk | 5 – 9% |
| 10-14 | Poor risk | 10 – 14% |
| 15-19 | High risk | 15 – 19% |
| ≥ 20 | Extremely high risk | ≥ 20% |

2.3.2) Cleveland Clinic-Score

Der Cleveland Clinic-Score wurde Ende der achtziger bzw. Anfang der neunziger Jahre unter der Leitung von Thomas L. Higgins, MD, entwickelt (Higgins-Score). Die Ergebnisse seiner Arbeit wurden im Mai 1992 erstmals veröffentlicht [21]. Für die Entwicklung dieses Scores, der prädiktive Aussagen sowohl zur perioperativen Mortalität als auch zur postoperative Morbidität macht, wurden retrospektiv Daten von 5051 Patienten erhoben. Hierbei wurden Bypass-Operationen sowie Kombinationseingriffe (Herzbypassoperation mit gleichzeitiger Herzklappenoperation und Herzbypassoperation mit gleichzeitigem gefäßchirurgischem Eingriff an der Arteria carotis) erfaßt. Diese zusätzlichen Eingriffe wurden jedoch nicht als Risikofaktoren gewertet. Daten und Ergebnisse (Mortalität bzw. Morbidität) wurden durch Vierfeldertests abgeglichen und der Grad ihrer Beziehung mit Hilfe des Kreuzproduktquotienten („Odds-Ratio“) errechnet. Entsprechend wurde jedem Parameter ein Punktwert zwischen eins und sechs zugeordnet. Hierauf folgte die Überprüfung des erstellten Systems durch prospektive Datenerhebung an einem 4169 Patienten umfassenden Kollektiv. Der endgültige Score umfasst 9 Parameter für Mortalitäts- und Morbiditätsabschätzung sowie 4 zusätzliche Parameter, welche sich nur auf die Abschätzung der Morbidität beziehen (Tabelle 5) [21].

Tabelle 5: Cleveland Clinic-Score

| <u>Faktoren</u> | <u>Punktwert</u> | <u>Definition</u> |
|---------------------------------------|------------------|---|
| <u>Für Mortalität und Morbidität</u> | | |
| Notfall-Operation | 6 | Instabile Angina/ischämische oder valvuläre Dysfunktion |
| Serumkreatinin | 1 | 1,6-1,8 mg/dl |
| | 4 | ≥ 1,9 mg/dl |
| Schwere linksventrikuläre Dysfunktion | 3 | EF < 35% |
| Reoperation | 3 | |
| Funktionelle Mitralinsuffizienz | 3 | |
| Alter | 1 | 65-74 Jahre |
| | 2 | ≥ 75 Jahre |
| Vorangegangene Gefäßoperation | 2 | |
| COPD | 2 | |
| Anämie | 2 | Hämatokrit ≤ 34 |
| <u>Nur für Morbidität</u> | | |
| Funktionelle Aortenklappenstenose | 1 | |
| Geringes Gewicht | 1 | Gewicht ≤ 65 kg |
| Diabetes | 1 | |
| Zerebrovaskuläre Erkrankung | 1 | |

Neun Risikogruppen wurden in der Erstveröffentlichung definiert, in welche die Patienten entsprechend den Punktwerten eingeteilt wurden. Hierbei wurde zusätzlich die Stabilität der Parameter im Hinblick auf Untersucherabhängigkeit überprüft. So erfolgte die Datenerhebung parallel durch mehrere Personen, um Subjektivität auszuschließen [21]. In einer 1998 von Higgins publizierten Folgearbeit wurde eine Reduktion der Anzahl der Risikogruppen auf fünf (statt vorher neun) vorgeschlagen (Tabelle 6) [20].

Tabelle 6: Cleveland Clinic-Score, Risikogruppen

| Punkte | Erwartete Mortalität | Erwartete Morbidität |
|--------|----------------------|----------------------|
| 0-1 | 0,4 – 0,8 % | 4,6 – 6,2% |
| 2-3 | 0,8 – 1,7 % | 11,5 – 16,2% |
| 4-5 | 2,1 – 2,5 % | 21,5 – 29,2% |
| 6-9 | 7,5 – 10,8 % | 39,2% |
| 10-31 | 23,3 % | 44,6% |

Als Morbidität wurde das postoperative Auftreten eines oder mehrerer der in Tabelle 7 beschriebenen Ereignisse gewertet, mit welchem entsprechend der in Tabelle 6 beschriebenen Wahrscheinlichkeiten gerechnet werden muss.

Tabelle 7: Cleveland Clinic-Score, Postoperative Ereignisse (Morbiditätskriterien)

| | |
|---|---|
| 1 | Reoperation wegen thorakalen Infekts |
| 2 | Perioperativer Myokardinfarkt |
| 3 | Postoperative Beatmungsdauer > 72 Stunden |
| 4 | Schwere Infektion |
| 5 | Oligurie < 400 ml/24 Stunden, Anurie, Notwendigkeit einer Dialyse |
| 6 | Notwendigkeit zur Anlage einer IABP |

2.3.3) Ontario Province Risk-Score

Der Ontario Province Risk-Score (OPR) wurde zu Beginn der neunziger Jahre entwickelt und 1995 veröffentlicht. Es handelte sich dabei um eine Multicenter-Studie, an der neun Institute für Erwachsenen-Herzchirurgie der Provinz Ontario beteiligt waren. Zielsetzung war die Entwicklung eines Scores sowohl für Herzbypass- und Herzklappenoperationen als für auch Kombinationsoperationen mit Aussagekraft bezüglich Mortalität und Morbidität. Die Erstellung des Scores bediente sich der Daten eines 6213 Patienten umfassenden Kollektivs. Anschließend wurde der so erstellte, 6 Parameter umfassende Score (Tabelle 8) anhand der Daten weiterer 6885 Patienten validiert [55].

Tabelle 8: Ontario Province Risk-Score

| Faktor | Punktwert | Definition |
|-----------------------------|-----------|--|
| Alter | 2 | 65-74 Jahre |
| | 3 | ≥ 75 Jahre |
| Geschlecht | 1 | Weiblich |
| EF | 0 | > 50% (auch wenn EF unbekannt) |
| | 1 | 35-50% |
| | 2 | 20-34% |
| | 3 | < 20% |
| Art des Eingriffes | 2 | Einzelne Herzklappe |
| | 3 | Mehrere Herzklappen/ Herzklappe und Bypass |
| Dringlichkeit des Eingriffs | 0 | Elektiv |
| | 1 | Dringlich (im selben Haus, ohne Verlegung) |
| | 4 | Innerhalb von 24 Stunden |
| Reoperation | 2 | Frühere Bypass-Operation |

Entsprechend der ermittelten Punktwerte wurde die Einteilung in drei Risikogruppen vorgenommen (Tabelle 9) [55]. Zur Morbiditätsabschätzung wurden die Dauer des postoperativen Aufenthaltes auf der Intensivstation sowie der postoperative Gesamtaufenthalt herangezogen. Anhand des durch den Score ermittelten Punktwertes wird die erwartete Dauer des Aufenthaltes auf der Intensivstation sowie die Dauer des Gesamtaufenthaltes des einzelnen Patienten ermittelt (Tabelle 9).

Tabelle 9: Ontario Province Risk-Score, Risikogruppen

| Punktwert | Mortalität (%) | Dauer Intensiv-Aufenthalt (Tage) | Dauer postoperativer Gesamtaufenthalt (Tage) |
|-----------|----------------|----------------------------------|--|
| 0-3 | 0,9-1,9 | 2,27-2,89 | 8,04-10,35 |
| 4-7 | 2,3-9,3 | 3,16-4,33 | 10,97-13,14 |
| ≥ 8 | 6,2-20,0 | >5,87 | >14,51 |

2.3.4) French-Score

Der French-Score wurde 1995 basierend auf den Ergebnissen einer französischen Multicenter-Studie veröffentlicht. Unter Beteiligung von 42 französischen Kliniken

wurden prospektiv Daten von 7181 Patienten erhoben. 108 Parameter wurden für jeden Patienten ermittelt und überprüft. 18/108 der erhobenen Faktoren wiesen hierbei eine Korrelation mit der Mortalität bzw. Morbidität auf. Von diesen 18 Parametern wurden weitere 4 (instabile Angina pectoris, pAVK, COPD und drohendes Herzversagen) aus dem Score herausgenommen, da sie sich als nicht objektiv genug erwiesen. 7/14 verbliebene Parameter wurden unter dem Oberbegriff „Kritische Situationen“ zusammengefasst, so dass der Score aus 8 Risikofaktoren besteht (Tabelle 10) [43].

Tabelle 10: French-Score

| Faktor | Punktwert | Definition |
|---|-----------|---|
| Alter | 3 | 70-74 Jahre |
| | 4 | 75-79 Jahre |
| | 5 | ≥ 80 Jahre |
| Nierenfunktion | 5 | Serumkreatinin ≥ 200 µmol/l (=2,3 mg/dl) |
| | 6 | Dialysepflichtigkeit |
| EF | 2 | 30-50% |
| | 5 | ≤ 30% |
| Nur Vena saphena-Graft | 2 | |
| Reoperation | 2 | |
| Operation an der Trikuspidalklappe | 4 | |
| Kombinierter Eingriff | 2 | Herzklappen- und Bypassoperation |
| Myokardinfarkt | 4 | Myokardinfarkt innerhalb der letzten 48 Stunden vor der Operation |
| Ventrikuläre Tachykardie/ Kammerflimmern | 4 | |
| Präoperative Beatmungspflichtigkeit | 10 | |
| Herztransplantation | 9 | |
| Ventrikelseptumdefekt | 8 | VSD nach Myokardinfarkt |
| Akute Aortendissektion | 13 | |
| Pulmonale Embolektomie | 15 | |

Den Faktoren wurden entsprechend ihrer Gewichtung Punktwerte zugeteilt. Die Einteilung der Patienten bezogen auf die Punktwerte erfolgte in vier Risikogruppen (Tabelle 11) [43].

Tabelle 11: French-Score, Risikogruppen

| Punktwert | Gruppe | Mortalität (%) |
|-----------|--------|----------------|
| < 2 | A | 2 |
| 2-3 | B | 3,9 |
| 4-6 | C | 6,1 |
| > 6 | D | 21,2 |

Als Morbidität wurde das postoperative Auftreten eines oder mehrerer von 13 definierten Ereignissen gewertet (Tabelle 12). In der Originalveröffentlichung wurde dabei nicht auf die Korrelation von Punktwert und zu erwartender Morbidität eingegangen. Somit kann in der vorliegenden Arbeit keine Angabe bezüglich der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines dieser Ereignisse gemacht werden, da kein statistischer Vergleich zwischen erwartetem und beobachtetem Auftreten von Komplikationen möglich ist [43].

Tabelle 12: French-Score, Morbiditätskriterien

| | |
|----|---|
| 1 | Zweitoperation aufgrund thorakaler Infektion |
| 2 | Perioperativer Myokardinfarkt |
| 3 | Postoperative Beatmung länger als 48 Stunden |
| 4 | Schwere Infektion |
| 5 | Zweitoperation mit Einsatz der Herz-Lungen-Maschine |
| 6 | Niedrige EF |
| 7 | Herzdruckmassage |
| 8 | Periphere Durchblutungsstörung |
| 9 | Schwere ventrikuläre Arrhythmie |
| 10 | Nierenversagen |
| 11 | Schlaganfall |
| 12 | Gastro-duodenale Blutung |
| 13 | Notwendigkeit zur Anlage einer IABP |

2.3.5) Pons-Score

Der Pons-Score basiert auf einer spanischen Multicenterstudie, welche 1997 veröffentlicht wurde. 4/7 beteiligte Zentren waren öffentliche Lehranstalten, 3/7 waren Privatkliniken. Insgesamt flossen die Daten von 1309 Patienten in die prospektive

Studie ein. Der vorgegeben Zeitraum reichte von Februar 1994 bis einschließlich August 1994. Als Einschlusskriterien für die Studie wurden definiert [41]:

- Jedes der teilnehmenden Zentren mussten im oben genannten Zeitraum mehr als 150 Eingriffe am offenen Herzen durchgeführt haben.
- Das Alter der Patienten musste mehr als 14 Jahre betragen.

Endpunkt der Studie war die Mortalität innerhalb von 30 Tagen nach der Operation, ungeachtet der Aufenthaltsdauer. Verlegungen in andere Krankenhäuser wurden hierbei nicht als Entlassung gewertet. 35 Parameter wurden präoperativ erhoben. 14/35 Parameter wiesen signifikante Korrelationen mit der Mortalität auf und gingen in den Score ein (Tabelle 13) [41].

Tabelle 13: Pons-Score

| <u>Faktor</u> | <u>Punktwert</u> | <u>Definition</u> |
|-----------------------------------|------------------|----------------------------------|
| Alter | 7 | 70-79 Jahre |
| | 17 | ≥ 80 Jahre |
| Myokardinfarkt | 10 | Früherer Myokardinfarkt |
| Herzfunktion | 4 | NYHA III |
| | 10 | NYHA IV |
| Lebererkrankungen | 8 | |
| Aneurysma des linken Ventrikels | 11 | |
| Nierenfunktion | 8 | Serumkreatinin ≥ 1,5 mg/dl |
| Kardiogener Schock | 13 | |
| Präoperative Beatmung | 7 | |
| Notfall | 4 | |
| Reoperation | 9 | Erste Reoperation |
| | 15 | Zweite Reoperation |
| Eingriff an der Mitralklappe | 6 | |
| Eingriff an der Trikuspidalklappe | 10 | |
| Eingriff an der thorakalen Aorta | 12 | |
| Kombinierte Operation | 7 | Bypass- und Herzklappenoperation |

Entsprechend der Punktwerte erfolgte die Einteilung der Patienten in 5 Risikogruppen (Tabelle14) [41].

Tabelle 14: Pons-Score, Risikogruppen

| Punktwert | Risikogruppe (Level) | Mortalität (%) |
|-----------|-------------------------|----------------|
| 0-10 | 1 | 4,2 |
| 11-15 | 2 | 7,3 |
| 16-20 | 3 | 13,2 |
| 21-30 | 4 | 19,2 |
| ≥ 30 | 5 | 54,4 |

2.3.6) Euro-Score

Basis für den Euro-Score (European System for Cardiac Operative Risk Evaluation) waren die Daten des Euro-Score-Projektes. Bestimmte Risikofaktoren wurden hierbei in Relation zur postoperativen Mortalität gesetzt. Die Ergebnisse wurden von einem internationalen Gremium von Herzchirurgen ausgewertet. Erwartet wurden Objektivität, Glaubwürdigkeit, Verfügbarkeit und Unbeeinflussbarkeit der erhobenen Parameter.

Zur Erstellung des Scores wurden retrospektiv die Daten von insgesamt 13302 Patienten herangezogen, die Validierung erfolgte prospektiv über die Daten weiterer 1479 Patienten. Parameter, die sich als nicht signifikant erwiesen, wurden aus dem Modell gestrichen. Auf diese Weise wurden 17 Faktoren, unterteilt in Patienten-abhängige und kardiale Faktoren, für den Risikoscore erarbeitet (Tabelle 15) [34].

Tabelle 15: Euro-Score

| Patienten-abhängige Faktoren | | |
|---|---|--|
| Alter | 1 | Pro 5 Jahre über einem Alter von 60 Jahren |
| Geschlecht | 1 | Weiblich |
| Chronische Lungenerkrankung | 1 | Längerer Gebrauch von Bronchodilatoren oder Steroiden |
| Periphere Arteriosklerose | 2 | Claudicatio, Carotis-Stenose > 50% oder Verschuß, geplante Gefäßeingriffe |
| Neurologische Erkrankungen | 2 | Jede schwere Bewegungseinschränkung oder Bewegungseinschränkung im Alltag |
| Voroperationen am Herzen | 3 | Jede frühere Perikarderöffnung |
| Serumkreatinin | 2 | > 2,3 mg/dl präoperativ |
| Aktive Endokarditis | 3 | Patient zum Zeitpunkt der OP noch unter Antibiose |
| Kritischer präoperativer Zustand | 3 | Einer oder mehrere der folgenden Punkte: Ventrikuläre Tachykardie oder Flimmern, präoperative Herzdruckmassage oder Beatmung oder Katecholamine, Intraaortale Ballonpumpe oder präoperativ akutes Nierenversagen mit Oligurie < 10ml/h oder Anurie |
| Kardiale Faktoren | | |
| Instabile Angina | 2 | Nitrate intravenös bis zur Operation |
| Linksventrikuläre Funktion | 1 | Auswurffraktion 30-50% |
| | 3 | Auswurffraktion < 30% |
| Vorangegangener Myokardinfarkt | 2 | Vor weniger als 90 Tagen |
| Pulmonaler Hochdruck | 2 | > 60 mmHg |
| Notfall-Operation | 2 | OP bei Eintreffen vor Beginn des nächsten Arbeitstages |
| Eingriffe außer isolierter Bypass-Operation | 2 | Wesentlicher anderer Eingriff am Herzen alleine oder in Kombination mit Bypass |
| Eingriffe an der thorakalen Aorta | 3 | Aorta ascendens, Aortenbogen oder Aorta descendens |
| Septumruptur nach Myokardinfarkt | 4 | |

Die Einteilung der Patienten in 3 Risikogruppen erfolgte entsprechend den ermittelten Punktwerten (Tabelle 16) [34].

Tabelle 16: Euro-Score, Risikogruppen

| Punktwert | Risikogruppe | Mortalität (%) |
|-----------|------------------|----------------|
| 0-2 | Niedriges Risiko | 0,56-1,1 |
| 3-5 | Mäßiges Risiko | 2,62-3,51 |
| ≥ 6 | Hohes Risiko | 10,25-12,16 |

2003 veröffentlichten Roques et al. eine veränderte Version des Euro-Score („logistic Euro-Score“). Dieser soll eine exaktere Einschätzung der Mortalität, besonders bei Patienten in der Hochrisikogruppe, ermöglichen. Hierzu wurde jeder der Risikofaktoren mit einem sogenannten Beta-Koeffizienten versehen (Tabelle 17), um mit Hilfe der Formel $e^{(\beta_0 + \sum \beta_i X_i)} / 1 + e^{(\beta_0 + \sum \beta_i X_i)}$ die vorhergesagte Mortalität zu berechnen, wobei gilt [44]:

- e ist der natürliche Logarithmus: = 2,718281828.
- β_0 ist die Konstante der logistischen Beziehungsgleichung: = -4,789594.
- β_i ist der Koeffizient der Variablen X_i .
- $X_i = 1$ bei Vorliegen eines Risikofaktors, $X_i = 0$ bei Nichtvorliegen eines Risikofaktors.
- Bezüglich des Alters gilt $X_i = 1$ bei Lebensalter < 60 Jahre; pro Jahr ≥ 60 Jahre steigt X_i um 1 Punkt.

Tabelle 17: Euro-Score, Parameter und β -Werte

| Parameter | | β -Wert |
|---|--|---------------|
| Alter | Fortlaufend (1 Punkt pro Jahr über 60) | 0,0666354 |
| Geschlecht | Weiblich | 0,3304052 |
| Chronische Lungenerkrankung | Längerer Gebrauch von Bronchodilatoren oder Steroiden | 0,4931341 |
| Periphere Arteriosklerose | Claudicatio, Carotis-Stenose > 50% oder Verschuß, geplante Gefäßeingriffe | 0,6558917 |
| Neurologische Erkrankungen | Jede schwere Bewegungseinschränkung oder Bewegungseinschränkung im Alltag | 0,841626 |
| Voroperationen am Herzen | Jede frühere Perikarderöffnung | 1,002625 |
| Serumkreatinin | > 2,3 mg/dl präoperativ | 0,6521653 |
| Aktive Endokarditis | Patient zum Zeitpunkt der OP noch unter Antibiose | 1,101265 |
| Kritischer präoperativer Zustand | Einer oder mehrere der folgenden Punkte: Ventrikuläre Tachykardie oder Flimmern, präoperative Herzdruckmassage oder Beatmung oder Katecholamine, Intraaortale Ballonpumpe oder präoperativ akutes Nierenversagen mit Oligurie < 10ml/h oder Anurie | 0,9058132 |
| Instabile Angina | Nitrate intravenös bis zur Operation | 0,5677075 |
| Linksventrikuläre Funktion | Auswurffraktion 30-50% | 0,4191643 |
| | Auswurffraktion < 30% | 1,094443 |
| Vorangegangener Myokardinfarkt | Vor weniger als 90 Tagen | 0,5460218 |
| Pulmonaler Hochdruck | > 60 mmHg | 0,7676924 |
| Notfall-Operation | OP bei Eintreffen vor Beginn des nächsten Arbeitstages | 0,7127953 |
| Eingriffe außer isolierter Bypass-Operation | Wesentlicher anderer Eingriff am Herzen alleine oder in Kombination mit Bypass | 0,5420364 |
| Eingriffe an der thorakalen Aorta | Aorta ascendens, Aortenbogen oder Aorta descendens | 1,159787 |
| Septumruptur nach Myokardinfarkt | | 1,462009 |

Zur vereinfachten Berechnung der prädiktiven Mortalität ist mittlerweile im Internet unter <http://euroscore.org> ein Rechenprogramm verfügbar. Da der „logistic Euro-Score“ zum Zeitpunkt der Datenerhebung und Datenbearbeitung noch nicht veröffentlicht war,

wurde in der vorliegende Arbeit der ursprüngliche (sogenannter „additive Euro-Score“) angewendet.

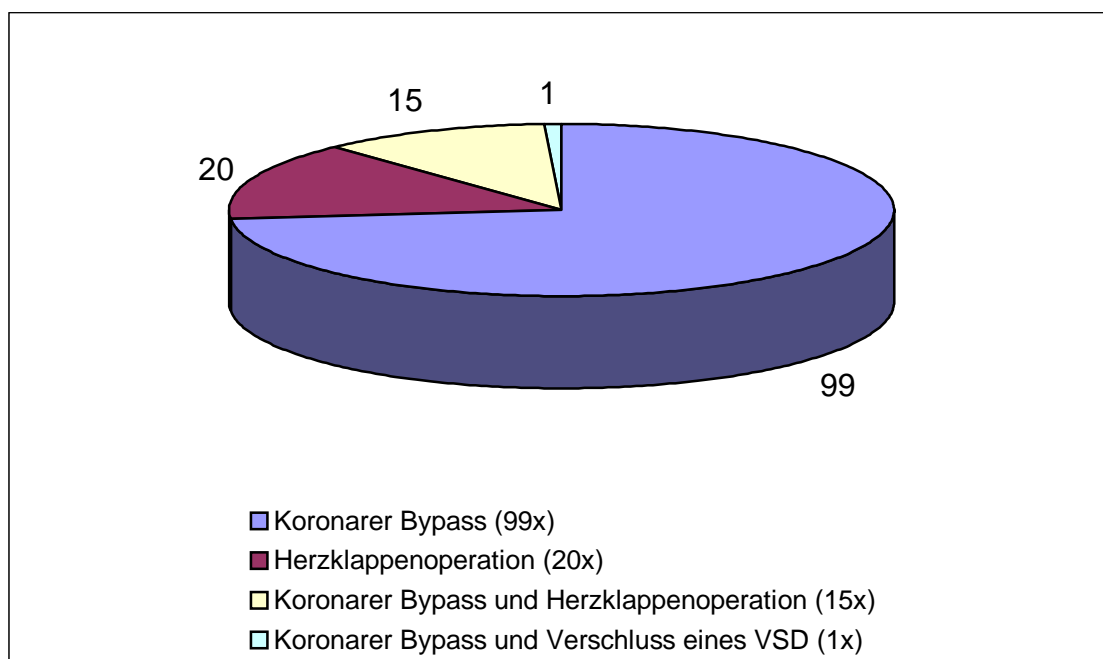
2.4) Statistik

Die gesammelten Daten wurden mithilfe des Statistikprogramms Microsoft Excel für die statistische Bearbeitung erhoben. Die Auswertung erfolgte unter Einsatz von SPSS (Superior Performing Software Systems). Für das beobachtete Ergebnis jedes Score-Systems wurden Spezifität und Sensitivität mithilfe von ROC-Kurven (Receiver-Operating-Characteristics) ermittelt. Diese geben einen Überblick über Sensitivität und Spezifität eines diagnostischen Tests, wobei höhere Werte für die Fläche unter der Kurve (AUC) eine bessere Güte eines Verfahrens zeigt. Aus diesen Daten wurde die Signifikanz der Ergebnisse ermittelt. Als signifikant galt $p \leq 0,05$. Dieses Verfahren hat sich bereits in vielen medizinischen Untersuchungen bewährt und kam auch hier zur Anwendung, da jedes der Score-Systeme mehrere Risikogruppen definiert [54]. Eine statistische Auswertung der Gruppen mittels orthogonaler Einzelvergleiche innerhalb eines Score-Systems hätte eine α -Fehler-Kumulierung zur Folge. Somit wäre diese Vorgehensweise nicht korrekt [6].

3) Ergebnisse

135 konsekutive Patienten, welche sich im Zeitraum vom 01. Mai 2002 bis 30. September 2002 an der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg einer Herzoperation (Bypassoperation oder Herzklappenoperation oder Kombinationseingriff) unterzogen hatten, wurden in die Studie aufgenommen. 29/135 (21,5%) Patienten waren Frauen, 106/135 (78,5%) Patienten waren Männer. Die Gesamtzahl der insgesamt 135 durchgeführten Eingriffe unterteilte sich in isolierte Bypassoperationen 99/135 (73,3%), isolierte Herzklappenoperationen 20/135 (14,8%). 17/20 (85%) Herzklappenoperationen waren Eingriffe an der Aortenklappe, 1/20 (5%) war ein Eingriff an der Mitralklappe, 1/20 (5%) war ein Eingriff an Aorten- und Mitralklappe. 1/20 (5%) war ein Eingriff an Aorten- und Trikuspidalklappe. Ferner waren 15/135 (11,1%) kombinierte Operationen an Herzklappe und Koronargefäßen und 1/135 (0,7%) Eingriff war eine Bypassoperation mit gleichzeitig durchgeführtem Verschluss eines Ventrikelseptumdefektes (Diagramm 1).

Diagramm 1: Operationen 5/2002 – 9/2002



3.1) Mortalität im untersuchten Patientenkollektiv

3/135 Patienten verstarben perioperativ. Dies entspricht einer beobachteten Gesamtleitfähigkeit von 2,2 %.

Der erste Patient: Der 77-jährige Patient wurde aufgrund einer hochgradigen Aortenklappenstenose mit einer Klappenöffnungsfläche von 0,4 cm² und einem mittleren Gradienten von 97 mmHg mit einer Aortenklappenprothese versorgt. Zudem bestand der Verdacht einer koronaren Herzerkrankung (KHK). Desweiteren waren bei diesem Patienten eine chronisch obstruktive Lungenerkrankung sowie eine latente Hypothyreose als Begleiterkrankungen bekannt. Beim Versuch der Beendigung der extrakorporalen Zirkulation am Ende der Operation entwickelte der Patient eine zunehmende Rechtsherzinsuffizienz, so dass das Wiederaufnehmen der extrakorporalen Zirkulation und schließlich die Implantation eines Herzkreislaufunterstützungssystems (ECMO) nötig wurde. Nachdem es im weiteren Verlauf zu einer diffusen Blutungsneigung und hämodynamischen Instabilität kam, verstarb der Patient noch am Operationstag bei Entwicklung eines Multiorganversagens mit akutem Nierenversagen, respiratorischer Insuffizienz und terminaler globaler Herzinsuffizienz.

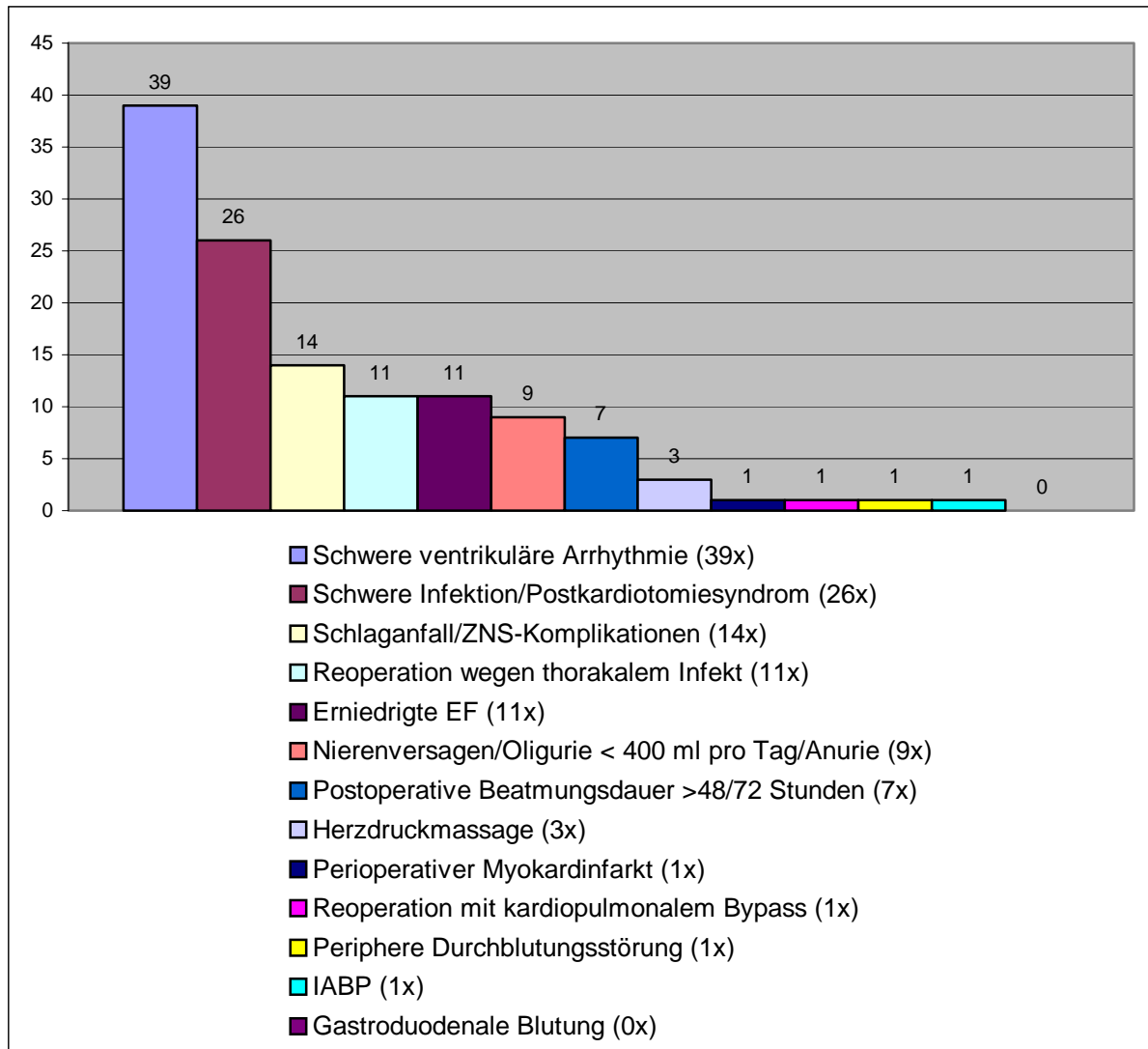
Der zweite Patient: Der 74-jährige Patient unterzog sich bei hochgradiger Aortenklappenstenose mit einer Klappenöffnungsfläche von 0,8 cm² und einem mittleren Gradienten von 47 mmHg einer Aortenklappenersatz-Operation. Als zusätzliche Erkrankungen fanden sich bei diesem Patienten eine KHK mit Zustand nach Myokardinfarkt und PTCA mit Stent-Implantation. Der Patient befand sich im NYHA-Stadium IV mit einer EF von ca. 25%, einer Dilatation des linken Ventrikels und einem Zustand nach mehrfacher kardialer Dekompensation. Zudem war beim Patienten ca. ein Jahr vor der Operation ein Lymphoplasmozytom diagnostiziert worden. Postoperativ entwickelte der Patient eine Hyperkapnie, es zeigten sich ein Pleura-, sowie ein Perikarderguß. Zudem zeigte sich in den Laborwerten ein Leukozytensturz sowie eine erhöhte Körpertemperatur, was einen aplastischen Schub bei bekanntem Lymphoplasmozytom mit nachfolgender fulminanter Sepsis wahrscheinlich erscheinen ließ. Trotz kreislaufunterstützender Therapie und Mehrfachantibiose verstarb der Patient am 2. postoperativen Tag in kardiopulmonalem Globalversagen bei septischem Schock.

Der dritte Patient: Der 78-jähriger Patient unterzog sich einer Bypassoperation bei koronarer Dreifäßerkrankung mit 90%-iger RIVA-, 90%-iger RCA- und 65%-iger RM-Stenose und eingeschränkter EF von 42%. Zudem bestanden eine instabile Angina pectoris mit erhöhten Herzenzymen, eine arterielle Hypertonie, ein Lungenemphysem bei Zustand nach Lungenoperation aufgrund eines Abszesses, eine chronisch obstruktive Lungenerkrankung, sowie ein latenter Diabetes mellitus. Postoperativ entwickelte der Patient einen Pleuraerguß sowie intermittierend supraventrikuläre Tachyarrhythmien, die jedoch spontan in einen Sinusrhythmus konvertierten. Der Patient verstarb am 13. postoperativen Tag infolge eines refraktären Kammerflimmerns und Kreislaufversagens, nachdem er in zunächst asystolischem Zustand und anschließendem Kammerflimmern vom Pflegepersonal aufgefunden worden war.

3.2) Morbidität im untersuchten Patientenkollektiv

Der postoperative Gesamtaufenthalt betrug bei dem vorgestellten Patientenkollektiv im Durchschnitt $18 (\pm 6,5)$ Tage, der Aufenthalt auf der Intensivstation durchschnittlich $5,2 (\pm 6)$ Tage. 74/135 (54,8%) Patienten entwickelten postoperativ Komplikationen im Sinne der Score-Kriterien. Bei 46/135 (34,1%) Patienten trat 1, bei 17/135 (12,6%) Patienten traten 2, bei 4/135 (3%) Patienten 3, bei 4/135 (3%) Patienten 4, bei 2/135 (1,5%) Patienten 5 sowie bei 1/135 (0,7%) Patienten 6 der definierten postoperativen Komplikationen auf. Die Anzahl der einzelnen postoperativ aufgetretenen Komplikationen ist in Diagramm 2 dargestellt.

Diagramm 2: Auftreten postoperativer Komplikationen



3.3) Ergebnisvorstellung der einzelnen Score-Systeme

Die im einzelnen zu erwartenden Mortalitätsvorhersagen verglichen mit der tatsächlichen Mortalität wird im folgenden statistisch präsentiert. Darüber hinaus werden bei 3 Scoresystemen (Cleveland Clinic-Score, Ontario Province Risk-Score und French-Score) auch die jeweils erwarteten und tatsächlichen Morbiditäten vorgestellt. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass nur bei 3 der 6 betrachteten Score-Systeme die postoperative Morbidität erfasst wird und diese zudem durch unterschiedliche Ereignisse definiert sind, wurden diese Beobachtungen keiner statistischen

Aufarbeitung zugeführt und werden im folgenden nur beschreibend und nicht korrelierend dargestellt.

3.3.1) Parsonnet-Score

Gemäß den Richtlinien ergab sich für den Parsonnet-Score, angewandt auf das vorgestellte Patientenkollektiv, eine Zuteilung von 31/135 (25,9 %) Patienten in Risikogruppe 1, 29/135 (21,5 %) Patienten in Gruppe 2, 28/135 (20,7 %) Patienten in Gruppe 3, 25/135 (18,5 %) Patienten in Gruppe 4 sowie 23/135 (17 %) Patienten in der höchsten Risikogruppe 5.

1/24 Patienten aus Gruppe 4 sowie 2/23 Patienten aus Gruppe 5 verstarben, so dass sich für die Risikogruppen 1 bis 3 eine beobachtete Letalität von 0 %, für Risikogruppe 4 von 4,2 % und für Risikogruppe 5 von 8,7 % ergaben. Die beobachtete Letalität blieb damit für alle Risikogruppen geringer als die vorhergesagte, alle 3/135 Verstorbenen waren jedoch den Gruppen mit hohem Letalitätsrisiko zugeordnet (Tabelle 18).

Tabelle 18: Parsonnet-Score, Vergleich erwartete und tatsächliche Mortalität

| Risikogruppe | Patientenzahl | Erwartete Mortalität in Prozent | Tatsächliche Mortalität in Prozent (Patientenzahl) | p = 0,295 |
|--------------|----------------|---------------------------------|--|-----------|
| 1 | 31/135 (25,9%) | 0-4% | 0% (0/31) | |
| 2 | 29/135 (21,5%) | 5-9% | 0% (0/29) | |
| 3 | 28/135 (20,7%) | 10-14% | 0% (0/28) | |
| 4 | 23/135 (18,5%) | 15-19% | 4,3% (1/23) | |
| 5 | 21/135 (17%) | ≥ 20% | 9,5% (2/21) | |

Bei der statistischen Überprüfung mittels ROC-Kurve ergab sich ein p-Wert von 0,295. Somit ist das Ergebnis als nicht signifikant zu bewerten.

3.3.2) Cleveland Clinic-Score

Bei der Einteilung des Patientenkollektives nach Kriterien des Cleveland Clinic-Scores ergibt sich folgende Verteilung: 39/135 (28,9%) Patienten in Risikogruppe 1, 44/135 (32,6%) Patienten in Gruppe 2, 21/135 (15,6%) Patienten in Gruppe 3, 26/135 (19,3%) Patienten in Gruppe 4 sowie 5/135 (3,7%) Patienten in Risikogruppe 5.

3/135 (2,2%) Patienten verstarben postoperativ. 2 der 3 verstorbenen Patienten wurden aufgrund ihrer Risikoprofile in Gruppe 4 eingeteilt, 1/135 in Risikogruppe 5. Alle 3/135 Verstorbenen waren damit den Gruppen mit hohem Letalitätsrisiko zugeordnet (Tabelle 19).

Tabelle 19: Cleveland Clinic-Score, Vergleich erwartete und tatsächliche Mortalität

| Risikogruppe | Patientenzahl | Erwartete Mortalität in Prozent | Tatsächliche Mortalität in Prozent (Patientenzahl) | p = 0,682 |
|--------------|----------------|---------------------------------|--|-----------|
| 1 | 39/135 (28,9%) | 0,4-0,8% | 0% (0/39) | |
| 2 | 44/135 (32,6%) | 0,8-1,7% | 0% (0/44) | |
| 3 | 21/135 (15,6%) | 2,1-2,5% | 0% (0/21) | |
| 4 | 26/135 (19,3%) | 7,5-10,8% | 7,7% (2/26) | |
| 5 | 5/135 (3,7%) | >23,3% | 20% (1/5) | |

Der mittels ROC-Kurve errechnete p-Wert von 0,682 wies dieses Ergebnis als nicht signifikant aus.

Da der Cleveland Clinic-Score auch Aussagen bezüglich der Morbidität trifft, wurden ebenfalls Daten bezüglich der postoperativen Komplikationen erhoben. Eine oder mehrere Komplikationen entwickelten 10/39 Patienten aus Risikogruppe 1 (25,6%), 12/44 Patienten aus Risikogruppe 2 (27,3%), 6/21 Patienten aus Risikogruppe 3 (28,6%), 11/26 Patienten aus Risikogruppe 4 (42,3%) und 0/5 Patienten aus Risikogruppe 5 (0%) (Tabelle 20).

Tabelle 20: Cleveland Clinic-Score, Vergleich erwartete und tatsächliche Morbidität

| Risikogruppe | Patientenzahl | Erwartete Morbidität in Prozent | Tatsächliche Morbidität in Prozent (Patientenzahl) |
|--------------|----------------|------------------------------------|---|
| 1 | 39/135 (28,9%) | 4,6-6,2% | 25,6% (10/39) |
| 2 | 44/135 (32,6%) | 11,5-16,2% | 27,3% (12/44) |
| 3 | 21/135 (15,6%) | 21,5-29,2% | 28,6% (6/21) |
| 4 | 26/135 (19,3%) | 39,2% | 42,3% (11/26) |
| 5 | 5/135 (3,7%) | 44,6% | 0% (0/5) |

Da nur 3 der 6 betrachteten Risiko-Scores eine Aussage bezüglich der Morbidität treffen, wurde keine statistische Auswertung der erhobenen Daten durchgeführt.

3.3.3) Ontario Province Risk-Score

Entsprechend der vorbeschriebenen Methode ergab sich folgende Einteilung in drei Risikogruppen: 90/135 (66,7%) Patienten in Risikogruppe 1, 45/135 (33,3%) Patienten in Gruppe 2. Der höchsten Risikogruppe konnte gemäß den Score-Kriterien kein Patient zugewiesen werden. Die drei verstorbenen Patienten konnten alle der Risikogruppe 2 zugeordnet werden (Tabelle 21). Für diese Risikogruppe ergab sich somit eine beobachtete Letalität von 6,7% bei einer erwarteten Letalität zwischen 2,3 -9,3%.

Tabelle 21: Ontario Province Risk-Score, Vergleich erwartete und tatsächliche Mortalität

| Risikogruppe | Patientenzahl | Erwartete Mortalität in Prozent | Tatsächliche Mortalität in Prozent (Patientenzahl) | p = 0,215 |
|--------------|-------------------|------------------------------------|--|--------------|
| 1 | 90/135 (66,7%) | 0,9-1,9% | 0% (0/90) | |
| 2 | 45/135 (33,3%) | 2,3-9,3% | 6,7% (3/45) | |
| 3 | 0/135 (0%) | 6,2-20% | - | |

Auch die Ergebnisse des Ontario Province Risk-Scores im Bezug auf das vorgestellte Patientenkollektiv erwies sich mit einem p-Wert von 0,215 als nicht signifikant.

Die Betrachtung der Morbidität, definiert als Dauer des Aufenthaltes auf der Intensivstation bzw. des Gesamtaufenthaltes, zeigte folgende Ergebnisse. In Risikogruppe 1 mit 90/135 (66,7%) Patienten betrug der Aufenthalt auf der Intensivstation im Durchschnitt 4,9 (\pm 5,4) Tage (erwartet: 2,27-2,89 Tage), die Dauer des Gesamtaufenthaltes im Durchschnitt 17,2 (\pm 5,5) Tage (erwartet: 8,04-10,35 Tage). In Risikogruppe 2 mit 45/135 (33,3%) Patienten betrug die Durchschnittsaufenthalte 6,1 (\pm 7,2) Tage auf der Intensivstation (erwartet: 3,16-4,33 Tage) und 19,6 (\pm 7,9) Tage Gesamtaufenthalt (erwartet: 10,97-13,14 Tage). In beiden Risikogruppen lag damit die Verweildauer über der vorhergesagten Aufenthaltsdauer (Tabelle 22). Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass in der betrachteten Klinik die Betten der Intensivstation in Intensiv- und Intermediate-Care-Betten aufgeteilt sind. Da diese aber der Intensivstation zugeteilt sind, führt dies hier zu einer verlängerten Dauer des Intensivaufenthaltes.

Tabelle 22: Ontario Province Risk-Score, Vergleich erwartete und tatsächliche Morbidität

| Risikogruppe | Erwartete Aufenthaltsdauer Intensivstation | Tatsächliche Aufenthaltsdauer Intensivstation | Erwartete postoperative Aufenthaltsdauer | Tatsächliche postoperative Aufenthaltsdauer |
|--------------|--|---|--|---|
| 1 | 2,27-2,89 Tage | 4,9 (\pm 5,4) Tage | 8,04-10,35 Tage | 17,2 (\pm 5,5) Tage |
| 2 | 3,16-4,33 Tage | 6,1 (\pm 7,2) Tage | 10,97-13,14 Tage | 19,6 (\pm 7,9) Tage |
| 3 | >5,87 Tage | - | >14,51 Tage | - |

Auch diese Beobachtung bezüglich der Morbidität wurde, wie eingangs erwähnt, aus Gründen unzureichender Vergleichbarkeit, keiner statistischen Überprüfung zugeführt.

3.3.4) French-Score

Folgende Einteilung ergab sich für den French-Score: 26/135 (19,3%) Patienten in Risikogruppe A, 37/135 (27,4%) Patienten in Gruppe B, 50/135 (37%) Patienten in Gruppe C sowie 22/135 (16,3%) Patienten in Risikogruppe D. 2 der 3 verstorbenen Patienten waren Risikogruppe C zugeordnet, 1 der 3 verstorbenen Patienten der Gruppe D. Damit waren alle Verstorbenen in Gruppen mit hoher vorhergesagter Letalitätswahrscheinlichkeit eingeteilt (Tabelle 23).

Tabelle 23: French-Score, Vergleich erwartete und tatsächliche Mortalität

| Risikogruppe | Patientenzahl | Erwartete Mortalität in Prozent | Tatsächliche Mortalität in Prozent (Patientenzahl) | p = 0,834 |
|--------------|-------------------|---------------------------------|--|-----------|
| A | 26/135 (19,3%) | 2% | 0% (0/26) | |
| B | 37/135 (27,4%) | 3,9% | 0% (0/37) | |
| C | 50/135 (37%) | 6,1% | 4% (2/50) | |
| D | 22/135 (16,3%) | 21,2% | 4,6% (1/22) | |

Auch für diese Ergebnisse wurde eine ROC-Kurve erstellt, mittels derer die Überprüfung auf Signifikanz erfolgte. Der errechnete p-Wert von 0,834 wies das beobachtete Ergebnis als nicht signifikant aus.

Folgende Beobachtungen ließen sich bei der Betrachtung der Morbidität machen. Insgesamt 74/135 (54,8%) Patienten entwickelten postoperativ eine oder mehrere Komplikationen im Sinne der Definition des French-Score. In Risikogruppe A kam es bei 12/26 Patienten zu Komplikationen (46,2%), in Risikogruppe B bei 18/37 Patienten (48,7%), in Risikogruppe C bei 30/50 Patienten (60%) und in Risikogruppe D bei 14/22 Patienten (63,6%) (Tabelle23). Wie bei der Vorstellung des French-Score erwähnt, ist keine Zuordnung von Risikogruppe und zu erwartender Morbidität beschrieben, so dass hier keine Gegenüberstellung von erwarteter zu tatsächlicher Morbidität erfolgen kann.

3.3.5) Pons-Score

Die Einteilung des Patientenkollektivs nach den Richtlinien des Pons-Score ergab folgende Zuteilung: 72/135 Patienten in Risikogruppe 1 (53,3%), 31/135 Patienten in Gruppe 2 (23%), 12/135 Patienten in Gruppe 3 (8,9%), 18/135 Patienten in Gruppe 4 (13,3%) und 2/135 Patienten in Risikogruppe 5 (1,5%). Von den 3 verstorbenen Patienten war ein Patient der Risikogruppe 1, ein Patient der Gruppe 2 sowie ein Patient der Gruppe 3 zugeordnet (Tabelle 24).

Tabelle 24: Pons-Score, Vergleich erwartete und tatsächliche Mortalität

| Risikogruppe | Patientenzahl | Erwartete Mortalität in Prozent | Tatsächliche Mortalität in Prozent (Patientenzahl) | p = 0,612 |
|--------------|-------------------|---------------------------------|--|-----------|
| 1 | 72/135 (53,3%) | 4,2% | 1,4% (1/72) | |
| 2 | 31/135 (23%) | 7,3% | 3,2% (1/31) | |
| 3 | 12/135 (8,9%) | 13,2% | 8,3% (1/12) | |
| 4 | 18/135 (13,3%) | 19,2% | 0% (0/18) | |
| 5 | 2/135 (1,5%) | 54,4% | 0% (0/2) | |

Das Ergebnis wies einen mit Hilfe einer ROC-Kurve ermittelten p-Wert von 0,612 auf und zeigte somit keine Signifikanz.

3.3.6) Euro-Score

Für den Euro-Score ergaben sich gemäß der vorbeschriebenen Kriterien folgende Einteilungen und Ergebnisse: 28/135 (20,7 %) Patienten in Risikogruppe 1, 47/135 (34,8 %) Patienten in Gruppe 2 und 60/135 (44,4 %) Patienten in Risikogruppe 3. Die perioperativ verstorbenen Patienten waren alle drei in Risikogruppe 3 eingeteilt (Tabelle 25). Dieser Score ist somit der einzige der betrachteten Score-Systeme, bei dem alle

postoperativ verstorbenen Patienten der Gruppe mit dem höchsten Letalitätsrisiko zugeteilt werden konnten.

Tabelle 25: Euro-Score, Vergleich erwartete und tatsächliche Mortalität

| Risikogruppe | Patientenzahl | Erwartete Mortalität in Prozent | Tatsächliche Mortalität in Prozent (Patientenzahl) | p = 0,815 |
|--------------|-------------------|---------------------------------|--|-----------|
| 1 | 28/135 (20,7%) | 0,6-1,1% | 0% (0/28) | |
| 2 | 47/135 (34,8%) | 2,6-3,5% | 0% (0/47) | |
| 3 | 60/135 (44,4%) | 10,3-12,2% | 5% (3/60) | |

Ebenso wie für die Ergebnisse der 5 anderen Risiko-Scores wurde die statistische Überprüfung mit Hilfe einer ROC-Kurve vorgenommen. Der für p ermittelte Wert von 0,815 wies das beobachtete Ergebnis als nicht signifikant aus.

4) **Diskussion**

In dieser retrospektiv angelegten Arbeit zeigten sich bei der Betrachtung der sechs Score-Systeme (Parsonnet-Score, Cleveland Clinic-Score, Ontario Province Risk-Score, French-Score, Pons-Score und Euro-Score) Unterschiede, welche einen direkten Vergleich untereinander erschweren. So differieren die Score-Systeme bereits in ihrem Aufbau und der Auswahl ihrer Parameter. Faktoren, welche in einigen der Score-Systeme zur Anwendung kommen, werden in anderen nicht berücksichtigt. Demnach variiert die Anzahl der betrachteten Parameter von 8 beim Ontario Province Risk-Score bis 17 beim Euro-Score. Bei den sich überschneidenden Parametern fallen Unterschiede in der Gewichtung dieser Faktoren auf. Beispielsweise beträgt der Höchstpunktwert für das Alter beim Cleveland Clinic-Score 2 Punkte ab einem Alter von 75 Jahren und fällt somit bei einem sehr viel älteren Patienten erheblich weniger ins Gewicht als beim Euro-Score. Dessen Punkteskala ist nach oben offen, so dass zum Beispiel einem 85-jährigen Patienten ein höherer Punktwert als einem 75-jährigen Patienten zugeordnet wird. Auch die Einteilung in eine unterschiedliche Anzahl von Risikogruppen und die sich daraus ergebenden unterschiedlichen Risikoabschätzungen erschweren den direkten Vergleich [3]. Bei der Betrachtung der Gewichtung der einzelnen Parameter ist auch zu berücksichtigen, dass die Entwicklung der einzelnen Risiko-Scores an unterschiedlichen Kollektiven und unterschiedlichen Zentren stattfand. So variieren sowohl die Zahlen der Patientenkollektive als auch die Anzahl der beteiligten Zentren und Länder. Die Vergleichbarkeit und die Übertragbarkeit so gewonnener Ergebnisse sind jedoch aufgrund kultureller, sozialer und wirtschaftlicher Gegebenheiten erschwert [40]. Nashef et al. zeigten aber in einer 2002 veröffentlichten retrospektiven Studie, welche Daten von fast 600000 Patienten umfasst, dass bestimmte Score-Systeme auch in Ländern eine hohe prognostische Wertigkeit aufweisen, die dem Ursprungsland bezüglich medizinischer, wirtschaftlicher und sozialer Standards ähnlich sind. Hierfür wurde der in Europa entwickelte Euro-Score auf zwei Patientenkollektive aus der Datenbank der nordamerikanischen Society of Thoracic Surgeons (STS) angewandt. Dabei zeigten sich gute Korrelationen zwischen erwarteter und beobachteter Mortalität (AUC = 0,75/0,78) [32]. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam eine 2004 veröffentlichte Studie von Chen et al., welche anhand der Daten von 801 Patienten in Taiwan

durchgeführt wurde [10]. Auch für andere Operationen als die, für welche er erarbeitet wurde, kann ein Risiko-Score durchaus geeignet sein (z.B. Einsatz eines für Bypass-Operationen entwickelten Score-Systems bei Herzklappenoperationen) [42]. Auch den zeitlichen Hintergrund der Entwicklung der Scores gilt es nicht unberücksichtigt zu lassen. Mit den Fortschritten, welche die Medizin innerhalb einiger weniger Jahre macht, besteht die Möglichkeit einer Verschiebung der tatsächlichen Wichtigkeit und Wertigkeit verschiedener Faktoren. So können beispielsweise neue Medikamente, neue Operationstechniken, verbesserte Narkoseverfahren und die Möglichkeiten der verbesserten intensivmedizinischen Betreuung zu einer Reduktion von Komplikationen beitragen und somit deren Einfluss auf das Gesamtrisiko verringern. Als Beispiel dafür seien die Fortschritte der Myokardprotektion, das Management der extrakorporalen Zirkulation sowie der Intensivpflege angeführt [9]. Diesen Entwicklungen sollte in Form von adaptierten Punktwerten Rechnung getragen werden [22]. Eine weitere Betrachtung muss der Auswahl der Parameter und der Anwendung bzw. Anwendbarkeit der Scores gelten. Jeder der Score-Systeme verwendet Parameter, die mehr oder weniger anfällig für die subjektive Interpretation des Untersuchers oder für Abweichungen aufgrund von Definitionsunterschieden sind (im Folgenden als „harte“, „weniger harte“ und „weiche“ Parameter bezeichnet). Dabei sind wirklich harte Parameter, wie zum Beispiel das Alter oder Geschlecht nicht der Subjektivität oder Beeinflussbarkeit durch den Untersucher unterworfen. Anders verhält es sich mit den weniger harten und weichen Parametern. Diese sind oft vom Untersucher und der angewandten diagnostischen Maßnahme abhängig oder weisen eine ungenügend unmissverständliche Definition auf. Die Angabe „Übergewicht“ als „Gewicht größer des 1,5-fachen Idealgewichts“ beispielsweise führt zu der Frage nach der Definition des Idealgewichtes. Hier könnte gegebenenfalls die Verwendung der international akzeptierten Formel des Body-Mass-Index (BMI) geeigneter sein. Dieser findet jedoch in keinem der hier betrachteten Score-Systeme Anwendung. Die Art der Diagnosestellung einer Begleiterkrankung ist bei der Berücksichtigung der „Härte“ eines Risikofaktors ebenfalls zu bewerten. Die Beurteilung der Herzfunktion gemäß der New York Heart Association (NYHA) anhand des klinischen Erscheinungsbildes wird nicht zuletzt durch den Eindruck des Untersuchers und den Leidensdruck des Patienten beeinflusst. Durch einen hohen Punktwert eines solchen Parameters kann leicht eine

Falscheinteilung des Patienten in eine zu hohe oder aber zu niedrige Risikogruppe erfolgen. In Tabelle 25 werden alle Parameter aufgeführt und ihre Einteilung in „Harte Parameter“ (H), „Weniger harte Parameter“ (S) und „Weiche Parameter“ (W) vorgenommen. Hierbei wurde berücksichtigt, dass ein Faktor bei einem Risiko-Score aufgrund der vom Score vorgegebenen Definition als harter Parameter zählen kann, während der gleiche Faktor bei einem anderen Score, infolge fehlender oder ungenügender Definition, als weniger hart bzw. weich gelten kann. Diese Einteilung bezieht sich jedoch nur auf die Anfälligkeit gegenüber etwaiger Verfälschungsmöglichkeiten, nicht auf die Aussagekraft der einzelnen Parameter. Als Beispiel sei die Begleiterkrankung Diabetes mellitus angebracht. Das Vorliegen eines manifesten Diabetes mellitus ist durch entsprechende Laborkontrollen und der Notwendigkeit einer medikamentösen Behandlung feststellbar. Ob sich hieraus jedoch eine tatsächliche Risikoerhöhung für den Patienten ergibt, oder ob dieses Risiko nicht vielmehr durch Krankheitsdauer, -verlauf und Mithilfe des Patienten (Compliance) beeinflusst wird, ist damit noch nicht bewiesen.

Tabelle 25: Übersicht und Bewertung der Risikofaktoren

| | Parsonnet-Score | Cleveland Clinic-Score | OPR-Score | French-Score | Pons-Score | Euro-Score |
|--|-----------------|------------------------|-----------|--------------|------------|------------|
| Patientendaten | | | | | | |
| Alter | H | H | H | H | H | H |
| Geschlecht | H | | H | | | H |
| Gewicht | W | S | | | | |
| Kardiale Situation | | | | | | |
| Instabile Angina | W | | | | | H |
| Aortenstenose | S | S | | | | |
| Aktive Endokarditis | | | | | | H |
| Angeborener Herzfehler | H | | | | | |
| Arterielle Hypertonie | H | | | | | |
| Pulmonale Hypertonie | | | | | | S |
| Aneurysma d. linken Ventrikels | H | | | | H | |
| Auswurfraction des linken Ventrikels | S | S | S | S | | S |
| Mitralinsuffizienz | | S | | | | |
| Vorangegangener Myokardinfarkt | | | | H | H | H |
| Einteilung nach NYHA | | | | | W | |
| Ventrikelseptumdefekt infolge Myokardinfarkt | | | | H | | H |
| Ventrikuläre Tachykardie/Flimmern | | | | W | | W |
| Pulmonale Situation | | | | | | |
| Asthma | W | | | | | W |
| COPD | | W | | | | W |
| Renale Situation | | | | | | |
| Dialysepflichtigkeit | H | | | H | | |
| Serumkreatininwert | | H | | H | H | H |
| Akutes Nierenversagen | W | | | | | H |
| Andere Komplikationen | | | | | | |
| Anämie | | H | | | | |
| Diabetes mellitus | S | S | | | | |
| Lebererkrankungen | | | | | W | |
| TIA/Insult | W | | | | | W |
| Paraplegien | W | | | | | |
| Herzschrittmacher | H | | | | | |
| Gefäßstatus | | | | | | |
| Akute Aortendissektion | | | | H | | |
| Periphere AVK | | | | | | S |
| Frühere Gefäßeingriffe | | H | | | | |
| Präoperative Maßnahmen/Komplikationen | | | | | | |
| Beatmungspflichtigkeit | | | | H | H | H |
| IABP | H | | | | | H |
| Katecholamingabe | | | | | | H |
| Herzdruckmassage | | | | | | H |
| Kardiogener Schock | H | | | | H | |
| Operation | | | | | | |
| Kombinierter Eingriff | H | | H | H | H | H |
| Notfall | S | W | H | | H | H |
| Reoperation | H | H | H | H | H | H |

Ein weiterer Unterschied zwischen den Score-Systemen besteht hinsichtlich des Ereignisses, über das eine Aussage getroffen werden soll. Parsonnet-, Pons- und Euro-Score treffen eine Aussage nur bezüglich der Mortalität, der Cleveland Clinic-, Ontario Province Risk- und French-Score zusätzlich bezüglich der Morbidität [21,34,38,41,43,55]. Dabei ergeben sich Schwierigkeiten, wie eine Studie von Geissler et al. anhand der Daten von 504 Patienten zeigt. Gemeinsame Vorhersagekriterien sind für die unterschiedlichsten postoperativen Ereignisse zu schwer auszumachen. Es konnte gezeigt werden, dass Score-Systeme, welche nur das Mortalitätsrisiko ermitteln, eine bessere Korrelation von erwarteter zu beobachteter Mortalität aufweisen ($AUC = 0,786/0,755/0,745$) als die Score-Systeme, die zusätzlich das Morbiditätsrisiko ermitteln ($AUC = 0,731/0,71,9/0,701$) [17]. Ebenfalls fraglich ist, inwieweit ein postoperatives (Morbiditäts-)Ereignis Einfluss auf das Langzeitergebnis hat [20]. Zusätzlich besteht hierbei häufig die Möglichkeit der subjektiven Einflussnahme bei der Feststellung eines solchen Ereignisses durch den Untersucher (beispielsweise bei der Definition einer „schweren postoperativen Infektion“). Zur Abschätzung der postoperativen Lebensqualität wäre beispielsweise der „Duke Activity Status Index“ geeignet, wie eine 2004 von Koch et al. veröffentlichte Studie zeigt. Dieser bezieht sich nicht auf postoperative Komplikationen, sondern auf nach der Operation wiedererlangte bzw. wiederaufgenommene Tätigkeiten und Aktivitäten [25]. Die Mortalität als Endpunkt eines Modells zur Risikostratifizierung bietet keine Möglichkeit der subjektiven Einflussnahme. Somit stellt die Mortalität nach den Ergebnissen mehrerer Untersuchungen den geeignetsten Parameter für ein System zur Risikostratifizierung dar [17,22,37]. Hierbei muss jedoch der postoperativ beobachtete Zeitraum eindeutig definiert und berücksichtigt werden, wobei dieser Zeitraum bei den in dieser Arbeit betrachteten Score-Systemen entweder 30 postoperative Tage oder aber die Tage bis zur Entlassung des Patienten umfasst [21,34,38,41,43,55]. Dabei ergibt sich im Falle der Betrachtung des Zeitraumes bis zur Entlassung die Schwierigkeit, dass durch systematische Frühverlegungen die eigene Statistik aufgebessert werden kann [22,37]. Doch auch die Betrachtung der 30 auf die Operation folgenden Tage ist anfällig für Verfälschungen. So sollte laut Untersuchungen von van Domburg et al. der postoperative Beobachtungszeitraum ausgedehnt werden. Anhand der Daten von 832 Patienten konnte in dieser Arbeit gezeigt werden, dass der zu beobachtende Zeitraum

bis zu einem Jahr nach der Operation umfassen sollte. Insbesondere die Patienten der höheren Risikogruppen wiesen innerhalb dieses Zeitraums eine erhöhte Mortalität auf. So verstarben aus diesen Gruppen im ersten postoperativen Jahr nach Entlassung annähernd genauso viele Patienten ($n = 10/832$) wie während des Klinikaufenthaltes ($n=12$) [13]. Dabei sollte auch die Klärung der Todesursache erfolgen, um von der zugrundeliegenden Erkrankung unabhängige Ursachen (z.B. Unfälle) zu erfassen. Dieses Vorgehen der verlängerten Nachbeobachtung dürfte sich in der Praxis jedoch als schwer durchführbar erweisen, da eine Einbeziehung der weiterbehandelnden Einrichtungen und Ärzte von Nöten wäre.

4.1) Parsonnet-Score

Der Parsonnet-Score trifft eine Aussage lediglich bezüglich der Mortalität. Er weist bei seinen 15 zu erhebenden Parametern neben vielen harten Parametern mehrere weiche Faktoren auf. „Übergewicht“, definiert als das 1,5-fache des Idealgewichtes, ohne gleichzeitige Berechnungsangabe für eben dieses Idealgewicht, lässt Raum für untersucherabhängige Beeinflussung. Hier wäre möglicherweise eine Punktverteilung nach dem Body-Mass-Index eine geeignetere Methode. Auch der Parameter Notfalloperation ist interpretationsabhängig, da sowohl eine Angabe bezüglich des Zeitfensters als auch eine genaue Auflistung der zu wertenden Komplikationen fehlt. Ebenso verhält es sich mit dem Risikofaktor Notfallzustand („catastrophic state“) und anderer seltener Risiken („other rare circumstances“). Hierfür werden Beispiele wie kardiogener Schock und akutes Nierenversagen, Paraplegien und angeborener Herzfehler angeführt, dennoch fehlen exakte Definitionen. Hinzu kommt, dass die aufgeführten Situationen mit Punktwerten von 10 bis 50 bzw. 2-10 Punkten bewertet werden können. Daraus ergibt sich für die Punktverteilung und somit der Zuordnung eines Patienten zu einer Risikogruppe ein großer Spielraum [3,15]. Dies erklärt, warum eine große Anzahl von Patienten bei der Anwendung des Parsonnet-Scores in die Hochrisikogruppen eingeteilt wird [3,9,17]. Sicherlich kann man dieses Problem innerhalb einer Institution oder innerhalb eines Zentrums durch hausinterne Definitionen und Vorgaben verringern, der Vergleich zwischen verschiedenen Zentren bleibt jedoch schwierig, sofern sich diese nicht auf gemeinsame Definitionen einigen.

Die Bewertung des Alters durch den Parsonnet-Score ist ebenfalls kritisch zu betrachten. Nach Untersuchungen von Caus et al. wird das Altersrisiko durch den Parsonnet-Score überschätzt. Patienten über 80 Jahre werden von vorneherein in die Gruppe mit dem größten Risiko eingeteilt [9]. Ein Lebensalter über 80 Jahre ist jedoch, wie eine Studie von Gatti et al. sowie zahlreiche weitere Studien anderer Autoren belegen, nicht mit einer erhöhten perioperativen Mortalität gleichzusetzen [1,2,11,12,14,16,23,26,39,47-49,52,56]. Dementsprechend gab es auch in Folgeuntersuchungen Bemühungen, den Parsonnet-Score diesbezüglich anzupassen und damit eine bessere Vorhersage treffen zu können [5].

4.2) Cleveland Clinic-Score

Der Cleveland Clinic-Score trifft Aussagen sowohl zur Mortalität als auch zur Morbidität. Bei den insgesamt 13 Risikofaktoren (9 Parameter zur Erhebung der Mortalität sowie zusätzliche 4 Parameter zur Erhebung der Morbidität) des Cleveland Clinic-Score finden sich ebenfalls harte, weniger harte und weiche Parameter. Die Datenerhebung ist nicht zuletzt wegen der wenigen Parameter einfach und wenig aufwändig zu handhaben, weshalb er in einer Veröffentlichung von Baretto et al. im Jahre 2002 als der im klinischen Gebrauch am besten zu handhabende Risiko-Score (im Vergleich mit Parsonnet-Score, French-Score und Euro-Score) bewertet wurde [3]. Ebenfalls zeigte sich in den Ergebnissen eine zufriedenstellende präoperative Mortalitätsabschätzung für die Risikogruppen, nicht jedoch für den einzelnen Patienten [3]. Kritik wurde hingegen an den Punktwerten der einzelnen Parametern geübt. Der Faktor „Notfall-Operation“ ohne genaue Begriffsdefinition kann hier zu einer Risikoüberschätzung für den einzelnen Patienten führen [3]. Bei der Betrachtung der Parameter, die sich ausschließlich auf die Ermittlung des Morbiditätsrisikos beziehen, finden Faktoren Eingang, die es zu hinterfragen gilt. Beispielsweise, inwieweit ein „Gewicht unter 65 Kilogramm“ ohne Berücksichtigung der Körpergröße mit einem erhöhten postoperativen Morbiditätsrisiko in Zusammenhang zu bringen ist. Hier wäre die Verwendung des Body-Mass-Index (BMI) ein geeigneteres Mittel zur Erfassung eines tatsächlichen Unter-/Übergewichtes und einem damit gegebenenfalls verbundenen erhöhten Risiko. Bei der Betrachtung der als postoperative Morbidität zu wertenden

Vorkommnisse zeigen sich ebenfalls harte und weiche Ereignisse. Das Ereignis „postoperativer Myokardinfarkt“ und die über die Ausscheidung definierte Einschränkung der Nierenfunktion sind eindeutig definiert. Das Kriterium schwere Infektion hingegen unterliegt nicht zuletzt der Einschätzung und Bewertung des Behandelnden. Daneben lässt sich im akuten Stadium kaum eine Aussage darüber treffen, ob ein solches Ereignis einen Einfluss auf das Langzeitergebnis hat [20].

4.3) Ontario Province Risk-Score

Die 6 im Ontario Province Risk-Score zur Mortalitätseinschätzung verwendeten Parameter sind einfach zu erheben, ebenso wie die 2 postoperativ zur Morbiditätsüberprüfung zu erhebenden Daten. Bis auf eine Ausnahme sind sie eindeutig definiert und bieten somit wenig Anfälligkeit für Fehlinterpretationen oder Missverständnisse. Schwierigkeiten könnte lediglich der Risikofaktor „Dringlichkeit“ (Notfall) bereiten. So ist der Zustand „dringlich“, beschrieben als Operation „im selben Haus, ohne Verlegung“ nicht ganz eindeutig und kann somit beabsichtigt oder unabsichtlich zu Fehleinteilungen von Patienten führen. Bezüglich des Zeitaufwandes der Datenerhebung bietet der Ontario Province Risk-Score aufgrund seiner wenigen Parameter Vorteile. Dafür ergeben sich durch die geringe Anzahl an Parametern auch entsprechende Nachteile. So kann ein einzelner Faktor bei der Zuteilung zu einer Risikogruppe einen größeren Einfluss haben als in einem Score-System mit mehr Parametern. Hierdurch bietet der Score zudem eine höhere Anfälligkeit für zufällige Ereignisse, die zu einer falschen Einschätzung des Risikos führen können. Die postoperative Überprüfung der vorhergesagten Morbidität anhand des „Verlängerten Aufenthaltes auf der Intensivstation“ sowie des „Verlängerten Gesamtaufenthaltes“ in der Klinik sind über Tagesangaben festgelegt und schwer manipulierbar, aber auch schwer definierbar. Es ist zu bezweifeln, dass sich zwischen Liegezeit und Morbidität ein direkter Zusammenhang herstellen lässt. Zum einen können bei der Frage der Intensivpflichtigkeit eines Patienten von Klinik zu Klinik Unterschiede bestehen. Zum anderen wird die Verlegung immer auch von der momentanen Bettenbelegung und der personellen Besetzung abhängen. Auch wird der Gesamtaufenthalt eines Patienten nicht

zuletzt durch die Verfügbarkeit eines freien Platzes für eine Anschlussheilbehandlung, die familiäre und soziale Situation und Versorgung beeinflusst.

4.4) French-Score

Der French-Score hat die Zielsetzung eine präoperative Aussage bezüglich Mortalität und Morbidität zu treffen. Als einziger der verglichenen Score-Systeme ist der French-Score zusätzlich darauf ausgerichtet, neben dem Risiko von Operationen von Herzklappen und Bypassoperationen auch das Risiko bei Herztransplantationen, pulmonalen Embolektomien und Aortendissektionen zu bewerten. Hierbei besteht jedoch die Problematik, dass durch einen solchen Eingriff allein eine wirkliche Einteilung der Patienten nicht mehr möglich ist. Durch die hohen dafür vergebenen Punktzahlen fallen diese Patienten automatisch in die Hochrisikogruppe. Die „Verwendung der Vena saphena als Bypass-Gefäß“ als präoperativen Risikofaktor zu werten, kann ebenfalls zur Risikoüberschätzung beitragen. Zwar lässt sich die Verwendung der Arteria mammaria interna für die Anlage des Bypass planen, deren Verwendung kann sich jedoch intraoperativ als nicht durchführbar erweisen. Die Erhebung der postoperativen Morbidität gemäß der vorgegebenen Kriterien unterliegt teilweise der subjektiven Anfälligkeit. „Schwere Infektion“, „Geringe linksventrikuläre Auswurfraction“ und „Nierenversagen“ ohne weitere Angaben sowie „Schwere ventrikuläre Arrhythmie“ und „Periphere Durchblutungsstörungen“ unterliegen aufgrund unterschiedlicher Definitionsmöglichkeiten einer untersucherabhängigen Störanfälligkeit. In einer Vergleichsstudie von Habicht et al. mit 1299 untersuchten Patienten aus dem Jahr 2000 zeigt der French-Score im Vergleich zum Parsonnet-Score und zum Cleveland Clinic-Score die beste Korrelation zwischen erwarteter und beobachteter Mortalität innerhalb der Risikogruppen (AUC = 0,8741 versus AUC = 0,5887 beim Parsonnet und AUC = 0,2207 beim Cleveland Clinic-Score). Sowohl was die postoperative Frühmortalität betrifft, als auch im Bezug auf die Handhabung und Zuverlässigkeit, sieht der Autor eine Überlegenheit im Vergleich mit den anderen beiden Risiko-Scores, da die Parameter straff definiert und wenig manipulierbar sind [22].

4.5) Pons-Score

Der Pons-Score definiert 15 Parameter als aussagekräftige Risikofaktoren zur Ermittlung der perioperativen Letalität. Neben Eingriffen am Herzen soll auch das Risiko bei Eingriffen an der thorakalen Aorta eingeschätzt werden. Wie bei einigen der anderen betrachteten Score-Systeme werden auch hier harte Parameter wie Alter, vorangegangener Myokardinfarkt innerhalb eines bestimmten Zeitfensters, Nierenfunktion (anhand des Serum-Kreatinin-Wertes), präoperative Beatmung, Reoperation und Art des operativen Eingriffes herangezogen. Als risikobehaftet gilt ferner das Vorhandensein eines linksventrikulären Aneurysmas. Klar definiert ist die Notfall-Operation, die ein Zeitfenster von maximal 72 Stunden zwischen Aufnahme und Operation offen lässt. Weniger eindeutig ist die Frage nach Lebererkrankungen, die weder beispielhaft angeführt, noch über Grenzwerte der Leberfunktionsparameter definiert werden. Auch für den Risikofaktor kardiogener Schock fehlen weitere Festlegungen. Anfällig für Untersucherabhängigkeit ist die Beurteilung der linksventrikulären Funktion anhand der NYHA-Klassifikation. Trotz festgelegter Kriterien ist die präoperative Einteilung eine Momentaufnahme, die situationsbedingt ist und dem subjektiven Eindruck des Untersuchers unterliegt. Im Gegensatz zum Pons-Score verzichtet der Parsonnet-Score aus genau diesen Gründen auf die Bewertung nach NYHA. Eine Beurteilung der Ventrikelfunktion durch Bestimmung der Auswurffraktion mittels Herzkatheter oder Echokardiographie, wie bei allen anderen Score-Systemen üblich, ist sicherlich objektiver und für Störeinflüsse weniger anfällig.

4.6) Euro-Score

Mit 17 in die Risikoabschätzung eingehenden Parametern ist der Euro-Score der umfangreichste der 6 betrachteten Scores. Auf eine Aussage bezüglich der Morbidität verzichtet er genauso wie der Parsonnet-Score und der Pons-Score. Wie beim Pons-Score wird jedoch auch hier auf Eingriffe an der thorakalen Aorta als das Risiko beeinflussender Faktor eingegangen. Seine prädiktive Aussage sowohl für Bypass- als auch für Herzklappenoperationen wurden in Folgestudien überprüft [33,45]. Barmettler et al. zeigten in einer 2004 veröffentlichten Arbeit mit einem modifizierten Euro-Score

(6 Punkte bei Aortendissektion Typ A, 12 Punkte bei Malperfusionssyndrom) eine gute Korrelation von vorhergesagter zu beobachteter Mortalität [4]. Die Härte der verschiedenen Faktoren variiert jedoch beim Euro-Score ebenso wie bei den anderen Scores. So ist beispielsweise der „längere Gebrauch von Bronchodilatoren oder Steroiden“ als Definition des Risikofaktors „Lungenerkrankung“ eine sehr vage Angabe. „Neurologische Erkrankungen“, festgemacht an Bewegungseinschränkungen oder Einschränkungen im Alltag sind ebenfalls schwer objektivierbar, und unterliegen häufig dem individuellen Leidensdruck des Patienten. Auch die „Claudicatio intermittens“ als Bestätigung einer peripheren Arteriosklerose ist, sofern nur anamnestisch erhoben, ungenau. Für die Definition der Notfall-Operation existiert kein definiertes Zeitfenster. Ausschlaggebend ist lediglich, dass die Operation vor Beginn des nächsten Arbeitstages stattfindet. Ähnlich wie der French-Score bewertet der Euro-Score das Ereignis „Ventrikuläre Tachykardie“, jedoch ebenfalls ohne Festlegung eines Grenzwertes. Der Risikoparameter „Nierenversagen“ hingegen ist in Form eines Grenzwertes für die Urin-Ausscheidung exakt festgelegt. Eindeutig definiert ist der Zustand der „instabilen Angina pectoris“. Hierfür wird die intravenöse Gabe von Nitraten bis zur Operation gefordert. Diese unmissverständliche Definition fehlt bei den anderen Score-Systemen, die dieses Ereignis als Parameter verwenden. Eine Studie von Geissler et al. aus dem Jahr 2000 umfasst die Daten von 504 Patienten. Sie sieht beim Euro-Score eine sehr gute Korrelation zwischen erwarteter und beobachteter Mortalität (AUC = 0,755) [17]. Auch eine von Nilsson et al. im Jahr 2004 veröffentlichte Arbeit kommt zu einem ähnlichen Ergebnis. Anhand der Daten von 4497 Patienten wurden der Euro-Score und ein anhand der Datenbank der Society of Thoracic Surgeons (STS) entwickelten Risiko-Score (STS risk stratifikation algorithm) überprüft. Hierbei erzielte der Euro-Score mit einer AUC von 0,84 ein besseres Ergebnis, als der STS-Score (AUC = 0,71) [35]. Eine ebenfalls von Nilsson et al. durchgeführte und 2004 veröffentlichte Studie kommt zu dem Ergebnis, dass die präoperativ mit Hilfe des Euro-Score vergebenen Punktwerte mit den Kosten und der Dauer des Intensivaufenthaltes korrelieren [36]. Dies ist jedoch zu bezweifeln, da insbesondere die Dauer des Intensivaufenthaltes von einer Vielzahl an Faktoren abhängig ist. Unterschiedliche Definitionen von „Intensivpflichtigkeit“ eines Patienten, Verfügbarkeit freier Betten und personelle Besetzung sind hier wichtige beeinflussende Faktoren. Mehrere im Jahr

2004 veröffentlichte Arbeiten beschäftigen sich mit der Frage, ob dem „logistic Euro-Score“ der Vorzug gegenüber dem „additive Euro-Score“ zu geben ist. Karthik et al. zeigten anhand eines 1769 Patienten umfassenden Kollektivs, dass die beobachtete Mortalität, besonders in der Hochrisikogruppe besser mit der prädiktiven Aussage des „logistic Euro-Score“ korreliert als mit der des „additive Euro-Score“. Dabei ist jedoch anzumerken, dass in dieser Arbeit keine gemischten Kollektive betrachtet wurden. Die Studie von Karthik et al. umfasste ausschließlich kombinierte Bypass- und Herzklappenoperationen [24]. Gogabashian et al. veröffentlichten 2004 eine Arbeit, in die 6 Studien bezüglich des Euro-Score Eingang fanden. Sie kommt zu dem Ergebnis, dass der „additive Euro-Score“ die Mortalität in den niedrigen Risikogruppen überschätze, während er gleichzeitig die Mortalität in der Hochrisikogruppe unterschätze, was im Vergleich von Kliniken mit unterschiedlichem Case-mix zu erheblichen Fehleinschätzungen führen könne [18]. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen Zingone et al. in ihrer 2426 Patienten umfassenden Studie [58]. Auch Michel et al. sehen in einer im Jahr 2003 veröffentlichten Studie die Überlegenheit des „logistic Euro-Score“ im Hinblick auf Hochrisikokollektive. Dennoch sei der „additive Euro-Score“ ein nach wie vor zuverlässiges Hilfsmittel bei der Risikostratifizierung in der Herzchirurgie [31]. Zudem ist anzumerken, dass der „additive Euro-Score“ im Vergleich zum „logistic Euro-Score“ einfacher und ohne technische Hilfsmittel zu handhaben ist, was ihn in der täglichen Praxis vorteilhafter erscheinen lässt.

Die betrachteten Scores lassen sich mit dieser Arbeit aus einer Reihe von dargestellten Gründen schwer miteinander vergleichen. Wie erwähnt erschwert der unterschiedliche Aufbau der Score-Systeme einen direkten Vergleich. Anhand der in dieser Arbeit getroffenen Beobachtungen kann man zu dem Schluss kommen, dass alle verglichenen Scores weniger ein individuelles Risiko als vielmehr das Risiko einer Gruppe beschreiben. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch Weightman et al. in einer 1997 veröffentlichten Studie [57]. In der Praxis wird es schwierig sein, für den einzelnen durch Erhebung der geforderten Parameter das genaue Letalitätsrisiko festzulegen. Ein Risiko-Score sollte zudem nicht anhand eines hochselektiven Patientenkollektivs erfolgen [8]. Die statistische Auswertung am hier betrachteten Patientenkollektiv ergab für keinen der Scores ein signifikantes Ergebnis. Dies dürfte darauf zurückzuführen

sein, dass das gewählte Kollektiv nicht ausreichend groß gewesen ist (n=135). Nicht zuletzt wurden die Score-Systeme von ihren Entwicklern und deren Mitarbeitern anhand von mehreren tausend Patienten erstellt und validiert, wodurch sich zufällige Ereignisse und Verteilungen nicht oder nur mäßig auf das Gesamtergebnis auswirken. Von Vorteil für die Arbeit mit kleineren Patientenkollektiven ist das Vorhandensein nur weniger Risikogruppen, da sich hierbei eine bessere Korrelation ergibt [22]. Dem wurde im Falle des Cleveland Clinic-Scores Rechnung getragen, indem die Zahl der ursprünglichen Risikogruppen von 9 auf 5 reduziert wurde [20]. Der Euro-Score ist der einzige der hier betrachteten Risiko-Scores, der alle verstorbenen Patienten der Hochrisikogruppe zugeordnet hatte. Zudem ist die Handhabung unkompliziert und die Faktoren überwiegend eindeutig definiert. Beim Euro-Score handelt es sich um den zuletzt entwickelten der verglichenen Risiko-Scores, wodurch in seine Entwicklung aktuellere Erkenntnisse der medizinischen Weiterentwicklung einbezogen werden konnten.

5) Zusammenfassung

Zusammenfassend kann aufgrund des untersuchten Patientenkollektives und dem Studium der aktuellen Literatur zu dem Thema Risikostratifizierung in der Herzchirurgie folgendes festgestellt werden:

- 135 konsekutive Patienten wurden in der vorliegenden retrospektiven Arbeit nachuntersucht
- 3/135 (2,2%) Patienten verstarben perioperativ
- Der postoperative Aufenthalt auf der Intensivstation lag durchschnittlich bei 5,2 (\pm 6) Tagen
- Der postoperative Gesamtaufenthalt betrug im Durchschnitt 18 (\pm 6,5) Tage
- Der Euro-Score war der einzige betrachtete Risiko-Score der alle 3 verstorbenen Patienten in die Gruppe mit dem höchsten Risiko eingeteilt hatte
- Der Euro-Score vergibt für die Parameter jeweils nur wenige Punkte, dadurch ist die Risikoüberschätzung aufgrund hoher Punktwerte gering
- Die Mortalität ist als Endpunkt für einen Risiko-Score am besten geeignet, da sie keinen Raum für subjektive Auslegung lässt
- Bei der präoperativen Abschätzung der postoperativen Morbidität ergibt sich die Schwierigkeit, einige wenige Parameter als Risikofaktoren für eine Vielzahl von postoperativ möglichen Ereignissen auszumachen
- Da es schwierig ist, gemeinsame Parameter für Mortalität und Morbidität zu finden, sollten getrennte Score-Systeme zur Anwendung kommen
- Jeder bereits entwickelte und in Anwendung befindliche Risiko-Score bedarf von Zeit zu Zeit einer Aktualisierung, um dem medizinischen Fortschritt angepasst zu werden
- Bei der Entwicklung neuer Score-Systeme sollten nur „harte“, genau definierte Parameter zur Anwendung kommen, die vom Untersucher unabhängig und nicht beeinflussbar sind

6) Literaturverzeichnis

- 1 **Alexander KP, Anstrom KJ, Muhlbaier LH.**
Outcomes of cardiac surgery in patients age > or = 80 years: results from the National Cardiovascular Network.
J Am Coll Cardiol 2000; 35: 731-738
- 2 **Avery GJ, Ley SJ, Hill JD, Hershon JJ, Dick SE.**
Cardiac surgery in the octogenarians: Evaluation of risk, cost, and outcome.
Ann Thorac Surg 2001; 71: 591-596
- 3 **Baretti R, Pannek N, Knecht JP, Krabatsch T, Hübler S, Hetzer R.**
Risk Stratification Scores for Predicting Mortality in Coronary Artery Bypass Surgery.
Thorac Cardiovasc Surg 2002; 50: 237-246
- 4 **Barmettler H, Immer FF, Berdat PA, Eckstein FS, Kipfer B, Carrel TP.**
Risk-stratification in thoracic aortic surgery: should the EuroSCORE be modified?
Eur Cardio-thorac surg 2004; 25: 691-694
- 5 **Bernstein AD, Parsonnet V.**
Bedside estimation of risk as an aid for decision-making in cardiac surgery.
Ann Thorac Surg. 2000; 69: 823-828
- 6 **Bortz.**
Statistik für Sozialwissenschaftler.
5. Auflage; Springer Verlag 1999
- 7 **Bruckenberg E.**
Herzbericht 2002

- 8 **Bruckmann P, Hekmat K, Stützer H, Mehlhorn U.**
Risikoscoresysteme bei herzchirurgischen Patienten mit Nierenversagen –
eine retrospective Single-Center-Studie.
Z Herz- Thorax- Gefäßchir 2004; 18: 133-140

- 9 **Caus Th, Calon D, Collart F, Marin P, Seree Y, Mesana Th.**
Parsonnet`s Risk Score Predicts Late Survival but not Late Functional
Results after Aortic Valve Replacement in Octogenarians.
Journal of Heart Valve Disease 2002; 11: 498-503

- 10 **Chen CC, Wang CC, Hsieh SR, Tsai HW, Wei HJ, Chang Y.**
Application of European system for cardiac operative risk evaluation
(EuroSCORE) in coronary artery bypass surgery for Taiwanese.
Interact Cardiovasc Thorac Surg 2004; 3: 562-565

- 11 **Craver JM, Puskas JD, Weintraub WW.**
601 octogenarians undergoing cardiac surgery. Outcome and comparison
with younger age groups.
Ann Thorac Surg 1999; 67: 1104-1110

- 12 **Deiwick M, Tandler R, Mollhoff T.**
Heart surgery in patients aged eighty years and above: Determinants of
morbidity and mortality.
Thorac Cardiovasc Surg 1999; 45: 119-126

- 13 **van Domburg R.T, Takkenberg J.J.M, van Herwerden L.A, Venema
A.C, Bogers A.J.J.C.**
Short-term and 5-year outcome after primary isolated coronary artery bypass
graft surgery: results of risk stratification in a bilocation center.
Eur Cardio-thorac Surg 2002; 21: 733-740

- 14 **Fruitman DS, MacDougall CE, Ross DB.**
Cardiac surgery in octogenarians: Can elderly patients benefit? Quality of life after cardiac surgery.
Ann Thorac Surg 1999; 68: 2129-2135

- 15 **Gabrielle F, Roques F, Michel P.**
Is the Parsonnet score a good predictive score of mortality in adult cardiac surgery: assessment by a French multicenter study.
Eur J Cardiothorac Surg 1997; 11: 406-414

- 16 **Gatti G, Cardu G, Lusa A.M, Pugliese P.**
Predictors of postoperative complications in high-risk octogenarians undergoing cardiac operations.
Ann Thorac Surg 2002; 74: 671-7

- 17 **Geissler H.J, Hölzl P, Mahrohl S, Kuhn-Régnier F, Mehlhorn U, Südkamp M, de Vivie R.**
Risk stratification in heart surgery : comparison of six score systems.
Eur J Cardiothorac Surg 2002; 17: 400-406

- 18 **Gogbashian A, Sedrakyan A, Treasure T.**
EuroSCORE: a systematic review of international performance.
Eur J Cardio-thorac Surg 2004; 25: 695-700

- 19 **Hattler BG, Madia C, Johnson C, Armitage JM, Hardesty RL, Kormos RL, Payne DN, Griffith BP.**
Risk stratification using the Society of Thoracic Surgeons program.
Ann Thorac Surg 1994; 52:1348-1352

- 20 **Higgins TL.**
Quantifying risk and assessing outcome in cardiac surgery.
J Cardiovasc Vasc Anesth 1998; 12: 330-340
- 21 **Higgins TL, Estafanous F.G, Loop F.D, Beck G.J, Blum J.M, Paranandi L.**
Stratification of Morbidity and Mortality Outcome by Preoperative Risk Factors in Coronary Artery Bypass Patients.
JAMA 1992; 267: 2344-2348
- 22 **Immer F, Habicht J, Nessensohn K.**
Prospective evaluation of six risk stratification scores in cardiac surgery.
Thorac Cardiovasc Surg 2000; 48: 134-139
- 23 **Katz NM, Chase GA.**
Risks of cardiac operations for elderly patients: Reduction of the age factor.
Ann Thorac Surg 1997; 63: 1309-1314
- 24 **Karthik S, Srinivasan AK, Grayson AD, Jackson M, Sharpe DAC, Keenan DJM, Bridgewater B, Fabri BM.**
Limitations of additive EuroSCORE for measuring risk stratified mortality in combined coronary and valve surgery.
Eur J Cardio-thorac Surg 2004; 26: 318-322
- 25 **Koch CG, Khandwala F, Cywinski JB, Ishwaran H, Estafanous FG, Loop FD, Blackstone EH.**
Health-related quality of life after coronary artery bypass grafting: A gender analysis using the Duke Activity Status Index.
J Thorac Cardiovasc Surg 2004; 128(2): 284-295

- 26 **Kohl P, Kerzmann A, Lahaye L, Gerard P, Limet R.**
Cardiac surgery in octogenarians: perioperative outcome and longterm results.
Eur Heart J 2001; 22: 1235-1243
- 27 **Kurki TS, Häkkinen U, Lauharanta J, Rämö J, Leijala M.**
Evaluation of the relationship between preoperative risk scores, postoperative and total length stays and hospital costs in coronary bypass surgery.
Eur J Cardiothorac Surg 2001; 20: 1183-1187
- 28 **Kurki TS, Järvinen O, Kataja M.J, Laurikka J, Tarkka M.**
Performance of three preoperative risk indices; CABDEAL, EuroSCORE and Cleveland models in a prospective coronary bypass database.
Eur J Cardiothorac Surg 2002; 21: 406-410
- 29 **Kurki TS, Kataja M.**
Preoperative prediction of postoperative morbidity in coronary artery bypass grafting.
Ann Thorac Surg 1996; 61: 1740-1745
- 30 **Lauer M, Blackstone EH, Young JB, Topol EJ.**
Causes of death in clinical research.
J Am Coll Cardiol 1999; 34: 618-620
- 31 **Michel P, Roques F, Nashef SAM, EuroSCORE Project Group.**
Logistic or additive EuroSCORE for high-risk patients?
Eur J Cardiothorac Surg 2003; 23:0684-687

- 32 **Nashef SAM, Roques F, Hammill BG, Peterson ED, Michel P, Grover FL, Wyse RKH, Ferguson TB.**
Validation of European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (EuroScore) in North American cardiac surgery.
Euro J Cardiothorac Surg 2002; 22: 101-105
- 33 **Nashef SAM, Roques F, Michel P, Cortina J, Faichney A, Gams E, Harjula A, Jones MT.**
Coronary surgery in Europe : comparison of the national subsets of the European System for Cardiac Operative Risk Evaluation database.
Euro J Cardiothorac Surgery 2000; 17: 396-399
- 34 **Nashef SAM, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R, the EuroSCORE study group.**
European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE).
Eur J Cardiothorac Surg 1999; 16: 9-13
- 35 **Nilsson J, Algotsson L, Höglund P, Lühns C, Brandt J.**
Early mortality in coronary bypass surgery: The EuroSCORE versus the Society of Thoracic Surgeons Risk Algorithm.
Ann Thorac Surg 2004; 77:1235-40
- 36 **Nilsson J, Algotsson L, Höglund P, Lühns C, Brandt J.**
EuroSCORE predicts intensive care unit stay and costs of open heart surgery.
Ann Thorac Surg 2004; 78: 1528-35
- 37 **Osswald BR, Tochtermann U, Schweiger P, Göhring D, Thomas G, Vahl CF, Hagl S, and the HVMD Study Group.**
Minimal early mortality in CABG – simply a question of surgical quality?
Thorac Cardiovasc Surg 2002; 50; 276-280

- 38 **Parsonnet V, Dean D, Bernstein AD.**
A method of uniform stratification of risk for evaluating the results of surgery in acquired adult heart disease.
Circulation 1989; 79(suppl I): I-3 – I-12
- 39 **Pierard LA.**
Cardiac surgery in octogenarians: who, when, and how?
Eur Heart J 2001; 22: 1159-1161
- 40 **Pinna-Pintor P, Bobbio M, Sandrelli L.**
Risk stratification for open heart operations: comparison of centers regardless of influence of the surgical team.
Ann Thorac Surg 1997; 64: 410-413
- 41 **Pons JMV, Granados A, Espinas JA, Borrás JM, Martín I, Moreno V.**
Assessing open heart surgery mortality in Catalonia (Spain) through a predictive risk model.
Eur J Cardiothorac Surg 1997; 11: 415-423
- 42 **Riha M, Danzmayr M, Nagele G, Mueller L, Hofer D, Ott H, Laufer G, Bonatti J.**
Off pump coronary artery bypass grafting in EuroScore high and low risk patients.
Eur J Cardiothorac Surg 2002; 21: 193-198
- 43 **Roques F, Gabrielle F, Michel P, de Vincentiis C, David M, Baudet E.**
Quality of care in adult heart surgery: proposal for a self-assessment approach based on a French multicenter study.
Eur J Cardiothorac Surg 1995; 9: 433-440

- 44 **Roques F, Michel P, Goldstone AR, Nashef SA.**
The logistic EuroSCORE.
Eur Heart J 2003; 24(9): 881-2
- 45 **Roques F, Nashef SAM, Michel P, and the EuroSCORE Study Group.**
Risk factors for early mortality after valve surgery in Europe in the 1990s:
lessons from the EuroSCORE pilot program.
J Heart Valve Dis 2001; 10(5): 572-577
- 46 **Roques F, Nashef SAM, Michel P, Pinna Pintor P, David M, Baudet E,
and the EuroSCORE Study Group.**
Does the EuroSCORE work in individual European countries?
Eur J Cardiothorac Surg 2000; 18: 27-30
- 47 **Sahar G, Abramov D, Erez E.**
Outcome and risk factors in octogenarians undergoing open-heart surgery.
J Heart Valve Dis 1999; 8: 162-166
- 48 **Schmitz C, Welz A, Reichart B.**
Is cardiac surgery justified in patients in the ninth decade of life?
J Card Surg 1998; 13: 113-119
- 49 **Scott WC, Miller DC, Haverich A.**
Determinants of operative mortality for patients undergoing aortic valve
replacement.
J Thorac Cardiovasc Surg 1985; 89: 400-413
- 50 **Sergeant P, Blackstone E, Meyns B.**
Validation and interdependence with patient-variables of the influence of
procedural variables on early and late survival after CABG.
Eur J Cardiothorac Surg 1997; 12: 1-9

- 51 **Silber JH, Rosenbaum PR, Schwartz S, Ross RN, Williams SV.**
Evaluation of the complication rate as a measure of quality of care in coronary artery bypass graft surgery.
J Am Med Assoc 1995; 274: 317-323
- 52 **Spurgeon Quebec D.**
Bypass surgery can be safe for octogenarians.
BMJ 2001; 323: 712-716
- 53 **Stoica SC, Sharples LD, Ahmed I, Roques F, Large SR, Nashef SAM.**
Preoperative risk prediction and intraoperative events in cardiac surgery.
Eur. J Cardiothorac Surg 2002; 21: 41-46
- 54 **Swets JA.**
Measuring the accuracy of diagnostic systems.
Science 1988; 240: 1285-1293
- 55 **Tu JV, Jaglal SB, Naylor CD, and the Steering Committee of the Provincial Adult Cardiac Care Network of Ontario.**
Multicenter validation of a risk index for mortality, intensive care unit stay and overall hospital length of stay after cardiac surgery.
Circulation 1995; 91: 677-684
- 56 **Wong SP, Ruygrok PR, Dixon SR, Legget ME.**
Cardiac surgery in octogenarians – the Green Lane Hospital experience 1995-1998.
Aust N Z J Med 1999; 29: 782-788
- 57 **Weightman W, Gibbs N, Sheminant M, Thackray N, Newman M.**
Risk predictors in coronary artery surgery: a comparison of four risk scores.
Med J Aust 1997; 166: 408-411

58 **Zingone B, Pappalardo A, Dreas L.**

Logistic versus additive EuroSCORE. A comparative assessment of the two models in an independent population sample.

Eur J Cardio-thorac Surg 2004; 26: 1134-1140

Verzeichnis der Abkürzungen

| | |
|-----------|--|
| Art. | Arterie |
| AUC | Area under the curve |
| AVK | Arterielle Verschluss-Krankheit |
| Cl. Clin. | Cleveland Clinic-Score |
| COPD | Chronische obstruktive Lungenerkrankung |
| ECMO | Extracorporal membrane oxygenation |
| EF | Auswurffraktion des linken Ventrikels |
| Euro | Euro-Score |
| French | French-Score |
| IABP | Intraaortale Ballonpumpe (intraaortale Gegenpulsation) |
| KHK | Koronare Herzerkrankung |
| MI | Myokardinfarkt |
| NYHA | New York Heart Association |
| OPR | Ontario Province Risk-Score |
| Pars. | Parsonnet-Score |
| Pons | Pons-Score |
| RCA | Rechte Herzkranzarterie |
| RIVA | Ramus Interventricularis Anterior |
| RM | Ramus Marginalis |

| | |
|--------|------------------------------------|
| ROC | Receiver Operating Characteristics |
| STS | Society of Thoracic Surgeons |
| TIA | Transitorische Ischämische Attacke |
| V. | Vene |
| Ventr. | Ventrikulär |
| VSD | Ventrikelseptumdefekt |
| ZNS | Zentrales Nervensystem |

Danksagung

Allen, die mich bei der Erstellung meiner Dissertation unterstützt haben möchte ich herzlich danken, insbesondere

Herrn Prof. Dr. O. Elert für die Überlassung des Themas, die entgegenkommende Unterstützung bei der Durchführung meiner Arbeit und die Übernahme des Referates.

Herrn Dr. C. Schimmer für die großartige und verständnisvolle Betreuung während der Durchführung meiner Arbeit.

Herrn Dipl.-Psych. Dr. H. Krannich für seine Hilfsbereitschaft und Unterstützung bei der statistischen Auswertung der gesammelten Daten.

Lebenslauf

Name: Mai

Vorname: Matthias

Geburtsdatum- und ort: 21.Mai 1977 in Würzburg

Staatsangehörigkeit: deutsch

Familienstand: ledig

Vater: Dr. Hans-Jörg Mai

Mutter: Christa Mai, geb. Nager

Schulbildung: Grundschule Lohr-Sendelbach, September 1983-Juli 1987
Franz-Ludwig von Erthal-Gymnasium Lohr, 1987-1996
Erlangung der Allgemeinen Hochschulreife 1996

Grundwehrdienst: Grundwehrdienst und Anschlusswehrübung im
Sanitätsdienst der Bundeswehr, 1996-1997

Medizinstudium: Bayerische Julius-Maximilians-Universität Würzburg,
1998-2004
Ärztliche Vorprüfung im April 2000
Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung im März 2001
Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung im März 2003
Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung im Mai 2004

Praktisches Jahr: Chirurgie und Innere Medizin an der Missionsärztlichen
Klinik Würzburg
Wahlfach: Gynäkologie und Geburtshilfe am
Kantonsspital St. Gallen und an der Universitätsklinik
Würzburg

Arzt im Praktikum: An der Frauenklinik und Poliklinik der Universität
Würzburg, August-September 2004

Assistenzarzt: Seit Oktober 2004 an der Frauenklinik und Poliklinik der
Universität Würzburg

Würzburg, im Januar 2005

Matthias Mai