

Aus dem Herzzentrum der Universität zu Köln  
Klinik und Poliklinik für Innere Medizin III  
Direktor: Universitätsprofessor Dr. med. St. Baldus

**Mittelfristiges Outcome  
nach kardiochirurgischen Eingriffen  
am Patientengut einer kardiologischen Schwerpunkt-Klinik:  
Bedeutung von prognostischen Scores  
sowie kritische Würdigung angewandter Letalitätsdefinitionen**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde  
der Medizinischen Fakultät  
der Universität zu Köln

vorgelegt von  
Maciej Michał Banaszak  
aus Więcbork in Polen

promoviert am 13. April 2026

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln  
Druckjahr 2026

Dekan: Universitätsprofessor Dr. med. G. R. Fink

1. Gutachter: Universitätsprofessor Dr. med. S. Baldus
2. Gutachter: Universitätsprofessor Dr. med. S. Sauerland

## Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes habe ich keine Unterstützungsleistungen erhalten.

Weitere Personen waren an der Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe einer Promotionsberaterin/eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertationsschrift stehen.

Die Dissertationsschrift wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Der dieser Arbeit zugrundeliegende Datensatz betrifft Patienten aus der Medizinischen Klinik I der Klinikum Leverkusen gGmbH aus dem Jahre 2008.

Der Datensatz ist anonymisiert und stammt aus einem hausinternen Krankenhausinformationssystem (KIS), der elektronischen Patientenakte Clinicom CareCenter (Firma Siemens).

Zur detaillierten Erfassung, Verwaltung und primären Analyse der Daten wurde eine umfassende selbstentwickelte Microsoft Office Access®-Datenbank, Version 2016, verwendet. Ferner wurden die Daten zusätzlich mit Microsoft Office Excel, Version 2016, bearbeitet.

Die vorhergesagte Letalität wurde mithilfe einer multivariaten logistischen Regressionsanalyse ermittelt. Dabei wurde der unter [www.euroscore.org](http://www.euroscore.org) zur Verfügung stehende Euroscore verwendet. Die übrigen Risikomodelle wurden selbständig analog zu dem Euroscore erstellt und mit Excel 2016 berechnet.

Die statistische Bearbeitung und Auswertung erfolgte mittels SPSS, Versionen IBM SPSS Statistics 28.0.0.0, R-Statistikprogramm sowie Microsoft Office Access 2016 und Excel 2016. Die Erhebung, Bearbeitung und Auswertung der Daten wurden ausschließlich von mir durchgeführt.

## Erklärung zur guten wissenschaftlichen Praxis:

Ich erkläre hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten (Amtliche Mitteilung der Universität zu

Köln AM 132/2020) der Universität zu Köln gelesen habe und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen.

Köln, den 04.01.2026

Unterschrift:

# Danksagung

Den Personen, die mich bei der Anfertigung der Doktorarbeit unterstützt haben, möchte ich einen herzlichen Dank aussprechen.

Insbesondere danke ich meinem Doktorvater und Erstkorrektor, Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Stephan Baldus, sowie Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Stefan Sauerland als Zweitkorrektor. Herr Prof. Dr. med. Peter Schwimmbeck hat den Anstoß zu dieser Arbeit gegeben, Herr Dr. med. Bernd Weidmann stand mir mit Rat und Tat zur Seite. Dafür gilt ihnen mein besonderer Dank.

# Inhaltsverzeichnis

<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>9</b>
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>12</b>
<b>2 EINLEITUNG</b>	<b>15</b>
2.1 Qualitätssicherung	15
2.2 Risikoadjustierung in der Herzchirurgie	15
2.2.1 Euroscore	16
2.2.2 Euroscore II	19
2.2.3 KCH-Score 3.0	21
2.2.4 AKL-Score	24
2.2.5 KBA-Score	27
2.3 Fragestellungen und Ziel der Arbeit	29
<b>3 MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>31</b>
3.1 Patientenrekrutierung	31
3.2 Datenerhebung und -erfassung	34
3.3 Statistik	34
3.4 Risikoadjustierung	34
3.4.1 Risikoadjustierung mittels des Euroscores	34
3.4.2 Risikoadjustierung mittels der KCH-, AKL- und KBA-Scores	35
3.4.3 BQS-Bundesauswertungen und Qualitätsreport 2008	35
3.5 Berechnung der Scores	36
3.5.1 Berechnung des Euroscores	36
3.5.2 Berechnung der KCH 3.0-, AKL- und KBA-Scores	37
<b>4 ERGEBNISSE</b>	<b>39</b>
4.1 Klassifikation der Leverkusener Patienten nach Diagnosen	39
4.1.1 Patienten mit koronarer Herzkrankheit	41
4.1.1.1 Patienten mit isolierter KHK	42

4.1.1.2	<b>Patienten mit KHK in Kombination mit anderen invasiv behandlungsrelevanten Erkrankungen des Herzens und/oder der Aorta</b>	<b>42</b>
4.1.1.2.1	<b>Patienten mit KHK in Kombination mit Herzklappenerkrankung</b>	<b>43</b>
4.1.1.2.1.1	<b>Patienten mit KHK in Kombination mit Aortenklappenerkrankung</b>	<b>43</b>
4.1.1.2.1.2	<b>Patienten mit KHK in Kombination mit Mitralklappenerkrankung</b>	<b>44</b>
4.1.1.2.2	<b>Patienten mit KHK in Kombination mit Aorten- oder anderer Herzerkrankung</b>	<b>45</b>
4.1.2	<b>Patienten mit Herzklappenerkrankung</b>	<b>45</b>
4.1.2.1	<b>Patienten mit Aortenklappenerkrankung</b>	<b>47</b>
4.1.2.2	<b>Patienten mit Mitralklappenerkrankung</b>	<b>48</b>
4.1.2.3	<b>Patienten mit Trikuspidalklappenerkrankung</b>	<b>50</b>
4.1.3	<b>Patienten mit Aortenerkrankung</b>	<b>50</b>
4.1.4	<b>Patienten mit anderer Herzerkrankung</b>	<b>51</b>
4.2	<b>Klassifikation der Patienten des Klinikums Leverkusen nach invasiven Therapien</b>	<b>53</b>
4.2.1	<b>Klassifikation der invasiven Therapie nach Behandlungstechnik</b>	<b>53</b>
4.2.1.1	<b>Konventionelle chirurgische Therapie</b>	<b>53</b>
4.2.1.2	<b>Minimalinvasive chirurgische Therapie</b>	<b>54</b>
4.2.1.3	<b>Interventionelle (kathetergestützte) Therapie</b>	<b>55</b>
4.2.2	<b>Klassifikation der invasiven Therapie nach Diagnosen</b>	<b>56</b>
4.2.2.1	<b>Invasive Therapie der KHK</b>	<b>56</b>
4.2.2.1.1	<b>Invasive Therapie der KHK isoliert</b>	<b>57</b>
4.2.2.1.2	<b>Invasive Therapie der KHK in Kombination mit Herzklappenchirurgie</b>	<b>57</b>
4.2.2.1.3	<b>Invasive Therapie der KHK in Kombination mit Aortenchirurgie</b>	<b>58</b>
4.2.2.2	<b>Invasive Therapie der Herzklappenerkrankungen</b>	<b>58</b>
4.2.2.2.1	<b>Invasive Therapie der Aortenklappenerkrankungen</b>	<b>61</b>
4.2.2.2.2	<b>Invasive Therapie der Mitralklappenerkrankungen</b>	<b>63</b>
4.2.2.2.3	<b>Invasive Therapie der Trikuspidalklappenerkrankungen</b>	<b>65</b>
4.2.2.2.4	<b>Zusammenfassung der angewandten Verfahren in der invasiven Herzklappentherapie</b>	<b>65</b>
4.2.2.3	<b>Invasive Therapie der Aortenerkrankungen</b>	<b>67</b>
4.2.2.4	<b>Invasive Therapie der anderen Herzerkrankungen</b>	<b>69</b>
4.3	<b>Zielgruppe</b>	<b>70</b>
4.3.1	<b>Definition</b>	<b>70</b>
4.3.2	<b>Demographische Parameter</b>	<b>71</b>
4.3.3	<b>Verteilung der kardiochirurgischen Eingriffe bei den Patienten Leverkusen und bundesweit 2008</b>	<b>72</b>
4.3.3.1	<b>Nach Anzahl der Patienten</b>	<b>72</b>
4.3.3.2	<b>Nach demographischen und biometrischen Parametern</b>	<b>73</b>
4.3.4	<b>Operierende Kliniken</b>	<b>77</b>

<b>4.4</b>	<b>Beobachtete Letalität nach kardiochirurgischen Eingriffen bei den Patienten des Klinikums Leverkusen</b>	<b>82</b>
4.4.1	Beobachtete Letalität fallbezogen	82
4.4.1.1	Isolierte Koronarchirurgie (n=137)	83
4.4.1.2	Isolierte Aortenklappenchirurgie (n=36)	86
4.4.1.3	Kombinierte Koronar- und Aortenklappenchirurgie (n=26)	88
4.4.1.4	Isolierte Mitralklappenchirurgie (n=12)	89
4.4.1.5	Kombinierte Koronar- und Mitralklappenchirurgie (n=4)	90
4.4.1.6	Andere Eingriffe	91
4.4.2	Beobachtete Letalität allgemein	93
4.4.2.1	Isolierte Koronarchirurgie	94
4.4.2.2	Isolierte Aortenklappenchirurgie	97
4.4.2.3	Kombinierte Koronar- und Aortenklappenchirurgie	99
4.4.2.4	Isolierte Mitralklappenchirurgie	101
4.4.2.5	Kombinierte Koronar- und Mitralklappenchirurgie	102
<b>4.5</b>	<b>Risikoadjustierte Letalität nach kardiochirurgischen Eingriffen bei den Patienten des Klinikums Leverkusen</b>	<b>104</b>
4.5.1	Isolierte Koronarchirurgie	105
4.5.2	Isolierte Aortenklappenchirurgie	106
4.5.3	Kombinierte Koronar- und Aortenklappenchirurgie	107
4.5.4	Isolierte Mitralklappenchirurgie	108
4.5.5	Kombinierte Koronar- und Mitralklappenchirurgie	109
<b>4.6</b>	<b>BQS-Bundesauswertung 2008</b>	<b>110</b>
4.6.1	Isolierte Koronarchirurgie	110
4.6.2	Isolierte Aortenklappenchirurgie	116
4.6.3	Kombinierte Koronar- und Aortenklappenchirurgie	121
<b>4.7</b>	<b>Zusammenfassung der beobachteten und erwarteten Letalität bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008</b>	<b>125</b>
<b>4.8</b>	<b>Statistik</b>	<b>129</b>
<b>5</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>130</b>
<b>5.1</b>	<b>Aspekte der beobachteten Letalität nach kardiochirurgischen Eingriffen bei den Patienten des Klinikums Leverkusen 2008</b>	<b>130</b>
<b>5.2</b>	<b>Gegenüberstellung der beobachteten mit der erwarteten Letalität nach kardiochirurgischen Eingriffen bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008</b>	<b>133</b>

<b>6</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>138</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG</b>	<b>143</b>
7.1	Tabellenverzeichnis	143
7.2	Diagrammverzeichnis	145
7.2.1	Organigramm	145
7.2.2	Balkendiagramm	145
7.2.3	Kreisdiagramm	146
7.2.4	Mengendiagramm	146
7.2.5	Prozessdiagramm	146

## Abkürzungsverzeichnis

µmol	Micromol
1-HK-Erkrankung	Einherzklappenerkrankung
2-HK-Erkrankung	Zweiherzklappenerkrankung
3-HK-Erkrankung	Dreiherzklappenerkrankung
a. e.	am ehesten
A. bzw. Ao	Aorta, Aorten-
A.	Arteria (Arterie)
ACB	aortokoronarer Bypass
ACVB	aortokoronarer Venenbypass
AK	Aortenklappe, Aortenklappen-
AKE	Aortenklappenersatz
AKI	Aortenklappeninsuffizienz
AKR	Aortenklappenrekonstruktion
AKS	Aortenklappenstenose
AQUA	AQUA Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen GmbH
ASD	Atriumseptumdefekt (Vorhofseptumdefekt)
BMI	body mass index
BQS	BQS Institut für Qualität und Patientensicherheit GmbH
bzw.	beziehungsweise
CABG	coronary artery bypass graft (Koronararterien-Bypass-Operation)
CC	creatinin clearance
CCS	Canadian Cardiovascular Society
CIP	critical illness polyneuropathie
COPD	chronic obstructive pulmonary disease (chronisch obstruktive Lungenerkrankung)
d. h.	das heißt
DES	drug eluting stent (medikamentenfreisetzender Stent)
DIMDI	Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information
dl	Deziliter
E	expected (erwartet)
ECMO	extrakorporale Membranoxygenierung
EDV	elektronische Datenverarbeitung
EKZ	extrakorporale Zirkulation
et al.	et alii (und andere)
G-BA	Gemeinsamer Bundesausschuss
gGmbH	gemeinnützige Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
HDZ	Herz- und Diabeteszentrum
HK	Herzklappe, Herzklappen-
HLM	Herzlungenmaschine
i. v.	intravenös
IABP	intraaortale Ballonpumpe
IQTiG	Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen

KHK	koronare Herzkrankheit
KIS	Krankenhausinformationssystem
l	Liter
LCA	left coronary artery (linke Koronararterie)
LCOS	low cardiac output syndrom
LE	Lungenembolie
LHK	Linksherzkatheter
LV	linker Ventrikel o. linksventrikulär
LVEF	linksventrikuläre Ejektionsfraktion
mg	Milligramm
MIDCAB	minimally invasive direct coronary artery bypass (minimalinvasive Bypass-Operation)
min	Minute
mind.	mindestens
MK	Mitralklappe, Mitralklappen-
MKE	Mitralklappenersatz
MKI	Mitralklappeninsuffizienz
MKR	Mitralklappenrekonstruktion
MKS	Mitralklappenstenose
ml	Milliliter
mmHg	Millimeter-Quecksilbersäule
NRW	Nordrhein-Westfalen
NYHA	New York Heart Association
O	observed (beobachtet)
o.	oder
OP	Operation/Operationen
OPCAB	off-pump coronary artery bypass (Koronararterien-Bypass ohne Herzlungenmaschine)
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel-Katalog
PAP	pulmonary artery pressure (Pulmonalarteriendruck)
PCI	perkutane Koronarintervention
PEG	perkutane endoskopische Gastrostomie
RCA	right coronary artery (rechte Koronararterie)
RCX	Ramus circumflexus
RTWH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
s. o.	siehe oben
sog.	sogenannt
SPSS	Statistical Package für Social Sciences
TAVI	transcatheter aortic valve implantation (Transkatheter-Aortenklappenimplantation)
TIA	transitorische ischämische Attacke
TK	Trikuspidalklappe, Trikuspidalklappen-
TKE	Trikuspidalklappenersatz
TKI	Trikuspidalklappeninsuffizienz
TKR	Trikuspidalklappenrekonstruktion
u. a.	unter anderem
vs.	versus (im Vergleich zu)

VSD	Ventrikelseptumdefekt
VVI	Einkammer-Herzschrittmacher, der nur in der Herzkammer (Ventrikel = V) wahrnimmt und stimuliert
z. B.	zum Beispiel
ZNS	Zentralnervensystem

# 1 Zusammenfassung

## Fragestellung

Die Arbeit befasst sich mit verschiedenen Aspekten der Qualitätssicherung im deutschen Gesundheitssystem und ermöglicht Schlussfolgerungen für eine verbesserte Patientenberatung.

Sie untersucht die prognostizierte und tatsächliche Sterblichkeit nach kardiochirurgischen Eingriffen als einen wichtigen Qualitätsindikator.

Ferner untersucht sie die Problematik der Krankenhaussterblichkeit in ihrer üblichen Definition zur Beschreibung der tatsächlichen Sterblichkeit nach Herzoperationen.

## Methodik

Retrospektiv werden alle Patienten der Klinikum Leverkusen gGmbH (im Folgenden: Klinikum Leverkusen) untersucht, bei denen eine Indikation zu einer Herz-OP oder einer anderen invasiven kardiologischen Therapie nach einer im Jahre 2008 erfolgten Linksherzkatheter-Untersuchung (LHK) gestellt wurde.

Es werden fünf kardiochirurgische Leistungsbereiche ausgewählt: aortokoronare Bypass- (ACB-), Aortenklappen- (AK-) und die Mitralklappenchirurgie (MK-Chirurgie) sowie die Kombination der letzten beiden mit einer ACB.

In diesen Leistungsbereichen werden 215 Patienten behandelt. Die größte Gruppe mit 137 Patienten erhält eine isolierte ACB-OP.

In einem dreijährigen Follow-up wird die Letalität nach zeitlichen und örtlichen Kriterien ermittelt.

## Ergebnisse

Im Rahmen einer wie üblich definierten In-Hospital-Letalität verstarben nach der isolierten ACB-OP vier Patienten (von 137). Die Letalitätsrate lag damit bei 2,9 % und unterschied sich nicht signifikant von der bundesweiten In-Hospital-Letalität mit 3,1 % (Quelle: BQS-Bundesauswertung 2008 - Koronarchirurgie, isoliert).

## Zur Problematik der Krankenhaussterblichkeit

Im Ergebnis führt die Untersuchung dazu, dass die Aussagekraft der bisher verwendeten Definition der Krankenhaussterblichkeit in Frage gestellt wird.

Die übliche Definition der Krankenhaussterblichkeit erfasst lediglich die Patienten, die in der operierenden Klinik auch versterben. Ein Krankenhauswechsel während der postoperativen Behandlung führt dazu, dass diese Patienten aus der Definition herausfallen und in der In-Hospital-Letalitätsstatistik nicht erscheinen. Entsprechend wurden die Patienten zwecks Erfassung der tatsächlichen Sterblichkeit auch nach einem Krankenhauswechsel verfolgt. Diese „krankenhausübergreifende“ Letalität zeigt höhere Letalitätszahlen, als nach der bisherigen, räumlich eingeschränkten Betrachtungsweise ermittelt wurden. Die Letalität in der Gruppe der isolierten ACB-OP steigt dann von 2,9 % auf 4,4 %, nach isolierter AK-Chirurgie von 8,3 % auf 11,1 % und bei Kombinationseingriffen von 3,8 % auf 7,7 %.

Die Analyse ergab außerdem, dass die Erfassung der tatsächlichen Sterblichkeit einen Zeitraum von wenigstens 4 Monaten überblicken muss. Jenseits von 4 Monaten der Beobachtungszeit wurden keine tödlichen Verläufe mehr festgestellt.

## Evaluation prognostischer Scores

Für jeden Patienten der fünf kardiochirurgischen Leistungsbereiche wurde die erwartete In-Hospital-Letalität risikoadjustiert berechnet.

Bei isolierter ACB-, isolierter AK-Chirurgie und deren Kombination wird die erwartete Sterblichkeit mit dem Euroscore und einem jeweils für jede Leistung entwickelten spezifischen Score (KCH, AKL und KBA) ermittelt.

Bei den Patienten nach MK-Chirurgie (isoliert und in Kombination mit ACB) wird die Sterblichkeit neben dem Euroscore mit den spezifischen Scores für die AK-Chirurgie, nämlich mit dem AKL- und KBA-Score, kalkuliert. Für diese Leistung stand zum Untersuchungszeitpunkt kein spezifisches Risikomodell zur Verfügung.

Mit dem logistischen Euroscore wird das Sterblichkeitsrisiko in der repräsentativsten Patientengruppe mit isolierter Koronarchirurgie mit 6,7 % gegenüber der tatsächlichen Letalität von 2,9 % deutlich überschätzt, ebenso bundesweit mit 7,4 % gegenüber 3,0 %. Diese Beobachtung bestätigt die Erkenntnis, dass der Euroscore die Letalität überhöht vorhersagt.

Dagegen liegt mit dem spezifischen KCH-Score 3.0 die erwartete In-Hospital-Letalität der Leverkusener Patienten mit 2,4 % unter der beobachteten von 2,9 %. Bundesweit waren die mit diesem Score ermittelte erwartete und die tatsächliche In-Hospital-Letalität gleich und

lagen bei 3,0 %. Grund dafür ist, dass die Berechnung der erwarteten Letalität modellhaft anhand der tatsächlichen Letalität kalibriert wird.

Mit beiden Scores ist die erwartete Letalität im untersuchten Patientenkollektiv niedriger als die bundesweit ermittelte. Die beobachtete Letalität der Leverkusener Patienten und die der Patienten bundesweit unterscheiden sich nicht signifikant.

## **Schlussfolgerungen**

In einem monoinstitutionellen Kollektiv zeigt sich bezüglich der In-Hospital-Letalität nach isolierter Koronarchirurgie kein signifikanter Unterschied zur bundesweiten Statistik.

Die Arbeit zeigt, dass die tatsächliche Sterblichkeit nach einem herzchirurgischen Eingriff die sogenannte „Krankenhaussterblichkeit“ deutlich übersteigt. Die tatsächliche Sterblichkeit manifestiert sich in einem Zeitraum von 4 Monaten nach der Operation. Dies ist für die Patientenberatung und eine differenzierte Indikationsstellung von Bedeutung.

Die zur Vorhersage verwendeten Scores überschätzen (Euroscore) oder unterschätzen (KCH-Score 3.0) die tatsächliche Sterblichkeit, was ebenfalls bei der Patientenberatung und ggf. bei der Indikationsstellung zu berücksichtigen ist.

## **2 Einleitung**

### **2.1 Qualitätssicherung**

Für ein leistungsfähiges Gesundheitssystem ist es unabdingbar, dass die einzelnen Leistungen, die es bietet, kontinuierlich qualitätsgesichert sind.

Die externe Qualitätssicherung stationärer Patienten besteht in Deutschland verpflichtend seit 2004, seit der Gründung des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA), des obersten Beschlussgremiums der gemeinsamen Selbstverwaltung von Ärzten, Zahnärzten, Psychotherapeuten, Krankenhäusern und Krankenkassen in Deutschland.<sup>1-3</sup>

Mit der Durchführung dieses Qualitätssicherungsverfahrens wurden folgende Institute betraut, nämlich das BQS Institut für Qualität & Patientensicherheit GmbH<sup>4</sup>, Düsseldorf, von 2001 bis 2009, das AQUA Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen GmbH<sup>5</sup>, Göttingen, von 2010 bis 2014, und seit Juni 2014 das Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTiG)<sup>6</sup>, Berlin. Auftraggeber ist der G-BA<sup>1</sup>.

Ziel ist der Vergleich zwischen Krankenhäusern<sup>7</sup> in definierten Leistungsbereichen.<sup>8,9</sup>

Für die isolierte Koronarchirurgie, die isolierte Aortenklappenchirurgie sowie die Kombination von Koronar- und Aortenklappenchirurgie wurden mehrere Qualitätsindikatoren entwickelt.<sup>10</sup>

Zu den Qualitätsindikatoren gehören Letalität, postoperative Mediastinitis, postoperative Nierenfunktionsstörung, neurologische Komplikationen. Bei der isolierten Koronarchirurgie wird zusätzlich die Verwendung der linksseitigen Arteria mammaria interna erfasst.<sup>11-13</sup>

Als der wichtigste Qualitätsindikator nach herzchirurgischen Eingriffen wird die Letalität betrachtet.<sup>3</sup>

### **2.2 Risikoadjustierung in der Herzchirurgie**

Die Krankenhausletalität nach einem chirurgischen Eingriff gehört zu den wichtigen Qualitätsindikatoren in der Herzchirurgie. Sie hängt allerdings nicht nur von der Qualität der durchgeführten Operation ab, sondern auch von der Grunderkrankung, den Vorerkrankungen und auch krankheitsunabhängigen Kriterien wie Alter und Geschlecht – kurz: vom Risikoprofil des jeweiligen Patienten. Dieses Risikoprofil der Patienten ist also mitbestimmend für das Ergebnis eines Krankenhauses. Je mehr Patienten mit einem hohen Risikoprofil ein bestimmtes Krankenhaus aufsuchen, desto höher ist dort in der Regel die zu erwartende Letalität. Damit deutet ein hoher Letalitätsgrad nicht ohne Weiteres auf eine schlechtere

Qualität des Krankenhauses hin.<sup>11-13</sup> Um die Unterschiede im Risikoprofil auszugleichen, ist eine Risikoadjustierung mit Risikoscores nötig.

Allerdings zeigen u. a. Hannan et al. auch, dass unabhängig vom Risikoprofil die Zentren mit einer überdurchschnittlichen hohen Anzahl an durchgeführten ACB-OP die niedrigsten Sterblichkeitsraten nach dieser OP aufweisen.<sup>14</sup>

Die Sterblichkeitswahrscheinlichkeit nach kardiochirurgischen Operationen kann mit verschiedenen Risikoscores ermittelt werden. Die Scores werden auf Grundlage relevanter Variablen wie z. B. Symptome, Diagnosen, Operationen und Risikoprofil konzipiert. Relevant sind Variablen, die das Endereignis, d. h. hier die Sterblichkeit, statistisch belegt beeinflussen.<sup>15</sup>

Diese Variablen werden mithilfe der multiplen logistischen Regressionsmodelle festgelegt und gewichtet. In einem weiteren Schritt wird ebenfalls auf Grundlage einer multivariaten logistischen Regressionsanalyse die so genannte risikoadjustierte Letalitätsrate berechnet.<sup>11-13</sup>

13

Setzt man die Anzahl der tatsächlich beobachteten (observed) Ereignisse ins Verhältnis zur Anzahl der per Score erwarteten (expected) Ereignisse, ergibt sich die sog. observed/expected-Ratio (O/E-Ratio). Eine O/E-Ratio von kleiner 1 bedeutet, dass weniger Ereignisse eintraten, als das Modell vorhergesagt hat.

Der Euroscore war das erste Mittel, mit dem das BQS Institut für Qualität & Patientensicherheit GmbH<sup>4</sup> die Risikoeinschätzung nach allen herzchirurgischen Eingriffen durchgeführt hat.<sup>16-19</sup>

### **2.2.1 Euroscore**

Seit 1999 steht der Euroscore zur Ermittlung der erwarteten Letalität nach allen herzchirurgischen Haupteingriffen zur Verfügung.<sup>17,18</sup>

Zu seiner Erstellung wurden die Daten von 19.030 Patienten aus 128 Herzzentren in 8 europäischen Ländern verwendet.<sup>17,18</sup>

Von 97 Risikofaktoren wurden für den Score 17 selektiert, bei denen ein signifikanter Einfluss auf die 30-Tage-Letalität nachgewiesen wurde. Überraschenderweise wurde kein signifikanter Einfluss u. a. einer arteriellen Hypertonie, eines Diabetes mellitus oder eines Nikotinabusus auf die Letalität festgestellt.<sup>20,18</sup>

Die maßgeblichen 17 Risikofaktoren wurden in 9 patientenbezogene (demographische und anamnestische), 4 kardiale und 4 operationsbezogene Faktoren unterteilt. Diese werden in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Risikofaktoren für die 30-Tage-In-Hospital-Letalität beim Euroscore nach [www.euroscore.org](http://www.euroscore.org)

Risikofaktor Euroscore	Definition laut <a href="http://www.euroscore.org">www.euroscore.org</a>
Alter (8 Risikoklassen)	60 - 64 Jahre 65 - 69 Jahre 70 - 74 Jahre 75 - 79 Jahre 80 - 84 Jahre 85 - 89 Jahre 90 - 94 Jahre ≥ 95 Jahre
Geschlecht	Weiblich
Lungenerkrankung(en)	Langzeitanwendung von Bronchodilatoren, Steroiden
Arterielle Gefäßerkrankung	Claudicatio, A.-carotis-Verschluss oder > 50 % Stenose, vorausgegangene oder indizierte Operation an der Aorta, den Arterien der unteren Extremität oder den Karotiden
Neurologische Dysfunktion	Einschränkung von Fortbewegung oder Alltagsablauf
Reoperation (Vor-OP Herz/Aorta)	Erfordert erneute Perikarderöffnung
Präoperativer Kreatininwert	> 200 µmol/l
Kritischer präoperativer Status	Kardiogener Schock/Dekompensation innerhalb der letzten 48 Stunden ODER Reanimation innerhalb der letzten 48 Stunden ODER ventrikuläre Tachykardie, Vorhofflimmern ODER Patient wird beatmet ODER Katecholamine (Inotropika i. v.) ODER IABP als (präoperative) mechanische Kreislaufunterstützung ODER präoperatives Nierenversagen
Instabile Angina pectoris	Ruheangina
Linksventrikuläre Dysfunktion (zwei Risikoklassen)	LVEF mittel oder 30 - 50 % LVEF schlecht oder < 30 %
Myokardinfarkt	Infarkt(e) innerhalb der letzten 90 Tage
Pulmonale Hypertonie	Systolischer pulmonalarterieller Druck > 60 mmHg
Notfall	OP sofort oder vor Beginn des nächsten Arbeitstages
Andere außer ACB	Zusätzliche oder andere als koronare Bypassoperation
Thorakaler Aorteneingriff	Aufsteigende Aorta, Aortenbogen, Absteigende Aorta

Risikofaktor Euroscore	Definition laut <a href="http://www.euroscore.org">www.euroscore.org</a>
Ventrikelseptumruptur nach Myokardinfarkt	Ja / Nein

Bei der Risikoadjustierung kommen zwei Modelle zum Einsatz. Das ursprüngliche und einfachere, additive Modell summiert jeden vorliegenden Risikofaktor Punkt für Punkt auf.<sup>17,21</sup> Es unterscheidet drei Risikogruppen, und zwar mit einem niedrigen (1-2 Punkte), einem mittleren (3-5 Punkte) und einem hohen Risiko (6-45 Punkte).

Die additive Euroscore-Methode erwies sich als nachteilig, da sie zur Überschätzung der Letalität in Niedrigrisikogruppen und zu einer schlechten Abschätzung der Letalität bei Hochrisikopatienten führte.<sup>22,23</sup>

Aus diesem Grund war es notwendig, eine logistische Methode zu entwickeln, um die Vorhersagekraft des Scores präziser zu machen.<sup>23</sup>

Diese logistische Version des Euroscores ist aufwändiger in der Bestimmung des Outcomes, da sie mit einer komplexen multivariaten Regressionsanalyse berechnet wird.<sup>24</sup>

Allerdings wird auch hier das Letalitätsrisikos in den verschiedenen Patientengruppen überschätzt.<sup>21,25</sup> Überraschenderweise war die logistische Vorhersage sogar nicht selten höher als die additive.<sup>26,27</sup>

Somit überschätzen der additive und der logistische Euroscore die Letalität.<sup>28-33,25</sup> Grund hierfür ist die Verbesserung der herzchirurgischen Ergebnisse in den Jahren nach der Einführung des Euroscores.

Das wiederum führte zu einer notwendigen Weiterentwicklung des Euroscores, um die postoperative Sterblichkeitsrate genauer zu ermitteln.

*Tabelle 2: Ergebnis der multiplen logistischen Regression für den Euroscore<sup>18</sup>*

Risikofaktor Euroscore	Regressionskoeffizient	Standardfehler	p-Wert	Odds-Ratio
Konstante	-4,789594			
Alter (kontinuierlich)	0,0666354	0,007	0,001	1,1
Geschlecht weiblich	0,3304052	0,128	0,001	1,4
Lungenerkrankung(en)	0,4931341	0,284	0,006	1,6

Risikofaktor Euroscore	Regressionskoeffizient	Standardfehler	p-Wert	Odds-Ratio
Arterielle Gefäßerkrankung	0,6558917	0,376	0,001	1,9
Neurologische Dysfunktion	0,841626	0,584	0,001	2,3
Reoperation an Herz/Aorta	1,002625	0,324	0,001	2,6
Präoperativer Kreatininwert	0,6521653	0,256	0,001	1,9
Kritischer präoperativer Status	1,101265	0,319	0,001	2,2
Instabile Angina pectoris	0,5677075	0,202	0,001	1,5
LVEF mittel oder 30 - 50 %	0,4191643	0,138	0,001	1,5
LVEF schlecht oder < 30 %	1,094443	0,340	0,001	2,5
Myokardinfarkt ≤ 90 Tage zurück	0,5460218	0,208	0,001	1,6
Pulmonale Hypertonie	0,7676924	0,423	0,001	2
Notfall	0,7127953	0,440	0,001	2,8
Andere außer ACB	0,7127953	0,170	0,001	1,6
Thorakaler Aorteneingriff	0,7127953	0,650	0,001	3,2
Septumruptur nach Myokardinfarkt	0,7127953	1,735	0,002	3,8

### 2.2.2 Euroscore II

Der Euroscore (bzw. Euroscore I) wurde im Jahre 2011 durch Euroscore II ersetzt und im April 2012 erstmalig im *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* präsentiert.<sup>34</sup>

Es wurden Datensätze von 22.381 Patienten aus 154 Krankenhäusern in 43 Ländern nach einem größeren herzchirurgischen Eingriff ausgewertet.

In der neuen Version werden einige Variablen hinzugefügt, einige entfernt und einige differenzierter klassifiziert.

Von den patientenbezogenen Risikofaktoren wird die Variable für neurologische Dysfunktion entfernt. Stattdessen wird die eingeschränkte Motilität hinzugefügt.

Darüber hinaus wird die renale Dysfunktion nicht allein nach dem Kreatinin-Wert beurteilt, sondern nach der Kreatinin Clearance (creatinine clearance CC) oder nach der Notwendigkeit einer Dialyse. Somit unterscheidet der Score zwischen Dialysepflichtigkeit, schwerer renaler Dysfunktion mit CC < 50 ml/min, moderater Dysfunktion mit CC 50-85 ml/min und normaler

Nierenfunktion mit  $CC > 85$  ml/min. Es wurde nachgewiesen, dass die Kreatinin-Clearance ein besserer Prädiktor ist als das absolute Serumkreatinin.

Das neue Modell enthält zusätzlich das Kriterium des insulinpflichtigen Diabetes mellitus, der im Originalmodell nicht vorkam.

Auch wurde die Bewertung des Alters modifiziert. Das Alter ist nach wie vor ein wichtiger Vorhersagefaktor für die Sterblichkeit ab dem 60. Lebensjahr. Allerdings hat sein Einfluss bei der Kalkulation der erwarteten Letalität abgenommen. Zum einen sinkt sein  $\beta$ -Koeffizient in der univariaten Regressionsanalyse. Zum anderen wird er in der multivariaten Regressionsanalyse noch weiter reduziert, indem einige andere Risikofaktoren berücksichtigt werden, insbesondere wenn die neue Variable für die Nierenfunktion einbezogen wird.

Beachtenswert ist, dass es bei der Datenerhebung zum Euroscore II nur 21 von 22.381 Patienten gab, die älter als 90 Jahre waren. Der älteste war 95 Jahre alt.

Die kardialen Faktoren werden um die NYHA Klassifikation (II-IV) erweitert. Der Begriff der instabilen Angina unter Einsatz intravenöser Nitrate ist veraltet und wird als CCS Klasse IV Angina neu definiert.

Auch den Einfluss eines präoperativen Myokardinfarktes auf die Sterblichkeit erkennt der Euroscore II an. Der Myokardinfarkt wird nach Höhe des Troponinspiegels definiert. Problematisch erweist sich allerdings, dass es unterschiedliche Troponin-Messverfahren (Troponin I und T) gibt, verschiedene Tests durchgeführt werden können sowie große Unterschiede zwischen den Referenzwerten in den Krankenhäusern bestehen. Damit gibt es keine einheitliche Methode zur Messung der Infarktgröße.

Weiterhin wird der zeitliche Abstand von 90 Tagen zwischen dem diagnostizierten Myokardinfarkt und der Herz-OP für die Sterblichkeit unverändert als relevant angesehen. Nur vorübergehend hatte der Euroscore II eine zweistufige zeitliche Bestimmung zugrunde gelegt, nämlich den Myokardinfarkt in den drei Tage bzw. im Zeitraum zwischen dem 4. und 90. Tag vor der OP.

Die LV-Funktion wird in vier Kategorien eingeteilt: gut ( $LVEF \geq 50\%$ ), mäßig ( $LVEF 31-50\%$ ), schlecht ( $LVEF 21-30\%$ ) und sehr schlecht ( $LVEF < 20\%$ ).

Die pulmonale Hypertonie kennt zwei quantitative Kategorien, nämlich PAP 31-55 mmHg und PAP  $> 55$  mmHg.

Bei den operationsbezogenen Variablen wird die Septumruptur als Folge eines Myokardinfarktes nicht mehr berücksichtigt.

Die Eingriffsdringlichkeit wird in vier Abstufungen eingeteilt, nämlich elective, urgent, emergency, salvage (elektiv, dringlich, Notfall, Rettung).

Bei der Operationsart werden vier chirurgische Verfahren unterschieden: eine isolierte aortokoronare Bypass-Operation (isolated CABG), ein einfacher Eingriff, der nicht als eine isolierte Bypass-Operation definiert ist (single non-CABG), ein zweifacher Eingriff und schließlich ein Eingriff mit drei oder mehr größeren Herzeingriffen.

Aufgrund der bekannten Differenzen zwischen den mit dem Euroscore ermittelten erwarteten und den beobachteten tatsächlichen Letalitäten, wurde es notwendig, neue Scoremodelle anzuwenden. Dabei konnte man auf Modelle des BQS Instituts für Qualität und Patientensicherheit in Düsseldorf zurückgreifen, die es ab 2004 entwickelte.

Anders als beim Euroscore, der alle herzchirurgischen Eingriffe erfasst, hat das Institut für drei herzchirurgische Leistungsbereiche nunmehr spezifische Risikomodelle erstellt.<sup>3</sup>

Für die isolierte Koronarchirurgie wurde der KCH-Score<sup>35</sup>, für die isolierte Aortenklappenchirurgie der AKL-Score<sup>36</sup> und für die Kombination von Koronarchirurgie und Aortenklappenchirurgie der KBA-Score eingeführt.

### **2.2.3 KCH-Score 3.0**

Der KCH-Score für isolierte aortokoronare Bypass-Chirurgie wurde auf Grundlage bundesweiter Daten aus dem Jahr 2004 entwickelt und mit Daten von 43.145 Patienten aus dem Jahr 2008 angepasst. In dieser Form wird er als sog. KCH-Score 3.0 für die vorliegende Arbeit verwendet.

Ebenfalls wurden die beiden anderen Scores (AKL- und KBA-Score) auf Basis der BQS-Bundesdaten 2008 entwickelt. Damit können die drei Scores inhaltlich und zeitlich verglichen werden.

Mit multiplen logistischen Regressionsmodellen werden Risikofaktoren festgelegt, die die In-Hospital-Letalität signifikant beeinflussen.

Hingegen werden die Variablen ohne signifikanten Einfluss bei der Selektion der Risikofaktoren entfernt. Somit wurde kein signifikanter Einfluss für eine Hauptstammstenose, eine instabile Angina, einen klinischen Schweregrad der Herzinsuffizienz NYHA (III), ein positives Troponin, eine Angina pectoris und eine vorausgegangene PCI belegt.

Hierneben wurden eine Fettstoffwechselstörung, eine arterielle Hypertonie und ein Nikotinabusus bereits bei der Entwicklung des KCH-Score im Jahre 2004 als Variablen ohne zusätzlichen Einfluss identifiziert und bei der Datensatzüberarbeitung 2007 nicht erfasst.

Die 17 signifikant relevanten Risikofaktoren werden in der Tabelle 3 zusammengefasst.

Werden die berechneten erwarteten Versterbenswahrscheinlichkeiten aller Patienten aufsummiert, ergibt sich die zu erwartende Anzahl der Patienten, die nach dem definierten Eingriff im Krankenhaus versterben. Demgegenüber gibt der Mittelwert Aufschluss über eine erwartete Krankenhausletalität des betroffenen Patientenkollektivs eines Krankenhauses.<sup>11-13</sup>

*Tabelle 3: Risikofaktoren für die In-Hospital-Letalität beim KCH-Score 3.0 für die isolierte Koronarchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008*

Risikofaktor KCH-Score 3.0	Definition laut BQS-Datensatz Herzchirurgie
Alter (fünf Risikoklassen)	66 - 70 Jahre 71 - 75 Jahre 76 - 80 Jahre 81 - 85 Jahre > 85 Jahre
Geschlecht	Weiblich
Body Mass Index (BMI): (Körpergewicht bei Aufnahme / (Körpergröße / 100) <sup>2</sup> ) (zwei Risikoklassen)	BMI < 22 BMI > 35
Klinischer Schweregrad der Herzinsuffizienz	NYHA-Klassifikation (IV): Beschwerden in Ruhe
Myokardinfarkt	Infarkt(e) innerhalb der letzten 21 Tage
Kritischer präoperativer Status	Kardiogener Schock/Dekompensation innerhalb der letzten 48 Stunden ODER Reanimation innerhalb der letzten 48 Stunden ODER Patient wird beatmet ODER Katecholamine (Inotropika i. v.) ODER IABP als (präoperative) mechanische Kreislaufunterstützung
Pulmonale Hypertonie	Pulmonale Hypertonie
Herzrhythmus bei Aufnahme	Vorhofflimmern ODER andere Rhythmusstörungen
Linksventrikuläre Dysfunktion (zwei Risikoklassen)	LVEF mittel oder 30 - 50 % LVEF schlecht oder < 30 %
Koronarangiographiebefund	3-Gefäßerkrankung

Risikofaktor KCH-Score 3.0	Definition laut BQS-Datensatz Herzchirurgie
Reoperation (Vor-OP Herz/Aorta)	Anzahl Voroperationen an Herz/Aorta $\geq 1$ ODER genaue Anzahl unbekannt (aber mind. 1)
Diabetes mellitus (insulinpflichtig)	Diabetes mellitus mit Insulin behandelt
Arterielle Gefäßerkrankung	Arterielle Gefäßerkrankung
Lungenerkrankung(en) (zwei Risikoklassen)	COPD mit Dauermedikation ODER COPD ohne Dauermedikation andere Lungenerkrankungen
Neurologische Dysfunktion	Neurologische Erkrankungen: ZNS, zerebrovaskulär (Blutung/Ischämie) ODER ZNS, andere (Parkinson, Alzheimer) ODER peripher ODER Kombination
Präoperative Nierenersatztherapie oder präoperativer Kreatininwert	Akute präoperative Nierenersatztherapie ODER chronische präoperative Nierenersatztherapie ODER Kreatininwert (präoperativ) $> 2,3$ mg/dl ODER Kreatininwert (präoperativ) $> 200$ $\mu$ mol/l
Notfall	OP-Dringlichkeit Notfall ODER OP-Dringlichkeit Notfall (Reanimation/ultima ratio)

Tabelle 4: Ergebnis der multiplen logistischen Regression für den KCH-Score 3.0 nach der BQS-Bundesauswertung 2008

Risikofaktor KCH-Score 3.0	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	p-Wert	Odds-Ratio
Konstante	-5,874	0,111	<0,001	
Alter 66 - 70 Jahre	0,487	0,100	<0,001	1,63
Alter 71 - 75 Jahre	0,813	0,093	<0,001	2,26
Alter 76 - 80 Jahre	1,134	0,095	<0,001	3,11
Alter 81 - 85 Jahre	1,328	0,115	<0,001	3,77
Alter > 85 Jahre	1,502	0,206	<0,001	4,49
Geschlecht weiblich	0,186	0,069	0,007	1,20
Body Mass Index < 22	0,376	0,114	0,001	1,46
Body Mass Index > 35	0,453	0,111	<0,001	1,57
Herzinsuffizienz: NYHA (IV)	0,562	0,076	<0,001	1,75

Risikofaktor KCH-Score 3.0	Regressionskoeffizient	Standardfehler	p-Wert	Odds-Ratio
Myokardinfarkt $\leq$ 21 Tage zurück	0,362	0,071	<0,001	1,44
Kritischer präoperativer Status	0,953	0,076	<0,001	2,59
Pulmonale Hypertonie	0,471	0,116	<0,001	1,60
Herzrhythmus: Vorhofflimmern oder andere Herzrhythmusstörungen	0,502	0,081	<0,001	1,65
LVEF mittel oder 30 - 50 %	0,415	0,070	<0,001	1,51
LVEF schlecht oder < 30 %	0,806	0,089	<0,001	2,24
3-Gefäßerkrankung	0,407	0,087	<0,001	1,50
Reoperation an Herz/Aorta	0,557	0,109	<0,001	1,74
Diabetes mellitus (insulinpflichtig)	0,217	0,077	0,005	1,24
Arterielle Gefäßerkrankung	0,398	0,066	<0,001	1,49
Lungenerkrankung: COPD	0,419	0,080	<0,001	1,52
Lungenerkrankung: andere	0,507	0,153	0,001	1,66
Neurologische Dysfunktion	0,325	0,091	<0,001	1,38
Nierenersatztherapie oder Kreatininwert	0,927	0,098	<0,001	2,53
Notfall	0,758	0,077	<0,001	2,13

#### 2.2.4 AKL-Score

Der für die isolierte Aortenklappenchirurgie relevante AKL-Score wurde im Jahre 2008 auf Grundlage von 11.794 Fällen entwickelt, bei denen entweder eine offene Aortenklappenoperation oder eine Transkatheter-Aortenklappenimplantation (TAVI) durchgeführt wurden. Zu erwähnen ist, dass die TAVI-Prozedur 2008 erstmalig in die Risikoadjustierung der In-Hospital-Letalität aufgenommen wurde.

Es wurden 15 Risikofaktoren festgelegt, die in der Tabelle 5 zusammengefasst werden.

Keine signifikante Relevanz für die In-Hospital-Letalität wurde für eine Hauptstammstenose, eine instabile Angina, einen klinischen Schweregrad der Herzinsuffizienz NYHA (III), eine Angina pectoris, eine vorausgegangene PCI, einen Diabetes mellitus (insulinpflichtig), andere Lungenerkrankungen als COPD und eine neurologische Dysfunktion nachgewiesen. Daher wurden diese Risikofaktoren in die endgültige Modellberechnung nicht einbezogen.<sup>36,11-13</sup>

Tabelle 5: Risikofaktoren für die In-Hospital-Letalität beim AKL-Score für die isolierte Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008

Risikofaktor AKL-Score	Definition laut BQS-Datensatz Herzchirurgie
Alter (fünf Risikoklassen)	66 - 70 Jahre 71 - 75 Jahre 76 - 80 Jahre 81 - 85 Jahre > 85 Jahre
Geschlecht	Weiblich
Body Mass Index (BMI): (Körpergewicht bei Aufnahme / (Körpergröße / 100) <sup>2</sup> ) (zwei Risikoklassen)	BMI < 22 BMI > 35
Klinischer Schweregrad der Herzinsuffizienz	NYHA-Klassifikation (IV): Beschwerden in Ruhe
Myokardinfarkt	Infarkt(e) innerhalb der letzten 21 Tage
Kritischer präoperativer Status	Kardiogener Schock/Dekompensation innerhalb der letzten 48 Stunden ODER Reanimation innerhalb der letzten 48 Stunden ODER Patient wird beatmet ODER Katecholamine (Inotropika i. v.) ODER IABP als (präoperative) mechanische Kreislaufunterstützung
Pulmonale Hypertonie	Pulmonale Hypertonie
Herzrhythmus bei Aufnahme	Vorhofflimmern ODER andere Rhythmusstörungen
Linksventrikuläre Dysfunktion (zwei Risikoklassen)	LVEF mittel oder 30 - 50 % LVEF schlecht oder < 30 %
Reoperation (Vor-OP Herz/Aorta)	Anzahl Voroperationen an Herz/Aorta $\geq$ 1 ODER genaue Anzahl unbekannt (aber mind. 1)
Akute Infektion(en)	Floride Endokarditis
Arterielle Gefäßerkrankung	Arterielle Gefäßerkrankung
Lungenerkrankung(en)	COPD mit Dauermedikation ODER COPD ohne Dauermedikation
Präoperative Nierenersatztherapie oder präoperativer Kreatininwert	Akute präoperative Nierenersatztherapie ODER chronische präoperative Nierenersatztherapie ODER Kreatininwert (präoperativ) > 2,3 mg/dl ODER Kreatininwert (präoperativ) > 200 $\mu$ mol/l
Notfall	OP-Dringlichkeit Notfall ODER OP-Dringlichkeit Notfall (Reanimation/ultima ratio)

Tabelle 6: Ergebnis der multiplen logistischen Regression für den AKL-Score nach der BQS-Bundesauswertung 2008

Risikofaktor AKL-Score	Regressionskoeffizient	Standardfehler	p-Wert	Odds-Ratio
Konstante	-5,504	0,204	<0,001	
Alter 66 - 70 Jahre	0,461	0,248	0,063	1,58
Alter 71 - 75 Jahre	0,909	0,218	<0,001	2,48
Alter 76 - 80 Jahre	1,292	0,211	<0,001	3,64
Alter 81 - 85 Jahre	1,782	0,216	<0,001	5,94
Alter > 85 Jahre	2,351	0,239	<0,001	10,50
Geschlecht weiblich	0,357	0,114	0,002	1,43
Body Mass Index < 22	0,359	0,154	0,019	1,43
Body Mass Index > 35	0,393	0,192	0,041	1,48
Herzinsuffizienz: NYHA (IV)	0,532	0,142	<0,001	1,70
Myokardinfarkt ≤ 21 Tage zurück	0,825	0,277	0,003	2,28
Kritischer präoperativer Status	0,662	0,158	<0,001	1,94
Pulmonale Hypertonie	0,398	0,126	0,002	1,49
Herzrhythmus: Vorhofflimmern oder andere Herzrhythmusstörungen	0,343	0,119	0,004	1,41
LVEF mittel oder 30 - 50 %	0,283	0,119	0,018	1,33
LVEF schlecht oder < 30 %	0,570	0,169	0,001	1,77
Reoperation an Herz/Aorta	0,307	0,143	0,032	1,36
Fluide Endokarditis	0,545	0,213	0,010	1,72
Arterielle Gefäßerkrankung	0,359	0,125	0,004	1,43
Lungenerkrankung: COPD	0,318	0,135	0,018	1,37
Nierenersatztherapie oder Kreatininwert	1,164	0,153	<0,001	3,20
Notfall	1,057	0,195	<0,001	2,88

## 2.2.5 KBA-Score

Bei dem KBA-Score für die kombinierte Bypass- und Aortenklappenchirurgie wurden Datensätze von 7.700 Patienten ausgewertet, die in ihrer ersten Operation kombiniert chirurgisch und an der Aortenklappe operiert wurden.

Die signifikant relevanten Risikofaktoren werden in der Tabelle 7 zusammengestellt.

Kein zusätzlicher signifikanter Einfluss auf die In-Hospital-Letalität wurde für eine Hauptstammstenose, eine instabile Angina, eine pulmonale Hypertonie, einen klinischen Schweregrad der Herzinsuffizienz: NYHA (III), eine Angina pectoris, einen Body Mass Index > 1835, eine 3-Gefäßerkrankung, eine vorausgegangene PCI, eine arterielle Gefäßerkrankung, andere Lungenerkrankungen als COPD und eine neurologische Dysfunktion nachgewiesen. Diese Merkmale werden bei der Modellberechnung nicht berücksichtigt.<sup>11-13</sup>

*Tabelle 7: Risikofaktoren für die In-Hospital-Letalität beim KBA-Score für die kombinierte Bypass- und Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008*

Risikofaktor KBA-Score	Definition laut BQS-Datensatz Herzchirurgie
Alter (fünf Risikoklassen)	66 - 70 Jahre 71 - 75 Jahre 76 - 80 Jahre 81 - 85 Jahre > 85 Jahre
Geschlecht	Weiblich
Body Mass Index (BMI): (Körpergewicht bei Aufnahme / (Körpergröße / 100) <sup>2</sup> )	BMI < 22
Klinischer Schweregrad der Herzinsuffizienz	NYHA-Klassifikation (IV): Beschwerden in Ruhe
Myokardinfarkt	Infarkt(e) innerhalb der letzten 21 Tage
Kritischer präoperativer Status	Kardiogener Schock/Dekompensation innerhalb der letzten 48 Stunden ODER Reanimation innerhalb der letzten 48 Stunden ODER Patient wird beatmet ODER Katecholamine (Inotropika i. v.) ODER IABP als (präoperative) mechanische Kreislaufunterstützung
Herzrhythmus bei Aufnahme	Vorhofflimmern ODER andere Rhythmusstörungen
Linksventrikuläre Dysfunktion (zwei Risikoklassen)	LVEF mittel oder 30 - 50 % LVEF schlecht oder < 30 %

Risikofaktor KBA-Score	Definition laut BQS-Datensatz Herzchirurgie
Reoperation (Vor-OP Herz/Aorta)	Anzahl Voroperationen an Herz/Aorta $\geq 1$ ODER genaue Anzahl unbekannt (aber mind. 1)
Akute Infektion(en)	Floride Endokarditis
Diabetes mellitus (insulinpflichtig)	Diabetes mellitus mit Insulin behandelt
Lungenerkrankung(en)	COPD mit Dauermedikation ODER COPD ohne Dauermedikation
Präoperative Nierenersatztherapie oder präoperativer Kreatininwert	akute präoperative Nierenersatztherapie ODER chronische präoperative Nierenersatztherapie ODER Kreatininwert (präoperativ) $> 2,3$ mg/dl ODER Kreatininwert (präoperativ) $> 200$ $\mu$ mol/l
Notfall	OP-Dringlichkeit Notfall ODER OP-Dringlichkeit Notfall (Reanimation/ultima ratio)

Tabelle 8: Ergebnis der multiplen logistischen Regression für den KBA-Score nach der BQS-Bundesauswertung 2008

Risikofaktor KBA-Score	Regressionskoeffizient	Standardfehler	p-Wert	Odds-Ratio
Konstante	-4,739	0,237	$<0,001$	
Alter 66 - 70 Jahre	0,674	0,261	0,010	1,96
Alter 71 - 75 Jahre	0,905	0,242	$<0,001$	2,47
Alter 76 - 80 Jahre	1,061	0,240	$<0,001$	2,89
Alter 81 - 85 Jahre	1,268	0,248	$<0,001$	3,55
Alter $> 85$ Jahre	1,356	0,319	$<0,001$	3,88
Geschlecht weiblich	0,525	0,111	$<0,001$	1,69
Body Mass Index $< 22$	0,396	0,181	0,029	1,49
Herzinsuffizienz: NYHA (IV)	0,416	0,152	0,006	1,52
Myokardinfarkt $\leq 21$ Tage zurück	0,467	0,166	0,005	1,60
Kritischer präoperativer Status	0,589	0,152	$<0,001$	1,80
Herzrhythmus: Vorhofflimmern oder andere Herzrhythmusstörungen	0,290	0,127	0,023	1,34

Risikofaktor KBA-Score	Regressionskoeffizient	Standardfehler	p-Wert	Odds-Ratio
LVEF mittel oder 30 - 50 %	0,301	0,118	0,011	1,35
LVEF schlecht oder < 30 %	0,941	0,162	<0,001	2,56
Reoperation an Herz/Aorta	0,784	0,163	<0,001	2,19
Fluide Endokarditis	0,707	0,350	0,043	2,03
Diabetes mellitus (insulinpflichtig)	0,317	0,136	0,020	1,37
Lungenerkrankung: COPD	0,324	0,138	0,019	1,38
Nierenersatztherapie oder Kreatininwert	0,925	0,167	<0,001	2,52
Notfall	0,771	0,188	<0,001	2,16

Das Alter wird bei den KCH-, AKL- und KBA-Scores jeweils ab dem 66. Lebensjahr erfasst und geht in die Berechnung der Risikoadjustierung ein. Allerdings wurde diese Altersgrenze nur bei der Entwicklung der KCH- und KBA-Scores als signifikant anerkannt, während sie bei dem AKL-Score erst ab dem 71. Lebensjahr beginnt. Dennoch hat man das 66. Lebensjahr als relevante Altersgrenze gewählt, um sich für den AKL-Score einheitlich wie bei den beiden anderen Scores auf die Referenzgruppe der 18- bis 65-Jährigen zu beziehen.

Im Allgemeinen wird das Patientenalter in diesen Scores ab dem 66. Lebensjahr in Fünfjahres-Abständen bis zum 85. Lebensjahr in 5 Altersklassen eingeteilt. Ab dem 85. Lebensjahr gibt es keine Begrenzung mehr nach oben.

Bei dem Euroscore werden dagegen die Patienten schon ab dem 60. Lebensjahr in 5-jährigen Intervallen eingeteilt.

### 2.3 Fragestellungen und Ziel der Arbeit

In einem dreijährigen Follow-up werden alle Patienten aus dem Klinikum Leverkusen nach einer Herz-OP betrachtet, zu der eine Indikation im Rahmen einer diagnostischen LHK-Untersuchung im Jahre 2008 gestellt worden war.

Fünf kardiochirurgische Leistungsbereiche – nämlich die Koronar-, die AK- und die MK-Chirurgie sowie die Kombination der letzten beiden mit ACB – werden selektiert und auf die postoperative Sterblichkeit untersucht.

Mit der Wahl des mittelfristigen Beobachtungszeitraums von drei Jahren wird dem Verdacht nachgegangen, dass die bisher verwendeten und üblichen Sterblichkeitsdefinitionen, nämlich der 30-Tage-Krankenhausletalität und der Krankenhausletalität ohne zeitliche Begrenzung, nicht zu ausreichend realitätsnahen Interpretationen führen.

Des Weiteren wird die Aussagekraft zweier prognostischer Risikoscores untersucht, miteinander verglichen und bewertet. Es handelt sich einerseits um den Euroscore und andererseits um den vom BQS Institut für die isolierte Koronar-, die isolierte AK-Chirurgie sowie deren Kombination jeweils entwickelten Risikoscore (KCH, AKL und KBA).

## 3 Material und Methoden

### 3.1 Patientenrekrutierung

Vorrangig handelt es sich um Patienten, die sich aufgrund eines in einer diagnostischen LHK-Untersuchung nachgewiesenen relevanten Befundes zu einer weiteren invasiven Therapie qualifizierten.

Die Klassifikation der Eingriffe im rekrutierten Patientenkollektiv erfolgt auf Grundlage der in der Arbeit formulierten Fragestellung.

Außerdem geht es in der Arbeit um die kritische Betrachtung der in der Heimatklinik durchgeführten LHK-Untersuchungen und der in deren Rahmen erfolgten kardiologischen Koronarinterventionen, die mit den durchgeführten ACB-OP konfrontiert werden.

Die untersuchte Grundgesamtheit wird nach räumlichen, zeitlichen und sachlichen Aspekten, hier Einschlusskriterien genannt, bestimmt.

Für die Arbeit wurden zunächst alle Patienten erfasst, bei denen im Rahmen eines stationären Aufenthaltes in der Medizinischen Klinik I des Klinikums Leverkusen (räumlicher Aspekt) im Jahre 2008 (zeitlicher Aspekt) eine diagnostische LHK-Untersuchung (sachlicher Aspekt) durchgeführt wurde. Dem zeitlichen Aspekt entsprechend wurden außerdem stationäre Aufenthalte mit Aufnahme im Dezember 2007 und Entlassung im Jahr 2008 berücksichtigt. Daraus ergibt sich ein zeitlicher Raum vom 3.12.2007 bis zum 31.12.2008.

Zusammenfassend sind die Einschlusskriterien folgende:

- Patienten aus der Medizinischen Klinik I des Klinikums Leverkusen
- Beobachtungszeitraum vom 3.12.2007 bis zum 31.12.2008
- Nachweis eines operationspflichtigen oder eines anderen invasiv behandlungspflichtigen Befundes in der diagnostischen LHK-Untersuchung.

Die Patientendaten stammen aus einem hausinternen Krankenhausinformationssystem (KIS) auf der Basis des vom Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) herausgegebenen Operationen- und Prozedurenschlüssel-Katalogs (OPS Version 2008)<sup>37</sup>.

Als Hauptauswahlkriterium galt der Prozedurenschlüssel 1-275: transarterielle Linksherz-Katheteruntersuchung [*Kapitel 1, Diagnostische Maßnahmen (1-10...1-99), Untersuchung einzelner Körpersysteme (1-20...1-33), Diagnostische Katheteruntersuchung an Herz und Kreislauf (1-27), Transarterielle Linksherz-Katheteruntersuchung (1-275)*].

Es handelt sich insgesamt um 2.525 Linksherzkatheter-Untersuchungen, die bei 2.195 Patienten in der untersuchten Klinik durchgeführt wurden.

Aus dem nach diesem Prozedurenschlüssel ausgewählten Patientenkollektiv wurden Patienten mit Prozedur 8-837: perkutan-transluminale Gefäßintervention an Herz und Koronargefäßen [*Kapitel 8, Nichtoperative therapeutische Maßnahmen, (8-01...8-99), Maßnahmen für den Blutkreislauf (8-80...8-85), Perkutan-transluminale Gefäßintervention an Herz und Koronargefäßen (8-837)*] ausgeschlossen. Es handelt sich um 993 LHK-Untersuchungen. Damit wurden die äußerst unwahrscheinlichen Fälle einer Notfalloperation im Rahmen einer Koronararterien-Dissektion oder Perforation nach einer perkutanen Koronarintervention (PCI) hier nicht erfasst.

Der übrige Patientenkreis, also ohne Prozedur 8-837, wurde in zwei Gruppen aufgeteilt. Zum einen in Patienten, die entweder einen unauffälligen bzw. nicht interventions- oder nicht operationspflichtigen Befund hatten, und zum anderen diejenigen, die sich für einen herzchirurgischen oder in Einzelfällen einen anderen invasiv behandelungspflichtigen Eingriff klassifizierten.

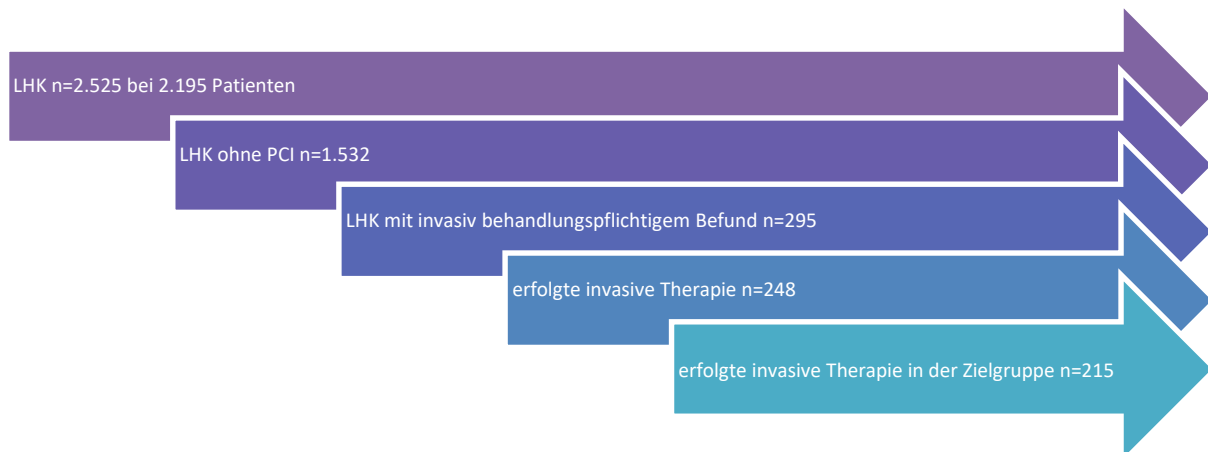
Es bleiben somit 1.532 LHK-Untersuchungen übrig.

Bei 1.237 LHK-Untersuchungen wurde keine Notwendigkeit einer weiteren invasiven Behandlung dokumentiert. Bei 295 LHK-Untersuchungen dagegen, die 295 Patienten betrafen, wurde aufgrund des zugrundeliegenden Befundes eine Indikation zu einem invasiven Eingriff festgestellt.

Ein solcher invasiver Eingriff erfolgte bei 248 Patienten.

Die Arbeit betrachtet fünf kardiochirurgische Leistungsbereiche. Diese betreffen 215 der 248 Patienten. Die Leistungsbereiche sind die isolierte Koronarchirurgie mit 137 Patienten, die isolierte AK-Chirurgie (n=36), die Kombination der beiden Verfahren (n=26), die isolierte MK-Chirurgie (n=12) und die Kombination der Koronar- und MK-Chirurgie (n=4). Diese 215 Patienten bilden die Zielgruppe der operierten Patienten.

Die Schritte des Rekrutierungsprozesses werden im Prozessdiagramm visualisiert.



*Prozessdiagramm 1: Patientenrekrutierung*

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass es sich um die LHK-Untersuchungen und Koronarinterventionen, die im Jahre 2008 durchgeführt wurden, sowie die für die Arbeit relevanten Herzoperationen handelt, die im Jahre 2008 per LHK-Untersuchung indiziert wurden. Somit wird auf die Indikationen zur OP und nicht auf die Durchführungen derselben im Jahre 2008 abgestellt. Daher fanden zwölf OP, die als relevant in die Arbeit einbezogen werden, erst im Folgejahr (2009) statt. Das betrifft fünf Patienten mit einer isolierten ACB-OP, einen Patienten mit einer isolierten AK-Chirurgie, drei Patienten mit einer kombinierten Koronar- und AK-Chirurgie und drei mit einer isolierten MK-Chirurgie.

Hingegen gibt es im Beobachtungszeitraum zwei Patienten, bei denen die LHK-Untersuchung mit einer Indikation zu einer ACB-OP 2007 erfolgte und die somit nicht in die Analyse einbezogen werden.

Die Beschränkung auf das Jahr 2008 dient der Vergleichbarkeit der Daten mit den bundesweiten Ergebnissen aus demselben Jahr.

## **3.2 Datenerhebung und -erfassung**

Die Selektion der Patienten erfolgte auf Grundlage der mit dem Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS) kodierten durchgeführten Prozeduren, die die klinikinterne EDV-Abteilung der Heimatklinik zur Verfügung gestellt hat.

Die patientenbezogenen Daten wurden aus der elektronischen Patientenakte Clinicom CareCenter (Firma Siemens) anonymisiert gewonnen.

Es wurden ärztliche Berichte, einschließlich der Entlassungsberichte aus den operierenden Instituten, die im hausinternen Krankenhausinformationssystem (KIS) digital eingepflegt waren, ausgewertet.

Die Variablen, wie die Größe und das Gewicht, wurden der Herzkatheter-Datenbank entnommen.

Zur detaillierten Erfassung, Verwaltung und primären Analyse der anonymisierten Daten wurde eine umfassende selbstentwickelte Microsoft Office Access®-Datenbank, Version 2016 verwendet. Ferner wurden die Daten zusätzlich mit Microsoft Office Excel, Version 2016, bearbeitet.

## **3.3 Statistik**

Die statistische Bearbeitung und Auswertung erfolgte mittels SPSS, Versionen IBM SPSS Statistics 28.0.0.0, R-Statistikprogramm sowie Microsoft Office Access 2016 und Excel 2016.

## **3.4 Risikoadjustierung**

### **3.4.1 Risikoadjustierung mittels des Euroscores**

Da der Euroscore noch im Jahre 2007 von der Europäischen Kardiologischen Gesellschaft empfohlen<sup>38,39</sup> und im Jahre 2008 durch das BQS Institut im Qualitätsreport 2008 verwendet wurde, wird er in dieser Arbeit ebenfalls als Richtmaß zur Beurteilung der hier untersuchten Patienten genutzt, um die hier untersuchten Patienten mit dem bundesweiten Durchschnitt zu konfrontieren.

Heutzutage wird die Aussagekraft des Scores aufgrund der überschätzten Letalität (s. o.) in Zweifel gezogen. In der vorliegenden Arbeit wird er dennoch als Hilfsmittel zur präoperativen Einschätzung der Patienten angewendet, da er eine gute Datenlage für den untersuchten Zeitraum bietet.

Darüber hinaus sollen mit dem Euroscore die Differenzen zwischen den definierten Leistungsbereichen (isolierte Koronarchirurgie, isolierte AK-Chirurgie, Kombination der beiden Verfahren und ferner auch Chirurgie der Mitralklappe) aufgezeigt werden.

### **3.4.2 Risikoadjustierung mittels der KCH-, AKL- und KBA-Scores**

Neben dem Euroscore wird die erwartete Krankenhausletalität mit den spezifischen Scores, KCH-, AKL- und KBA-Score, für die drei hier definierten kardiochirurgischen Leistungsbereiche, isolierte Koronar- und AK-Chirurgie und deren Kombination, ermittelt. Darüber hinaus werden die Patienten mit einer isolierten MK-Chirurgie und deren Kombination mit einer Koronarchirurgie mit den entsprechenden Scores für die AK-Chirurgie verglichen, nämlich mit dem AKL- und dem KBA-Score.

Für jeden Patienten wurde der logistische Euroscore und der entsprechende leistungsspezifische Score ermittelt. Für jede Patientengruppe wurde der Mittelwert gebildet, der eine Information über die erwartete Letalität (E für Expected) für die jeweilige Patientengruppe liefert. Diese wurde mit der tatsächlich beobachteten Sterblichkeit (O für Observed) verglichen. So lässt sich über die Verhältniszahl  $O / E$  erkennen, wie groß die Abweichung einer beobachteten Letalität in Relation zur erwarteten Letalität ist.<sup>40</sup>

### **3.4.3 BQS-Bundesauswertungen und Qualitätsreport 2008**

Die in der Arbeit ermittelten erwarteten und beobachteten Letalitäten werden mit den bundesweiten Daten<sup>11-13,41</sup> der BQS Institut für Qualität & Patientensicherheit GmbH (2001 bis 2009: Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH; BQS) verglichen.

Die BQS Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH wertete die im Rahmen einer externen stationären Qualitätssicherung definierten Qualitätsindikatoren u. a. in drei kardiochirurgischen Leistungsbereichen wie einer isolierten Koronarchirurgie, einer isolierten Aortenklappenchirurgie und einer Kombination der beiden Verfahren, aus.<sup>4</sup> Dadurch wird die Bewertung der Qualität der Gesamtversorgung sowie der einzelnen Krankenhäuser ermöglicht.

Darüber hinaus wird in den sogenannten Basisauswertungen eine Zusammenfassung der erhobenen Qualitätssicherungsdaten präsentiert.

Es werden die Anzahl der teilnehmenden Krankenhäuser sowie der einbezogenen Datensätze zu dem jeweiligen chirurgischen Leistungsbereich ermittelt. Die Angaben basieren auf dem Datenbankstand vom 15.03.2009.

Die Letalität wird als einer der Qualitätsindikatoren dargestellt.<sup>11–13</sup>

Die Bundesauswertungen der definierten Leistungsbereiche des Jahres 2008 werden in dem für dasselbe Jahr erstellten BQS-Qualitätsreport zusammengefasst.<sup>41</sup>

### **3.5 Berechnung der Scores**

#### **3.5.1 Berechnung des Euroscores**

Der Euroscore kann additiv oder logistisch berechnet werden.

In der additiven Variante wird jedem Risikofaktor – außer dem Alter – ein Punktwert zwischen 1 und 4 in natürlichen Zahlenschritten zugeteilt.

Der geringste Wert von 1 wird den Faktoren „weibliches Geschlecht“ und „moderate linksventrikuläre Dysfunktion“ gegeben. Den höchsten Wert von 4 erhält der Faktor „Septumruptur nach Myokardinfarkt“.

Für das Alter als Risikofaktor können bis zu 8 Punkte verteilt werden, und zwar kumulativ für jeden 5-Jahres-Schritt ab dem 60. Lebensjahr bis zum 95. Lebensjahr. Für den ersten Schritt vom 60. bis zum vollendeten 64. Lebensjahr wird ein Punkt, im letzten Schritt ab dem 95. Lebensjahr werden 8 Punkte zugeordnet. Ergänzend erwähnt sei, dass die Patienten in einem für den Euroscore maßgeblichen Alter älter als 59 Jahre sind.

Die aufsummierte Punktezahl der Risikofaktoren ergibt die prozentuale Sterbewahrscheinlichkeit.<sup>17,21</sup>

Die Patienten werden je nach Punktezahl in drei Risikogruppen eingeteilt; Niedrigrisiko (Euroscore 1–2 Punkte), mittleres Risiko (Euroscore 3–5 Punkte) und Hochrisiko (Euroscore > 6 Punkte).<sup>17</sup>

Im logistischen Euroscore wird jedem Risikofaktor der Wert 1 zugeordnet. Liegt der Faktor nicht vor, wird er mit dem Wert 0 bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

Das Alter wird jeweils wie in der additiven Variante ab dem 60. Lebensjahr berücksichtigt. Die Alterspunktezahl wird aber aus der Differenz zwischen dem Alter zum Zeitpunkt der OP und dem 59. Lebensjahr berechnet. Der bei der OP 60 Jahre alte Patient erhält einen Alterspunkt, der 61-jährige 2, der 62-jährige 3 Alterspunkte und so weiter. Die absolute Alterspunktezahl geht in die Berechnung mittels der logistischen Regressionsanalyse ein. Somit steigt

kontinuierlich das Risiko mit jedem Jahr an und nicht wie in der additiven Variante nur alle 5 Jahre.

Jeder Faktorwert wird mit einem ihm zugehörigen Regressionskoeffizienten multipliziert und die Ergebnisse werden aufsummiert.

Die Regressionskoeffizienten drücken die in dem Modell berechneten Gewichtungen der einzelnen Risikofaktoren aus.

Der Risikofaktorwert wird als  $x$  und der Regressionskoeffizient als  $\beta$  bezeichnet, somit ergibt sich zunächst der Ausdruck:

$$\beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 \dots + \beta_n \cdot x_n$$

Zu diesem Ergebnis wird eine Konstante  $\beta_0$  addiert. Im Falle des Euroscores beträgt diese Konstante -4,789594 und beim Euroscore II -5,324537.

Die Summe der Werte einschließlich einer Konstante ergibt einen mathematischen Satz  $X$ , der in die endgültige Berechnung der Wahrscheinlichkeit, nach einem bestimmten herzchirurgischen Eingriff zu versterben, eingeht.

$$X = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 \dots + \beta_n \cdot x_n$$

Schließlich wird die Summe  $X$  in die Formel einbezogen:

$$p = \frac{\exp(X)}{1 + \exp(X)}$$

Somit lautet die vollständige Formel:

$$p = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 \dots + \beta_n \cdot x_n)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 \dots + \beta_n \cdot x_n)}$$

Das Endergebnis  $p$  ist die erwartete Wahrscheinlichkeit, nach einem herzchirurgischen Eingriff zu versterben.

Die Funktion  $\exp(X)$  potenziert die Basis ( $e = 2.718281828459045$ ) mit der als Argument angegebenen Summe  $X$ . Die Konstante  $e$  ist die Eulersche Zahl.

### 3.5.2 Berechnung der KCH 3.0-, AKL- und KBA-Scores

Die vorhergesagte Letalität wurde bei den Scores mithilfe einer multivariaten logistischen Regressionsanalyse ermittelt. Die additive Methode wurde wie bei Euroscore nicht entwickelt.

Insgesamt erfolgt die Berechnung analog zu der des logistischen Euroscores. Die Risikofaktoren werden ebenfalls mit 1 oder 0 bewertet.

Unterschiede bestehen in den Regressionskoeffizienten, den Konstanten und in der Festlegung der Altersgruppen.

Die Unterschiede bei den Regressionskoeffizienten und den Konstanten werden in den Tabellen 4, 6 und 8 dargestellt.

Der Unterschied bei den Altersgruppen liegt darin, dass im logistischen Euroscore das Alter in absoluten Jahren zwischen dem 59. Lebensjahr und dem Alter zum Zeitpunkt der OP als Alterspunktezahl in die Berechnung eingeht. Bei den KCH-, AKL- und KBA-Scores wird das Alter in 5-Jahresabschnitten ab dem 66. Lebensjahr in insgesamt 5 Altersklassen eingeteilt, so dass ab dem 86. Lebensjahr keine Risikozunahme mehr angenommen wird.

## 4 Ergebnisse

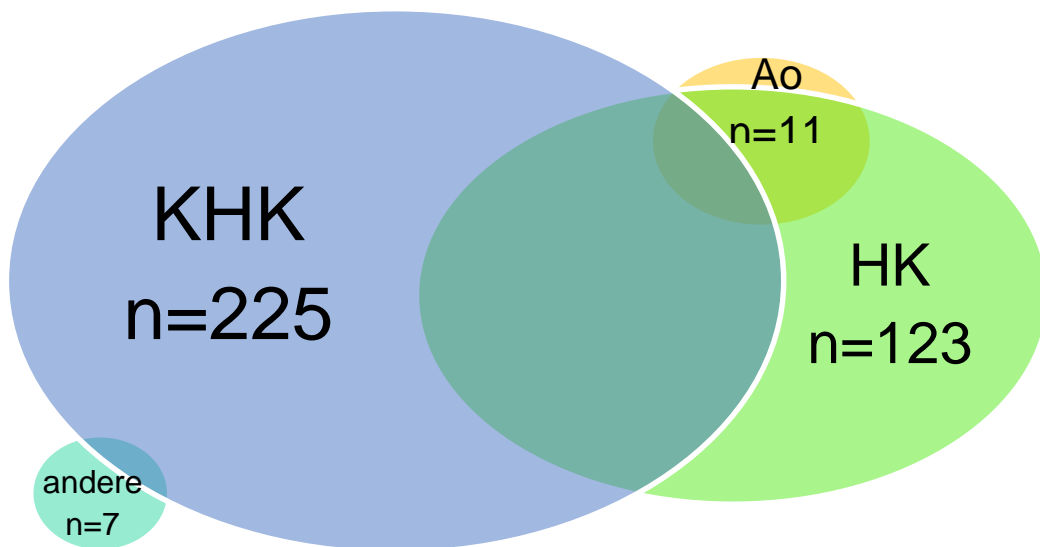
### 4.1 Klassifikation der Leberkusener Patienten nach Diagnosen

Im Folgenden werden die Patienten mit einer in der Linksherzkatheter-Untersuchung (LHK) gesicherten Indikation zu einem weiteren invasiven therapeutischen Eingriff nach Diagnosen dargestellt.

Die Patienten werden in vier Hauptdiagnosegruppen eingeteilt:

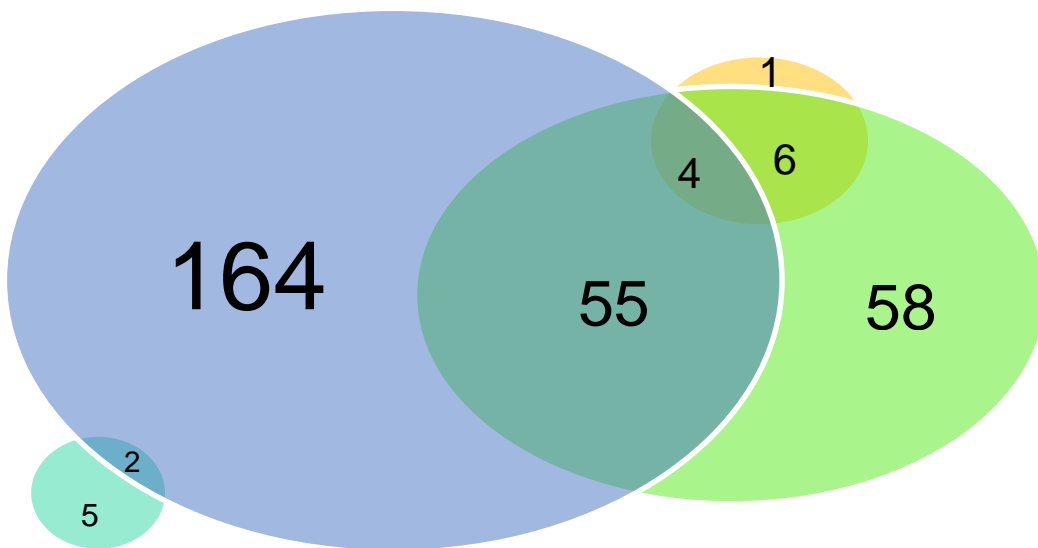
- Patienten mit einer koronaren Herzkrankheit (KHK), n=225
- Patienten mit einer Herzklappenerkrankung (HK-Erkrankung), n=123
- Patienten mit einer Aortenerkrankung (Ao-Erkrankung), n=11
- Patienten mit einer anderen invasiv behandlungspflichtigen kardiologischen Erkrankung (andere Herzerkrankungen), n=7.

Bei vielen Patienten wurden zwei oder mehrere invasiv behandlungspflichtige relevante Diagnosen festgestellt. Die vier Hauptdiagnosegruppen lassen sich daher je nach Kombination der Diagnosen in weitere Untergruppen unterteilen.



*Mengendiagramm 1: Zusammenstellung der Hauptdiagnosegruppen mit ihren gegenseitigen Relationen bei den Leberkusener Patienten*

Die Schnittmengen in den Mengendiagrammen 1 und 2 weisen auf die Kombinationen zwischen den vier Hauptgruppen hin. Eine große Gruppe bilden 59 Patienten mit sowohl einer KHK als auch einer HK-Erkrankung (bei vier von ihnen zusätzlich mit einer Ao-Erkrankung); daher wird diese Gruppe im Folgenden als eigenständige Hauptgruppe behandelt.



*Mengendiagramm 2: Quantitative Zusammenstellung der Diagnoseuntergruppen*

Die gewählte Aufteilung spiegelt die Systematik der invasiven Therapien wider, um die Untersuchung der postoperativen Letalität je nach Therapieart zu ermöglichen.

Bei der Klassifikation des Patientenkollektivs nach Diagnosen werden die Diagnosen berücksichtigt, die im Rahmen einer LHK-Untersuchung gesichert wurden. Bestimmte Diagnosen werden zusätzlich durch eine echokardiographische Untersuchung und/oder andere diagnostische Maßnahmen untermauert.

#### **4.1.1 Patienten mit koronarer Herzkrankheit**

Bei den untersuchten Patienten handelt es sich hauptsächlich um Patienten mit einer KHK; bei 225 der 295 Patienten ist eine relevante KHK nachgewiesen worden.

Eine relevante KHK wird hier dadurch definiert, dass mindestens eine epikardiale Koronararterie eine signifikante Stenose aufweist. Eine signifikante Stenose liegt vor, wenn der Durchmesser des Gefäßes angiographisch um  $\geq 50\%$  reduziert ist. Somit wird hier von der technischen Definition der KHK gesprochen.<sup>42</sup>

Eine chirurgische Myokardrevaskularisation erfolgte insgesamt bei 172 Patienten mit einer KHK.

Bei 17 KHK-Patienten wurde eine andere OP oder ein anderer invasiver Eingriff durchgeführt. Zwölf Patienten von ihnen erhielten einen chirurgischen und einen interventionellen Herzklappeneingriff. Bei einem weiteren Patienten wurde interventionell ein Ventrikelseptumdefekt (VSD) verschlossen. Bei einem anderen erfolgte eine pulmonale Thrombendarteriektomie und bei einem weiteren wurde ein Aortenersatzverfahren durchgeführt.

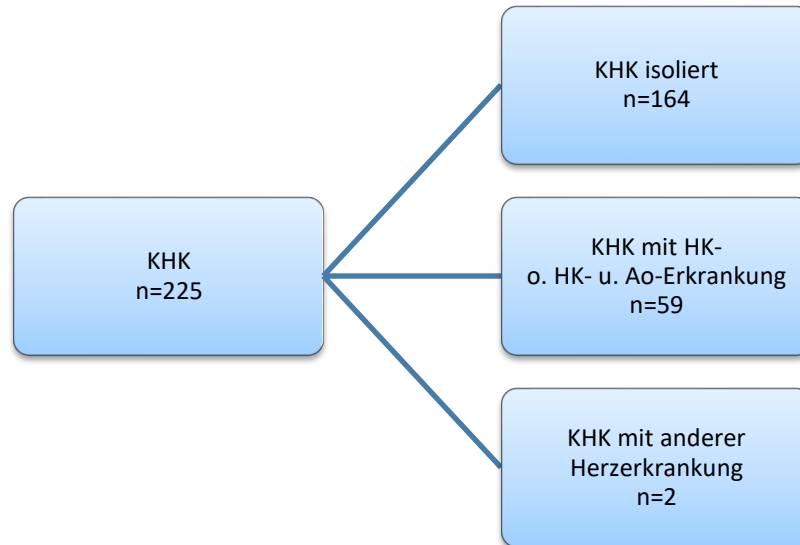
Schließlich erfolgte bei einem KHK-Patienten, bei dem ursprünglich eine Bypass-OP indiziert war, aufgrund der aktuellen klinischen Situation und ungünstigen prognostischen Faktoren letztlich eine perkutane Koronarintervention (PCI) mit medikamentenfreisetzenden Stents.

36 Patienten erhielten keine OP und keinen anderen invasiven Eingriff.

Als Information sei erwähnt, dass von den 225 KHK-Patienten 40 Patienten zu einem früheren Zeitpunkt eine PCI erhielten.

Und bei 18 Patienten wurde in der Vorgeschichte eine aortokoronare Bypass Operation (ACB-OP) durchgeführt, bei drei von ihnen bereits zweimal.

Eine KHK wird entweder isoliert betrachtet oder zusammen mit einer HK- bzw. HK- und Ao-Erkrankung oder zusammen mit einer anderen Erkrankung. Diese Aufteilung wird im Organigramm 1 veranschaulicht.



Organigramm 1: Patienten mit KHK

#### 4.1.1.1 Patienten mit isolierter KHK

Bei 164 Patienten trat die KHK isoliert auf, d. h. ohne eine andere relevante, invasiv mitzubehandelnde kardiologische bzw. angiologische Erkrankung.

138 Patienten wurden operiert; bei einem von ihnen erfolgte zusätzlich ein Aortenersatzverfahren aufgrund eines Zufallsbefundes einer Porzellan-Aorta.

Bei einem Patienten erfolgte aufgrund eines erhöhten operativen Risikos lediglich eine PCI mit medikamentenfreisetzenden Koronarstents.

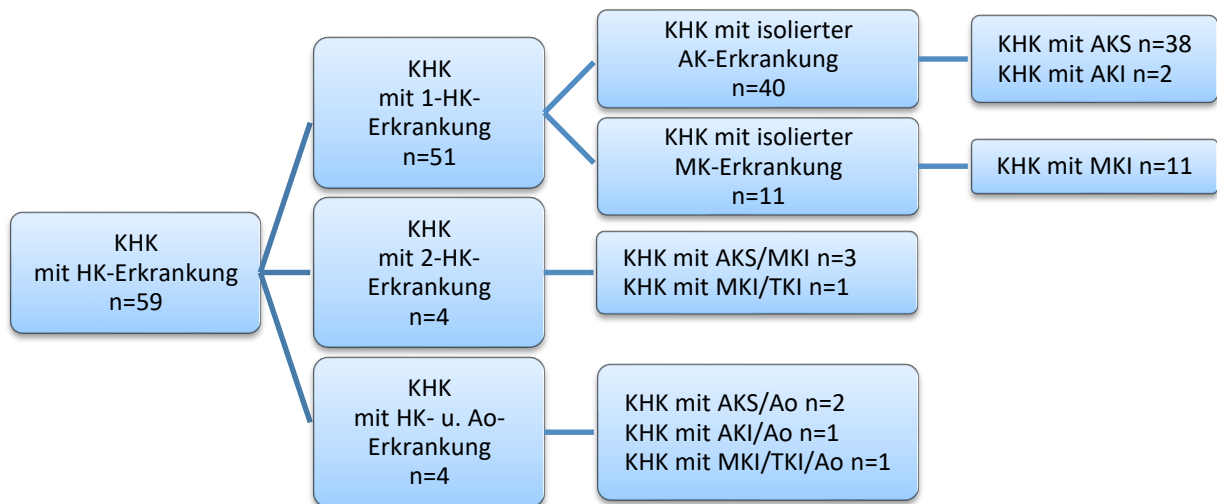
Bei 25 Patienten mit einer isolierten KHK erfolgte gar keine ACB-OP oder eine andere weitere invasive Therapie.

#### 4.1.1.2 Patienten mit KHK in Kombination mit anderen invasiv behandlungsrelevanten Erkrankungen des Herzens und/oder der Aorta

Bei 61 Patienten mit einer relevanten KHK lag noch mindestens ein anderer invasiv behandlungspflichtiger Befund vor. Bei den meisten Patienten handelt es sich um eine zusätzliche HK- oder eine HK- und Ao-Erkrankung (n=59). Ferner gab es noch zwei KHK-Patienten mit einer anderen Herzerkrankung.

#### 4.1.1.2.1 Patienten mit KHK in Kombination mit Herzklappenerkrankung

Bei 59 Patienten trat die KHK in Kombination mit einer oder mehreren HK-Erkrankungen auf. Bei 55 Patienten handelt es sich um eine Kombination mit einer oder zwei HK-Erkrankungen. Bei vier weiteren Patienten wurde zusätzlich zu einer KHK und einer HK-Erkrankung noch eine Ao-Erkrankung, nämlich ein Aortenaneurysma, erfasst.



Organigramm 2: Patienten mit KHK in Kombination mit Herzklappenerkrankung oder Herzklappen- und Aortenerkrankung

#### 4.1.1.2.1.1 Patienten mit KHK in Kombination mit Aortenklappenerkrankung

Den Organigrammen 2 und 4 kann man entnehmen, dass bei den meisten, nämlich 46 von 59 Patienten (mit einer KHK und einer HK-Erkrankung) eine KHK mit einer Aortenklappenerkrankung (AK-Erkrankung) vorlag.

Bei 43 von ihnen handelte es sich um eine Aortenklappenstenose (AKS) und bei drei Patienten um eine Aortenklappeninsuffizienz (AKI).

Eine isolierte AK-Erkrankung in Kombination mit einer KHK lag bei 40 Patienten vor, bei 38 mit einer AKS und bei zwei mit einer AKI.

Bei drei Patienten mit einer KHK und einer AKS lag noch zusätzlich eine Mitralklappeninsuffizienz (MKI) vor, somit handelte es sich hier um eine Kombination mit einer Zweiherzklappenerkrankung.

Bei drei Patienten mit einer Kombination der AK-Erkrankung und der KHK lag zusätzlich eine invasiv behandlungspflichtige Ao-Erkrankung vor.

Bei 27 Patienten wurde ein Kombinationseingriff mit einer ACB-OP durchgeführt. Bei 26 Patienten wurde die Aortenklappe (AK) ersetzt, bei einem von ihnen wurde zusätzlich die Mitralklappe (MK) rekonstruiert. Bei einem Patienten erfolgte eine Aortenklappenrekonstruktion (AKR) im Rahmen eines Aortenwurzelersatzverfahrens nach David.

Bei zehn Patienten mit einer KHK und einer AK-Erkrankung wurde keine aortokoronare Myokardrevaskularisation durchgeführt. Bei acht Patienten wurde die AK ersetzt, bei einem von ihnen mit einer klappentragenden Aortenprothese. Ein Patient erhielt lediglich eine interventionelle Valvuloplastie, da sich bei ihm die transfemorale Aortenklappenimplantation frustriert erwies. Schließlich begann zwar bei einem Patienten die OP, allerdings konnten bei ihm wegen eines inoperablen Mitralklappenersatzes (MKE) der geplante Aortenklappenersatz (AKE) und die ACB-OP aufgrund einer mors in tabula nicht durchgeführt werden.

Neun Patienten mit einer relevanten KHK und einer AKS erhielten gar keine invasive Therapie.

#### **4.1.1.2.1.2 Patienten mit KHK in Kombination mit Mitralklappenerkrankung**

Eine relevante KHK in Kombination mit einer Mitralklappenerkrankung (MK-Erkrankung) kam bei insgesamt 16 Patienten vor; bei elf Patienten isoliert, bei drei Patienten zusätzlich mit einer AKS und bei zwei Patienten mit einer Trikuspidalklappeninsuffizienz (TKI), bei einem von ihnen zugleich mit einer Ao-Erkrankung. Bei allen Patienten handelte es sich um eine MKI.

Invasiv behandelt wurden 14 Patienten und zwei Patienten erhielten keine invasive Therapie. Eine isolierte ACB-OP erfolgte bei zwei Patienten ohne chirurgische Mitbehandlung der zuvor diagnostizierten operationspflichtigen MKI.

Einen kombinierten Eingriff mit einer ACB erhielten sechs Patienten, bei vier wurde die MK in Kombination mit einer ACB-OP ersetzt, bei einem von ihnen zugleich mit einer Trikuspidalklappenrekonstruktion (TKR). Bei zwei Patienten wurde die MK rekonstruiert, bei einem von ihnen erfolgte zusätzlich ein AKE.

Bei fünf Patienten mit einer KHK und einer MK-Erkrankung wurde die MK ohne chirurgische Myokardrevaskularisation durchgeführt. Bei drei Patienten wurde die MK ersetzt. Bei zwei

Patienten wurde diese rekonstruiert, bei einem Patienten chirurgisch konventionell und in Kombination mit einer TKR und bei einem anderen Patienten chirurgisch minimalinvasiv durch eine Minithorakotomie.

Schließlich erfolgte bei einem Patienten, bei dem eine KHK und eine MKI bestanden, bei einer vorrangigen AKS ein AKE in einem chirurgisch minimalinvasiven Verfahren mit einem transapikalen Zugang.

#### **4.1.1.2.2 Patienten mit KHK in Kombination mit Aorten- oder anderer Herzerkrankung**

Diese Patienten werden in den folgenden Kapiteln: 4.1.3 (Patienten mit Aortenerkrankung) und 4.1.4 (Patienten mit anderer Herzerkrankung) erörtert.

#### **4.1.2 Patienten mit Herzklappenerkrankung**

Die in der Arbeit erstellte Klassifizierung der HK-Erkrankungen erfolgt in der Nachbetrachtung der Herzklappeneingriffe, so dass die Patienten nach den zu operierenden Herzklappen eingeteilt werden.

Eine Ausnahme bilden hier vier Patienten, bei denen präoperativ als relevant eine HK-Erkrankung diagnostiziert worden war, die aber in der durchgeführten Operation nicht mitbehandelt wurde. Bei drei von ihnen handelt es sich um eine MKI und bei einem um eine AKS.

Aufgrund eines transapikalen AKE konnte bei einem Patienten die insuffiziente MK nicht mitoperiert werden. Bei einem anderen Patienten blieb aufgrund einer mors in tabula die AKS unbehandelt. Und zwei weitere Patienten mit einer a. e. ischämisch bedingten MKI wurden ausschließlich isoliert koronarchirurgisch behandelt.

Bei den Patienten mit invasiv behandlungspflichtigen Herzfehlern, die aber keinen invasiven Eingriff erhielten, legt die Arbeit für die Diagnosestellung den eindeutigen echokardiographischen oder den Herzkatheter-Befund zugrunde.

Die begleitenden anderen leichtgradigen Klappendysfunktionen, die bei einer echokardiographischen Untersuchung erkannt wurden, werden hier nicht erfasst, da sie keine Relevanz für die eigentliche OP-Indikation besaßen. Somit werden grundsätzlich die so genannten „führenden“ Herzklappenfehler für die Diagnosefestlegung berücksichtigt.

Demnach wurden insgesamt 134 Herzklappen bei 123 Patienten primär als invasiv behandlungspflichtig diagnostiziert. Anatomisch betrachtet handelt es sich um drei Herzklappen, die AK (n=90), die MK (n=39) und die Trikuspidalklappe (TK) (n=5).

Bei 118 Patienten wurde eine einzige invasiv behandlungspflichtige Herzklappe diagnostiziert. Bei 53 von ihnen lag eine isolierte Einherzklappenerkrankung (1-HK-Erkrankung) vor, d. h. ohne Begleitung von einer anderen invasiv behandlungspflichtigen Herz- und/oder Ao-Erkrankung.

Bei 29 Patienten handelte es sich um eine AKS und bei fünf um eine AKI. Bei 17 Patienten wies die MK eine relevante Insuffizienz und bei einem eine relevante Stenose auf. Schließlich bestand bei einem Patienten eine Dysfunktion der bereits in der Vergangenheit ersetzten TK.

Bei vier Patienten wurden zwei und bei einem drei invasiv behandlungspflichtige HK-Erkrankungen festgestellt.

Bei 59 Patienten trat eine 1- oder 2-HK-Erkrankung in Kombination mit einer relevanten KHK auf. Diese Patienten wurden im Kapitel 4.1.1.2.1 (Patienten mit KHK in Kombination mit Herzklappenerkrankung) genau erläutert.

Bei sechs anderen Patienten trat eine 1-HK-Erkrankung in Verbindung mit einem operationspflichtigen Aortenaneurysma auf.

Von allen 123 Patienten mit einer HK-Erkrankung wurde bei 102 Patienten eine invasive Therapie durchgeführt. 21 Patienten erhielten keine weitere invasive Behandlung.

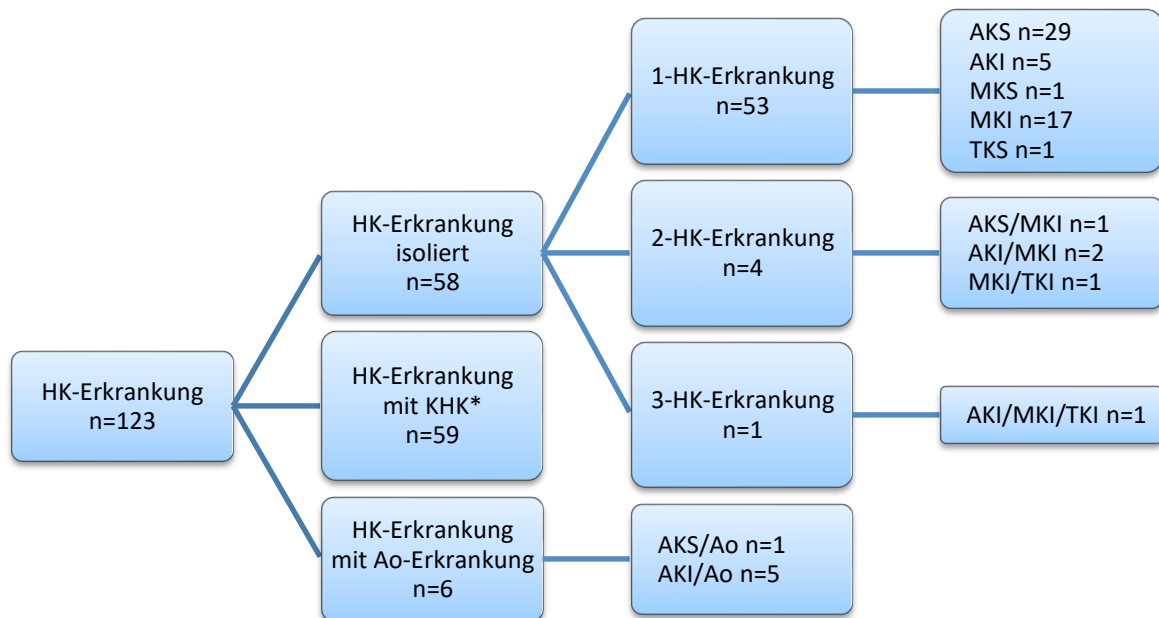
Die primär diagnostizierte HK-Erkrankung wurde allerdings nur bei 100 Patienten invasiv behandelt, denn bei zwei Patienten mit einer relevanten MKI wurde ausschließlich eine isolierte ACB-OP durchgeführt.

Bei 95 Patienten erfolgte ein eigentlicher Herzklappeneingriff; bei sechs Patienten wurden zwei Herzklappen und bei einem drei Herzklappen in einer Operation behandelt.

Darüber hinaus wurde bei zwei der 100 an den Herzklappen invasiv behandelten Patienten nur eine Herzklappe operiert, anstatt der ursprünglich zur OP vorgeschlagenen zwei Herzklappen. Bei einem Patienten erfolgte ein transkataler AKE, so dass die MK nicht mitoperiert werden konnte, und bei einem anderen Patienten blieb die AKS aufgrund einer Mors in tabula unbehandelt.

Bei fünf weiteren der 100 Patienten wurde die AK im Rahmen eines chirurgischen Aorteneingriffs mitoperiert. Diese Patienten werden im Kapitel 4.1.3 (Patienten mit Aortenerkrankung) und 4.2.2.3 (Invasive Therapie der Aortenerkrankungen) sowie 4.2.2.4 (Invasive Therapie der anderen Herzerkrankungen) gesondert beschrieben.

Somit wurden von 134 diagnostizierten invasiv behandlungspflichtigen Herzklappen insgesamt 108 invasiv behandelt (AKS n=61, AKI n=14, Mitralklappenstenose (MKS) n=1, MKI n=28 und TKI n=4). Bei fünf von ihnen im Rahmen eines Aorteneingriffs.



Organigramm 3: Patienten mit Herzklappenerkrankung

\* siehe Organigramm 2: Übersicht der Patienten mit KHK in Kombination mit Herzklappenerkrankung oder Herzklappen- und Aortenerkrankung

#### 4.1.2.1 Patienten mit Aortenklappenerkrankung

Eine AK-Erkrankung lag insgesamt bei 90 Patienten vor, bei 74 Patienten handelte sich um eine AKS und bei 16 Patienten um eine AKI.

46 Patienten mit einer AK-Erkrankung hatten zugleich eine relevante KHK. Diese Patienten wurden bereits im Kapitel 4.1.1.2.1.1 (Patienten mit KHK in Kombination mit Aortenklappenerkrankung) beschrieben.

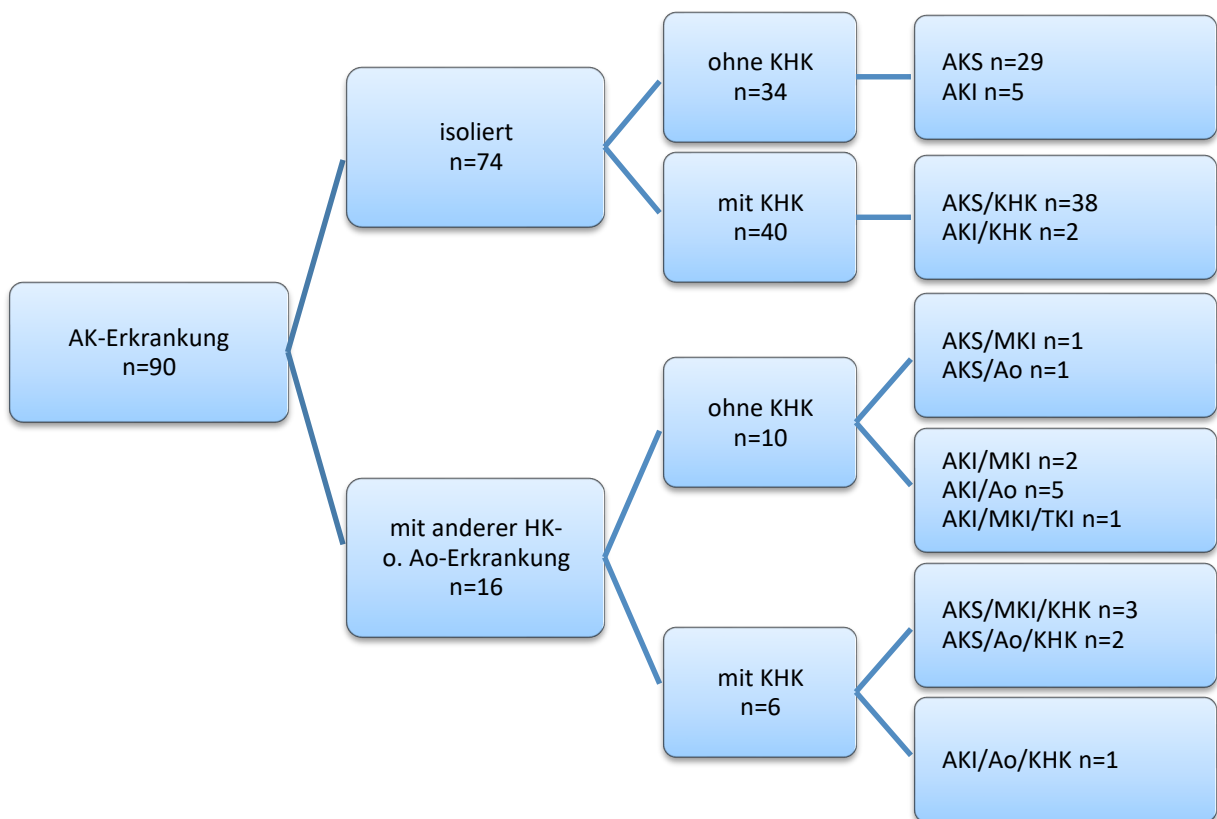
Eine isolierte AK-Erkrankung, d. h. ohne zusätzliche anderweitige Herzklappen- und/oder Ao-Erkrankung, lag bei 74 Patienten vor, bei 40 von ihnen in Kombination mit einer KHK.

Bei 16 Patienten trat die AK-Erkrankung in Kombination mit einer anderen HK- und/oder einer Ao-Erkrankung auf, bei sechs von ihnen zugleich mit einer KHK.

Bei neun Patienten mit der hier definierten AK-Erkrankung lag ferner eine weitere behandlungspflichtige Ao-Erkrankung vor, die entweder durch eine Reduktionsplastik (bei fünf Patienten) oder ein Gefäßersatzverfahren (bei vier Patienten) mitversorgt wurde.

Von 90 Patienten mit einer AK-Erkrankung wurde eine invasive Therapie der AK bei 75 Patienten durchgeführt. Ein weiterer Patient wurde zwar operiert, aber nicht an der für die OP vorgesehenen AK.

Die Aufteilung der Patienten mit einer AK-Erkrankung wird im Einzelnen im Organigramm 4 visualisiert.



Organigramm 4: Patienten mit Aortenklappenerkrankung

#### 4.1.2.2 Patienten mit Mitralklappenerkrankung

Eine relevante MK-Erkrankung trat bei 39 Patienten auf. Bei 38 Patienten wurde eine MKI und bei einem eine MKS in isolierter Form diagnostiziert.

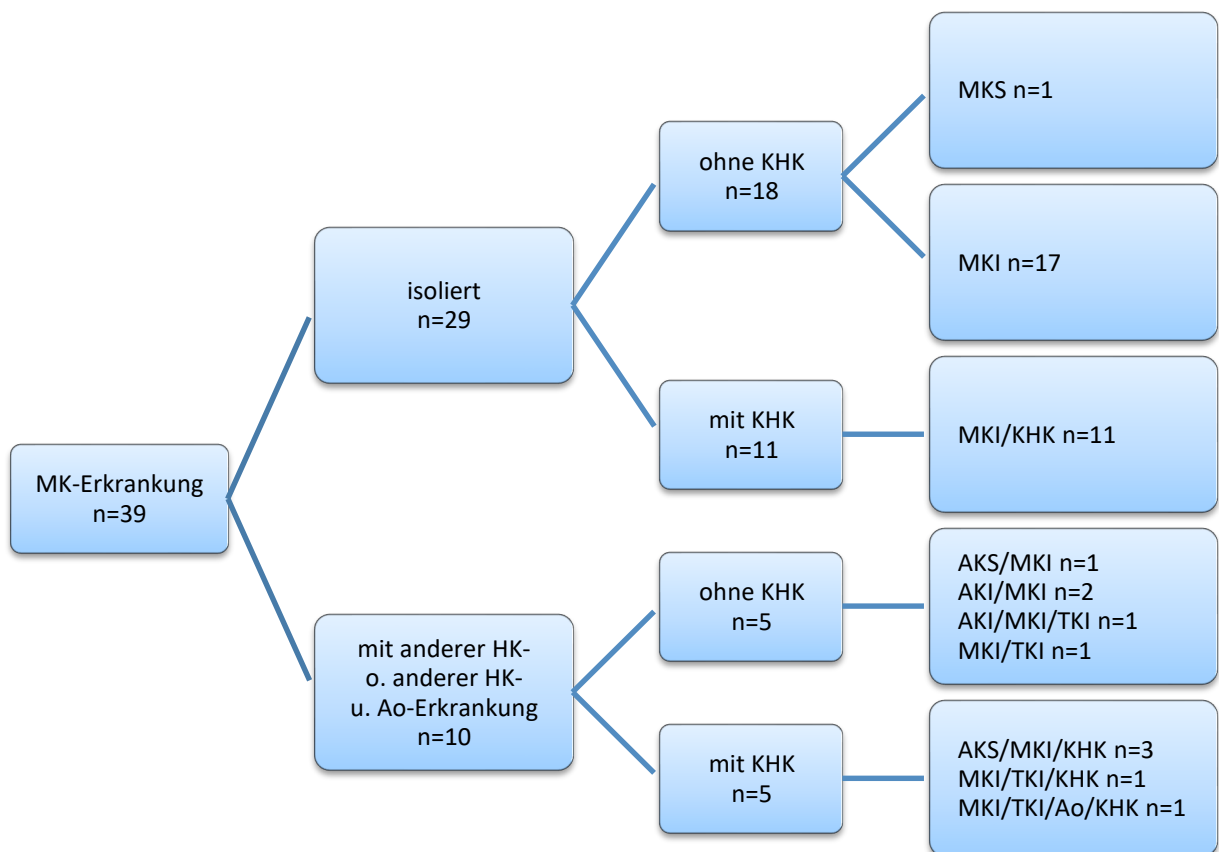
Die MKI wurde bei 17 Patienten isoliert, d. h. ohne andere für diese Diagnosenübersicht relevante Erkrankung festgestellt.

In Kombination mit einer KHK trat die MKI insgesamt bei 16 Patienten auf, bei elf Patienten als eine reine Kombination aus einer MKI und einer KHK, bei drei Patienten gleichzeitig in Kombination mit einer AKS und bei zwei Patienten mit einer TKI (bei einem von ihnen zusätzlich mit einer Ao-Erkrankung).

In Verbindung mit einer anderen HK-Erkrankung ohne KHK trat die MKI bei fünf Patienten auf, bei drei Patienten in Kombination mit einer AKI, darunter bei einem Patienten zusätzlich mit einer TKI. Bei einem weiteren Patienten ist die MKI mit einer AKS und bei einem anderen mit einer TKI diagnostiziert.

Von 39 Patienten mit einer MK-Erkrankung erfolgte eine invasive Therapie bei 32 Patienten, bei 29 von ihnen wurde die MK invasiv behandelt.

Die Aufteilung der Patienten mit einer MK-Erkrankung wird im Einzelnen im Organigramm 5 dargestellt.



Organigramm 5: Patienten mit Mitralklappenerkrankung

#### **4.1.2.3 Patienten mit Trikuspidalklappenerkrankung**

Vier Patienten litten unter einer TKI. Bei ihnen trat diese in Kombination mit einer oder zwei anderweitigen HK-Erkrankungen auf, deshalb wurden diese Patienten bei den vorgenannten Gruppen mit AK- und MK-Erkrankungen bereits erwähnt.

Bei allen Patienten wurde parallel eine MKI diagnostiziert, bei einem zusätzlich eine AKI. Darüber hinaus fand sich bei zwei Patienten eine Diagnosenkombination mit einer relevanten KHK, bei einem der beiden mit einem relevanten Aortenaneurysma. Alle vier Patienten wurden operiert.

Im Patientenkollektiv fand sich ein Patient mit einer TK-Dysfunktion nach einem Trikuspidalklappenersatz (TKE). Bei dem Patienten wurde ursprünglich eine Indikation zu einer Revision des TKE gestellt, die allerdings im Nachhinein relativiert wurde, so dass man von der Operation Abstand nahm. Der Vollständigkeit halber sei dieser Fall an dieser Stelle erwähnt.

#### **4.1.3 Patienten mit Aortenerkrankung**

Die Diagnosen mit Aortenbeteiligung werden für die Klassifikation nur bei den Patienten berücksichtigt, bei denen die Aorta tatsächlich mitbehandelt wurde. Denn nur bei diesen Patienten ist die Datenlage eindeutig. Nicht bei jeder primären Indikation zur einem kurativen Aorteneingriff mittels einer LHK-Untersuchung folgte eine invasive Aortenbehandlung. Die Gründe dafür konnten den dokumentierten Patientendaten nicht mit hinreichender Sicherheit entnommen werden.

Eine Ao-Erkrankung wurde bei elf Patienten erfasst, und zwar als aneurysmatische Aortenerweiterung.

Bei diesen Patienten – bis auf eine Ausnahme mit einem isolierten thorakalen Aortenaneurysma – fand sich begleitend eine Herzklappenerkrankung, bei neun Patienten eine AK-Erkrankung, bei sechs davon eine AKI, bei drei eine AKS und bei einem eine MKI mit einer TKI.

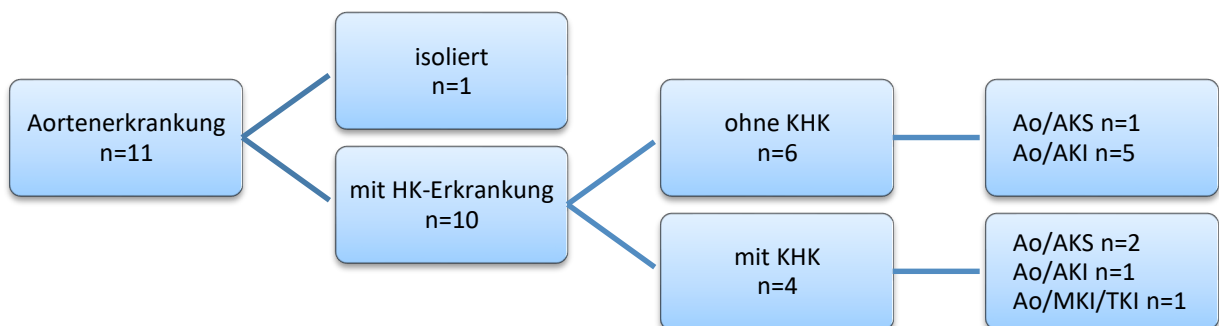
Bei vier Patienten trat eine relevante behandlungspflichtige Ao-Erkrankung in Kombination mit einer KHK auf.

An dieser Stelle seien drei Patienten mit einem Aorteneingriff erwähnt, die in die Klassifikation der Patienten mit Ao-Erkrankung nicht aufgenommen werden.

Ein Patient erhielt einen Aortenersatz, obwohl a priori keine Ao-Erkrankung diagnostiziert wurde. Es handelt sich hier um einen Zufallsbefund einer Porzellanaorta, der erst im Rahmen einer elektiven ACB-OP festgestellt wurde.

Bei einem weiteren Patienten erfolgte im Rahmen eines biologischen AKE eine Aortenbaserweiterung, die an sich eine für die Diagnosestellung nicht relevante operative Technik darstellt.

Ein anderer Patient litt unter einem operationspflichtigen Aortenaneurysma. Schwerpunkt seiner Erkrankungen war jedoch eine KHK, aufgrund derer er zunächst eine ACB-OP erhielt, so dass er als KHK-Patient in das Patientenkollektiv einbezogen wird. Eine spätere Aorten-OP erfolgte aufgrund einer Komplikation im Nachgang der ACB-OP.



Organigramm 6: Patienten mit Aortenerkrankung

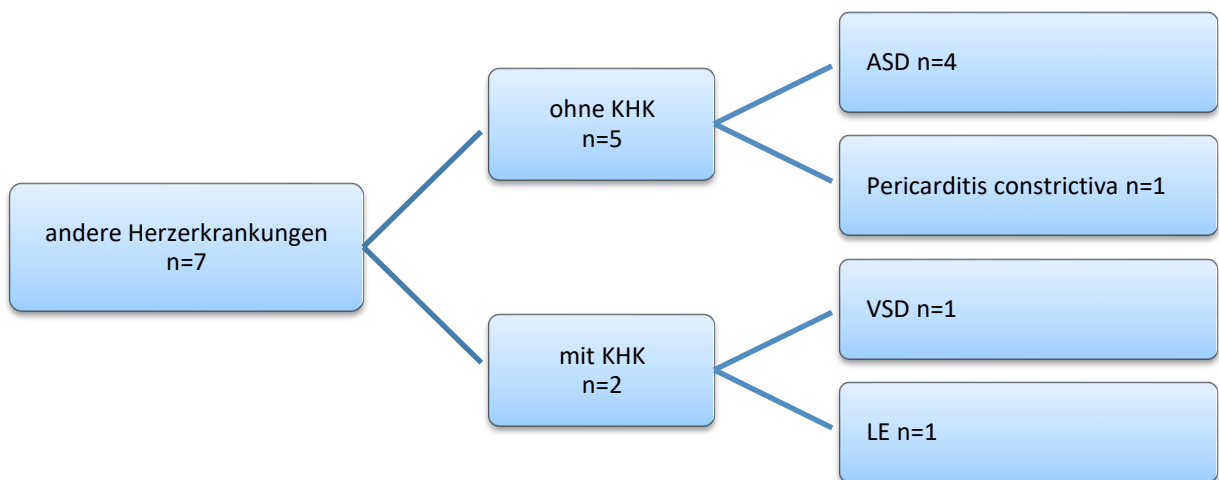
#### 4.1.4 Patienten mit anderer Herzerkrankung

Als „andere Herzerkrankung“ werden in dieser Arbeit übrige invasive behandlungspflichtige kardiologische Diagnosen des untersuchten Patientenkollektivs klassifiziert, die außerhalb einer KHK, einer HK- oder einer Ao-Erkrankung getroffen wurden.

Diese anderen Herzerkrankungen werden der Vollständigkeit halber erwähnt. Sie traten bei sieben Patienten auf.

Es handelt sich um vier Patienten mit einem Vorhofseptumdefekt (ASD) und jeweils einen Patienten mit einem Ventrikelseptumdefekt (VSD), einer Pericarditis constrictiva und einer chronischen Lungenembolie (LE). Bei zwei Patienten lag zusätzlich eine KHK vor.

Sechs Patienten von ihnen erhielten in Bezug auf die diagnostizierte Erkrankung eine weitere invasive Behandlung. Der Patient mit dem ASD erhielt keine invasive Therapie. Er wurde aufgrund eines erhöhten Risikos von den herzchirurgischen Zentren abgelehnt.



Organigramm 7: Patienten mit anderer Herzerkrankung

Bei der Diagnosebestimmung eines ASD oder VSD handelte es sich ausschließlich um eine hämodynamische Relevanz des Vitiums. Daher wird bei fünf Patienten das persistierende Foramen ovale ohne nachgewiesenen Shunt in diese Klassifikation nicht einbezogen, obwohl es im Rahmen der Herz-OP übernäht wurde.

Unabhängig von den vier Diagnosegruppen sei auf einige Patienten, die unter die verschiedenen Gruppen fallen, hier noch einmal gesondert einzugehen, da ihre Diagnosen erwähnenswert erscheinen.

Zwei Patienten aus der Diagnosegruppe KHK hatten eine ischämische Kardiomyopathie. Sie waren für eine Herztransplantation im Sinne einer invasiven Behandlung vorgesehen. Allerdings konnte der Eingriff nicht durchgeführt werden.

Vier Patienten aus der Diagnosegruppe HK-Erkrankung und einer mit anderen Herzerkrankungen mit einem ASD hatten die Diagnose einer Endokarditis, bei denen eine invasive Behandlung erfolgte. Zwei Patienten erhielten einen biologischen AKE, ein Patient einen biologischen MKE und bei einem Patienten wurden die AK und die MK mechanisch ersetzt. Bei dem fünften Patienten war eine MK-Endokarditis bei einem bestehenden ASD für die rezidivierenden ischämischen Hirninsulte im Sinne einer transitorischen ischämischen Attacke (TIA) ursächlich. Deshalb wurde bei diesem Patienten ein interventioneller ASD-Verschluss durchgeführt.

## **4.2 Klassifikation der Patienten des Klinikums Leverkusen nach invasiven Therapien**

Parallel zur Einteilung des Patientenkollektivs nach Diagnosen folgt eine Klassifikation nach Eingriffen, genauer: nach invasiven Therapien.

Diese Klassifikation unterteilt sich wiederum nach Behandlungstechnik und nach Krankheit.

Insgesamt 248 Patienten von selektierten 295 Patienten mit einem invasiv behandelungspflichtigen Befund im Rahmen einer durchgeführten diagnostischen Linksherzkatheter-Untersuchung (LHK) wurden invasiv therapiert. Schematisch werden Eingriffe in chirurgisch konventionelle, chirurgisch minimalinvasive und interventionelle unterteilt. Es werden allein die Operationen und Interventionen berücksichtigt, die als erster Eingriff erfolgten. Das heißt, die Eingriffe, die in Folge von Komplikationen kurzfristig nach der ersten Operation bzw. Intervention durchgeführt werden mussten, werden in diese Klassifikation nicht einbezogen.

### **4.2.1 Klassifikation der invasiven Therapie nach Behandlungstechnik**

Die Eingriffe werden im Folgenden zur größeren Transparenz nach den Behandlungstechniken klassifiziert.

#### **4.2.1.1 Konventionelle chirurgische Therapie**

Als konventionelle chirurgische Therapie verstehen sich die Eingriffe mit einer medianen Sternotomie mit oder ohne Einsatz der Herz-Lungen-Maschine (HLM).

Chirurgisch konventionell wurden 229 Patienten operiert. Sie stellen die absolute Mehrheit von 92 % der invasiv behandelten Patienten dar.

Die konventionellen Eingriffe werden grundsätzlich unter Einsatz der HLM durchgeführt. Die größte Gruppe (n=123) wird von Patienten mit einer isolierten chirurgischen Revaskularisation der Kranzgefäße vertreten, gefolgt von der zweitgrößten Gruppe (n=53) von Patienten mit einer isolierten Herzklappenoperation. Des Weiteren wurden 32 Personen sowohl an den Kranzgefäßen als auch an der Herzklappe operiert.

Auf die HLM wird verzichtet im Rahmen einer OPCAB-Chirurgie (off-pump coronary artery bypass, Koronarbypass ohne HLM) (n=13).

Bei sechs Patienten wurde die Aorta operiert. Es handelt sich um chirurgische Aortenersatzverfahren, von denen zwei in Kombination mit einer chirurgischen Myokardrevaskularisation verliefen.

Darüber hinaus werden in diese Klassifikation noch zwei Fälle aufgenommen, nämlich die pulmonale Thrombendarteriektomie im Rahmen einer chronischen Lungenembolie und die Dekortikation des Herzens bei Pericarditis constrictiva.

#### **4.2.1.2 Minimalinvasive chirurgische Therapie**

Bei elf Patienten erfolgte eine minimalinvasive Chirurgie, d. h. mit einem reduzierten operativen Zugangstrauma zum Operationsgebiet.

Bei drei Patienten erfolgte die Koronarrevaskularisation im Rahmen einer minimalinvasiven Bypasschirurgie (MIDCAB, minimally invasive direct coronary artery bypass).

Bei zwei Patienten wurde die Aortenklappen (AK) in einem katheterbasierten TAVI-Verfahren (transcatheter aortic valve implantation) über die Herzspitze (transapikal) ersetzt.

Bei 5 Patienten wurde die Mitralklappenrekonstruktion (MKR) mittels einer rechtslateralen Minithorakotomie durchgeführt.

Bei einem Patienten wurde ein Vorhofseptumdefekt (ASD) mittels einer rechtsanterolateralen Minithorakotomie verschlossen.

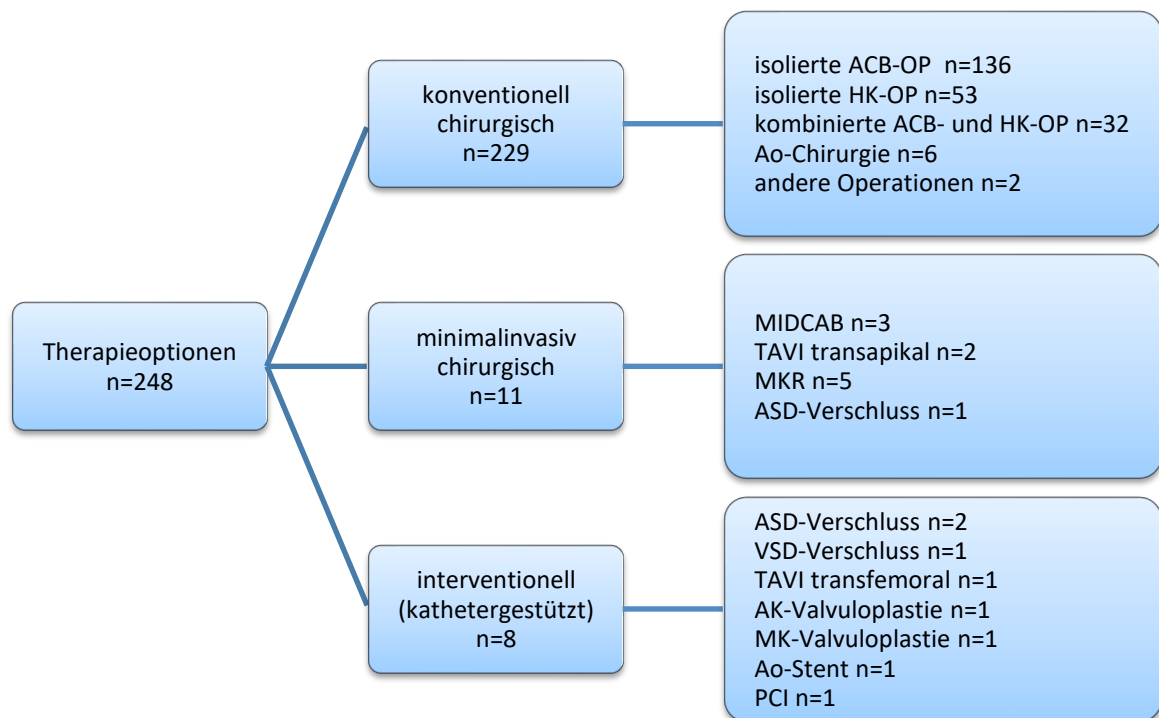
Bis auf das MIDCAB- und das TAVI-Verfahren erfolgten alle minimalinvasiven Eingriffe unter Anwendung der HLM.

### 4.2.1.3 Interventionelle (kathetergestützte) Therapie

Die interventionelle (kathetergestützte) Therapie kam bei acht Patienten zum Einsatz. Bei drei von ihnen wurde die Herzklappe behandelt. Ein Patient erhielt einen Aortenklappenersatz (AKE) im bereits erwähnten TAVI-Verfahren, allerdings mit einem transfemoralem Zugang über die Leiste. Zwei andere Patienten erhielten eine kathetergestützte Valvuloplastie, der eine an der Aorten- (AK), der andere an der Mitralklappe (MK).

Bei den übrigen fünf Patienten mit einer interventionellen Therapie ohne Beteiligung von Herzklappen handelt es sich um einen Patienten mit einer endovaskulären Ausschaltung des thorakalen Aortenaneurysma mittels eines Endostents, um zwei Patienten mit einem Vorhofseptumdefektverschluss (ASD-Verschluss), um einen Patienten mit einem Ventrikelseptumdefektverschluss (VSD-Verschluss) und schließlich um einen Patienten mit einer perkutanen Koronarintervention (PCI) der LCA, RCX und RCA mittels eines Drug-eluting Stents (DES Cypher).

Die drei beschriebenen Therapieformen werden in der folgenden Übersicht dargestellt.



Organigramm 8: Invasive Therapie nach Behandlungstechnik

## 4.2.2 Klassifikation der invasiven Therapie nach Diagnosen

Im Folgenden wird eine Übersicht der Eingriffe nach invasiv behandelungspflichtigen Diagnosen erstellt. Zur klareren Darstellung erfolgt diese Übersicht nach einer anatomisch-morphologischen Systematik der Diagnosen.

### 4.2.2.1 Invasive Therapie der KHK

Die Koronarrevaskularisation erfolgte bei insgesamt 174 Patienten in ihrem ersten Eingriff und stellt damit die meisteingesetzte Therapie dar, die in drei weitere Therapieoptionen nach der Häufigkeit ihrer Anwendung eingeteilt werden kann:

1. chirurgisch konventionell, n=170
  - a. isoliert, n=136
    - mit HLM, n=123
    - ohne HLM, in OPCAB Technik, n=13
  - b. in Kombination mit einer Herzklappenoperation, n=32
  - c. in Kombination mit einem Aorteneingriff, n=2
2. chirurgisch minimalinvasiv, in MIDCAB Technik, n=3
3. interventionell (kathetergestützt) als PCI mit DES, n=1.

Bei den meisten Patienten (n=170) erfolgte eine aortokoronare Bypass-Operation (ACB) chirurgisch konventionell mit einer medianen Sternotomie. Eine isolierte ACB-OP erhielten 136 Patienten. Bei 123 Patienten erfolgte dies unter Einsatz einer HLM. 13 Patienten wurden in einem OPCAB-Verfahren ohne HLM operiert.

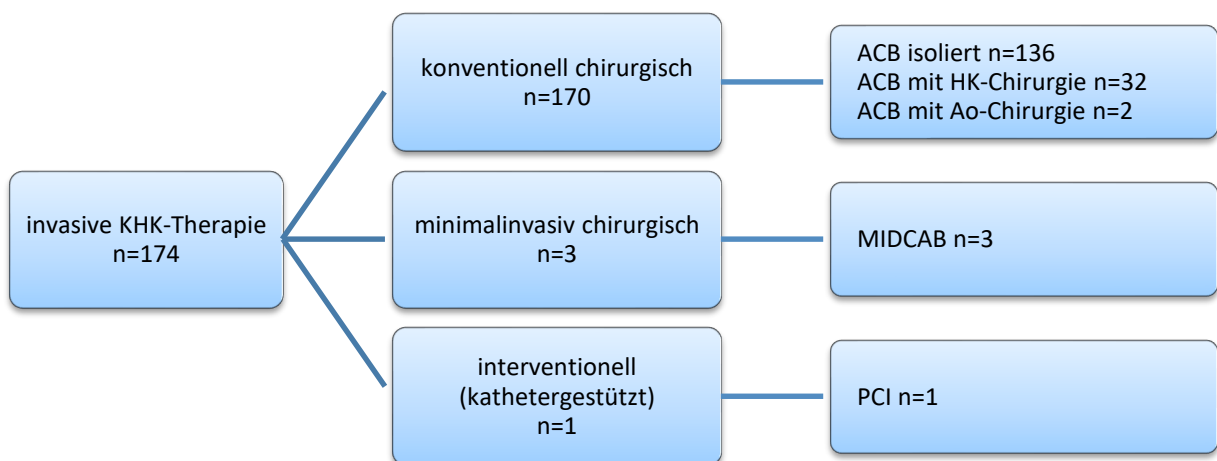
Bei 32 Patienten wurde die chirurgische Myokardrevaskularisation mit einer Herzklappenoperation kombiniert. Bei zwei Patienten wurde diese im Rahmen eines Aorteneingriffs durchgeführt.

Zwei weitere Patienten erhielten eine Notfall-ACB-OP erst in Folge von Komplikationen nach einer vorangegangenen, anderen Herzoperation; bei einem Patienten nach einem biologischen Aortenklappenersatz (AKE) und bei einem anderen nach einem Aortenersatz mit einer biologischen klappentragenden Gefäßprothese. Da die ACB-OP ursprünglich nicht vorgesehen war, werden diese Patienten in der Klassifikation der KHK-Therapie nicht berücksichtigt.

Chirurgisch minimalinvasiv wurden drei Patienten in einem MIDCAB-Verfahren mittels einer linkslateralen Minithorakotomie operiert.

Und schließlich erfolgte bei einem Patienten eine perkutane Koronarintervention, da von einem chirurgischen Eingriff aufgrund des kritischen klinischen Zustands des Patienten abgesehen wurde.

Die koronare Revaskularisation in einer minimalinvasiven Technik und interventionell erfolgten ohne Verwendung einer extrakorporalen Zirkulation (EKZ).



Organigramm 9: Invasive Therapie der KHK

#### 4.2.2.1.1 Invasive Therapie der KHK isoliert

Bei insgesamt 140 Patienten wurde die Myokardrevaskularisation isoliert durchgeführt. Es handelt sich um bereits erwähnte konventionell operierte 136 Patienten (123 mit HLM und 13 ohne HLM, in OPCAB Technik), drei Patienten mit einer minimalinvasiven chirurgischen (MIDCAB) Technik und einen Patienten mit einer perkutanen Koronarintervention (PCI) mit DES (Cypher).

#### 4.2.2.1.2 Invasive Therapie der KHK in Kombination mit Herzklappenchirurgie

Die chirurgische Myokardrevaskularisation wurde bei 32 Patienten in Kombination mit einem weiteren chirurgischen Eingriff an einer (30 Patienten) oder zwei Herzklappen (zwei Patienten) durchgeführt.

26 der Patienten mit einer einfachen Herzklappenoperation erhielten einen AKE. Bei 21 Patienten wurde die Aortenklappe (AK) mit einer biologischen und bei fünf Patienten mit einer mechanischen Prothese ersetzt.

Bei vier Patienten wurde die Mitralklappe (MK) als einzige Herzklappe in Kombination mit einer ACB-OP behandelt. Bei drei Patienten wurde die MK mit einer biologischen Prothese ersetzt und bei einem Patienten rekonstruiert.

Von den zwei Patienten mit einer ACB-OP in Kombination mit einem Zweierklappeneingriff erhielt der eine einen biologischen AKE und eine MK-Rekonstruktion (MKR), bei dem anderen wurde die MK biologisch ersetzt und die Trikuspidalklappe (TK) rekonstruiert.

#### **4.2.2.1.3 Invasive Therapie der KHK in Kombination mit Aorten Chirurgie**

Bei zwei Patienten wurde neben einer ACB-OP während desselben Eingriffs die Aorta operiert.

Es handelt sich um einen Patienten mit Operation nach David, in der die AK rekonstruiert und die Aorta ascendens ersetzt wurden.

Ferner geht es um einen Patienten, bei dem im Rahmen der geplanten elektiven ACB-OP die A. ascendens und der proximale Aortenbogen aufgrund eines Zufallsbefundes einer Porzellan-Aorta mit einer Gefäßprothese ersetzt wurden.

#### **4.2.2.2 Invasive Therapie der Herzklappenerkrankungen**

Im Folgenden werden die Eingriffe an den Herzklappen erörtert. In dem untersuchten Patientenkollektiv wurden diese an der Aorten- (AK) und/oder der Mitralklappe (MK) und/oder Trikuspidalklappe (TK) durchgeführt.

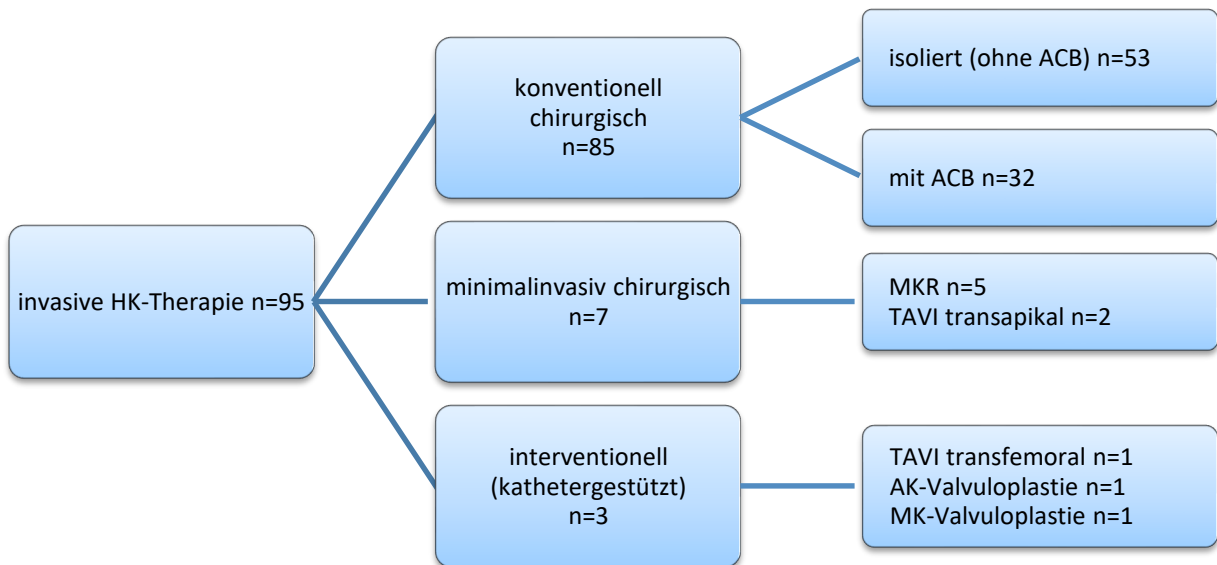
Hier werden die Eingriffe betrachtet, bei denen die jeweilige Herzklappe entweder rekonstruiert oder ersetzt wurde. Ferner werden hier noch die interventionellen Maßnahmen wie eine Valvuloplastie der Vollständigkeit halber erwähnt.

Eine Mitralklappenentkalkung, die bei drei Patienten erfolgte, wird in die Klassifikation nicht als ein gesondertes Verfahren einbezogen. Es handelt sich um zwei Patienten mit einem biologischen AKE und einen Patienten mit einem biologischen AKE in Kombination mit einer ACB-OP.

Ebenfalls nicht einbezogen werden die Aortenersatzverfahren, bei denen die AK mitrekonstruiert oder mitersetzt wurde. Sie werden im Kapitel 4.2.2.3 (Invasive Therapie der Aortenerkrankungen) erläutert.

Die invasive Herzklappentherapie erfolgte bei 95 Patienten. Es wurden insgesamt 103 Herzklappen behandelt; am meisten die AK, n=70, gefolgt von der MK, n= 29, und der TK, n=4.

Die Eingriffe erfolgten in den drei üblichen Techniken, nämlich konventionell, minimalinvasiv und interventionell (kathetergestützt), siehe Organigramm 10.



Organigramm 10: Invasive Therapie der Herzklappenerkrankungen

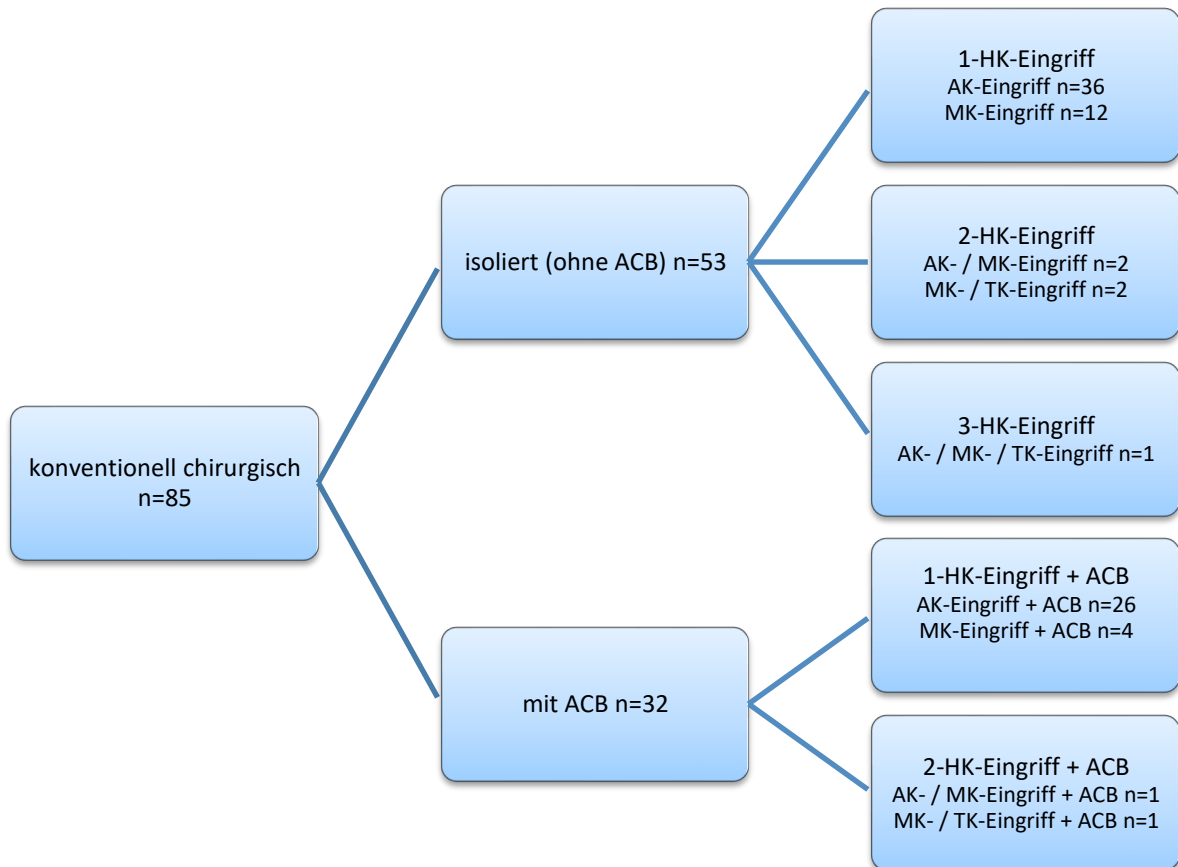
Konventionell chirurgisch wurden 85 Patienten operiert.

53 dieser 85 Patienten erhielten ausschließlich eine isolierte Herzklappenbehandlung

Bei 48 der 53 Patienten wurde eine einzige Herzklappe versorgt, entweder die AK (n=36) oder die MK (n=12). Bei den 36 AK-Operationen handelte sich in allen Fällen um einen Ersatz (biologisch 21 und mechanisch 15). Die MK wurde in 10 Fälle ersetzt (biologisch 6 und mechanisch 4) und in zwei Fällen rekonstruiert.

Während bei den oben beschriebenen 48 Patienten eine einzige Herzklappe versorgt wurde, wurden bei den verbleibenden fünf der 53 Patienten gleichzeitig zwei oder drei Herzklappen operiert. Einem Patienten wurden die AK und die MK ersetzt (beide mechanisch). Bei einem weiteren Patienten erfolgte zu dem biologischen AKE eine MKR. Bei zwei anderen Patienten wurde die MK zugleich mit der TK rekonstruiert. Schließlich bekam ein Patient eine Rekonstruktion von drei Herzklappen (AK, MK und TK).

Wie bereits oben im Kapitel 4.2.2.1.2 (Invasive Therapie der KHK in Kombination mit Herzklappenchirurgie) erörtert, erhielten 32 Patienten einen Kombinationseingriff aus einer ACB-OP und einer Herzklappenoperation.



Organigramm 11: Konventionelle chirurgische Therapie der Herzklappenerkrankungen

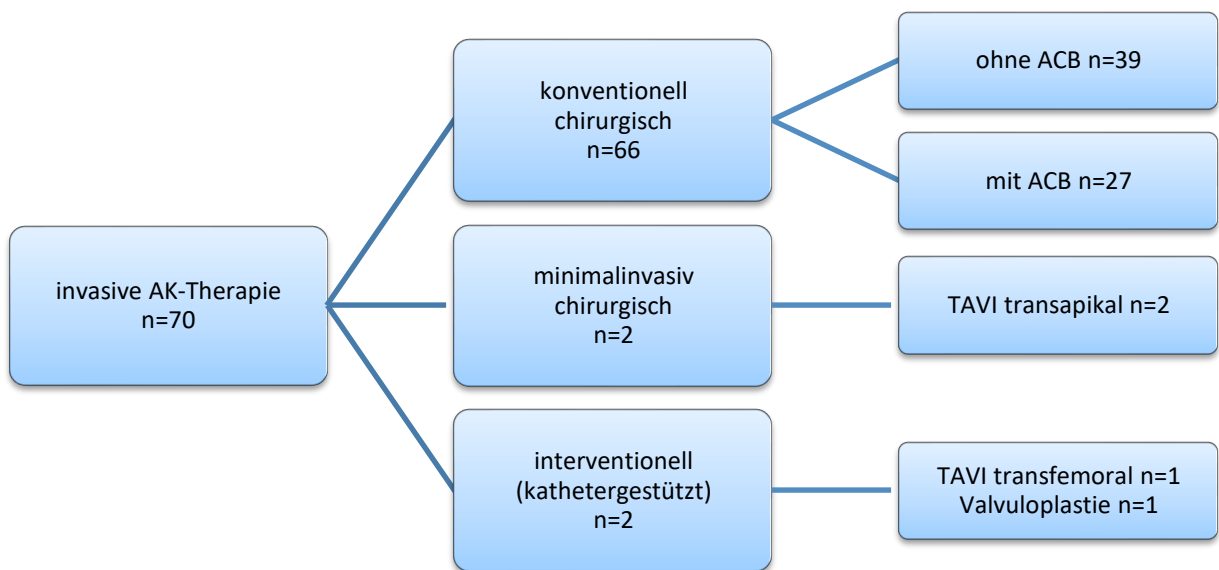
Chirurgisch minimalinvasiv wurde die AK bei zwei Patienten durch einen transapikalen Zugang biologisch ersetzt, bei fünf weiteren Patienten wurde die MK mittels einer rechtslateralen Minithorakotomie rekonstruiert.

Drei Patienten erhielten einen interventionellen (kathetergestützten) Herzklappeneingriff. Bei einem Patienten von ihnen wurde die AK perkutan durch einen transfemorale Zugang im TAVI-Verfahren biologisch ersetzt. Bei zwei weiteren Patienten wurde eine Valvuloplastie durchgeführt; in dem einem Fall an der AK (nach einem frustrierten transfemorale TAVI-Versuch) und in dem anderen an der MK.

In der folgenden Darstellung wird die Herzklappenchirurgie nach den einzelnen Herzklappen eingeteilt.

#### 4.2.2.2.1 Invasive Therapie der Aortenklappenerkrankungen

Die AK wurde bei insgesamt 70 Patienten behandelt; bei 66 Patienten chirurgisch in einer konventionellen Operationstechnik, bei zwei Patienten chirurgisch minimalinvasiv und bei zwei Patienten interventionell.



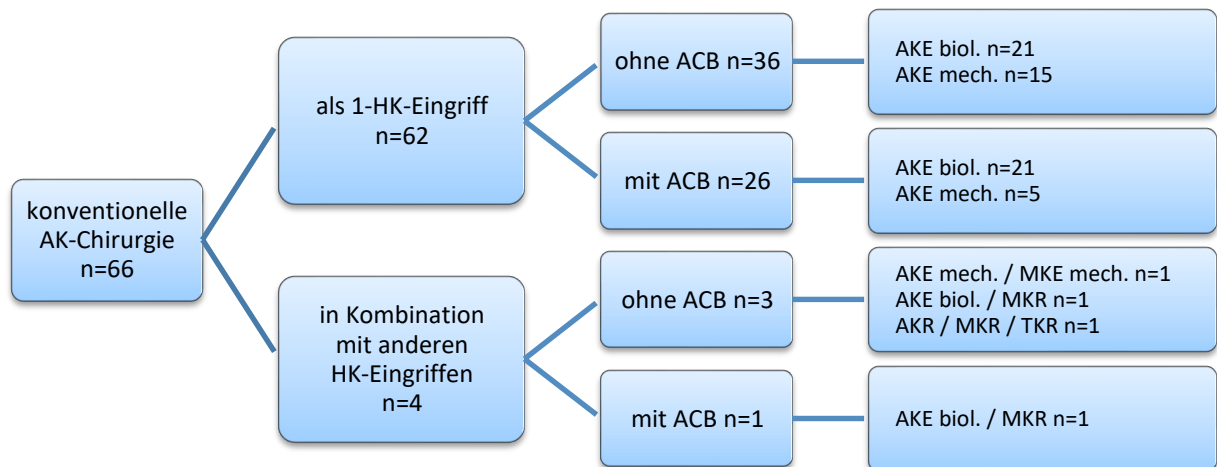
Organigramm 12: Invasive Therapie der Aortenklappenerkrankungen

Chirurgisch konventionell wurde die AK als eine einzelne Herzklappe bei insgesamt 62 Patienten operiert. Bei 36 Patienten wurde sie isoliert (d. h. ohne chirurgische Koronarrevaskularisation) operiert. Bei allen von ihnen wurde die AK ersetzt; bei 21 mit einer biologischen und bei 15 mit einer mechanischen Prothese.

Bei 26 Patienten wurde die AK als einzelne Herzklappe in Kombination mit einer ACB-OP chirurgisch behandelt. Ebenfalls bei allen von ihnen wurde die AK ersetzt; bei 21 biologisch und bei fünf Patienten mechanisch.

In Kombination mit einer anderen Herzklappe wurde die AK bei vier Patienten operiert. Bei einem von ihnen zusätzlich mit einer ACB-OP. Im Rahmen dieser kombinierten Eingriffe wurde

die AK drei Mal ersetzt; bei zwei Patienten mit einer biologischen und bei einem mit einer mechanischen Prothese. Schließlich wurde sie bei einem Patienten im Rahmen eines Dreierherzklappeneingriffs zusammen mit der MK und TK rekonstruiert.



Organigramm 13: Konventionelle chirurgische Therapie der Aortenklappenerkrankungen

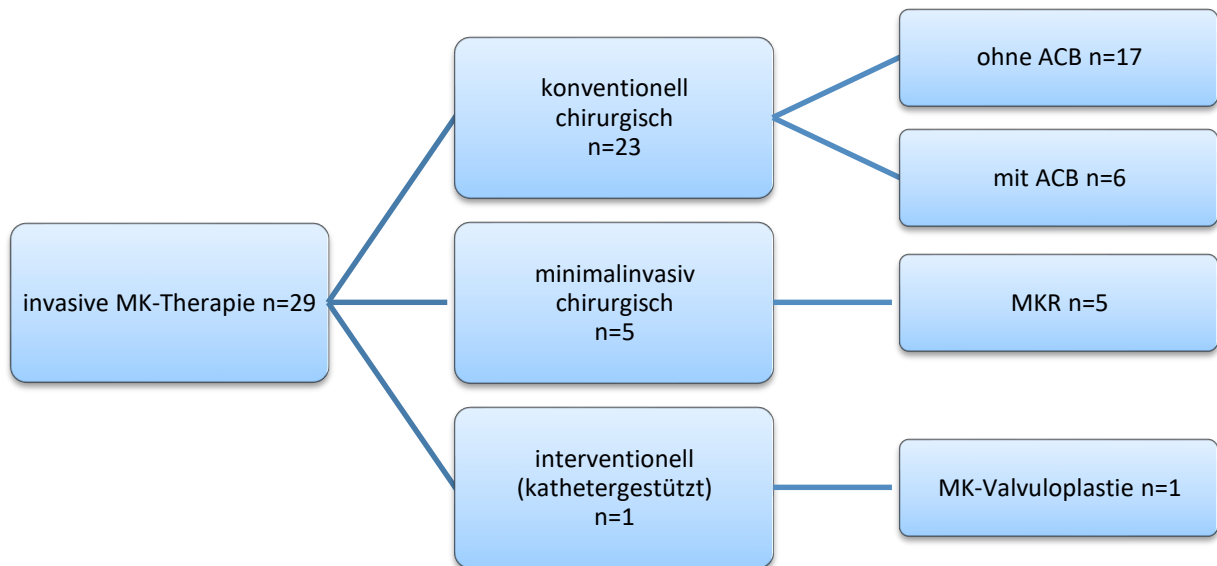
Chirurgisch minimalinvasiv wurde die AK bei zwei Patienten durch einen transapikalen Zugang mit einer biologischen Prothese ersetzt.

Interventionell erfolgte bei einem Patienten ein transfemorales AKE mit einer biologischen Prothese im TAVI-Verfahren und bei einem anderen eine perkutane AK-Valvuloplastie (aufgrund einer frustrierten transfemoralen TAVI-Prozedur).

In der Gesamtschau der insgesamt 70 Patienten wurde die AK bei 68 Patienten ersetzt; in konventioneller Technik bei 65 Patienten (44 Mal biologisch und 21 Mal mechanisch), chirurgisch minimalinvasiv bei zwei und interventionell bei einem Patienten (jeweils mit einer biologischen Klappenprothese). Bei einem Patienten wurde die AK rekonstruiert, und bei einem Patienten wurde eine Ballonvalvuloplastie interventionell (kathetergestützt) durchgeführt.

#### 4.2.2.2.2 Invasive Therapie der Mitralklappenerkrankungen

Die MK wurde bei 29 Patienten invasiv behandelt; bei 23 Patienten chirurgisch konventionell, bei fünf Patienten chirurgisch minimalinvasiv und bei einem Patienten interventionell.



Organigramm 14: Invasive Therapie der Mitralklappenerkrankungen

Chirurgisch konventionell wurde die MK bei zwölf Patienten isoliert behandelt. Bei zehn Patienten wurde diese ersetzt; bei sechs Patienten biologisch und bei vier Patienten mechanisch. Bei zwei Patienten wurde die MK chirurgisch konventionell rekonstruiert.

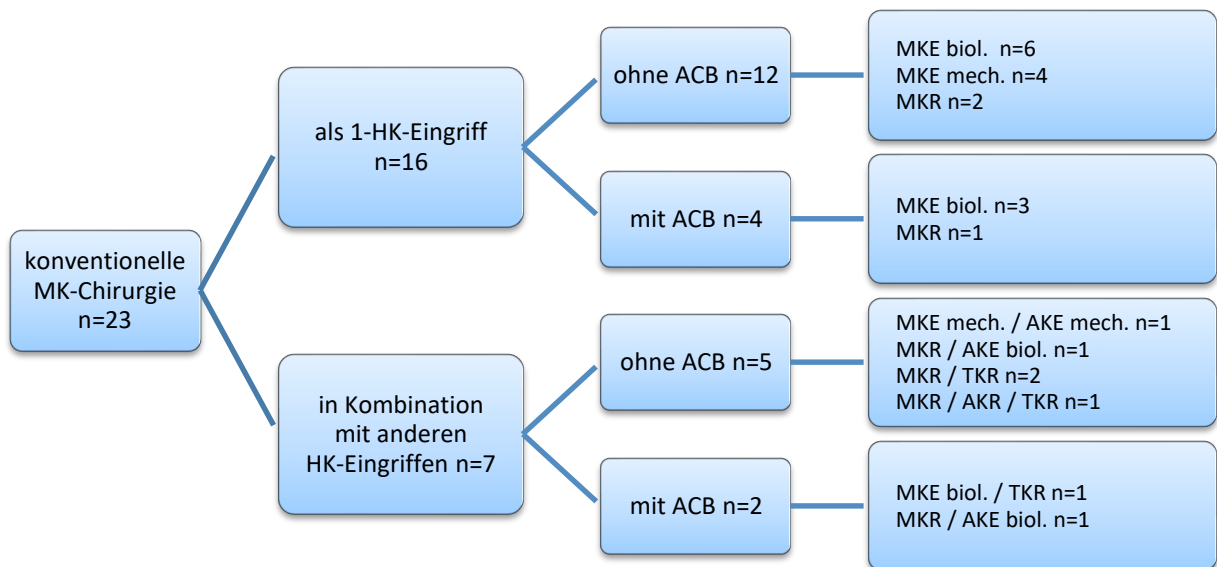
Bei vier Patienten wurde die MK, als einzelne HK, in Kombination mit einer ACB-OP chirurgisch konventionell behandelt. Bei drei von ihnen wurde sie biologisch ersetzt, bei einem rekonstruiert.

Bei sieben Patienten wurde die MK im Rahmen eines Mehrherzklappeneingriffs konventionell operiert.

Bei sechs Patienten wurde sie mit einer zweiten Herzklappe im Sinne eines Zweierherzklappeneingriffs behandelt, bei zwei von ihnen in Kombination mit einer ACB-OP.

Im Rahmen dieser Zweiherzklappeneingriffe wurde die MK bei zwei Patienten ersetzt, bei einem mit einer biologischen und bei dem anderen mit einer mechanischen Prothese. Bei den vier anderen Patienten wurde die MK rekonstruiert.

Bei dem siebten Patienten wurde die MK mit der AK und TK in einer Operation rekonstruiert, so dass es sich hier um einen Dreiherzklappeneingriff handelte.



Organigramm 15: Konventionelle chirurgische Therapie der Mitralklappenerkrankungen

Bei fünf weiteren Patienten wurde die MK chirurgisch minimalinvasiv per Minithorakotomie rekonstruiert.

Schließlich wurde bei einem Patienten die MK interventionell dilatiert.

Die Entkalkung der MK wird bei der Klassifikation Herzklappeneingriffe nicht berücksichtigt, siehe Kapitel 4.2.2.2 (Invasive Therapie der Herzklappenerkrankungen).

Darüber hinaus wurde bei drei Patienten vor der OP eine Indikation zu einer chirurgischen Korrektur einer insuffizienten MK gestellt, die allerdings nicht erfolgte. Zwei von Ihnen erhielten nur eine ACB-OP. Bei dem dritten Patienten erfolgte ein transapikaler AKE, so dass eine simultane chirurgische MK-Intervention nicht möglich war.

Insgesamt wurde die MK bei 15 Patienten konventionell ersetzt, in zehn Fällen biologisch und in fünf Fällen mechanisch. Bei 13 Patienten wurde die MK rekonstruiert, bei acht chirurgisch konventionell, bei fünf chirurgisch minimalinvasiv.

Bei einem Patienten erfolgte eine interventionelle kathetergestützte Ballonvalvuloplastie der MK.

#### **4.2.2.2.3 Invasive Therapie der Trikuspidalklappenerkrankungen**

Vier Patienten erhielten eine Trikuspidalklappenrekonstruktion (TKR), und zwar jeweils in Kombination mit einer anderen Herzklappe bzw. -klappen. Zwei Patienten erhielten zusätzlich eine MKR, einer einen MKE (mit einer ACB-OP kombiniert) und einer sowohl eine AKR als auch eine MKR.

#### **4.2.2.2.4 Zusammenfassung der angewandten Verfahren in der invasiven Herzklappentherapie**

Der folgende Abschnitt bietet einen Überblick über die angewandten Verfahren bei den Herzklappeneingriffen an insgesamt 106 Klappen bei 95 Patienten. Es handelt sich um Ersatz, Rekonstruktion, Entkalkung oder perkutane Valvuloplastie.

Die Interventionen an der AK im Rahmen der Aortenersatzchirurgie werden hier nicht berücksichtigt.

#### **Herzklappenersatz**

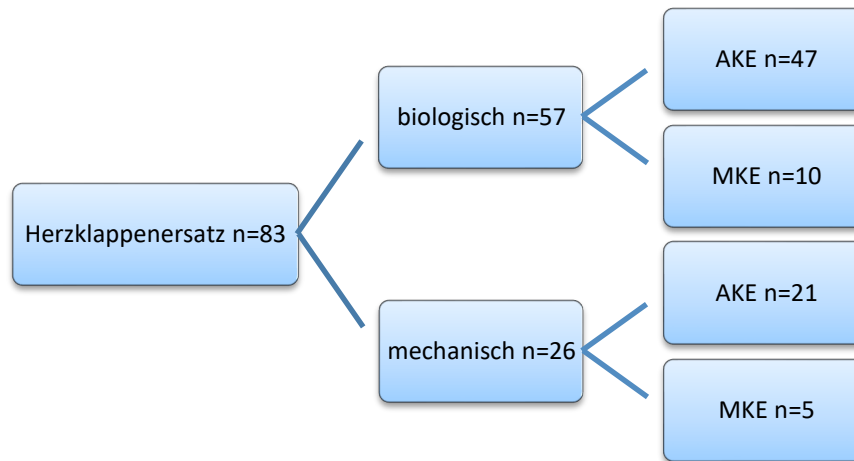
Ersetzt wurden insgesamt 83 Herzklappen bei 82 Patienten, bei 79 chirurgisch konventionell, bei zwei chirurgisch minimalinvasiv und bei einem interventionell.

Bei 48 Patienten wurden die Herzklappe im Rahmen eines isolierten chirurgischen Herzklappeneingriffs in konventioneller chirurgischer Technik ersetzt; bei 47 Patienten eine einzelne Herzklappe (in 37 Fällen die AK und in 10 Fällen die MK) und bei einem Patienten zwei Herzklappen, nämlich die AK und die MK in einer Operation.

Bei weiteren 31 Patienten wurde der Herzklappenersatz chirurgisch konventionell in Kombination mit einer ACB-OP durchgeführt; bei 27 von ihnen der AKE und bei vier der MKE.

Die AK wurde insgesamt 68 Mal implantiert, 47 biologisch und 21 mechanisch; bei 65 Patienten chirurgisch konventionell und zwei chirurgisch minimalinvasiv und bei einem interventionell (kathetergestützt).

Die MK wurde bei 15 Patienten ersetzt, jeweils in einer chirurgischen konventionellen Technik, bei zehn biologisch und bei fünf mechanisch.



Organigramm 16: Übersicht des durchgeführten Herzklappenersatzes

### Herzklappenrekonstruktion

Eine Herzklappenrekonstruktion erfolgte bei 14 Patienten an insgesamt 18 Herzklappen.

Am meisten wurde die MK rekonstruiert, nämlich bei 13 Patienten.

Chirurgisch konventionell erfolgte die MKR bei acht Patienten, fünf Patienten erhielten eine chirurgisch minimalinvasive MKR mittels einer Minithorakotomie rechts.

Die TK wurde bei vier Patienten jeweils in Kombination mit einem anderen Herzklappeneingriff rekonstruiert.

Bei drei von ihnen wurde diese mit der MK im Rahmen eines Zweierherzklappeneingriffs chirurgisch behandelt (in einem Fall mit einem MKE in Kombination mit einer ACB-OP, in zwei Fällen mit einer MKR).

Bei einem Patienten wurde die TK zusammen mit der AK und der MK jeweils rekonstruiert.

Die AK wurde bei einem bereits oben erwähnten Patienten in einer Operation mit MKR und TKR zusammen rekonstruiert.

### Valvuloplastie

Eine perkutane transluminale Valvuloplastie kam bei zwei Patienten zum Einsatz. Es handelt sich in einem Fall um eine Valvuloplastie der AK und in einem anderen Fall der MK.

## **Herzklappenentkalkung**

Zu den übrigen durchgeführten chirurgischen Maßnahmen im Rahmen einer Herzklappenchirurgie gehört die Entkalkung einer Herzklappe. Diese wurde jeweils im Bereich der MK und jeweils in Kombination mit einem AKE bei drei Patienten durchgeführt, bei einem von diesen Patienten zusammen mit einer ACB-OP.

### **4.2.2.3 Invasive Therapie der Aortenerkrankungen**

Eingriffe an der Aorta gab es insgesamt bei 13 Patienten.

Wie bereits im Kapitel 4.1.3 (Patienten mit Aortenerkrankung) erwähnt, wurde bei elf Patienten, die einen Aorteneingriff erhielten, vor der OP eine Ao-Erkrankung diagnostiziert.

Bei zwei Patienten fiel die Entscheidung zum aortalen Eingriff erst in tabula, so dass sie für den Zweck dieser Arbeit nicht als Patienten mit diagnostizierter Ao-Erkrankung angesehen werden.

In einem Fall handelt es sich um einen Patienten, bei dem im Rahmen einer ACB-Operation eine Porzellanaorta als Zufallsbefund erkannt wurde. Dieser Patient erhielt zusätzlich einen Ersatz der A. ascendens. Der andere Patient erhielt einen AKE; dabei wurde die Aortenbasis mit einem Perikardpatch erweitert, so dass dieser Eingriff als ein Aorteneingriff klassifiziert wurde, ohne dass eine Ao-Erkrankung vorlag.

Die meisten Aorteneingriffe (n=12) erfolgten in einer konventionellen chirurgischen Technik.

Das Aortenersatzverfahren wurde bei sechs Patienten durchgeführt.

Bei vier von diesen Patienten wurde die AK mitbehandelt, entweder ersetzt oder rekonstruiert. Bei zwei der vier Patienten erfolgte eine Operation nach David, in der die Aortenwurzel und die A. ascendens durch eine Prothese ersetzt und die AK rekonstruiert wurden. Bei einem weiteren Patienten kam es zu einem Aortenwurzelersatz durch biologisch klappentragende Gefäßprothese. Und bei dem vierten Patienten wurde ein Aortenklappenconduit mittels einer mechanisch klappentragenden Gefäßprothese implantiert.

Der Ersatz der A. ascendens ohne anatomische AK-Beteiligung – also morphologisch unabhängig voneinander – erfolgte bei zwei Patienten. Ein Patient, nämlich der Patient mit der Porzellanaorta (s. o.) wurde mit einem suprakoronaren A. ascendens- und proximalen Aortenbogensersatz versorgt. Bei einem anderen Patienten erfolgte der Ersatz der A.

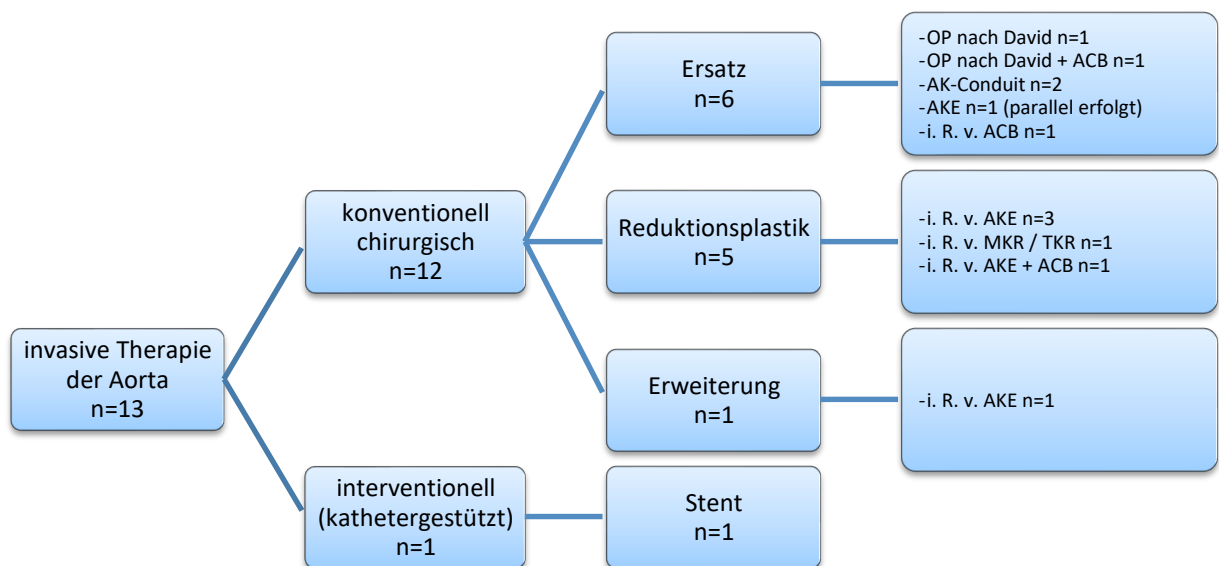
ascendens zusätzlich zu einem anatomisch unabhängigen AKE. Hier wird die Aorta suprakoronar mit einer Rohrprothese ersetzt.

Weitere fünf Patienten, die in einer konventionellen Technik operiert wurden, erhielten eine Reduktionsplastik bzw. eine Raffung der A. ascendens. Vier von diesen Patienten erhielten als eigentlichen Eingriff eine chirurgisch konventionelle Herzklappenoperation. Bei einem Patienten wurde eine Kombination aus der ACB- mit einer Herzklappen-OP durchgeführt. Schließlich wurde beim letzten, bereits erwähnten Patienten (s. o.) mit einem chirurgischen Aorteneingriff im Rahmen eines AKE eine Aortenbaserweiterung mittels eines autologen Perikardpatches durchgeführt.

Diese fünf Patienten mit einem reduktionsplastischen Aorteneingriff werden ebenfalls in den entsprechenden Patientengruppen klassifiziert, nämlich mit Herzklappeneingriffen bzw. mit ACB-OP.

Schließlich wurde bei einem Patienten ein interventioneller Aorteneingriff durchgeführt. Es handelt sich um eine kathetergestützte Ausschaltung des thorakalen Aortenaneurysmas mittels eines endovaskulären Stents. Zur Vollständigkeit der dargestellten Eingriffssystematik wird auch dieser Fall erwähnt.

Eine Zusammenfassung aller Eingriffe mit Aortenbeteiligung wird im Organigramm 17 dargestellt.



Organigramm 17: Invasive Therapie der Aorta

Erwähnenswert ist, dass ein Patient mit einer operationspflichtigen Ao-Erkrankung in diese Systematik nicht einbezogen wurde. Bei diesem Patienten wurde zunächst die diagnostische Koronardiagnostik im Rahmen einer präoperativen Vorbereitung zu einer geplanten Bauchaortenaneurysma-OP durchgeführt. Da es sich bei ihm weiterhin um eine operationspflichtige KHK handelte (die chirurgische Myokardrevaskularisation wurde bereits vor Jahren indiziert, allerdings vom Patienten damals abgelehnt), erfolgte primär, nach einer aktuellen Patienteneinwilligung, eine ACB-OP, in deren Kategorie dieser Patient in dieser Arbeit betrachtet wird. Ergänzt sei, dass es bei ihm bereits am ersten postoperativen Tag zu einer kritischen Ischämie der unteren Extremitäten kam, so dass eine biliakale Y-Prothese implantiert werden musste. Diese sekundäre Operation wird jedoch als eine Komplikation und nicht als ein eigentlicher Eingriff erkannt und daher in die Patientenklassifikation „Invasive Therapie der Aorta“ nicht eingeschlossen.

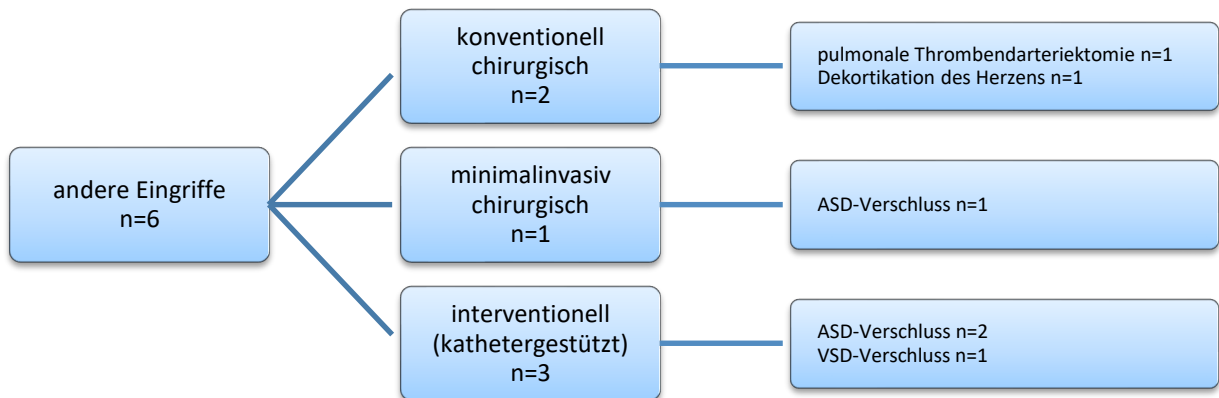
#### **4.2.2.4 Invasive Therapie der anderen Herzerkrankungen**

Bei sechs Patienten aus dem Patientenkollektiv wurden weder eine KHK noch eine HK- oder Ao-Erkrankung invasiv behandelt. Es handelt sich um Patienten mit anderen Erkrankungen, die - wie die Patienten mit KHK, HK- und/oder Ao-Erkrankung - auf Grundlage eines pathologisch relevanten LHK-Befundes invasiv behandelt wurden, siehe Kapitel 4.1.4 (Patienten mit anderer Herzerkrankung).

Konventionell chirurgisch wurden zwei Patienten behandelt. Bei dem einen wurde eine pulmonale Thrombendarteriektomie im Rahmen einer chronischen Lungenembolie durchgeführt. Bei dem anderen erfolgte eine Dekortikation des Herzens bei Pericarditis constrictiva.

Ein minimalinvasives Verfahren kam bei einem Patienten mit einem Vorhofseptumdefekt (ASD) zum Einsatz, der mittels einer rechtsthorakalen Minithorakotomie verschlossen wurde.

Interventionell (kathetergestützt) wurden drei Patienten behandelt. Bei zwei von ihnen wurde ein Vorhofseptumdefekt (ASD) und bei einem weiteren der Ventrikelseptumdefekt (VSD) verschlossen.



Organigramm 18: Invasive Therapie der anderen Herzerkrankungen

## 4.3 Zielgruppe

### 4.3.1 Definition

Von 295 Patienten mit einer während der Rekrutierungszeit erfolgten LHK-Untersuchung gestellten Indikation zu einem weiteren invasiven therapeutischen Eingriff wurde dieser bei 248 Personen durchgeführt.

Zur Festsetzung der Patientenzielgruppe wurde der Zeitpunkt der Indikationsstellung zu diesem Eingriff und nicht der Zeitpunkt der Eingriffsdurchführung ermittelt. Schließlich wurde dieser Zeitraum einheitlich auf das Kalenderjahr 2008 festgelegt, um die Vergleichbarkeit mit den aus demselben Zeitraum zur Verfügung stehenden bundesweiten Ergebnissen herzustellen.

Somit wurden 215 Patienten mit fünf kardiochirurgischen Leistungsbereichen ausgewählt.

Es handelt sich um 137 Patienten mit einer isolierten Koronarchirurgie, 36 Patienten mit einer isolierten Aortenklappenchirurgie, 26 Patienten mit Kombination dieser beiden Verfahren (ACB und isolierte AK-Chirurgie), zwölf Patienten mit einer isolierten Mitralklappenchirurgie und vier Patienten mit einer kombinierten ACB- und MK-Chirurgie.

## **4.3.2 Demographische Parameter**

### **Isolierte Koronarchirurgie**

Eine isolierte Koronarchirurgie erfolgte bei 137 Patienten, bei denen im Jahre 2008 ein operationspflichtiger LHK-Untersuchungsbefund nachgewiesen wurde. Das mittlere Populationsalter betrug 69,7 Jahre (Standardabweichung 8,67, Varianz 75,17). Es handelt sich um 32 Frauen (23,4 %) im Alter von 54 bis 85 Jahren (Mittelwert 72,2, Standardabweichung 7,16, Varianz 51,23) und 105 Männer (76,6 %) im Alter von 41 bis 87 Jahren (Mittelwert 68,9, Standardabweichung 8,94, Varianz 79,88).

### **Isolierte Aortenklappenchirurgie**

Eine isolierte AK-Chirurgie wurde bei 36 Patienten im Alter von 40 bis 82 Jahren durchgeführt. Das durchschnittliche Patientenalter in dieser Patientengruppe betrug 67,1 Jahre (Standardabweichung 11,99, Varianz 143,79). Es gab 20 Frauen (55,6 %) im Alter von 40 bis 82 Jahren (Mittelwert 70,6, Standardabweichung 9,92, Varianz 98,34) und 16 Männer (44,4 %) im Alter von 41 bis 79 Jahren (Mittelwert 62,8, Standardabweichung 12,92, Varianz 166,90).

### **Kombinierte Koronar- und Aortenklappenchirurgie**

Es handelt sich um 26 Patienten im Alter von 56 bis 85 Jahren. Das Durchschnittsalter lag bei 73,2 Jahren (Standardabweichung 5,74, Varianz 32,98). Es handelt sich um acht Frauen (30,8 %) im Alter von 71 bis 85 Jahren (Mittelwert 76,0, Standardabweichung 4,15, Varianz 17,25) und 18 Männer im Alter 56 bis 80 Jahren (Mittelwert 71,9, Standardabweichung 5,90, Varianz 34,77).

### **Isolierte Mitralklappenchirurgie**

Eine isolierte MK-Chirurgie erfolgte bei zwölf Patienten im Alter von 45 bis 83 Jahren. Das Durchschnittsalter betrug bei ihnen 68,8 Jahre (Standardabweichung 11,32, Varianz 128,19). Es waren sechs Frauen (50,0 %) im Alter 69 bis 83 Jahren (Mittelwert 76,5, Standardabweichung 4,07, Varianz 16,58) und sechs Männer (50,0 %) im Alter von 45 bis 77 Jahren (Mittelwert 61,0, Standardabweichung 10,94, Varianz 119,67).

## Kombinierte Koronar- und Mitralklappenchirurgie

Vier Patienten - eine 80-jährige Frau und drei Männer im Alter von 67, 72 und 73 Jahren - erhielten eine ACB in Kombination mit einer MK-Chirurgie. Das durchschnittliche Alter betrug in dieser Patientengruppe 73 Jahre (Standardabweichung 4,64, Varianz 21,50). Die Männer waren im Durchschnitt 70,7 Jahre alt (Standardabweichung 2,62, Varianz 6,89).

### 4.3.3 Verteilung der kardiochirurgischen Eingriffe bei den Patienten Leverkusen und bundesweit 2008

Tabelle 9: Patientenanzahl in den kardiochirurgischen Leistungen bundesweit nach der BQS-Bundesauswertung 2008

	Isolierte ACB	Isolierte AK-Chirurgie	Kombinierte ACB/AK-Chirurgie
Patienten, bei denen der Eingriff mindestens einmal durchgeführt wurde	45.548	11.180	7.705
Patienten, bei denen der Eingriff in ihrer ersten Operation durchgeführt wurde	45.514	11.160	7.700

#### 4.3.3.1 Nach Anzahl der Patienten

Im Folgenden werden die isolierte Koronar-, die isolierte AK-Chirurgie und Kombination der beiden nach ihren prozentualen Verteilungen in Bezug auf die Summe aller drei bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit auf der Datenbasis der BQS-Bundesauswertungen 2008 verglichen.<sup>11-13</sup>

Die Patienten mit der Chirurgie der Mitralklappe können hier nicht berücksichtigt werden, da es keine entsprechenden Angaben von Seiten des BQS Instituts für diesen Leistungsbereich und diesen Zeitraum gab.

Die Patienten des jeweiligen Leistungsbereiches werden im Verhältnis zu den Patienten aller drei kardiochirurgischen Leistungen gesetzt. Im Falle der bundesweiten Patienten wird die Anzahl der Patienten angegeben, bei denen die jeweilige Leistung in ihrer ersten Operation erfolgte.

Somit wird der prozentuale Anteil des jeweiligen chirurgischen Verfahrens an der Gesamtheit ermittelt.

Es fällt auf, dass sich die Relationen zwischen den chirurgischen Leistungen im untersuchten Patientenkollektiv und bundesweit kaum voneinander unterscheiden; nämlich 68,8 % vs. 70,7 % für isolierte Koronarchirurgie, 18,1 % vs. 17,3 % für isolierte AK-Chirurgie und 13,1 % vs. 12,0 % für die kombinierten Eingriffe.

*Tabelle 10: Verteilung der isolierten Koronar-, isolierten Aortenklappen- und kombinierten Koronar- und Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008*

	Klinikum Leverkusen		bundesweit	
	absolut	relativ	absolut	relativ
isolierte ACB	137 / 199	68,8 %	45.514 / 64.374	70,7 %
isolierte AK-Chirurgie	36 / 199	18,1 %	11.160 / 64.374	17,3 %
kombinierte ACB/AK-Chirurgie	26 / 199	13,1 %	7.700 / 64.374	12,0 %

#### **4.3.3.2 Nach demographischen und biometrischen Parametern**

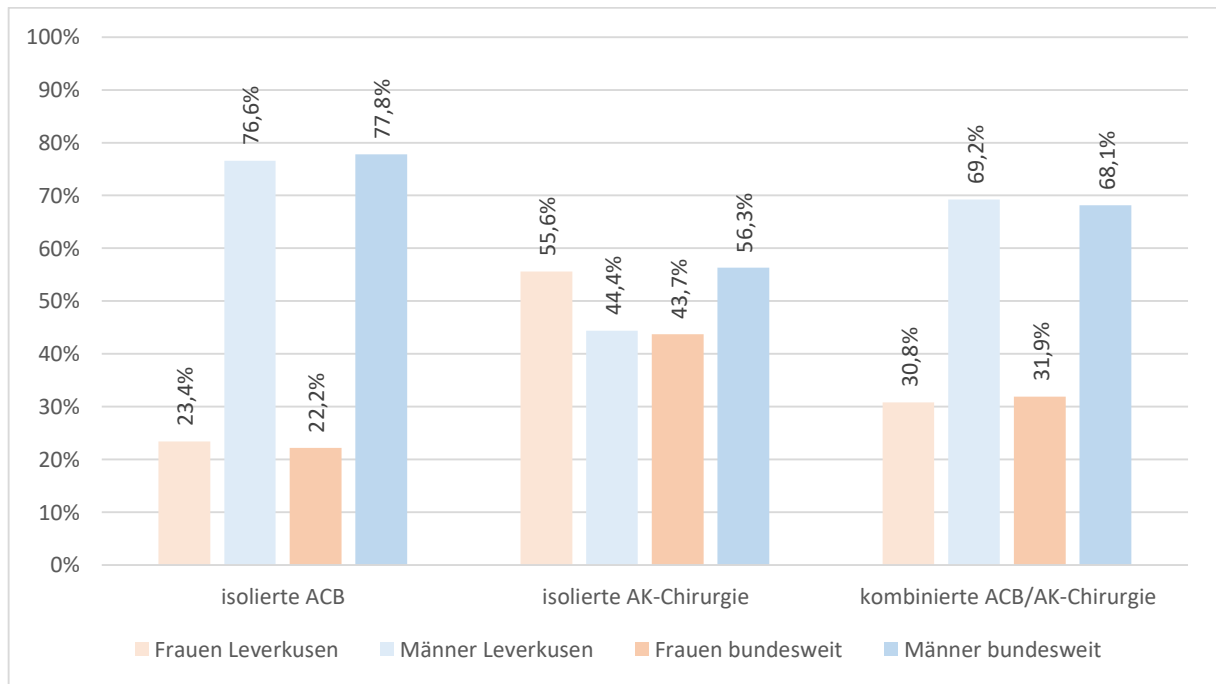
Des Weiteren werden demographische Daten wie Alter und Geschlecht sowie biometrische Daten wie Körpergröße und Gewicht präsentiert, um die potenzielle Repräsentativität des untersuchten Patientenkollektivs in Relation zu der bundesweiten Gesamtpopulation darzustellen.

Bei den Angaben zu Geschlecht, Alter, Körpergröße und Gewicht werden in der Bundesauswertung allerdings Patienten mit mindestens jeweils einem der kardiochirurgischen Eingriffe einbezogen, d. h. nicht nur diejenigen, die den Eingriff in ihrer ersten Operation erhielten.

#### **Geschlecht**

Bezüglich der Geschlechterverteilung ist eine Ähnlichkeit bei der isolierten Koronarchirurgie und der kombinierten Koronar- und AK-Chirurgie zu sehen.

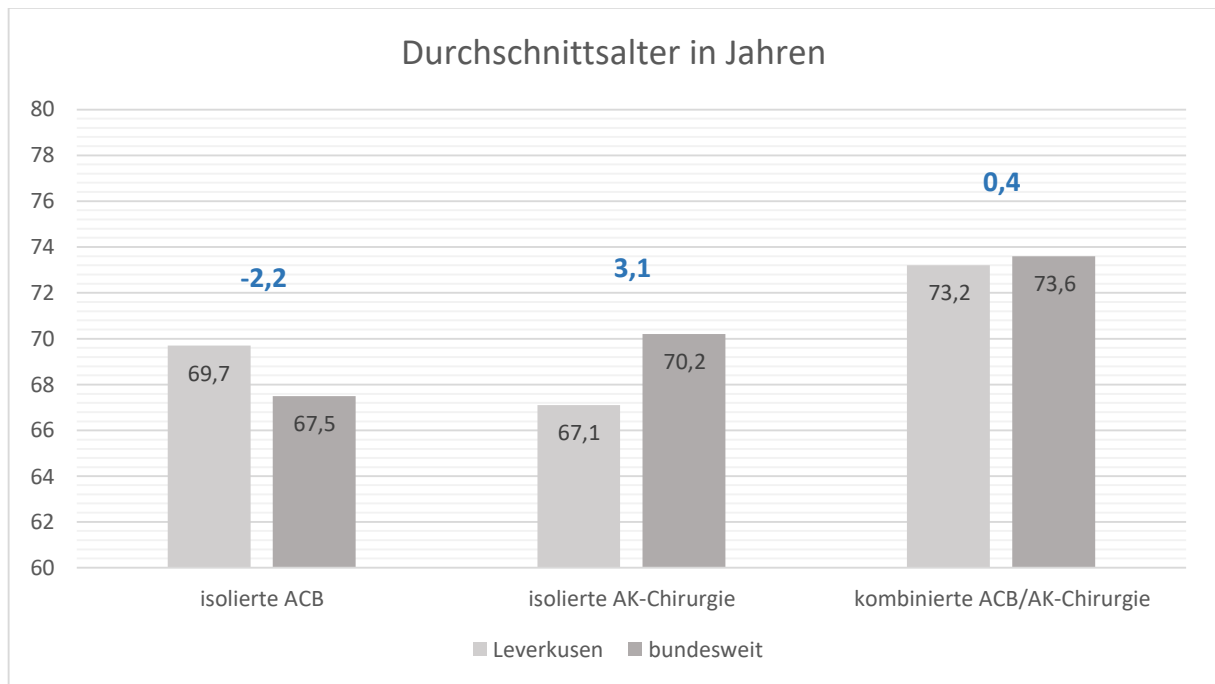
In der Patientengruppe mit einer isolierten AK-Chirurgie tritt die Geschlechterverteilung in umgekehrter Relation zwischen den präsentierten Populationen auf. Bundesweit gibt es 43,7 % Frauen, im Leverkusener Patientenkollektiv 55,6 %. Demgegenüber werden Männer bundesweit mit 56,3 % repräsentiert und im Klinikum Leverkusen mit 44,4 %.



*Balkendiagramm 1: Geschlechterverteilung in den kardiochirurgischen Leistungen bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008*

## Alter

Die Patienten, die aus dem Klinikum Leverkusen zu einer Bypass-Operation gingen, waren im Durchschnitt 2,2 Jahre älter als der durchschnittliche bundesweite Patient. Im Falle der isolierten AK-Chirurgie waren die Leverkusener Patienten 3,1 Jahre jünger. Im Bereich der Kombinationseingriffe gab es keinen großen Unterschied; 73,6 Jahre vs. 73,2 Jahre.



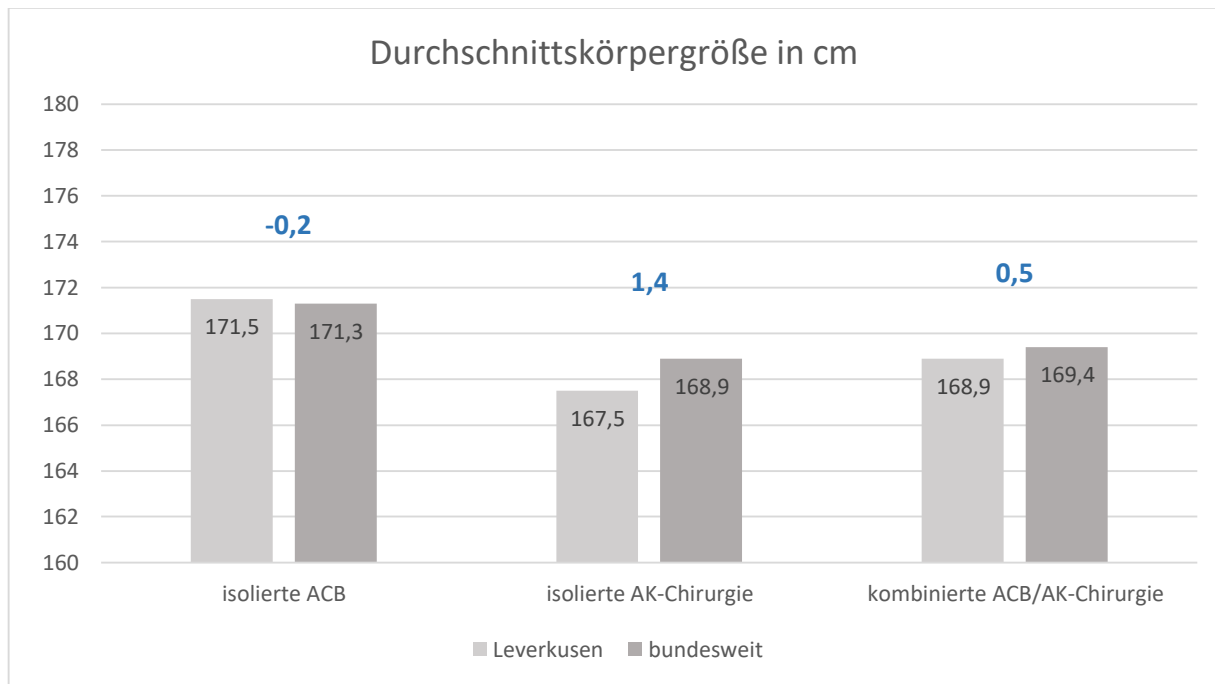
*Balkendiagramm 2: Durchschnittsalter in Jahren in den kardiochirurgischen Leistungen bei den Patienten des Klinikums Leverkusener und bundesweit 2008*

## **Körpergröße**

Bei der Körpergröße zeigen sich geringe Unterschiede.

Die Patienten mit einer isolierten Koronarchirurgie waren bundesweit im Durchschnitt 171,3 cm und die Patienten aus dem Klinikum Leverkusener, die dieselbe Leistung erhielten, 171,5 cm groß.

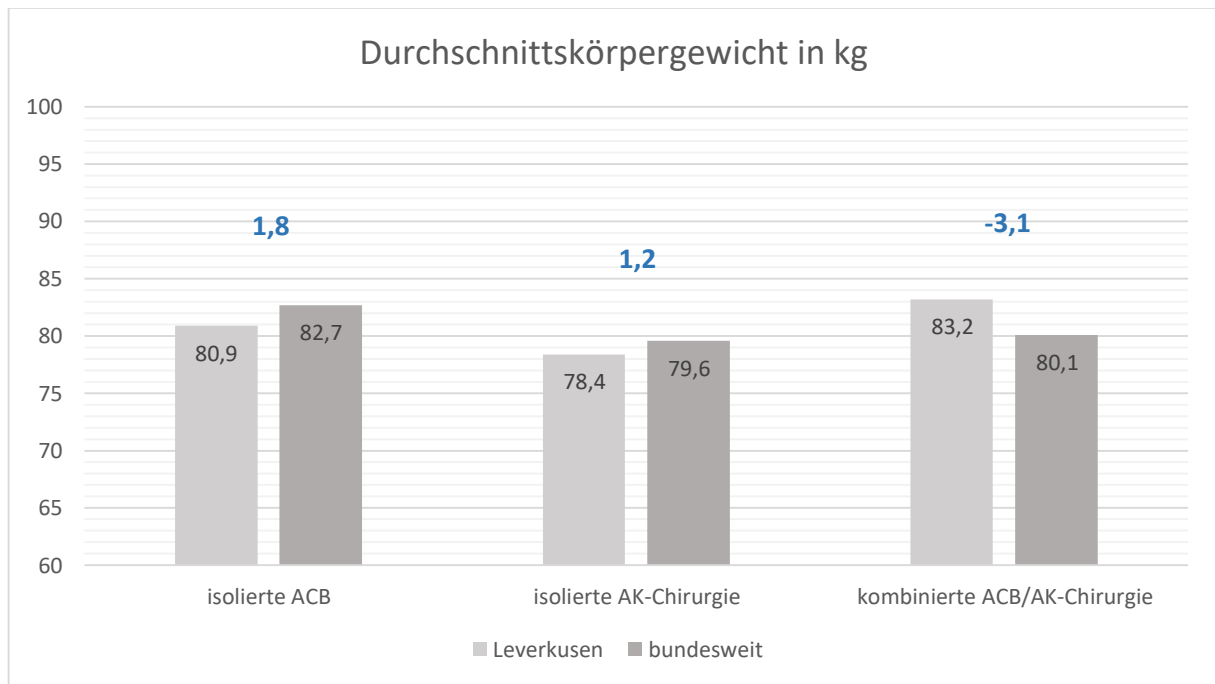
Im Bereich der isolierten AK-Chirurgie waren die Patienten bundesweit 168,9 cm und im Leverkusener Klinikum 167,5 cm groß. Bei den Kombinationseingriffen waren diese Patientengruppen im Durchschnitt entsprechend 169,4 und 168,9 cm groß.



*Balkendiagramm 3: Durchschnittskörpergröße in cm in den kardiochirurgischen Leistungen bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008*

### **Körpergewicht**

Im Körpergewicht zeigten sich folgende Unterschiede. Mit einer isolierten Koronarchirurgie wogen die Leverkusener Patienten 1,8 kg und mit einer isolierten AK-Chirurgie 1,2 kg weniger als der bundesweite Durchschnitt. Dagegen wogen die Leverkusener Patienten mit Kombinationseingriffen im Durchschnitt 3,1 kg mehr als der bundesweite Durchschnitt.

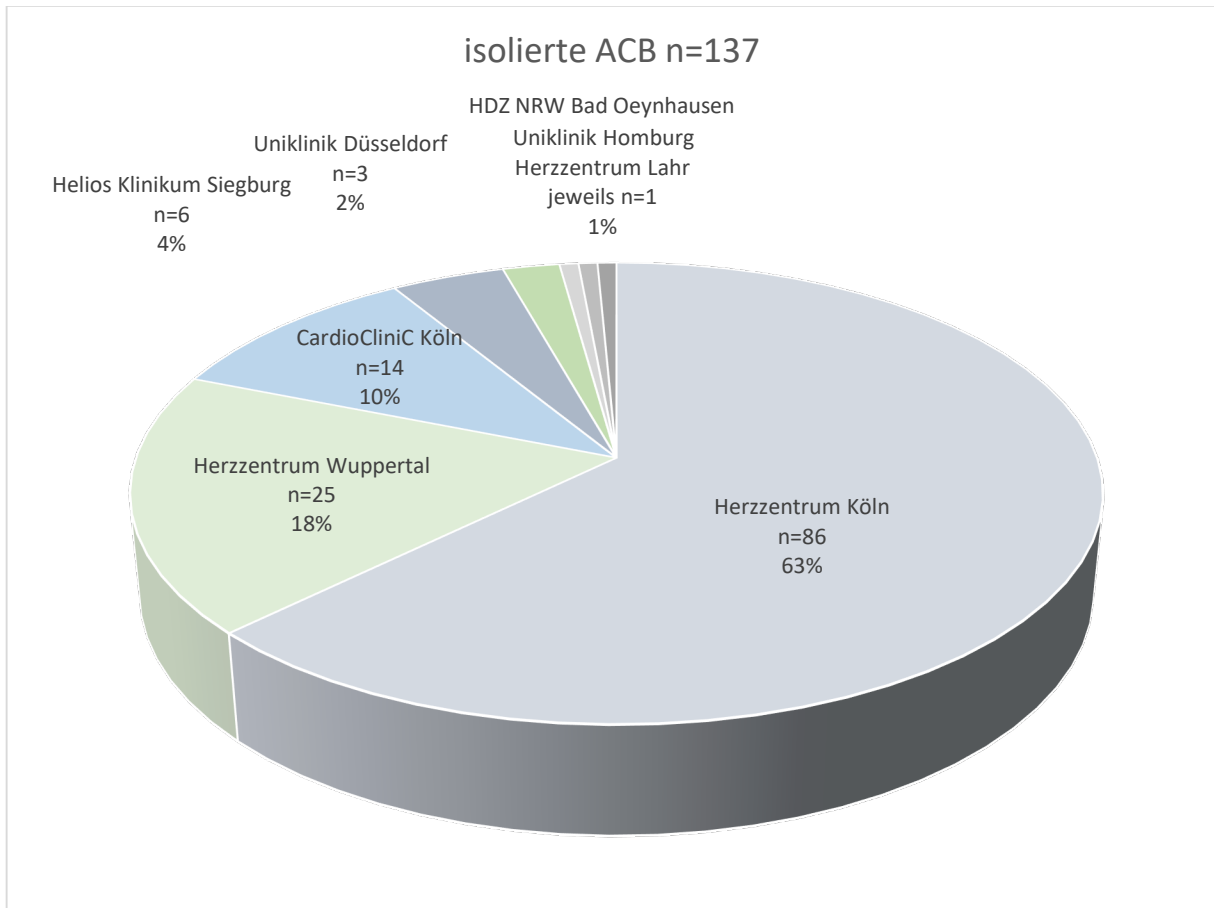


*Balkendiagramm 4: Durchschnittskörpergewicht in kg in den kardiochirurgischen Leistungen bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008*

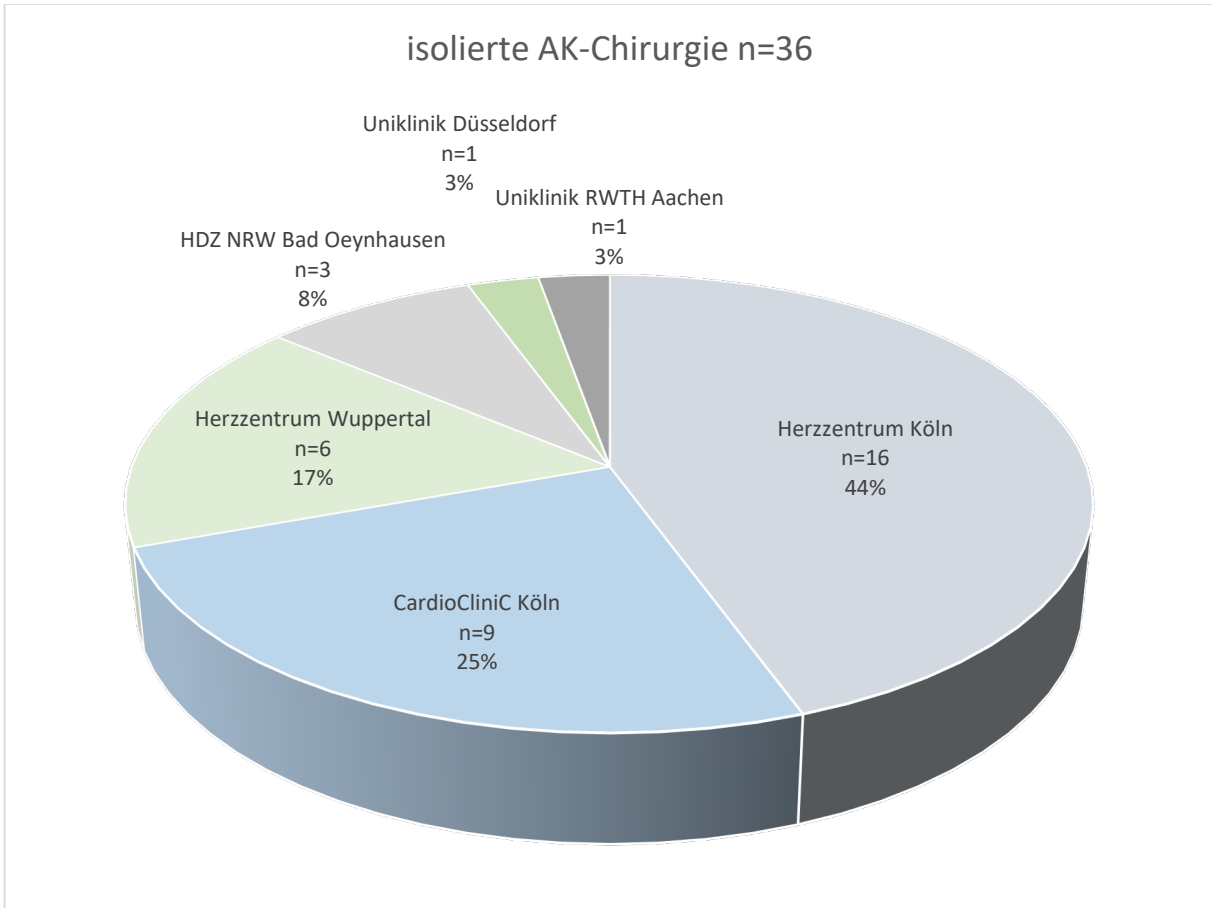
#### **4.3.4 Operierende Kliniken**

Die Patienten wurden in neun Kliniken in acht deutschen Städten behandelt (in Köln in zwei Kliniken: Universitätsklinik und CardioCliniC).

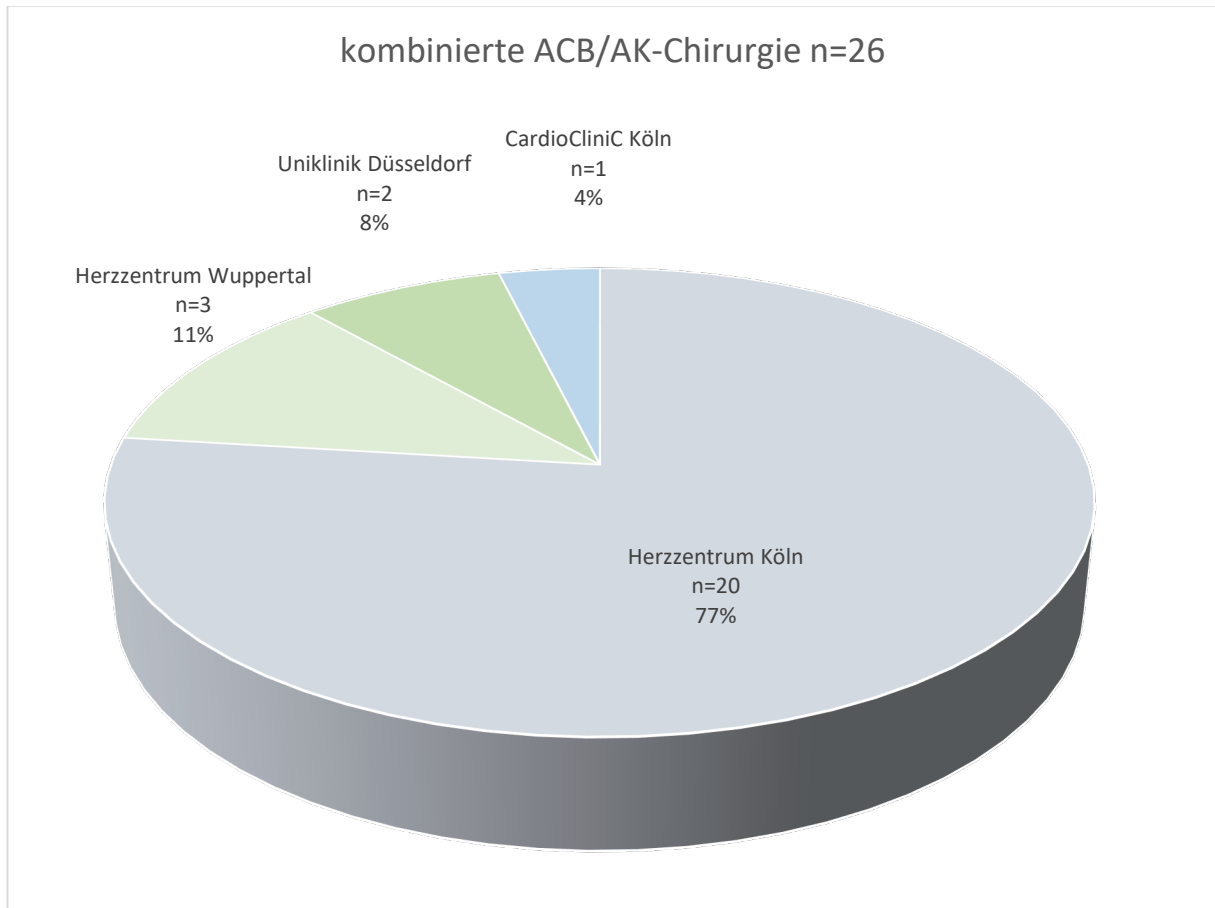
Die meisten Patienten, 129, wurden durch das Herzzentrum in Köln (Universitätsklinik) behandelt. Das am zweithäufigsten aufgesuchte Zentrum war das Herzzentrum in Wuppertal (Universitätsklinik) mit 39 Patienten. An dritter Stelle befand sich die CardioCliniC in Köln mit 24 Patienten. Es folgten das Helios Klinikum Siegburg mit acht Patienten, die Universitätsklinik Düsseldorf mit sieben Patienten, das Herz- und Diabeteszentrum NRW in Bad Oeynhausen mit fünf Patienten. Im Herzzentrum in Lahr, der Universitätsklinik in Homburg und der Universitätsklinik der RTWH in Aachen wurde jeweils ein Patient operiert.



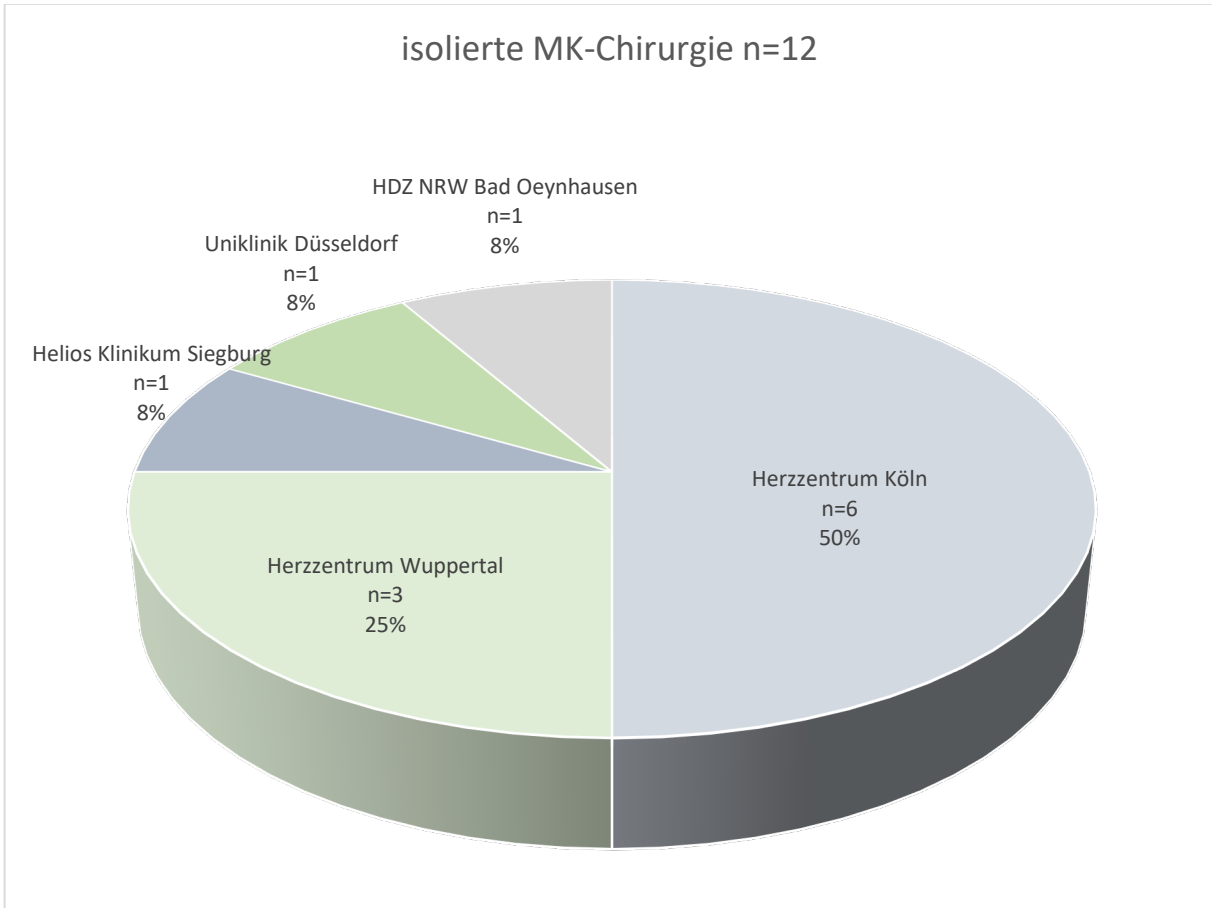
*Kreisdiagramm 1: Verteilung der isolierten Koronarchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen nach operierenden Kliniken 2008*



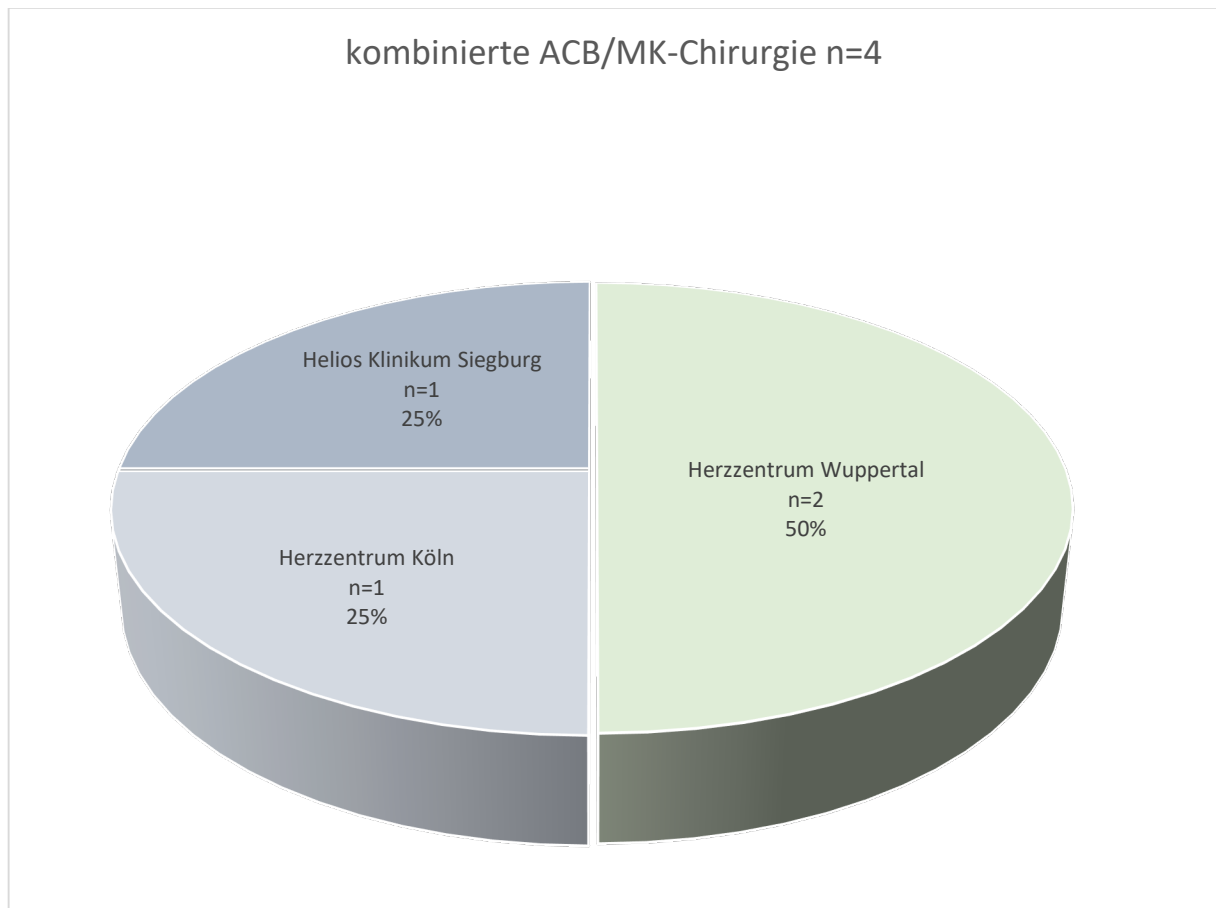
*Kreisdiagramm 2: Verteilung der isolierten Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen nach operierenden Kliniken 2008*



*Kreisdiagramm 3: Verteilung der kombinierten Koronar- und Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen nach operierenden Kliniken 2008*



*Kreisdiagramm 4: Verteilung der isolierten Mitralklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen nach operierenden Kliniken 2008*



*Kreisdiagramm 5: Verteilung der kombinierten Koronar- und Mitralklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen nach operierenden Kliniken 2008*

#### **4.4 Beobachtete Letalität nach kardiochirurgischen Eingriffen bei den Patienten des Klinikums Leverkusen**

Hauptgegenstand dieser Arbeit ist die Untersuchung des postoperativen Verlaufs nach erfolgter Herz-OP mit einer besonderen Beachtung der Sterblichkeit.

Es wurde ein postoperatives 3-Jahre-Follow-up für die Patienten erstellt, bei denen in einem Zeitraum von einem bestimmten Kalenderjahr (2008) ein Linksherzkatheter-Untersuchungsbefund mit einer Indikation für eine Herz-OP ermittelt wurde und bei denen schließlich die OP erfolgte.

##### **4.4.1 Beobachtete Letalität fallbezogen**

In der folgenden Übersicht werden Patienten, die in den 3 Jahren nach ihrer Herz-OP verstarben, einzeln geschildert. Zu den persönlichen Angaben werden das Geschlecht und

das Alter der Patienten (zum Todeszeitpunkt) mitgeteilt. Der genaue Zeitraum zwischen der OP und dem Tod wird in Tagen angegeben. Des Weiteren wird der postoperative Verlauf, nach Möglichkeit mit einer Erwähnung der Todesursache, kurz evaluiert. Schließlich wird der Verlauf in Bezug auf die In-Hospital-Letalität und die in der Arbeit definierten Letalitäten analysiert.

#### **4.4.1.1 Isolierte Koronarchirurgie (n=137)**

In den drei Jahren nach dem Eingriff verstarben insgesamt 18 der 137 Patienten.

##### **30-Tage-Letalität (5 / 137)**

In den ersten 30 Tagen nach dem Eingriff verstarben fünf Patienten.

Eine 63-jährige Patientin verstarb am zweiten postoperativen Tag. Zum Tod der Patientin führte ein therapierefraktäres Low-cardiac-output-Syndrom (LCOS).

Am dritten postoperativen Tag verstarb ein 72-jähriger Patient. Als Todesursache wurde ebenfalls ein protrahiertes LCOS dokumentiert. In der klinisch-pathologischen Obduktion wurde ein frischer Septuminfarkt, ein rupturiertes Plaque im RCX-Endast sowie ein frischer Thrombus in der Y-Prothese (bei Z.n. aortobifemoralem Bypass) nachgewiesen. Die Reanimationsmaßnahmen waren nur kurzfristig erfolgreich und wurden dann im Verlauf bei einer ausgeprägten metabolischen Entgleisung eingestellt.

Am fünften postoperativen Tag verstarb ein 62-jähriger Patient. Trotz einer postoperativen extrakorporalen Membranoxygenierung (ECMO) und einer frühzeitig etablierten kontinuierlichen venovenösen Hämodialyse ließ sich der Zustand des Patienten nicht stabilisieren. Der Patient verstarb im Rahmen eines LCOS.

Am sechsten postoperativen Tag verstarb ein 60-jähriger Patient, ebenfalls trotz einer ECMO-Unterstützung in Folge eines LCOS.

Bei diesen vier Patienten handelt es sich um eine allgemein definierte 30-Tage-Letalität, da diese Patienten innerhalb von 30 Tagen nach der OP in dem Krankenhaus, in dem sie operiert wurden, verstarben.

Der fünfte, ein 71-jähriger Patient, wurde nach seiner OP aus der herzchirurgischen Klinik regulär am achten postoperativen Tag entlassen. Am 14. postoperativen Tag erfolgte eine Anschlussbehandlung in einer Rehaklinik. Im Verlauf, am 24. postoperativen Tag, kam es zu einem akuten Abdomen, so dass er notfallmäßig in ein anderes Krankenhaus der Grundversorgungsstufe aufgenommen werden musste. Noch am Tag der Aufnahme, d. h. am

24. Tag nach seiner Herz-OP, verstarb er im fulminanten septischen Schock nach einer Hartmann-OP bei Sigmaperforation. Bei ihm handelt es sich um einen nicht kontinuierlichen stationären Aufenthalt. Der Patient war zum einem zwischenzeitlich für wenige Tage zu Hause, zum anderen verstarb er später in einem ihn nicht am Herzen operierenden Krankenhaus.

### **6-Monate-Letalität (9 / 137)**

Im weiteren Verlauf bis zum Ende des sechsten Monats nach der OP verstarben weitere vier Patienten.

Eine 79-jährige Patientin verstarb am 49. postoperativen Tag. Es handelte sich um einen komplikationsreichen Verlauf im Rahmen einer Wundheilungsstörung. Aufgrund einer prolongierten invasiven Beatmung wurde die Patientin tracheotomiert. Komplizierend kam es im weiteren Verlauf zu einem ausgeprägten Mediainfarkt und den daraus resultierenden weiteren neurologischen Komplikationen aufgrund einer Immobilisation, wie u. a. eine Anlage einer perkutanen endoskopischen Gastrostomie (PEG). Zum Tode der Patientin führte ein Multiorganversagen in Folge einer Pneumonie. Die intensivmedizinischen Maßnahmen wurden von den Angehörigen zum Schluss nicht gewünscht und entsprechend nicht erweitert. Es handelt sich um einen ununterbrochenen stationären Aufenthalt in zwei verschiedenen Krankenhäusern.

Ein 76-jähriger Patient verstarb am 75. Tag nach seiner OP. Der postoperative Verlauf war ebenfalls sehr komplikationsreich. Zunächst bestand eine erhebliche Vigilanzminderung und später trat eine Beatmungspflichtigkeit auf, mit einer konsekutiven Tracheotomie am 13. postoperativen Tag. Am fünften postoperativen Tag musste ein Nierenersatzverfahren etabliert werden. Schließlich verstarb er im Rahmen einer schweren respiratorischen Globalinsuffizienz auf einer Normalpflegestation, nachdem die intensivmedizinischen Maßnahmen nicht mehr eskaliert worden waren. Es handelt sich um eine kontinuierliche Hospitalisation in drei unterschiedlichen Krankenhäusern.

Eine 85-jährige Patientin starb am 97. postoperativen Tag. Es handelt sich um einen überwiegend stationären postoperativen Verlauf. Bereits am ersten Tag nach der OP kam es bei ihr zu einem ischämischen Hirninfarkt im linken Mediastromgebiet. Am 22. postoperativen Tag wurde sie zur Anschlussbehandlung in eine spezielle neurologische Rehaklinik verlegt, wo sie 42 weitere Tage verbrachte. Von dort wurde sie in eine Pflegeeinrichtung entlassen. Bei der Entlassung bestand weiterhin eine mittel- bis hochgradige brachiofazialbetonte Hemiparese rechts sowie eine Aphasie. Mit Verdacht auf Aspirationspneumonie verstarb sie 33 Tage nach der Entlassung aus der neurologischen Rehaklinik in ihrem Pflegeheim.

Ein 75-jähriger Patient verstarb am 110. postoperativen Tag. Aufgrund einer diffusen Nachblutung musste er am zweiten postoperativen Tag massiv transfundiert und chirurgisch revidiert werden. Darüber hinaus verlief die Entwöhnung von der invasiven Beatmung bei einer Pneumonie erschwert, so dass am sechsten postoperativen Tag eine Tracheotomie durchgeführt wurde. Am 29. postoperativen Tag wurde der Patient in ein anderes Krankenhaus verlegt. Dort wurde die Trachealkanüle nach einer verzögerten Beatmungsentwöhnung entfernt. Im weiteren Verlauf erfolgten diverse Krankenhausaufenthalte, deren Schwerpunkte in der ausgeprägten neurologischen Beeinträchtigung des Patienten in Folge eines vorbestehenden Morbus Parkinson und einer postoperativen Critical-Illness-Polyneuropathie (CIP) lagen. Am 98. postoperativen Tag wurde eine PEG etabliert. Am 106. postoperativen Tag wurde er zuletzt in einem stabilisierten Zustand erneut nach Hause entlassen. Er starb vier Tage später, d. h. am 110. Tag nach seiner aortokoronaren Bypass-OP; der Sterbeort ergibt sich nicht aus den vorliegenden Unterlagen. Im letzten Entlassungsbericht wurden pflegerische Hilfsmittel wie ein Rollstuhl, ein Pflegebett, eine Antidekubitusmatratze, Inkontinenzmaterial und die PEG-Versorgungsmittel verordnet.

Zusammenfassend waren zwei Patienten zwar kontinuierlich hospitalisiert, allerdings jeweils in mindestens zwei unterschiedlichen Krankenhäusern. Zwei weitere Patienten waren langfristig hospitalisiert. Einer von ihnen verstarb nach einem Monat im Pflegeheim, der andere wenige Tage nach der Entlassung aus dem Krankenhaus (es bleibt unklar, ob zu Hause oder in einem Pflegeheim). Bei allen vier gab es komplizierte langwierige Verläufe, während derer die Patienten an Komplikationen nach der OP und aufgrund ihrer Multimorbidität verstarben.

### **1-Jahr-Letalität (10 / 137)**

Nach dem sechsten Monat innerhalb des ersten Jahres nach der OP verstarb ein weiterer Patient, ein 59-jähriger Mann. Die Todesursache konnte nicht genau ermittelt werden. Man geht von einer onkologischen Grunderkrankung aus, die früh nach der erfolgten Bypass-Operation gestellt wurde.

### **2-Jahre-Letalität (13 / 137)**

Im zweiten Jahr nach der OP verstarben drei Patienten; drei Männer im Alter von 73, 80 und 83 Jahren. Bei zwei von ihnen stand eine Tumorerkrankung als Todesursache im Vordergrund. Der dritte Patient verstarb an einem plötzlichen Herztod.

### **3-Jahre-Letalität (18 / 137)**

Im dritten Jahr nach der OP verstarben fünf Patienten. Es handelt sich jeweils um Männer im Alter von 75, 81, 83, 84 und 86 Jahren. Bei ihnen blieb die Todesursache während des Untersuchungszeitraums unbekannt. Einer der Patienten verstarb während seiner Reha-Behandlung nach einer Bauch-OP.

#### **4.4.1.2 Isolierte Aortenklappenchirurgie (n=36)**

Bei 36 Patienten wurden sechs Todesfälle während des 3-jährigen Follow-up ermittelt.

#### **30-Tage-Letalität (3 / 36)**

In den ersten 30 Tagen nach der OP verstarben drei Patienten.

Eine 79-jährige Patientin verstarb am ersten postoperativen Tag nach einem biologischen AKE. Bereits eine Stunde nach der OP musste unter Reanimationsmaßnahmen eine chirurgische Revision bei einer unkontrollierbaren fulminanten Blutung durchgeführt werden. Am nächsten Tag wurde bei einer reduzierten Vigilanz ein Verdacht auf eine hypoxische Hirnschädigung gestellt. Unerwartet kam es zu einem erneuten Blutungsereignis mit Reanimationspflichtigkeit. Die durchgeführten Maßnahmen blieben erfolglos. Die Patientin verstarb in Folge einer Nachblutung aus einem Wandriss im rechten Ventrikel.

Eine 66-jährige Patientin verstarb am vierten postoperativen Tag ebenfalls nach einem biologischen AKE. Komplizierend kam es bereits noch am OP-Tag zu einem rechtsventrikulären Pumpversagen bei Perfusionsstörung im Bereich der rechten Koronararterie. Unter Reanimationsbedingungen erfolgte eine Rethorakotomie. Eine Myokardrevaskularisation mittels eines einfachen aortokoronaren Venenbypass (ACVB) auf die RCA war notwendig. Postoperativ musste der Kreislauf zunächst mit einer ECMO unterstützt werden. Am vierten postoperativen Tag, nach der ECMO-Explantation, kam es zu einem erneuten Rechtsherzversagen mit einer steigenden Katecholaminpflichtigkeit. Angesichts der fehlenden sinnvollen therapeutischen Optionen verstarb die Patientin in Folge eines LCOS.

Ein 48-jähriger Patient verstarb am 25. Tag nach einem mechanischen AKE an den Folgen einer postoperativ aufgetretenen Endokarditis. Am 17. postoperativen Tag kam es zu einem malignen linksseitigen Medianinfarkt mit Beatmungspflichtigkeit. Echokardiographisch wurden Auflagerung im Bereich der neu implantierten Aortenklappe nachgewiesen, so dass von einer akuten Endokarditis dringend auszugehen war. Am 19. postoperativen Tag wurde eine Re-

Operation mit Implantation eines neuen AK-Ersatzes durchgeführt. Am 22. postoperativen Tag trat eine wesentliche Zustandsverschlechterung ein. In der bildgebenden Diagnostik ergab sich eine eindeutige Zunahme des Hirnödems mit Hinweisen auf eine lebensbedrohliche obere Einklemmung. Einer neurochirurgischen Intervention stand man ablehnend gegenüber. Der Patient verstarb am 25. postoperativen Tag in Folge eines kardioembolischen ischämischen Hirninfarktes, zu dem eine Endokarditis nach einer zuvor implantierten mechanischen Herzklappenprothese führte.

Bei allen diesen Patienten handelt es sich um eine Krankenhausletalität. Der letzte Patient verstarb zwar nicht in der ihn operierenden Abteilung, allerdings in einer neurologischen Abteilung derselben Klinik. Da es sich um eine innerklinische Verlegung des Patienten handelt, wird in diesem Fall von einer In-Hospital-Letalität ausgegangen.

### **6-Monate-Letalität (6 / 36)**

In den ersten sechs Monaten nach der OP verstarben noch drei weitere Patienten.

Ein 79-jähriger Patient mit einem biologischen AKE verstarb am 50. postoperativen Tag. Der Patient wurde mit Dyspnoe der NYHA IV-Klassifikation aus dem ihn operierenden Institut in ein geriatrisches Krankenhaus verlegt. Im letzten Bericht wurde von einer kardialen Dekompensation mit Stauungspneumonie bei einer hochgradig reduzierten LVEF berichtet. Eine präzise Todesursache konnte laut dem Bericht nicht ermittelt werden. Es handelt sich um eine kontinuierliche Hospitalisierung.

Ein 75-jähriger Patient nach einem biologischen AKE verstarb am 62. postoperativen Tag im Rahmen einer erneuten Hospitalisierung bei rezidivierender Übelkeit und Appetitlosigkeit. Als Todesursache wurde ein plötzlicher Herztod dokumentiert.

Eine 76-jährige Patientin verstarb 85 Tage nach ihrem biologischen AKE. Sie musste aufgrund einer oberen gastrointestinalen Blutung im Rahmen eines myelodysplastischen Syndroms erneut stationär aufgenommen werden. Im stationären Verlauf kam es zusätzlich zu einer Endokarditis. Angesichts eines instabilen Allgemeinzustandes der multimorbiden Patientin wurde von der Re-Operation abgesehen. Schließlich wurde angesichts einer infausten Prognose und einer neu aufgetretenen oberen und unteren gastrointestinalen Blutung auf die Therapieeskalation verzichtet. Sie verstarb in Folge einer Sepsis bei Mitralklappenendokarditis.

#### **4.4.1.3 Kombinierte Koronar- und Aortenklappenchirurgie (n=26)**

Während des 3-jährigen Follow-up verstarben fünf der 26 Patienten.

In den ersten 30 postoperativen Tagen verstarb kein Patient.

#### **6-Monate-Letalität (2 / 26)**

In den ersten 6 Monaten nach einem hier definierten Kombinationseingriff verstarben zwei Patienten.

Am 63. postoperativen Tag verstarb eine 72-jährige Patientin. Es handelte sich bei ihr um einen komplikationsreichen postoperativen Verlauf im Rahmen einer Wundheilungsstörung im Sternumbereich. Die Patientin verstarb an Multiorganversagen in Folge eines septischen Schocks. Die Patientin wurde durchgehend in dem sie operierenden Institut behandelt, somit handelt es sich hier um eine Krankenhausletalität, allerdings nach mehr als 30 Tagen.

Ein anderer Patient, 73 Jahre alt, verstarb am 82. postoperativen Tag. Bei ihm gab es ebenfalls einen komplizierten postoperativen Verlauf mit einer Mediastinitis bei einem wundheilungsbedingten instabilen Sternum. Der Patient war durchgehend hospitalisiert. Am 30. postoperativen Tag wurde er in eine nicht dem primären Institut zugehörenden Klinik für plastische Chirurgie zur Versorgung der Sternumdehiszenz verlegt, wo er in Folge eines septischen Schocks mit Multiorganversagen 52 Tage nach der Verlegung verstorben ist.

#### **2-Jahre-Letalität (4 / 26)**

Im zweiten Jahr verstarben zwei weitere Patienten nach einem Kombinationseingriff.

Ein 78-jähriger Patient ist 420 Tage nach seiner OP verstorben. Der Patient wurde nach seiner OP regulär aus der herzchirurgischen Klinik entlassen. Im Anschluss erfolgte eine reguläre medizinische Rehabilitation. Bis zu seinem Tod wurden diverse, voneinander unabhängige Krankenhausaufenthalte dokumentiert. Die Todesursache konnte nicht eruiert werden.

Ein 70-jähriger Patient ist 690 Tage nach seiner OP verstorben. 544 Tage nach der OP kam es zu einem ischämischen Hirninfarkt mit einer konsekutiven hochgradigen Hemiparese. 650 Tage nach der OP wurde bei ihm ein Oberschenkel amputiert. Der Patient befand sich teils in einer Pflegeeinrichtung, teils zu Hause. Er verstarb aufgrund seiner Multimorbidität. Die genaue Todesursache konnte nicht eruiert werden.

### **3-Jahre-Letalität (5 / 26)**

Im dritten Jahr nach der OP verstarb noch eine weitere Patientin.

Im dritten Jahr, 761 Tage nach der OP, verstarb eine 78-jährige Patientin in Folge einer Urosepsis. Aufgrund der bekannten Multimorbidität der Patientin wurde auf die lebensverlängernden Maßnahmen verzichtet und wurden somit keine apparativen Maßnahmen von den Angehörigen gewünscht.

#### **4.4.1.4 Isolierte Mitralklappenchirurgie (n=12)**

Bei zwölf Patienten wurden fünf Todesfälle während des 3-jährigen Follow-up ermittelt.

### **30-Tage-Letalität (3 / 12)**

Im Rahmen der 30-Tage-Letalität verstarben drei Patienten bereits am Tag der OP, und zwar in tabula, zwei Frauen, 77 und 83 Jahre alt, und ein 77-jähriger Mann.

### **6-Monate Letalität (4 / 12)**

Eine 70-jährige Patientin verstarb am 59. postoperativen Tag. Postoperativ war die Patientin schrittmacherpflichtig, so dass am zwölften postoperativen Tag ein VVI-Einkammersystem-Herzschrittmacher implantiert wurde. Am 14. postoperativen Tag musste die Patientin bei einem Verdacht auf eine Darmischämie explorativ laparotomiert werden. Es wurden eine ausgeprägte Dünndarmresektion und Hemikolektomie rechts durchgeführt. Komplizierend kam es im weiteren Verlauf zu einer ausgeprägten Peritonitis. Zur weiteren Behandlung wurde die Patientin am 28. postoperativen Tag in das Heimatkrankenhaus verlegt. Dort kam es später zu einer akuten Kreislaufdekompensation aufgrund eines echokardiographischen Verdachtes auf ein paravalvuläres Leck. Ursächlich wurde von einem Myokardinfarkt ausgegangen. Sie verstarb nach frustrierten Reanimationsmaßnahmen.

Die Patientin hatte einen fortlaufenden stationären Aufenthalt, allerdings in mindestens zwei unterschiedlichen Krankenhäusern, so dass eine Krankenhausletalität nach herkömmlicher Definition nicht vorliegt.

## **2-Jahre-Letalität (5 / 12)**

Am 421. postoperativen Tag verstarb eine 78-jährige Patientin. Sie lebte kurz vor ihrem Tod in einem Pflegeheim. Es bestand bei ihr eine fortgeschrittene Demenz. Sie wurde wegen einer Aspirationspneumonie, an der sie letztlich verstarb, stationär aufgenommen. Angesichts einer Patientenverfügung, in der die intensivmedizinischen Maßnahmen, wie invasive Beatmung und kardiopulmonale Reanimation nicht gewünscht wurden, erfolgte schließlich eine antibiotische und analgetische Behandlung.

### **4.4.1.5 Kombinierte Koronar- und Mitralklappenchirurgie (n=4)**

In den drei Jahren nach dem Eingriff verstarben insgesamt zwei von vier Patienten.

In dieser Patientengruppe gab es keinen Todesfall innerhalb der ersten sechs Monaten nach der OP.

## **1-Jahr-Letalität (2 / 4)**

Ein 73-jähriger Patient mit einem biologischen MKE in Kombination mit chirurgischer Myokardrevaskularisation verstarb 265 Tage nach der OP. Am 238. Tag nach der OP wurde er wegen lumboschialgieformer Beschwerden wieder stationär aufgenommen. Im Laufe dieses stationären Aufenthaltes kam es zu einem LCOS mit tödlicher Folge.

Ein 74-jähriger Patient ebenfalls nach einem biologischen MKE in Kombination mit einer ACB-OP verstarb am 297. postoperativen Tag. Es handelt sich bei ihm um einen komplikationsreichen postoperativen Verlauf. Aufgrund einer erschwerten Beatmungsentwöhnung musste bei dem Patienten am zwölften postoperativen Tag eine Tracheotomie durchgeführt werden. Am 14. postoperativen Tag erfolgte eine Verlegung des Patienten in eine spezielle neurologische Rehabilitationsanschlussklinik. Es bestand eine ausgeprägte Critical-Illness-Polyneuropathie (CIP). Im weiteren Verlauf konnte der Patient dekanüliert werden, allerdings war er aufgrund der CIP neurologisch deutlich beeinträchtigt, so dass die weiteren Behandlungen in Rehabilitationszentren folgten. 208 Tage nach seiner Herz-OP musste er bei einer Exazerbation der respiratorischen Insuffizienz erneut tracheotomiert werden. Zehn Tage später, am 218. postoperativen Tag, wurde bei ihm eine PEG etabliert. Am 238. postoperativen Tag konnte die Trachealkanüle entfernt werden, allerdings musste er bei einem Reanimationsereignis in Folge eines Sekretverhaltes erneut rekanüliert werden. Seine Mobilität war weiterhin sehr reduziert. Der Patient verstarb in einer Pflegeeinrichtung. Eine genaue Todesursache konnte nicht eruiert werden. Bei ihm handelt es

sich um keinen kontinuierlichen Krankenhausaufenthalt, obwohl er nur zeitweilig zu Hause war.

#### **4.4.1.6 Andere Eingriffe**

Bisher wurden die Patienten aus der Zielgruppe, d. h. mit einer isolierten Koronar-, einer isolierten Aortenklappen-Chirurgie und einer Kombination der beiden Verfahren sowie mit einer isolierten Mitralklappen-Chirurgie und ebenfalls deren Kombination mit einer Koronar-Chirurgie, besprochen.

Darüber hinaus gab es neun Patienten, die ursprünglich in die Rekrutierung des Patientenkollektivs einbezogen wurden. Bei diesen Patienten wurde die Sterblichkeit nach der OP ebenfalls in den ersten drei Jahren ermittelt.

Es handelt sich um die folgenden Eingriffe:

- biologischer AKE in Kombination mit Aorteneingriff (Aortenersatz), verstorben nach einem Tag
- ACB-OP in Kombination mit Aorteneingriff (Aortenersatz), verstorben nach 3 Tagen
- PCI als Ultima-Ratio-Lösung anstatt einer ACB, verstorben nach 65 Tagen
- Zweiherzklappeneingriff (MKR und TKR), verstorben nach 96 Tagen
- 2x transapikaler Aortenklappenersatz, verstorben nach 92 bzw. 543 Tagen
- minimalinvasiver ASD Verschluss, verstorben nach 100 Tagen
- pulmonale Thrombendarteriektomie, verstorben nach 220 Tagen
- Dekortikation des Perikards des Herzens, verstorben nach 788 Tagen.

Ein 59-jähriger Patient verstarb am ersten postoperativen Tag in Folge eines LCOS nach einem biologischen AKE und einem Ersatz der Aorta ascendens.

Bei einer 70-jährigen Patientin, bei der ursprünglich eine isolierte aortokoronare Bypass-OP geplant war, musste aufgrund eines intraoperativen Zufallsbefunds einer Porzellanaorta zusätzlich ein nicht vorgesehener Aortenersatz durchgeführt werden. Im Ergebnis erfolgte statt einer isolierten Bypass-Operation ein Kombinationseingriff mit einem Eingriff an der Aorta. Aus diesem Grund wird diese Patientin aus der Patientengruppe mit einer isolierten Koronar-Chirurgie bei der Letalitätsauswertung ausgeschlossen. Sie verstarb am dritten postoperativen Tag und in Folge eines katecholaminrefraktären LCOS.

Ein 67-jähriger Patient verstarb am 65. Tag nach seinem interventionellen Eingriff. Dieser Patient wurde bereits oben im Kapitel 4.2.2.1 (Invasive Therapie der KHK) über die Patienten mit einer Indikation zu einer isolierten Koronarchirurgie beschrieben. Aufgrund eines erhöhten OP-Risikos wurde bei ihm schließlich eine perkutane Koronarintervention mit einem

medikamentenfreisetzenden Stent (Sirolimus) anstatt der ursprünglich geplanten aortokoronaren Bypass-OP durchgeführt.

Eine 84-jährige Patientin verstarb am 96. postoperativen Tag nach der Rekonstruktion der Mitral- und Trikuspidalklappe. Bei ihr kam es zu einer komplizierten Wundheilungsstörung mit diversen Wundrevisionen und einer Punktionstracheotomie am 32. postoperativen Tag. Am 34. postoperativen Tag wurde sie invasiv beatmungs- und katecholaminpflichtig in ein anderes Krankenhaus verlegt. Dort wurde eine Wunddefektdeckung mittels beidseitiger Musculus-pectoralis-majus-Lappenplastik durchgeführt. Komplizierend kam es zu einer Hämatomausbildung im gesamten Wundbereich und später auch in der linken Axilla, die revidiert und ausgeräumt wurden. Die respiratorische Situation verschlechterte sich zunehmend, so dass die Extubationsversuche erfolglos blieben. Angesichts der infausten Prognose bei einer weiteren Intensivierung der Beatmungsparameter und einer steigenden Katecholaminpflichtigkeit wurde nach Rücksprache mit den Angehörigen auf eine Eskalation der Therapie verzichtet. Die Patientin verstarb zwei Monate nach ihrer Verlegung in das Anschlusskrankenhaus und am 96. postoperativen Tag nach ihrer Zweiherzklappen-OP. Damit handelt es sich zwar um eine ununterbrochene Hospitalisierung, allerdings in verschiedenen Krankenhäusern.

Bei zwei Patienten wurde die Aortenklappe kathetergestützt über einen transapikalen Zugang implantiert. Bei den beiden Herzklappenprothesen handelte es sich um eine biologische Klappe. Schon aufgrund der Entscheidung zu diesem Eingriff handelte es sich um multimorbide Patienten. Beide Patienten verstarben in den ersten drei Jahren nach dem Eingriff. Ein 81-jähriger Patient verstarb am 92. postoperativen Tag. Es handelte sich um einen multimorbiden Patienten, bei dem bereits in der Vergangenheit eine aortokoronare Bypass-OP durchgeführt wurde. Er verstarb im Rahmen einer massiven Rechtsherzdekompensation. Die intensivmedizinische Therapie wurde von den Angehörigen am Ende der Behandlung explizit nicht gewünscht. Und eine 86-jährige Patientin verstarb 543 Tage nach ihrer Herzklappenoperation. Als Todesursache wurde eine kardiopulmonale Dekompensation im Rahmen einer chronischen Herzinsuffizienz und einer absoluten Arrhythmie dokumentiert.

Eine 74-jährige Patientin verstarb am 100. Tag nach ihrer Herz-OP. Es wurde bei ihr ein ASD-Verschluss in minimalinvasiver chirurgischer Technik über eine rechtsseitige Minithorakotomie durchgeführt. Im Verlauf kam es zu einem ausgeprägten mechanischen Ileus mit Reanimationspflichtigkeit. Des Weiteren musste in Folge einer Aspirationspneumonie eine perkutane Dilatationstracheotomie durchgeführt werden. Ebenfalls wurde ein Nierenersatzverfahren etabliert. Unter dem klinischen Bild eines progredienten Multiorganversagens verstarb die Patientin noch in dem sie operierenden Institut.

Ein 68-jähriger Patient verstarb 220 Tage nach seiner OP an den Folgen einer kurz nach der OP diagnostizierten malignen Tumorerkrankung. Operativ wurde bei ihm eine pulmonale Thrombendarteriektomie bei Zustand nach einer Lungenembolie durchgeführt.

Ein 40-jähriger Patient verstarb 788 Tage nach einer Dekortikation des Herzens bei Pericarditis constrictiva calcarea zu Hause nach einer frustranen kardiopulmonalen Reanimation.

#### **4.4.2 Beobachtete Letalität allgemein**

Die Letalität wird nach Zeit und bzw. oder Ort des Versterbens differenziert.

Als Diskussionsgrundlage werden folgende Letalitätsbegriffe definiert:

- 30-Tage-Letalität
- Krankenhausletalität bzw. In-Hospital-Letalität
- „krankenhausübergreifende“ Letalität
- 6-Monate-Letalität
- 1-Jahr-Letalität
- 2-Jahre-Letalität
- 3-Jahre-Letalität.

Die 30-Tage Letalität wird in Bezug auf den in dieser Arbeit angewandten Euroscore ermittelt. Es handelt sich bei ihr um das Verhältnis der Patienten zu der gesamten Population aller operierten Patienten, die binnen 30 Tage nach der Operation in der Klinik, in der der chirurgische Eingriff durchgeführt wurde, verstarben.

Die Krankenhausletalität bzw. In-Hospital-Letalität weist auf Patienten hin, die unabhängig von der Dauer ihres Aufenthaltes in der Klinik, in der sie operiert wurden, verstarben. Somit kommt es hier auf den Todeszeitpunkt und die Beschränkung auf 30 Tage nicht an. Die Ermittlung dieser Letalität ist die Voraussetzung zur Modellierung der spezifischen, im Rahmen der externen Qualitätssicherung in Deutschland entwickelten Risiko-Scores. Denn mithilfe des KCH-Scores 3.0 für die isolierte Koronarchirurgie, des AKL-Scores für die isolierte AK-Chirurgie und für die Kombination aus den vorgenannten des KBA-Scores wird die erwartete Krankenhausletalität ohne eine zeitliche Beschränkung, berechnet.

Die „krankenhausübergreifende“ Letalität ist ein Begriff, der für die Zwecke dieser Arbeit erstmals formuliert wird. Er erfasst die Letalität sowohl von Patienten, die unter die Definition der Krankenhausletalität fallen, als auch die Patienten, die aufgrund eines Krankenhauswechsels nicht in dem Krankenhaus verstarben, in dem sie operiert wurden, aber durchgehend hospitalisiert waren.

Diese Differenzierung soll das Spektrum der Letalitäten erweitern, in Abgrenzung zu den zwei üblicherweise verwandten Letalitätsbegriffen der 30-Tage-Letalität und der Krankenhausletalität nach herkömmlicher Definition.

Darüber hinaus werden die 6-Monate-, die 1-Jahr-, die 2-Jahre- und die 3-Jahre-Letalität beschrieben.

Als Schwerpunkt stellt sich die Letalität nach bis zu 6 Monaten heraus.

#### **4.4.2.1 Isolierte Koronarchirurgie**

Eine isolierte Koronarchirurgie erfolgte bei 137 Patienten, bei denen im Jahre 2008 ein operationspflichtiger Linksherzkatheter-Untersuchungsbefund nachgewiesen wurde. Während des 3-jährigen Follow-up verstarben 18 Patienten.

In den ersten 30 Tagen nach einer isolierten aortokoronaren Bypass-Operation verstarben insgesamt fünf Patienten.

Vier von ihnen verstarben im Rahmen ihres Aufenthaltes in der Klinik, in der sie operiert wurden. Somit handelt es sich bei ihnen um eine Krankenhausletalität (In-Hospital-Letalität), die gleichzeitig das zeitliche Kriterium einer 30-Tage-Letalität erfüllt. Da zu einem späteren Zeitpunkt des Follow-up, d. h. nach mehr als 30 Tagen, keine weiteren Patienten mehr in der Klinik, in der sie operiert wurden, verstarben, sind die Krankenhausletalität nach herkömmlicher bundesweiter Definition und die 30-Tage-Krankenhausletalität gleich.

Alle vier Patienten verstarben bereits in der ersten Woche nach der OP, nämlich am 2., 3., 5. und 6. postoperativen Tag. Das durchschnittliche OP-Überleben bei Patienten mit 30-Tage-Sterblichkeit betrug vier Tage. Es handelt sich um eine 63-jährige Frau und drei Männer im Alter von 72, 62 und 60 Jahren. Alle verstarben in Folge eines therapierefraktären Low-cardiac-output-Syndroms (LCOS).

Bei dem fünften Patienten, einem 71-jährigen Mann, der 24 Tage nach seiner isolierten Bypass-OP verstarb, wurde keine In-Hospital-Letalität nachgewiesen, da bei ihm keine ununterbrochene Hospitalisierung gegeben war.

Im weiteren Verlauf verstarben noch vier andere Patienten im 6-monatigen Zeitraum nach ihrer OP.

Bei zwei von ihnen handelt es sich um einen ununterbrochenen stationären Aufenthalt, allerdings jeweils nacheinander in mindestens zwei unterschiedlichen Krankenhäusern. Damit wurde das Kriterium der In-Hospital-Letalität nicht erfüllt. Darüber hinaus verstarben diese

Patienten mehr als 30 Tagen nach der OP; eine 79-jährige Frau nach 49 Tagen und ein 76-jähriger Mann nach 75 Tagen.

Bei zwei anderen Patienten wurde ihre Hospitalisierung bis zu ihrem Tod nicht durchgehend fortgesetzt. Eine 85-jährige Patientin verstarb am 97. postoperativen Tag nach einem längeren stationären Aufenthalt in einer Pflegeeinrichtung, und bei einem 75-jährigen Mann wurden diverse Klinikaufenthalte kurzfristig unterbrochen. Er verstarb am 110 postoperativen Tag.

Zwar handelt es sich hier um keine In-Hospital-Letalität, allerdings ebenfalls um komplikationsreiche postoperative Verläufe mit einem postoperativen ischämischen Hirninsult bzw. einer postoperativen Langzeitbeatmung aufgrund erschwerter Entwöhnung von der maschinellen Beatmung. Beides war jeweils zumindest mitursächlich für den letalen Ausgang.

Nach dem sechsten Monat innerhalb des ersten Jahres nach der OP verstarb ein weiterer Patient, ein 59-jähriger Mann. Eine genaue Todesursache konnte nicht ermittelt werden. Jedenfalls handelte es sich um eine onkologische Grunderkrankung.

Im zweiten Jahr nach der OP verstarben drei Patienten, Männer im Alter von 73 bis 83 Jahren. Bei zwei von ihnen stand eine Tumorerkrankung als Todesursache im Vordergrund. Der dritte Patient verstarb an einem plötzlichen Herztod.

Im dritten Jahr nach der OP verstarben fünf Patienten - ebenfalls Männer - im Alter von 75 bis 86 Jahren. Bei ihnen blieb die Todesursache während der Datenerhebung unbekannt. Einer der Patienten verstarb während seiner Reha-Behandlung nach einer Bauch-OP.

Zusammenfassend wurde bei vier Patienten eine In-Hospital-Letalität ermittelt, die zugleich das Kriterium einer 30-Tage-In-Hospital-Letalität erfüllte. Sie betrug 2,9 % (4 / 137). Eine 30-Tage-Letalität, unabhängig vom Sterbeort, betraf insgesamt fünf Patienten.

Im Rahmen eines stationären Aufenthaltes verstarben noch zwei weitere Patienten, allerdings nicht in der Klinik, in der sie operiert wurden. Damit verstarben insgesamt sechs Patienten im Rahmen der hier definierten „krankenhausübergreifenden“ Letalität. Diese betrug somit 4,4 % (6 / 137).

In den ersten sechs Monaten nach dem Eingriff verstarben in Summe neun Patienten. Die 6-Monate-Letalität betrug damit 6,6 % (9 / 137) und war somit mehr als doppelte so hoch wie die 30-Tage- und die Krankenhausletalität nach herkömmlicher Definition. Bei allen Patienten, die nach dem 30. postoperativen Tag verstarben, gab es komplizierte langwierige Verläufe, während derer die Patienten an OP-assoziierten Komplikationen und aufgrund ihrer Multimorbidität starben.

In den ersten sechs Monaten nach einer isolierten aortokoronaren Bypass-OP verstarben neun Patienten. Danach und noch vor dem Ablauf des ersten postoperativen Jahres starb

noch ein Patient, so dass insgesamt zehn Patienten in den ersten 12 Monaten nach der OP verstarben. Die 1-Jahr-Letalität lag damit bei 7,3 % (10 / 137).

Die 2-Jahre-Letalität betrug bei insgesamt 13 Patienten 9,5 % (13 / 137).

Während des 3-jährigen Follow-up starben insgesamt 18 Patienten nach einer isolierten aortokoronaren Bypass-Operation, die 3-Jahre-Letalität lag somit bei 13,1 % (18 / 137).

*Tabelle 11: Letalität nach isolierter Koronarchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen 2008*

Letalität	absolut	relativ
30-Tage-Letalität (im Krankenhaus, in dem die OP erfolgte)	4 / 137	2,9 %
30-Tage-Letalität (unabhängig vom Sterbeort)	5 / 137	3,7 %
In-Hospital-Letalität nach herkömmlicher Definition (im Krankenhaus, in dem die OP erfolgte und unabhängig vom Sterbezeitpunkt)	4 / 137	2,9 %
In-Hospital-Letalität „krankenausübergreifend“ (während einer kontinuierlichen Hospitalisierung unabhängig vom Sterbeort und Sterbezeitpunkt)	6 / 137	4,4 %
6-Monate-Letalität*	9 / 137	6,6 %
1-Jahr-Letalität	10 / 137	7,3 %
2-Jahre-Letalität	13 / 137	9,5 %
3-Jahre-Letalität	18 / 137	13,1 %

\*Bei den Patienten mit einer isolierten Koronarchirurgie wird im Rahmen der sechsmonatigen Letalität zusätzlich ein Patient einbezogen, der bisher unerwähnt blieb, da er die Kriterien der hier erörterten Letalitäten, nämlich der 30-Tage-, der Krankenhaus- und der „krankenausübergreifenden“ Letalität nicht erfüllt. Dieser Patient verstarb an den Folgen einer Darmperforation am 24. Tag nach seiner Bypass-OP, nachdem er nach vorheriger Entlassung nach Hause erneut hospitalisiert worden war. Ob die Darmperforation im unmittelbaren Zusammenhang mit der Herzoperation steht, konnte anhand der vorliegenden Daten nicht festgestellt werden.

Würde dieser Patient bei der Ermittlung der 6-Monate-Letalität aus den genannten Gründen nicht berücksichtigt, ergäbe sich mit acht Patienten eine Letalität von 5,8 % (8 / 137).

#### **Letalität bei den Patienten mit einer indizierten und nicht erfolgten isolierten Koronarchirurgie**

Werden die Patienten mit einer Indikation zu einer isolierten Koronarchirurgie evaluiert, müssen noch drei weitere Patienten erwähnt werden. Das sind Patienten, bei denen zwar primär eine Indikation zu einer isolierten koronaren Bypass-Operation gestellt wurde, dieser Eingriff aber entweder nicht oder in einem anderen Umfang als ursprünglich geplant durchgeführt wurde.

Ein 75-jähriger Patient wurde nicht operiert, weil er bereits nach seiner Verlegung in das herzchirurgische Zentrum und noch vor OP-Beginn verstarb.

Der andere (zweite) Patient (67-jährig) erhielt keine chirurgische Myokardrevaskularisation, sondern eine perkutane Koronarintervention (PCI) als Ultima-Ratio-Lösung. Er verstarb 65 Tage nach der durchgeführten Intervention; er war seit der Aufnahme in die Zielklinik durchgehend hospitalisiert. Bei diesem Patienten handelte es sich daher um eine Krankenhausletalität, allerdings nach einer PCI.

Schließlich erfolgte bei einer 70-jährigen Patientin ein Kombinationsverfahren mit einem Aortaeingriff (Aortenersatz) aufgrund einer intraoperativ identifizierten Porzellanaorta. Diese Patientin wurde daher aus der Patientengruppe mit einer isolierten Bypass-Operation ausgeschlossen und für die Auswertung dieser kardiochirurgischen Leistung nicht berücksichtigt.

#### **4.4.2.2 Isolierte Aortenklappenchirurgie**

Eine isolierte Aortenklappen-Chirurgie wurde bei 36 Patienten durchgeführt. Es wurden sechs Todesfälle im Rahmen des 3-jährigen Follow-up ermittelt.

In den ersten 30 Tagen verstarben drei Patienten. Es handelt sich um zwei Frauen im Alter von 79 und 66 Jahren, die am ersten bzw. vierten postoperativen Tag starben, sowie um einen Mann, 48 Jahre, der am 25. postoperativen Tag verstarb.

Bei allen diesen Patienten handelt es sich um eine Krankenhausletalität. Der letzte Patient verstarb zwar nicht in der ihn operierenden Abteilung, allerdings in einer neurologischen Abteilung derselben Klinik.

Nach 30 Tagen und innerhalb von sechs Monaten nach der OP verstarben noch drei weitere Patienten.

Bei einem 79-jährigen Patienten, der am 50. postoperativen Tag verstarb, handelt es sich um einen kontinuierlichen stationären Aufenthalt, allerdings mit einem Krankenhauswechsel.

Ein 74-jähriger Mann verstarb am 62. und eine 76-jährige Frau am 85. postoperativen Tag. Bei den beiden handelt es sich um eine neue Hospitalisierung, in deren Rahmen sie starben.

In der weiteren Erfassung bis 3 Jahre nach dem erfolgten chirurgischen Eingriff wurde keine Letalität mehr nachgewiesen.

Zusammenfassend betrug die 30-Tage-Krankenhausletalität mit drei Patienten 8,3 % (3 / 36). Die gesamte Krankenhausletalität betrug ebenfalls 8,3 %, da kein weiterer Patient zu einem späteren Zeitpunkt (> 30 Tage) in der Klinik, in der er operiert wurde, verstarb. Dass die 30-Tage-Krankenhausletalität und die gesamte Krankenhausletalität gleich sind, ließ sich ebenfalls in der bereits dargestellten Patientengruppe mit isolierten aortokoronaren Bypass-Operationen beobachten.

Im weiteren Verlauf verstarben noch drei weitere Patienten in den ersten sechs Monaten nach der OP. Einer von ihnen wurde ununterbrochen stationär behandelt, allerdings in zwei verschiedenen Krankenhäusern; bei zwei anderen Patienten handelte sich um nicht kontinuierliche Hospitalisationen.

Somit wurde eine „krankenhausübergreifende“ Letalität bei vier Patienten beobachtet, die folglich bei 11,1 % (4 / 36) lag.

Die 6-Monate Letalität bei den sechs Patienten betrug 16,7 % (6 / 36).

Darüber hinaus wurden keine Todesfälle mehr aus dieser Patientengruppe im dreijährigen Follow-up beobachtet.

*Tabelle 12: Letalität nach isolierter Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen 2008*

Letalität	absolut	relativ
30-Tage-Letalität (im Krankenhaus, in dem die OP erfolgte)	3 / 36	8,3 %
30-Tage-Letalität (unabhängig vom Sterbeort)	3 / 36	8,3 %

Letalität	absolut	relativ
In-Hospital-Letalität nach herkömmlicher Definition (im Krankenhaus, in dem die OP erfolgte und unabhängig vom Sterbezeitpunkt)	3 / 36	8,3 %
In-Hospital-Letalität „krankenausübergreifend“ (während einer kontinuierlichen Hospitalisierung unabhängig vom Sterbeort und Sterbezeitpunkt)	4 / 36	11,1 %
6-Monate-Letalität	6 / 36	16,7 %
1-Jahr-Letalität	6 / 36	16,7 %
2-Jahre-Letalität	6 / 36	16,7 %
3-Jahre-Letalität	6 / 36	16,7 %

Im Zusammenhang mit der Aortenklappenchirurgie sollen noch zwei Patienten mit einem transapikalen Aortenklappenersatz erwähnt werden. Es handelt sich um einen 81-jährigen Mann, der am 92. postoperativen Tag, und eine 86-jährige Patientin, die 543 Tage nach ihrer OP verstarb. Da es sich nur um zwei Patienten mit dieser Therapieform im untersuchten Patientenkollektiv handelt, wird auf sie im Weiteren mangels quantitativer Relevanz nicht mehr eingegangen. Darüber hinaus handelt es sich um ein Verfahren, das erstmalig in Europa in Basel im Jahre 2006 und in Deutschland im Jahre 2007 durchgeführt wurde. Damit wurde dieses Verfahren in dem für die Arbeit relevanten Zeitraum noch unterrepräsentiert im klinischen Alltag eingesetzt. Gleichwohl besteht seit 2008 eine Dokumentationspflicht für die externe stationäre Qualitätssicherung.

#### **4.4.2.3 Kombinierte Koronar- und Aortenklappenchirurgie**

Es gab 26 Patienten, bei denen ein Kombinationseingriff mit einem aortokoronaren Bypass und einer Chirurgie der Aortenklappe erfolgte. Während der 3-jährigen Beobachtungszeit verstarben fünf Patienten.

In den ersten 30 postoperativen Tagen verstarb kein Patient.

Zwei Patienten verstarben in den ersten sechs Monaten. Es handelt sich um eine 72-jährige Patientin, die am 63., und einen 73-jährigen Patienten, der am 82. postoperativen Tag verstarb.

Bei der ersten Patientin wurde eine In-Hospital-Letalität bestätigt. Bei dem zweiten Patienten konnte aufgrund des Krankenhauswechsels trotz durchgehender Hospitalisierung nach der herkömmlichen Definition keine In-Hospital-Letalität verzeichnet werden.

Im zweiten Jahr verstarben zwei weitere Patienten nach ihrem Kombinationseingriff, zwei Männer im Alter von 70 und 78 Jahren.

Im dritten Jahr nach der OP verstarb noch ein weiterer Patient, eine 78-jährige Frau.

Zusammenfassend handelt es sich um eine Krankenhausletalität von 3,8 % (1 / 26), die keine 30-Tage-Krankenhausletalität war.

Eine „krankenhausübergreifende“ Letalität galt für insgesamt zwei Patienten und lag bei 7,7 % (2 / 26). Da bis zum zweiten Jahr nach der OP kein weiterer Patient verstarb, sind die 6-Monate- und 1-Jahr-Letalität mit 7,7 % gleich. Erst im zweiten Jahr nach der OP verstarben noch weitere zwei Patienten, so dass die 2-Jahre-Letalität bei insgesamt vier Patienten 15,4 % (4 / 26) betrug. Ein Patient verstarb im dritten Jahr, somit lag die Letalität von insgesamt fünf Patienten in diesem Zeitraum bei 19,2 % (5 / 26).

*Tabelle 13: Letalität nach kombinierter Koronar- und Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen 2008*

Letalität	absolut	relativ
30-Tage-Letalität (im Krankenhaus, in dem die OP erfolgte)	0 / 26	0,0 %
30-Tage-Letalität (unabhängig vom Sterbeort)	0 / 26	0,0 %
In-Hospital-Letalität nach herkömmlicher Definition (im Krankenhaus, in dem die OP erfolgte und unabhängig vom Sterbezeitpunkt)	1 / 26	3,9 %
In-Hospital-Letalität „krankenhausübergreifend“ (während einer kontinuierlichen Hospitalisierung unabhängig vom Sterbeort und Sterbezeitpunkt)	2 / 26	7,7 %
6-Monate-Letalität	2 / 26	7,7 %
1-Jahr-Letalität	2 / 26	7,7 %
2-Jahre-Letalität	4 / 26	15,4 %
3-Jahre-Letalität	5 / 26	19,2 %

#### 4.4.2.4 Isolierte Mitralklappenchirurgie

Eine isolierte Mitralklappen-Chirurgie erfolgte bei zwölf Patienten. Während des 3-jährigen Follow-up wurden fünf Todesfälle festgestellt.

In den ersten 30 Tagen verstarben drei Patienten, zwei Frauen im Alter von 77 und 83 Jahren und ein 77-jähriger Mann. Alle drei Patienten verstarben noch am Tag der Operation als *mors in tabula*. Bei einem von diesen Patienten war noch eine koronarchirurgische Bypass-Operation zusätzlich geplant, jedoch nicht durchgeführt worden; bei einem anderen Patienten wurde zunächst eine Rekonstruktion angestrebt, die letztlich als Ersatzverfahren verlief.

Zwei weitere Patienten verstarben später; eine 70-Jährige am 59. und eine andere, 78-Jährige, am 421. postoperativen Tag. Bei der ersten handelte es sich um einen kontinuierlichen stationären Aufenthalt nacheinander in zwei verschiedenen Krankenhäusern, bei der zweiten handelte es sich um eine neue Hospitalisation, während derer sie schließlich verstarb.

In der Patientengruppe mit einer isolierten Mitralklappenchirurgie verstarben insgesamt fünf Patienten in den drei Jahren nach ihrer OP.

Die 30-Tage-Krankenhausletalität wurde bei drei operierten Patienten nachgewiesen. Sie betrug 25,0 % (3 / 12). Eine „krankenhausübergreifende“ Letalität betraf zusätzlich noch einen Patienten, so dass insgesamt 4 Patienten im Rahmen dieser Letalität verstarben. Diese betrug somit 33,3 % (4 / 12). Ein fünfter Patient verstarb als letzter in dem Follow-up im zweiten Jahr nach der OP. Die 2-Jahre-Letalität betrug 41,7 % (5 / 12).

*Tabelle 14: Letalität nach isolierter Mitralklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen 2008*

Letalität	absolut	relativ
30-Tage-Letalität (im Krankenhaus, in dem die OP erfolgte)	3 / 12	25,0 %
30-Tage-Letalität (unabhängig vom Sterbeort)	3 / 12	25,0 %
In-Hospital-Letalität nach herkömmlicher Definition (im Krankenhaus, in dem die OP erfolgte und unabhängig vom Sterbezeitpunkt)	3 / 12	25,0 %

Letalität	absolut	relativ
In-Hospital-Letalität „krankenausübergreifend“ (während einer kontinuierlichen Hospitalisierung unabhängig vom Sterbeort und Sterbezeitpunkt)	4 / 12	33,3 %
6-Monate-Letalität	4 / 12	33,3 %
1-Jahr-Letalität	4 / 12	33,3 %
2-Jahre-Letalität	5 / 12	41,7 %
3-Jahre-Letalität	5 / 12	41,7 %

#### 4.4.2.5 Kombinierte Koronar- und Mitralklappenchirurgie

Es handelt sich um zwei Todesfälle bei vier Patienten während des 3-jährigen Follow-up.

Vier Patienten - eine 80-jährige Frau und drei Männer im Alter von 67, 72 und 73 Jahren - erhielten eine aortokoronare Bypass-Operation in Kombination mit einer Mitralklappen-Chirurgie.

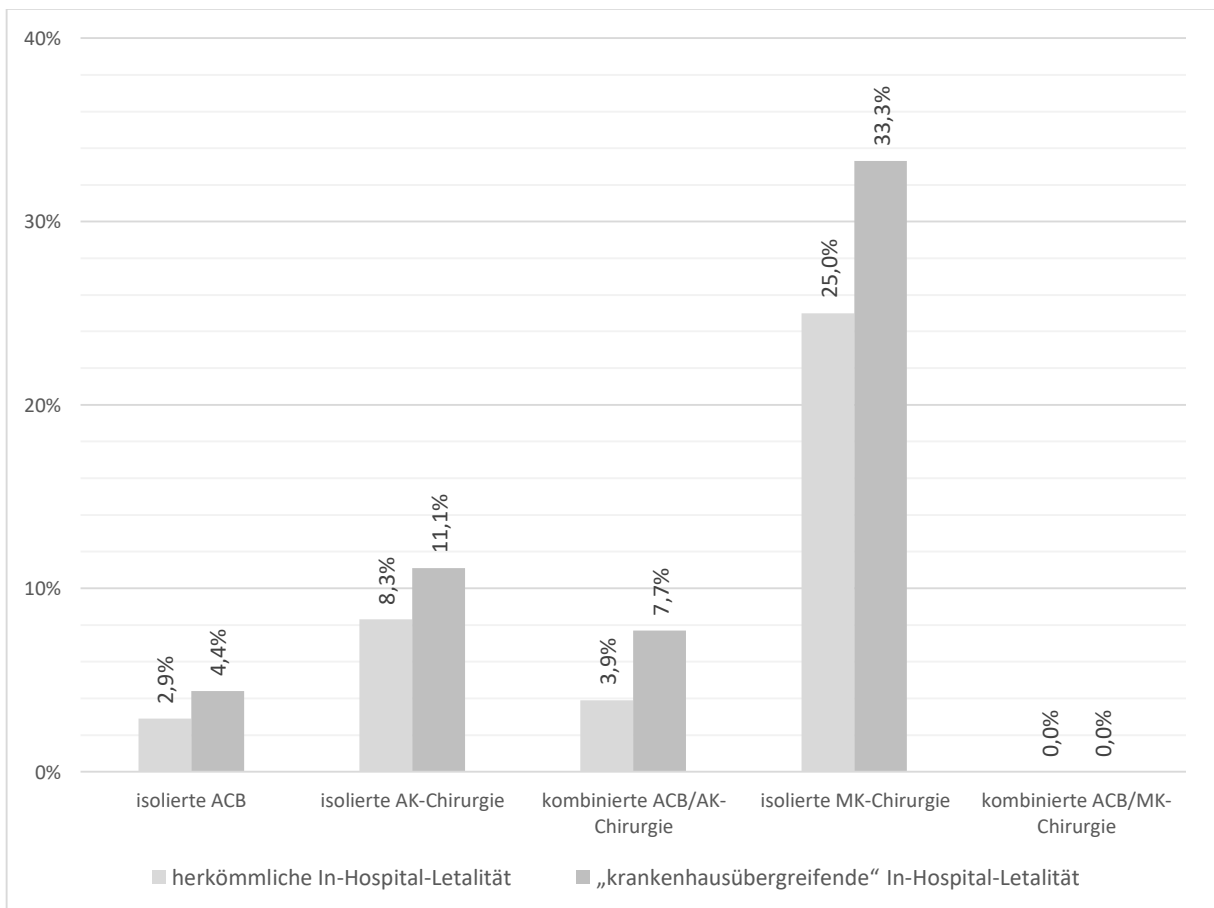
Zwei Männer verstarben im Alter von 72 und 73 Jahren in den drei Jahren nach ihrer OP; einer von ihnen 265 Tage und ein anderer 297 Tage nach seiner OP. Sie starben im Krankenhaus, allerdings ohne fortlaufenden stationären Aufenthalt.

Somit verstarben in dieser Patientengruppe zwei Patienten im Rahmen der 1-Jahr-Letalität, die somit 50 % betrug.

*Tabelle 15: Letalität nach kombinierter Koronar- und Mitralklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen 2008*

Letalität	absolut	relativ
30-Tage-Letalität (im Krankenhaus, in dem die OP erfolgte)	0 / 4	0,0 %
30-Tage-Letalität (unabhängig vom Sterbeort)	0 / 4	0,0 %
In-Hospital-Letalität nach herkömmlicher Definition (im Krankenhaus, in dem die OP erfolgte und unabhängig vom Sterbezeitpunkt)	0 / 4	0,0 %

Letalität	absolut	relativ
In-Hospital-Letalität „krankenausübergreifend“ (während einer kontinuierlichen Hospitalisierung unabhängig vom Sterbeort und Sterbezeitpunkt)	0 / 4	0,0 %
6-Monate-Letalität	0 / 4	0,0 %
1-Jahr-Letalität	2 / 4	50,0 %
2-Jahre-Letalität	2 / 4	50,0 %
3-Jahre-Letalität	2 / 4	50,0 %



Balkendiagramm 5: In-Hospital-Letalität nach herkömmlicher und nach „krankenausübergreifender“ Definition bei den Patienten des Klinikums Leverkusen 2008

#### **4.5 Risikoadjustierte Letalität nach kardiochirurgischen Eingriffen bei den Patienten des Klinikums Leverkusen**

Im Folgenden werden die Ergebnisse der risikoadjustiert kalkulierten Wahrscheinlichkeit, nach einem Eingriff im Krankenhaus zu versterben, aus den fünf selektierten herzchirurgischen Leistungsbereichen dargestellt.

Die Angaben zu den Risikofaktoren waren bei drei Patienten mit einer isolierten ACB-OP nicht vollständig. Es fehlten echokardiographische Daten zur quantitativen linksventrikulären Auswurffraktion (LVEF). Die LVEF ist ein für die Risikoadjustierung relevanter kardialer Risikofaktor mit entweder LVEF 30-50 % oder LVEF < 30 %. Bei diesen Patienten lag nur eine qualitative Bestimmung der linksventrikulären Pumpfunktion (LVEF) vor, die nicht echokardiographisch, sondern im Rahmen der LHK-Untersuchung qualitativ erfolgte und einer entsprechenden quantitativen LVEF-Klasse zugeordnet werden konnte. Blieben diese Angaben unberücksichtigt, würden der Score und damit die erwartete Mortalität zu niedrig berechnet.

Daher wurden die Scoreergebnisse nachkorrigiert und aktualisiert: Bei einem der Patienten handelte es sich um eine mittelgradig und bei den übrigen zwei Patienten um eine höhergradig reduzierte LVEF. Entsprechend wurden bei diesen Patienten die Angaben zur LVEF 30-50 % bzw. die LVEF < 30 % ergänzt und damit aktualisiert.

Es werden zwei Szenarien dargestellt, in denen der Score-Unterschied abhängig von den Angaben veranschaulicht wird.

In Szenario I werden die fehlenden Angaben zur LVEF nicht berücksichtigt; in Szenario II wird der Risikofaktor mit dem ermittelten Wert aktualisiert.

Das Szenario I ergab die Euroscore-Werte 1,72 %, 3,03 % und 6,83 %. In Szenario II erhöhen sich erwartungsgemäß die Werte, nämlich auf 2,60 %, 8,55 % und 17,98 %.

Werden nun diese Änderungen im ganzen Patientenkollektiv mit einer isolierten Koronarchirurgie einbezogen, beträgt der mittlere logistische Euroscore mit Szenario I 6,59 % und mit Szenario II 6,72 %. Daraus ergibt sich eine Differenz von 0,13 %.

Im Falle des KCH-Scores betragen die Werte in Szenario I in derselben Reihenfolge 0,95 %, 1,28 % und 0,79 % und in Szenario II entsprechend 1,42 %, 2,82 % und 1,74 %. Der mittlere KCH-Score steigt bei 137 Patienten von 2,40 % auf 2,43 % an. Die Differenz beträgt damit 0,03 %.

Die mittleren Werte unterscheiden sich in beiden Szenarien nur marginal.

Darüber hinaus können folgende Beobachtungen gemacht werden.

Mit dem Euroscore liegen die Werte für die erwartete Letalität sowohl in Szenario I als auch in Szenario II in einer steigenden Abfolge.

Anders verhält es sich dies beim KCH-Score, und zwar in zweifacher Hinsicht.

Zum einen sind die Werte bei den jeweiligen Patienten für die beiden Szenarien nicht steigend.

Zum anderen wechseln die Werte zwischen den Szenarien mit dem KCH-Score ihre Rangfolge.

So erreicht zum Beispiel der Patient mit dem höchsten Wert nach dem logistischen Euroscore in Szenario I den niedrigsten Wert mit dem KCH-Score 3.0 und in Szenario II den zweitgrößten Scorewert.

An diesem Beispiel zeigt sich, dass die erwarteten Letalitäten je nach verwendetem Score unterschiedlich ausfallen.

Grund dafür ist u. a., dass die Scores jeweils unterschiedliche Risikofaktoren einbeziehen.

Unterschiedlich sind außerdem die Regressionskoeffizienten, die die Scores verwenden. Dadurch werden die Unterschiede in der Gewichtung der einzelnen Risikofaktoren zwischen den Scores verstärkt.

Darüber hinaus wird jeweils eine scorespezifische Konstante für die Berechnung der multiplen logistischen Regression verwendet.

Zur Veranschaulichung kann auf den oben erwähnten Patienten verwiesen werden. Seine höhergradig reduzierte LVEF wird mit einem höheren Regressionskoeffizienten als eine mittelgradig reduzierte LVEF in die Kalkulation einbezogen. Damit bringt sie eine stärkere Gewichtung in die Berechnung und somit in das Endergebnis ein.

#### **4.5.1 Isolierte Koronarchirurgie**

Der logistische Euroscore betrug bei 137 Patienten im Durchschnitt 6,72 % (Median 4,25 %, Minimum 0,88 % und Maximum 40,42 %, Standardabweichung 7,47 %, Varianz 55,73 %<sup>2</sup>).

Der mittlere additive Euroscore lag bei 5,36 Punkten, (Median 5 Punkte, Minimum 0 Punkte und Maximum 14 Punkte, Standardabweichung 3,11 Punkte, Varianz 9,67 Punkte<sup>2</sup>). Nach dem additiven Euroscore wurden die Patienten in die vorgegebenen Risikogruppen eingestuft. In der Gruppe mit einem niedrigen Risiko (0-2 Punkte) gab es 25 Patienten (18,2 %), in der Gruppe mit einem mittleren Risiko (3-5 Punkte) 57 Patienten (41,6 %) und in der Hochrisikogruppe (mit 6 bis max. 45 Punkten) 55 Patienten (40,2 %).

Der KCH-Score 3.0 betrug im Durchschnitt 2,43 % (Median 1,25 %, Minimum 0,28 % und Maximum 22,24 %, Standardabweichung 3,47 %, Varianz 12,01 %<sup>2</sup>).

*Tabelle 16: Lage- und Streuungsparameter der Scoreergebnisse bei den Patienten des Klinikums Leverkusen mit isolierter Koronarchirurgie 2008*

isolierte ACB n=137	Euroscore logistisch	Euroscore additiv	KCH-Score 3.0
Mittelwert	6,72 %	5,36 Pkt.	2,43 %
mittlere absolute Abweichung	5,03 %	2,46 Pkt.	2,02 %
Median	4,25 %	5 Pkt.	1,25 %
Minimum	0,88 %	0 Pkt.	0,28 %
Maximum	40,42 %	14 Pkt.	22,24 %
Standardabweichung	7,47 %	3,11 Pkt.	3,47 %
Varianz	55,73 % <sup>2</sup>	9,67 Pkt. <sup>2</sup>	12,01 % <sup>2</sup>

#### **4.5.2 Isolierte Aortenklappenchirurgie**

Der durchschnittliche logistische Euroscore betrug bei 36 Patienten mit einer isolierten AK-Chirurgie 7,80 % (Median 5,47 %, Minimum 1,51 % und Maximum 31,64 %, Standardabweichung 7,56 %, Varianz 57,20 %<sup>2</sup>).

Der durchschnittliche additive Euroscore betrug 6,39 Punkte (Median 6 Punkte, Minimum 2 Punkte und Maximum 12 Punkte, Standardabweichung 2,76 Punkte, Varianz 7,63 Punkte<sup>2</sup>). In der Gruppe mit einem niedrigen Risiko (0-2 Punkte) gab es drei Patienten (8,3 %), in der Gruppe mit einem mittleren Risiko (3-5 Punkte) 13 Patienten (36,1 %) und in der Hochrisikogruppe (mit 6 bis max. 45 Punkten) 20 Patienten (55,6 %).

Der AKL-Score betrug im Durchschnitt 1,95 % (Median 1,425 %, Minimum 0,41 %, Maximum 8,88 %, Standardabweichung 1,66 %, Varianz 2,77 %<sup>2</sup>).

Tabelle 17: Lage- und Streuungsparameter der Scoreergebnisse bei den Patienten des Klinikums Leverkusen mit isolierter Aortenklappenchirurgie 2008

isolierte AK-Chirurgie n=36	Euroscore logistisch	Euroscore additiv	AKL-Score
Mittelwert	7,80 %	6,39 Pkt.	1,95 %
mittlere absolute Abweichung	5,43 %	2,27 Pkt.	1,19 %
Median	5,47 %	6 Pkt.	1,425 %
Minimum	1,51 %	2 Pkt.	0,41 %
Maximum	31,64 %	12 Pkt.	8,88 %
Standardabweichung	7,56 %	2,76 Pkt.	1,66 %
Varianz	57,20 % <sup>2</sup>	7,63 Pkt. <sup>2</sup>	2,77 % <sup>2</sup>

#### 4.5.3 Kombinierte Koronar- und Aortenklappenchirurgie

Der durchschnittliche logistische Euroscore lag bei den 26 Patienten mit dieser kardiochirurgischen Leistung bei 10,24 % (Median 7,795 %, Minimum 1,51 % und Maximum 38,19 %, Standardabweichung 7,56 %, Varianz 57,13 %<sup>2</sup>).

Der durchschnittliche additive Euroscore betrug 7,81 Punkte (Median 8 Punkte, Minimum 2 Punkte und Maximum 13 Punkte, Standardabweichung 2,30 Punkte, Varianz 5,31 Punkte<sup>2</sup>). In der Gruppe mit einem niedrigen Risiko (0-2 Punkte) gab es einen Patienten (3,8 %), in der Gruppe mit einem mittleren Risiko (3-5 Punkte) zwei Patienten (7,7 %) und in der Hochrisikogruppe (mit 6 bis max. 45 Punkten) 23 Patienten (88,5 %).

Der KBA-Score betrug im Durchschnitt 4,69 % (Median 3,365 %, Minimum 0,87 %, Maximum 18,60 %, Standardabweichung 3,88 %, Varianz 15,05 %<sup>2</sup>).

Tabelle 18: Lage- und Streuungsparameter der Scoreergebnisse bei den Patienten des Klinikums Leverkusen mit kombinierter Koronar- und Aortenklappenchirurgie 2008

kombinierte ACB/AK-Chirurgie n=26	Euroscore logistisch	Euroscore additiv	KBA-Score
Mittelwert	10,24 %	7,81 Pkt.	4,69 %

kombinierte ACB/AK-Chirurgie n=26	Euroscore logistisch	Euroscore additiv	KBA-Score
Mittlere absolute Abweichung	5,21 %	1,75 Pkt.	2,62 %
Median	7,80 %	8 Pkt.	3,37 %
Minimum	1,51 %	2 Pkt.	0,87 %
Maximum	38,19 %	13 Pkt.	18,6 %
Standardabweichung	7,56 %	2,30 Pkt.	3,88 %
Varianz	57,13 % <sup>2</sup>	5,31 Pkt. <sup>2</sup>	15,05 % <sup>2</sup>

#### 4.5.4 Isolierte Mitralklappenchirurgie

Grundsätzlich wird die erwartete Letalität der Patienten nach einer MK-Chirurgie mit dem Euroscore risikoadjustiert.

Da die für die Qualitätssicherung in den deutschen Krankenhäusern zuständigen Institute (BQS, AQUA und IQTiG) zum Zeitpunkt der Verfassung der Arbeit keinen spezifischen Score für MK-Chirurgie entwickelt hatten, wird die Risikoadjustierung bei der MK-Chirurgie analog zur AK-Chirurgie ermittelt, nämlich mit dem AKL- und dem KBA-Score.

Der Grund dafür, dass der AKL- und der KBA-Score zusätzlich zum Euroscore herangezogen werden, liegt in der begrenzten prognostischen Aussagekraft des Euroscores beim Vergleich zwischen den herzchirurgischen Leistungen. Mithilfe des AKL- und des KBA-Scores erwartet man einen aussagekräftigen Vergleich zwischen den herzchirurgischen Leistungsbereichen.

Der mittlere logistische Euroscore betrug bei zwölf Patienten mit einer isolierten MK-Chirurgie 13,64 % (Median 6,845 %, Minimum 1,51 % und Maximum 52,11 %, Standardabweichung 15,23 %, Varianz 231,91 %<sup>2</sup>).

Der durchschnittliche additive Euroscore betrug 7,33 Punkte, (Median 6,5 Punkte, Minimum 2 Punkte und Maximum 15 Punkte, Standardabweichung 4,05 Punkte, Varianz 16,39 Punkte<sup>2</sup>). In der Gruppe mit einem niedrigen Risiko (0-2 Punkte) gab es zwei Patienten (16,7 %), in der Gruppe mit einem mittleren Risiko (3-5 Punkte) gab es vier Patienten (33,3 %) und in der Hochrisikogruppe (mit 6 bis max. 45 Punkten) gab es sechs Patienten (50,0 %).

Der AKL-Score betrug im Durchschnitt 3,19 % (Median 2,475 %, Minimum 0,41 % und Maximum 7,42 %, Standardabweichung 2,59 %, Varianz 6,73 %<sup>2</sup>).

Tabelle 19: Lage- und Streuungsparameter der Scoreergebnisse bei den Patienten des Klinikums Leverkusen mit isolierter Mitralklappenchirurgie 2008

isolierte MK-Chirurgie n=12	Euroscore logistisch	Euroscore additiv	AKL-Score
Mittelwert	13,64 %	7,33 Pkt.	3,19 %
mittlere absolute Abweichung	11,97 %	3,50 Pkt.	2,32 %
Median	6,85 %	6,5 Pkt.	2,48 %
Minimum	1,51 %	2 Pkt.	0,41 %
Maximum	52,11 %	15 Pkt.	7,42 %
Standardabweichung	15,23 %	4,05 Pkt.	2,59 %
Varianz	231,91 % <sup>2</sup>	16,39 Pkt. <sup>2</sup>	6,73 % <sup>2</sup>

#### 4.5.5 Kombinierte Koronar- und Mitralklappenchirurgie

Es handelt sich um vier Patienten mit einem mittleren logistischen Euroscore von 8,57 % (Median 8,045 %, Minimum 5,24 % und Maximum 12,95 %, Standardabweichung 2,83 %, Varianz 8,01 %<sup>2</sup>).

Der durchschnittliche additive Euroscore betrug 7,50 Punkte (Median 7 Punkte, Minimum 6 Punkte und Maximum 10 Punkte, Standardabweichung 1,50 Punkte, Varianz 2,25 Punkte<sup>2</sup>). Alle vier Patienten (100,0 %) gehörten der Hochrisikogruppe (mit 6 bis max. 45 Punkten) an.

Der KBA-Score betrug im Durchschnitt 4,66 % (Median 4,44 %, Minimum 3,36 %, Maximum 6,38 %, Standardabweichung 1,19 %, Varianz 1,42 %<sup>2</sup>).

Tabelle 20: Lage- und Streuungsparameter der Scoreergebnisse bei den Patienten des Klinikums Leverkusen mit kombinierter Koronar- und Mitralklappenchirurgie 2008

kombinierte ACB/MK-Chirurgie n=4	Euroscore logistisch	Euroscore additiv	KBA-Score
Mittelwert	8,57 %	7,50 Pkt.	4,66 %
mittlere absolute Abweichung	2,32 %	1,25 Pkt.	1,10 %
Median	8,05 %	7 Pkt.	4,44 %

kombinierte ACB/MK-Chirurgie n=4	Euroscore logistisch	Euroscore additiv	KBA-Score
Minimum	5,24 %	6 Pkt.	3,36 %
Maximum	12,95 %	10 Pkt.	6,38 %
Standardabweichung	2,83 %	1,50 Pkt.	1,19 %
Varianz	8,01 % <sup>2</sup>	2,25 Pkt. <sup>2</sup>	1,42 % <sup>2</sup>

## 4.6 BQS-Bundesauswertung 2008

Im Folgenden werden die von der BQS Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH publizierten Ergebnisse zu den drei kardiochirurgischen Leistungsbereichen, der isolierten Koronar-, der isolierten Aortenklappenchirurgie und der Kombination der beiden Verfahren, präsentiert.

### 4.6.1 Isolierte Koronarchirurgie

In der BQS-Auswertung 2008 für die isolierte Koronarchirurgie wurden folgende fünf Qualitätsindikatoren definiert: QI 1 - Verwendung der linksseitigen Arteria mammaria interna, QI 2 - postoperative Mediastinitis, QI 3 - postoperative Nierenfunktionsstörung, QI 4 - neurologische Komplikationen und QI 5 - Letalität.

Dieser Leistungsbereich umfasst insgesamt 45.705 koronarchirurgische Operationen.

Es gab 45.514 Patienten, die in ihrer ersten Operation isoliert koronarchirurgisch operiert wurden.

Bei 40.024 Patienten (87,9 % aller Patienten) wurde die OP entweder elektiv oder dringlich durchgeführt.

Bei den übrigen 5.490 Patienten (12,1 % aller Patienten) handelte es sich um eine Notfall-OP.

#### In-Hospital-Letalität

Die In-Hospital-Letalität bei allen Patienten, die in ihrer ersten Operation isoliert koronarchirurgisch operiert wurden, betrug 3,1 %, mit Vertrauensbereich von 2,9 % bis 3,2 %. In absoluten Zahlen verstarben 1.393 von 45.514 Patienten.

Die In-Hospital-Letalität bei Patienten mit elektiver oder dringlicher Operationsindikation betrug 2,1 %, mit Vertrauensbereich von 2,0 % bis 2,2 %. In absoluten Zahlen verstarben 837 von 40.024 Patienten. Die In-Hospital-Letalität bei notfallmäßig operierten Patienten betrug 10,1 %. In absoluten Zahlen handelt es sich um 556 verstorbene von 5.490 Patienten.

### **Risikoadjustierung der In-Hospital-Letalität nach logistischem KCH-Score 3.0**

Bei 43.145 von 45.514 Patienten (94,8 %), die in ihrer ersten Operation isoliert koronarchirurgisch operiert wurden, lag eine vollständige Dokumentation zum KCH-Score 3.0 vor.

Von diesen Patienten verstarben 1.291 im Rahmen einer In-Hospital-Letalität. Somit betrug die beobachtete In-Hospital-Letalität (O für observed) 3,0 % (2,99 %), mit Vertrauensbereich von 2,8 % bis 3,2 %.

Die erwartete In-Hospital-Letalität (E für expected) lag bei 3,0 % (2,99 %). In die Kalkulation wurden 1.291,0 von 43.145 Patienten einbezogen.

Da E und O gleich waren, war damit die Differenz der beobachteten (O) und der erwarteten Letalität (E),  $O - E$ , gleich null.

Das Verhältnis der beobachteten In-Hospital-Letalität (O) zur erwarteten In-Hospital-Letalität (E),  $O / E$ , nach logistischem KCH-Score 3.0 betrug 1,00.

### **Risikoadjustierte In-Hospital-Letalität nach logistischem KCH-Score 3.0**

Die risikoadjustierte In-Hospital-Letalität betrug 3,0 %, der Referenzbereich lag bei  $\leq 5,2$  %.

Die risikoadjustierte In-Hospital-Letalität stellt eine fiktive Letalitätsrate dar mit dem Ziel, einen Vergleich zwischen Krankenhäusern zu ermöglichen. Der risikoadjustierte Wert kann nicht als tatsächliche Letalität in dem jeweils konkreten Krankenhaus für Patienten, deren Risiken im Durchschnitt liegen, verstanden werden. Die risikoadjustierte In-Hospital-Letalität berechnet sich aus der Multiplikation der beobachteten Gesamtletalität mit dem Verhältnis der beobachteten zur erwarteten Krankenhausletalität ( $(O / E) * O_{\text{Gesamt}}$ ),  $1,00 * 3,0$  %. Durch die Risikoadjustierung wird dem Umstand Rechnung getragen, dass in einem Krankenhaus die tatsächliche Letalität höher oder niedriger als die erwartete war. Mit anderen Worten wird mit dem fiktiven Wert abgebildet, ob in dem Krankenhaus das Risiko höher war als erwartet oder niedriger. Oder anders formuliert: Die risikoadjustierte Letalität beschreibt die Letalitätsrate, die erreicht worden wäre, wenn alle Krankenhäuser denselben Patientenmix gehabt hätten.

### **Risikoadjustierung der In-Hospital-Letalität nach logistischem Euroscore**

Eine vollständige Dokumentation zum Euroscore lag bei 43.578 Patienten von allen 45.514 Patienten vor, die in ihrer ersten Operation isoliert koronarchirurgisch operiert wurden. Dementsprechend war bei 95,7 % die Erfassung zum Euroscore lückenlos.

Die beobachtete In-Hospital-Letalität (O) betrug bei diesen Patienten 3,0 % (3,02 %), mit Vertrauensbereich von 2,9 % bis 3,2 %. Die vorhergesagte In-Hospital-Letalität (E) betrug 7,4 % (7,43 %).

Die Differenz  $O - E$  ergibt -4,41 %. Dieses Ergebnis zeigt den Anteil der tatsächlichen Todesfälle, der unter dem erwarteten Anteil liegt. Der negative Wert gibt an, dass die beobachtete In-Hospital-Letalität (O) niedriger ist als erwartet.

Das Verhältnis der beobachteten In-Hospital-Letalität (O) zur erwarteten In-Hospital-Letalität (E),  $O / E$ , nach logistischem Euroscore lag bei 0,41. Das Verhältnis kleiner eins bedeutet, dass die beobachtete In-Hospital-Letalität (O) kleiner ist als erwartet. In dem konkreten Fall, in dem das  $O / E$ -Verhältnis 0,41 beträgt, ist die tatsächliche In-Hospital-Letalität (O) 59 % kleiner als erwartet.

### **Risikoadjustierte In-Hospital-Letalität nach logistischem Euroscore**

Die risikoadjustierte In-Hospital-Letalität nach logistischem Euroscore betrug 1,2 %.

### **30-Tage-Letalität**

Bei 33.554 von 45.514 Patienten, die in ihrer Erstoperation eine isolierte Koronarchirurgie erhielten, war ihr Status am 30. postoperativen Tag bekannt. Damit lag die Follow-up-Rate bei 73,7 %.

Aus den Krankenhäusern mit einer notwendigen Follow-up-Rate  $\geq 97$  % wurden 24.034 Patienten erfasst. Von 23.950 dieser Patienten (99,7 %) war der Status am 30. postoperativen Tag bekannt. Von ihnen verstarben 725 Patienten im Zeitraum bis 30 Tage nach der OP. Die Letalität betrug damit 3,0 % (3,03 %), mit Vertrauensbereich von 2,8 % bis 3,3 %.

Die Dokumentation zum Euroscore war vollständig bei 22.455 von den 23.950 Patienten mit einem bekannten Status am 30. postoperativen Tag und aus einem Krankenhaus mit einer Follow-up-Rate  $\geq 97$  %. Von ihnen verstarben bis zum 30. postoperativen Tag 675 Personen.

Die 30-Tage-Letalität lag damit bei ihnen bei 3,0 % (3,01 %), mit Vertrauensbereich von 2,8 % bis 3,2 %.

Es werden zwei beobachtete 30-Tage-Letalitäten ermittelt und verglichen. Nämlich die Letalität bei den Patienten mit einem bekannten Status am 30. postoperativen Tag und aus einem Krankenhaus mit einer Follow-up-Rate  $\geq 97$  % (n=23.950) und die Letalität bei den Patienten, bei denen zusätzlich die Dokumentation zum Euroscore komplett vorlag (n=22.455). In den beiden Gruppen unterscheidet sich die 30-Tage-Letalität geringfügig. In der ersten Gruppe beträgt sie 3,03 % und in der zweiten Gruppe 3,01 %.

### **Risikoadjustierung der 30-Tage-Letalität nach logistischem Euroscore**

Die vorhergesagte 30-Tage-Letalität (E) nach dem Euroscore wurde bei Patienten mit einer vollständigen Dokumentation zum Euroscore und einem bekannten Status am 30. postoperativen Tag sowie aus Krankenhäusern mit einer Follow-up-Rate  $\geq 97$  % auf 7,2 % (7,20 %) berechnet. Die beobachtete Letalität (O) lag bei 3,0 % (3,01 %).

Somit betrug die Differenz  $O - E$  -4,19 %. Das bedeutet, dass der Anteil der beobachteten Todesfälle um 4,19 % geringer war als der erwartete Anteil.

Das Verhältnis der  $O / E$  betrug 0,42. Die beobachtete 30-Tage-Letalität (O) nach dem Euroscore war 58 % kleiner als erwartet.

### **Risikoadjustierte 30-Tage-Letalität nach logistischem Euroscore**

Die risikoadjustierte 30-Tage-Letalität lag bei 1,3 % (1,26 %). Sie wurde aus der Multiplikation der beobachteten Gesamletalität, 3,0 % (3,01 %), mit dem Verhältnis aus beobachteter zu erwarteter Krankenhausletalität, 0,42, berechnet ( $(O / E) * O_{\text{Gesamt}} = 0,42 * 3,01 \% = 1,26 \%$ ).

### **Zusammenfassung der Qualitätsindikatorergebnisse für die Letalität nach isolierter Koronarchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008**

*Tabelle 21: Grunddaten für isolierte Koronarchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008*

Anzahl der koronarchirurgischen Operationen	45.705	
---	--------	--

Alle Patienten, die in ihrer ersten Operation isoliert koronarchirurgisch operiert wurden	45.514	100,0 %
OP-Dringlichkeit elektiv/dringlich	40.024	87,9 %
Notfall-OP / Notfall-OP bei Reanimation	5.490	12,1 %

Tabelle 22: In-Hospital-Letalität nach isolierter Koronarchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008

Alle Patienten, die in ihrer ersten Operation isoliert koronarchirurgisch operiert wurden	1.393 von 45.514	3,1 %	Vertrauensbereich: 2,9 % bis 3,2 % Referenzbereich nicht definiert
OP-Dringlichkeit elektiv/dringlich	837 von 40.024	2,1 %	Vertrauensbereich: 2,0 % bis 2,2 % Referenzbereich nicht definiert
Notfall-OP	556 von 5.490	10,1 %	
Risikoadjustierung der In-Hospital-Letalität nach logistischem KCH-Score 3.0			
Patienten mit vollständiger Dokumentation zum KCH-Score 3.0	43.145 von 45.514	94,8 %	
In-Hospital-Letalität beobachtet (O) (Verstorbene Patienten mit vollständiger Dokumentation zum KCH-Score 3.0)	1.291 von 43.145	3,0 %	Vertrauensbereich: 2,8 % bis 3,2 %
In-Hospital-Letalität vorhergesagt (E)	1.291,0 von 43.145	3,0 %	Referenzbereich: definiert für risiko-adjustierte In-Hospital-Letalität: ≤ 5,2 % (Toleranzbereich 90 % - Perzentil)
Differenz O – E	0,00 %		
Verhältnis O / E	1,00		

Risikoadjustierte In-Hospital-Letalität nach logistischem KCH-Score 3.0	3,0 %		Referenzbereich: ≤ 5,2 % (Toleranzbereich 90 % - Perzentil)
Risikoadjustierung der In-Hospital-Letalität nach logistischem Euroscore			
Patienten mit vollständiger Dokumentation zum Euroscore	43.578 von 45.514	95,7 %	
In-Hospital-Letalität beobachtet (O) (Verstorbene Patienten mit vollständiger Dokumentation zum Euroscore)	1.317 von 43.578	3,0 %	Vertrauensbereich: 2,9 % - 3,2 %
In-Hospital-Letalität vorhergesagt (E)	3.240,0 von 43.578	7,4 %	
Differenz O – E	-4,41 %		
Verhältnis O / E	0,41		
Risikoadjustierte In-Hospital-Letalität nach logistischem Euroscore	1,2 %		

Tabelle 23: 30-Tage-Letalität nach isolierter Koronarchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008

Patienten mit bekanntem Status am 30. Tag postoperativ (Follow-up-Rate)	33.554 von 45.514	73,7 %	
Risikoadjustierung der 30-Tage-Letalität nach logistischem Euroscore			
Alle Patienten, die in einem Krankenhaus mit einer Follow-up-Rate ≥ 97 % in ihrer ersten Operation isoliert koronarchirurgisch operiert wurden	24.034		
Davon: Patienten, für die der Status am 30. Tag postoperativ bekannt ist (Follow-up-Rate)	23.950 von 24.034	99,7 %	

30-Tage-Letalität beobachtet (O)	725 von 23.950	3,0 %	Vertrauensbereich: 2,8 % - 3,3 % Referenzbereich nicht definiert
Davon: Patienten mit vollständiger Dokumentation zum Euroscore	22.455 von 23.950	93,8 %	
30-Tage-Letalität beobachtet (O)	675 von 22.455	3,0 %	Vertrauensbereich: 2,8 % - 3,2 %
30-Tage-Letalität vorhergesagt (E)	1.615,6 von 22.455	7,2 %	
Differenz O – E	-4,19 %		
Verhältnis O / E	0,42		
Risikoadjustierte 30-Tage-Letalität	1,3 %		

#### 4.6.2 Isolierte Aortenklappenchirurgie

Zur Qualitätsbewertung im Bereich der konventionellen chirurgischen isolierten AK-Chirurgie im Jahre 2008 wurden folgende vier Qualitätsindikatoren festgelegt: QI 1 - postoperative Mediastinitis, QI 2 - postoperative Nierenfunktionsstörung, QI 3 - neurologische Komplikationen, QI 4 - Letalität.

Es wurden insgesamt 11.205 isolierte konventionelle chirurgische Eingriffe an der Aortenklappe erfasst.

Bei 11.160 Patienten wurde der Eingriff in ihrer ersten Operation durchgeführt.

Bei 10.697 Patienten (95,9 %) erfolgte der Eingriff entweder elektiv oder dringlich.

Als Notfall wurde die Operation bei 463 Patienten (4,1 %) durchgeführt.

#### In-Hospital-Letalität

Die In-Hospital-Letalität bei allen Patienten, die in ihrer ersten Operation isoliert konventionell chirurgisch an der Aortenklappe operiert wurden, lag bei 3,5 %, mit Vertrauensbereich von 3,1 % bis 3,8 %. In absoluten Zahlen verstarben 386 von 11.160 Patienten.

Bei Patienten, die elektiv oder dringlich operiert wurden, betrug die In-Hospital-Letalität 2,9 %, mit Vertrauensbereich von 2,6 % bis 3,2 %. In absoluten Zahlen verstarben 310 von 10.697 Patienten. Bei den Notfall-OP lag die In-Hospital-Letalität bei 16,4 %. In absoluten Zahlen verstarben 76 von 463 Patienten.

### **Risikoadjustierung der In-Hospital-Letalität nach logistischem AKL-Score**

Bei 10.574 von 11.160 Patienten (94,7 %), die in ihrer ersten Operation isoliert konventionell chirurgisch an der Aortenklappe operiert wurden, lag eine vollständige Dokumentation zum AKL-Score vor. Die beobachtete In-Hospital-Letalität (O) betrug bei ihnen 3,4 % (3,36 %), mit Vertrauensbereich von 3,0 % bis 3,7 %. In absoluten Zahlen verstarben 355 von 10.574 Patienten.

Die erwartete Letalität (E) lag mit 367,2 in die Berechnung einbezogenen Patienten von 10.574 Patienten bei 3,5 % (3,47 %).

Die Differenz der beobachteten (O) und erwarteten Letalität (E),  $O - E$ , betrug -0,12 %, (die präzise Berechnung ergab 0,115 %). Das bedeutet, dass der Anteil der tatsächlichen Todesfälle um 0,12 % niedriger war als erwartet. Somit war die beobachtete In-Hospital-Letalität (O) niedriger als erwartet.

Das Verhältnis der beobachteten In-Hospital-Letalität (O) zu der erwarteten In-Hospital-Letalität (E),  $O / E$ , nach dem AKL-Score betrug 0,97. Das Verhältnis kleiner eins bedeutet, dass die beobachtete In-Hospital-Letalität (O) kleiner ist als erwartet. In diesem Fall, in dem das  $O / E$ -Verhältnis 0,97 beträgt, ist die tatsächliche In-Hospital-Letalität (O) 3 % kleiner als erwartet.

### **Risikoadjustierte In-Hospital-Letalität nach logistischem AKL-Score**

Die risikoadjustierte In-Hospital-Letalität betrug 3,2 %, der Referenzbereich lag bei  $\leq 6,2$  %.

### **30-Tage-Letalität**

Bei 8.302 von 11.160 Patienten, die in ihrer ersten Operation isoliert konventionell chirurgisch an der Aortenklappe operiert wurden, war der Status am 30. postoperativen Tag bekannt, so dass bei 74,4 % aller Patienten die 30-Tage-Follow-up-Rate vorlag.

5.753 Patienten (51,6 %) stammten aus Krankenhäusern mit einer zur Berechnung der 30-Tage-Letalität notwendigen Follow-up-Rate  $\geq 97$  %.

Bei 5.731 von diesen 5.753 Patienten (99,6 %) war ihr Status am 30. postoperativen Tag bekannt.

Die beobachtet 30-Tage-Letalität betrug bei ihnen 3,3 % (3,32 %). In absoluten Zahlen verstarben 190 von 5.731 Patienten mit einem bekannten Status am 30. postoperativen Tag und aus Krankenhäusern mit einer Follow-up-Rate  $\geq 97$  %.

Bei 5.265 von 5.731 Patienten mit einem bekannten Status am 30. postoperativen Tag und aus den Krankenhäusern mit einer Follow-up-Rate  $\geq 97$  % war die Dokumentation zum Euroscore vollständig.

Die beobachtete 30-Tage-Letalität (O) lag bei diesen Patienten bei 3,3 % (3,27 %), mit Vertrauensbereich von 2,8 % bis 3,8 %. In absoluten Zahlen verstarben in den ersten 30 Tagen nach der Operation 172 von 5.265 Patienten mit einer vollständigen Dokumentation zum Euroscore sowie einem bekannten Status am 30. postoperativen Tag und aus Krankenhäusern mit der o. g. Follow-up-Rate.

#### **Risikoadjustierung der In-Hospital-Letalität nach logistischem Euroscore**

Die vorhergesagte 30-Tage-Letalität nach dem Euroscore betrug 11,8 % (11,76 %). Es handelt sich um 619,1 in die Berechnung einbezogene Patienten von insgesamt 5.265 Patienten mit einer vollständigen Dokumentation zum Euroscore und einem bekannten Status am 30. postoperativen Tag und aus einem Krankenhaus mit einer Follow-up-Rate  $\geq 97$  %. Die O – E-Differenz lag bei -8,49 %, somit war die beobachtete Letalität (O) um 8,49 % niedriger als die erwartete Letalität (E). Das O / E-Verhältnis betrug 0,28. Die beobachtete Letalität (O) war also 72 % kleiner als die erwartete (E).

#### **Risikoadjustierte 30-Tage-Letalität nach logistischem Euroscore**

Die risikoadjustierte 30-Tage-Letalität betrug 0,9 %.

#### **Zusammenfassung der Qualitätsindikatorergebnisse für die Letalität nach isolierter Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008**

*Tabelle 24: Grunddaten für isolierte Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008*

Anzahl isoliert konventionell chirurgischer Operationen	11.205	
---	--------	--

Alle Patienten, die in ihrer ersten Operation isoliert konventionell chirurgisch an der Aortenklappe operiert wurden	11.160	100,0 %
OP-Dringlichkeit elektiv/dringlich	10.697	95,9 %
Notfall-OP / Notfall-OP bei Reanimation	463	4,1 %

Tabelle 25: In-Hospital-Letalität nach isolierter Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008

Alle Patienten, die in ihrer ersten Operation isoliert konventionell chirurgisch an der Aortenklappe operiert wurden	386 von 11.160	3,5 %	Vertrauensbereich: 3,1 % bis 3,8 % Referenzbereich nicht definiert
OP-Dringlichkeit elektiv/dringlich	310 von 10.697	2,9 %	Vertrauensbereich: 2,6 % bis 3,2 % Referenzbereich nicht definiert
Notfall-OP	76 von 463	16,4 %	
Risikoadjustierung der In-Hospital-Letalität nach logistischem AKL-Score			
Patienten mit vollständiger Dokumentation zum AKL-Score	10.574 von 11.160	94,7 %	
In-Hospital-Letalität beobachtet (O) (Verstorbene Patienten mit vollständiger Dokumentation zum AKL-Score)	355 von 10.574	3,4 %	Vertrauensbereich: 3,0 % bis 3,7 %
In-Hospital-Letalität vorhergesagt (E)	367,2 von 10.574	3,5 %	Referenzbereich: definiert für risiko- adjustierte In-Hospital- Letalität: ≤ 6,2 % (Toleranzbereich 90 % - Perzentil)
Differenz O – E	-0,12 %		
Verhältnis O / E	0,97		

Risikoadjustierte In-Hospital-Letalität nach logistischem AKL-Score	3,2 %		Referenzbereich: ≤ 6,2 % Toleranzbereich 90 % - Perzentil
---	-------	--	--

Tabelle 26: 30-Tage-Letalität nach isolierter Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008

Patienten mit bekanntem Status am 30. Tag postoperativ (Follow-up-Rate)	8.302 von 11.160	74,4 %	
Risikoadjustierung der 30-Tage-Letalität nach logistischem Euroscore			
Alle Patienten, die in einem Krankenhaus mit einer Follow-up-Rate ≥ 97 % in ihrer ersten Operation isoliert konventionell chirurgisch an der Aortenklappe operiert wurden	5.753		
Davon: Patienten, für die der Status am 30. Tag postoperativ bekannt ist (Follow-up-Rate)	5.731 von 5.753	99,6 %	
30-Tage-Letalität beobachtet (O)	190 von 5.731	3,3 %	Vertrauensbereich: 2,9 % - 3,8 % Referenzbereich nicht definiert
Davon: Patienten mit vollständiger Dokumentation zum Euroscore	5.265 von 5.731	91,9 %	
30-Tage-Letalität beobachtet (O)	172 von 5.265	3,3 %	Vertrauensbereich: 2,8 % - 3,8 %
30-Tage-Letalität vorhergesagt (E)	619,1 von 5.265	11,8 %	
Differenz O – E	-8,49 %		
Verhältnis O / E	0,28		
Risikoadjustierte 30-Tage-Letalität	0,9 %		

### **4.6.3 Kombinierte Koronar- und Aortenklappenchirurgie**

Für diesen Leistungsbereich wurden ebenso wie für die isolierte konventionelle chirurgische AK-Chirurgie folgende vier Qualitätsindikatoren festgelegt: QI 1 - postoperative Mediastinitis, QI 2 - postoperative Nierenfunktionsstörung, QI 3 - neurologische Komplikationen und QI 4 Letalität.

Im Jahr 2008 wurden insgesamt 7.706 Operationen an den Koronarien und der Aortenklappe durchgeführt. Es gab 7.700 Patienten, die in ihrer ersten Operation diesen kombinierten Eingriff erhielten.

Elektiv oder dringlich wurde die Operation bei 7.370 von 7.700 Patienten (95,7 % aller Patienten) durchgeführt.

Als Notfall-OP erfolgte dieser Eingriff bei 330 von 7.700 Patienten (4,3.% aller Patienten).

#### **In-Hospital-Letalität**

Die In-Hospital-Letalität lag bei allen Patienten, bei denen dieser kombinierte Eingriff in ihrer ersten Operation durchgeführt wurde, bei 5,8 %, mit Vertrauensbereich von 5,3 % bis 6,3 %. In absoluten Zahlen handelt es sich um 446 verstorbene von 7.700 Patienten.

Bei den elektiven bzw. dringlichen Operationen betrug die In-Hospital-Letalität 5,0 %, mit Vertrauensbereich von 4,5 % bis 5,5 %. In absoluten Zahlen verstarben 369 von 7.370 Patienten.

Bei Notfall-OP lag die In-Hospital-Letalität bei 23,3 %. In absolute Zahlen verstarben 77 von 330 Patienten.

#### **Risikoadjustierung der In-Hospital-Letalität nach logistischem KBA-Score**

Bei 7.310 Patienten von der Gesamtgruppe mit 7.700 Patienten (94,9 %), die in ihrer ersten Operation koronarchirurgisch und an der Aortenklappe operiert wurden, lag eine vollständige Dokumentation zum KBA-Score vor. Von diesen Patienten verstarben 416 im Rahmen einer In-Hospital-Letalität, die somit 5,7 % (5,69 %), mit Vertrauensbereich von 5,2 % bis 6,2 %, betrug.

Die risikoadjustierte erwartete In-Hospital-Letalität (E) betrug ebenfalls 5,7 % (5,69 %), so dass das Verhältnis der beobachteten Letalität (O) zu der erwarteten (E) 1,00 betrug. Das heißt, es gab keinen quantitativen Unterschied in der risikoadjustierten und der tatsächlich aufgetretenen Letalitätsausprägung. Die Differenz O – E betrug folglich null.

### **Risikoadjustierte In-Hospital-Letalität nach logistischem KBA-Score**

Die risikoadjustierte In-Hospital-Letalität betrug 5,7 %, der Referenzbereich lag bei  $\leq 11,2$  %.

### **30-Tage-Letalität**

Der Status am 30. postoperativen Tag war bei 5.860 von 7.700 Patienten (76,1 %), bei denen in ihrer ersten Operation dieser kombinierte Eingriff durchgeführt wurde, bekannt.

4.133 Patienten (53,7 %) von ihnen stammten aus Krankenhäusern mit einer 30-Tage-Follow-up-Rate von  $\geq 97$  %.

Die beobachtete 30-Tage-Letalität (O) lag bei ihnen bei 5,7 % (5,73 %), mit Vertrauensbereich von 5,0 % bis 6,5 %. In absoluten Zahlen verstarben 237 von 4.133 Patienten aus einem Krankenhaus mit einer 30-Tage-Follow-up-Rate von  $\geq 97$  % und mit einem bekannten Status am 30. postoperativen Tag.

Mit einer vollständigen Dokumentation zum Euroscore gab es 3.816 (92,3 %) von 4.133 Patienten mit einem bekannten Status am 30. postoperativen Tag sowie aus Krankenhäusern mit einer 30-Tage-Follow-up-Rate von  $\geq 97$  %. Von ihnen verstarben 218 Patienten in 30 Tagen nach ihrer OP. Die beobachtete 30-Tage-Letalität (O) lag bei 5,7 % (5,71 %), mit Vertrauensbereich von 5,0 % bis 6,5 %.

### **Risikoadjustierung der 30-Tage-Letalität nach logistischem Euroscore**

Die vorhergesagte Letalität nach dem Euroscore betrug bei diesen Patienten 13,0 % (12,96 %) (494,7 / 3.816).

Die Differenz O – E betrug -7,25 %. Mit 7,25 % lag der Anteil der tatsächlichen Todesfälle unter dem Anteil der erwarteten Todesfälle.

Das Verhältnis der beobachteten 30-Tage-Letalität (O) zur erwarteten 30-Tage-Letalität (E), O / E, betrug 0,44. Somit war die beobachtete Letalität (O) 56 % kleiner als erwartet.

### **Risikoadjustierte In-Hospital-Letalität nach logistischem Euroscore**

Die risikoadjustierte 30-Tage-Letalität betrug 2,5 %.

## Zusammenfassung der Qualitätsindikatorergebnisse für die Letalität nach kombinierter Koronar- und Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008

Tabelle 27: Grunddaten für kombinierte Koronar- und Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008

Anzahl Operationen an den Koronarien und der Aortenklappe	7.706	
Anzahl Patienten, die in ihrer ersten Operation an den Koronarien und an der Aortenklappe operiert wurden	7.700	100,0 %
OP-Dringlichkeit elektiv/dringlich	7.370	95,7 %
Notfall-OP / Notfall-OP bei Reanimation	330	4,3 %

Tabelle 28: In-Hospital-Letalität nach kombinierter Koronar- und Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008

Alle Patienten, die in ihrer ersten Operation koronarchirurgisch und an der Aortenklappe operiert wurden	446 von 7.700	5,8 %	Vertrauensbereich: 5,3 % bis 6,3 % Referenzbereich nicht definiert
OP-Dringlichkeit elektiv/dringlich	369 von 7.370	5,0 %	Vertrauensbereich: 4,5 % bis 5,5 % Referenzbereich nicht definiert
Notfall-OP	77 von 330	23,3 %	
Risikoadjustierung der In-Hospital-Letalität nach logistischem KBA-Score			
Patienten mit vollständiger Dokumentation zum KBA-Score	7.310 von 7.700	94,9 %	
In-Hospital-Letalität beobachtet (O) (Verstorbene Patienten mit vollständiger Dokumentation zum KBA-Score)	416 von 7.310	5,7 %	Vertrauensbereich: 5,2 % bis 6,2 %

In-Hospital-Letalität vorhergesagt (E)	416,0 von 7.310	5,7 %	Referenzbereich: definiert für risiko- adjustierte In-Hospital- Letalität: ≤ 11,2 % (Toleranzbereich 90 % - Perzentil)
Differenz O – E	0,00 %		
Verhältnis O / E	1,00		
Risikoadjustierte In-Hospital-Letalität nach logistischem KBA-Score	5,7 %		Referenzbereich: ≤ 11,2 % (Toleranzbereich 90 % - Perzentil)

Tabelle 29: 30-Tage-Letalität nach kombinierter Koronar- und Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008

Patienten mit bekanntem Status am 30. Tag postoperativ (Follow-up-Rate)	5.860 von 7.700	76,1 %	
Risikoadjustierung der 30-Tage-Letalität nach logistischem Euroscore			
Alle Patienten, die in einem Krankenhaus mit einer Follow-up-Rate ≥ 97 % in ihrer ersten Operation koronarchirurgisch und an der Aortenklappe operiert wurden	4.144		
Davon: Patienten, für die der Status am 30. Tag postoperativ bekannt ist (Follow-up-Rate)	4.133 von 4.144	99,7 %	
30-Tage-Letalität beobachtet (O)	237 von 4.133	5,7 %	Vertrauensbereich: 5,0 % - 6,5 % Referenzbereich nicht definiert
Davon: Patienten mit vollständiger Dokumentation zum Euroscore	3.816 von 4.133	92,3 %	
30-Tage-Letalität beobachtet (O)	218 von 3.816	5,7 %	Vertrauensbereich: 5,0 % - 6,5 %

30-Tage-Letalität vorhergesagt (E)	494,7 von 3.816	13,0 %	
Differenz O – E	-7,25 %		
Verhältnis O / E	0,44		
Risikoadjustierte 30-Tage-Letalität	2,5 %		

#### 4.7 Zusammenfassung der beobachteten und erwarteten Letalität bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008

Im Folgenden werden die Ergebnisse der beobachteten und risikoadjustierten erwarteten 30-Tage- und der Krankenhausletalität bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit tabellarisch dargestellt.

##### Isolierte Koronarchirurgie

*Tabelle 30: Die beobachtete (O) und erwartete (E) 30-Tage-Letalität nach isolierter Koronarchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008*

30-Tage-Letalität	Klinikum Leverkusen		bundesweit	
	absolut	relativ	absolut	relativ
beobachtet (O) bei Patienten mit vollständiger Dokumentation zum Euroscore	4 von 137	2,9 %	675 von 22.455	3,0 %
vorhergesagt (E) mit Euroscore	9,2 von 137	6,7 %	1.615,6 von 22.455	7,1 %
Differenz O - E	-3,80 %		-4,19 %	
Verhältnis O / E	0,43		0,42	

Tabelle 31: Die beobachtete (O) und erwartete (E) In-Hospital-Letalität nach isolierter Koronarchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008

In-Hospital-Letalität	Klinikum Leverkusen		bundesweit	
	absolut	relativ	absolut	relativ
beobachtet (O) bei Patienten mit vollständiger Dokumentation zum KCH-Score 3.0	4 von 137	2,9 %	1.291 von 43.145	3,0 %
vorhergesagt (E) mit KCH-Score 3.0	3,3 von 137	2,4 %	1.291,0 von 43.145	3,0 %
Differenz O - E	0,49 %		0,00 %	
Verhältnis O / E	1,20		1,00	
beobachtet (O) bei Patienten mit vollständiger Dokumentation zum Euroscore	4 von 137	2,9 %	1.317 von 43.578	3,0 %
vorhergesagt (E) mit Euroscore	9,2 von 137	6,7 %	3.240,0 von 43.578	7,4 %
Differenz O - E	-3,80 %		-4,41 %	
Verhältnis O / E	0,43		0,41	

## Isolierte Aortenklappenchirurgie

Tabelle 32: Die beobachtete (O) und erwartete (E) 30-Tage-Letalität nach isolierter Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008

30-Tage-Letalität	Klinikum Leverkusen		bundesweit	
	absolut	relativ	absolut	relativ
beobachtet (O) bei Patienten mit vollständiger Dokumentation zum Euroscore	3 von 36	8,3 %	172 von 5.265	3,3 %
vorhergesagt (E) mit Euroscore	2,8 von 36	7,8 %	619,1 von 5.265	11,8 %
Differenz O - E	-0,53 %		-8,49 %	
Verhältnis O / E	1,07		0,28	

Tabelle 33: Die beobachtete (O) und erwartete (E) In-Hospital-Letalität nach isolierter Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008

In-Hospital-Letalität	Klinikum Leverkusen		bundesweit	
	absolut	relativ	absolut	relativ
beobachtet (O) bei Patienten mit vollständiger Dokumentation zum AKL-Score	3 von 36	8,3 %	355 von 10.574	3,4 %
vorhergesagt (E) mit AKL-Score	7,0 von 36	2,0 %	367,2 von 10.574	3,5 %
Differenz O - E	6,38 %		-0,12 %	
Verhältnis O / E	4,26		0,97	

## Kombinierte Koronar- und Aortenklappenchirurgie

Tabelle 34: Die beobachtete (O) und erwartete (E) 30-Tage-Letalität nach kombinierter Koronar- und Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008

30-Tage-Letalität	Klinikum Leverkusen		bundesweit	
	absolut	relativ	absolut	relativ
beobachtet (O) bei Patienten mit vollständiger Dokumentation zum Euroscore	0 von 26	0,0 %	218 von 3.816	5,7 %
vorhergesagt (E) mit Euroscore	2,7 von 26	10,2 %	494,7 von 3.816	13,0 %
Differenz O - E	-10,24 %		-7,25 %	
Verhältnis O / E	0,00		0,44	

Tabelle 35: Die beobachtete (O) und erwartete (E) In-Hospital-Letalität nach kombinierter Koronar- und Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008

In-Hospital-Letalität	Klinikum Leverkusen		Bundesweit	
	absolut	relativ	absolut	relativ
beobachtet (O) bei Patienten mit vollständiger Dokumentation zum KBA-Score	1 von 26	3,8 %	416 von 7.310	5,7 %
vorhergesagt (E) mit KBA-Score	1,2 von 26	4,7 %	416,0 von 7.310	5,7 %
Differenz O - E	-0,81 %		0,00 %	
Verhältnis O / E	0.82		1,00	

## 4.8 Statistik

Die erhobenen Daten und deren Ergebnisse werden überwiegend deskriptiv aufbereitet und dargestellt.

Die Größe der hier untersuchten Patientengruppen ist grundsätzlich nicht ausreichend, um eine verlässliche induktive Statistik durchzuführen.

Aus diesem Grund wird lediglich die größte der untersuchten Patientengruppen, nämlich die nach isolierter Koronarchirurgie mit 137 Patienten, bezüglich der Krankenhaussterblichkeit den bundesweiten Ergebnissen gegenübergestellt.

Für die Frage, ob sich die Letalitätsrate mit 2,9 % in der untersuchten Patientenpopulation von der bundesweiten mit 3,1 % unterscheidet, wurde der Proportion Test (`prop.test`) durchgeführt.

Es handelt sich um eine Funktion des R-Statistikprogramms, die verwendet werden kann, um die Nullhypothese zu testen, nämlich ob die Letalitätsraten (Erfolgswahrscheinlichkeiten) in den beiden Gruppen (Klinikum Leverkusen und bundesweit) gleich sind oder nicht.

Es werden zwei Gruppen mit 137 (Klinikum Leverkusen) und 45.514 Patienten (bundesweit) mit jeweils 4 bzw. 1.393 verstorbenen Patienten in die Berechnung einbezogen. Da im Ergebnis der p-Wert sehr nahe an 1 liegt, bewertet das R-Statistikprogramm die beiden herangezogenen Letalitätsraten als nicht signifikant unterschiedlich und somit als praktisch gleich.

## 5 Diskussion

Entsprechend dem Ziel der Arbeit, einen Beitrag zum Qualitätsmanagement von Krankenhäusern zu liefern, wurden zwei Aspekte der kardiologischen bzw. kardiochirurgischen Versorgung untersucht. Zunächst betrachtet die Arbeit die tatsächliche (beobachtete) Sterblichkeit nach kardiochirurgischen Eingriffen. Sodann vergleicht sie diese Sterblichkeitsdaten mit der erwarteten Sterblichkeit, wie sie mit zwei Score-Systemen vorhergesagt wurde.

### 5.1 Aspekte der beobachteten Letalität nach kardiochirurgischen Eingriffen bei den Patienten des Klinikums Leverkusen 2008

In dieser Arbeit werden Patienten aus dem Klinikum Leverkusen, einer großen kardiologischen Klinik, mit ihren mittelfristigen Verläufen nach einer Herz-Operation untersucht. Ziel ist es, mithilfe einer Outcome-Analyse zunächst Rückschlüsse über das Qualitätsmanagement zu ziehen und schließlich eine verbesserte Begrifflichkeit zur Untersuchung des Qualitätsmanagements anzubieten. Um das Outcome beurteilen zu können, wird die Sterblichkeit nach den Eingriffen im Rahmen eines dreijährigen Follow-up ermittelt.

Es werden Patienten betrachtet, bei denen im Rahmen einer Linksherzkatheter-Untersuchung eine Indikation zu einem kardiochirurgischen Eingriff im Jahre 2008 gestellt wurde und die anschließend operiert wurden.

Die Ergebnisse der Leverkusener Patienten werden mit den bundesweiten Daten des BQS Instituts verglichen.

Es werden zunächst die drei kardiochirurgischen Leistungsbereiche, nämlich eine isolierte Koronarchirurgie, eine konventionelle isolierte Aortenklappenchirurgie und eine Kombination der beiden Verfahren, präsentiert.

Neben diesen drei o. g. kardiochirurgischen Leistungen wurde zu einer externen stationären Qualitätssicherung das erste Mal in diesem Berichtszeitraum die kathetergestützte isolierte AK-Chirurgie bundesweit registriert. Aufgrund der geringen Patientenzahl aus dem untersuchten Patientenkollektiv, nämlich zwei Personen, bei denen dieser Eingriff erfolgte, wird dieser Leistungsbereich in die Auswertung dieser Arbeit nicht einbezogen.

Hingegen werden die Patienten mit Eingriffen an der Mitralklappe aufgrund ihrer relevanten quantitativen Präsenz im untersuchten Patientenkollektiv mitdiskutiert, obwohl die Daten für diese Patienten im Rahmen einer externen stationären Qualitätssicherung in dem hier untersuchten Jahr 2008 nicht bundesweit vorlagen.

### **30-Tage- und Krankenhausletalität**

Die 30-Tage-Letalität gibt die Sterblichkeit nach der durchgeführten herzchirurgischen Operation binnen dieses vordefinierten Zeitraums in dem Krankenhaus, in dem der Eingriff erfolgte, wieder.

Die Krankenhausletalität, auch als In-Hospital-Letalität bezeichnet, wird nach dem Ort des Versterbens definiert, d. h. in dem Krankenhaus, in dem der jeweilige Patient operiert wurde und verstorben ist. Eine zeitliche Limitierung wie im Falle der 30-Tage-Letalität gibt es bei der In-Hospital-Letalität nicht, so dass sich längere Zeiträume zwischen der OP und dem Tod des Patienten ergeben können.

Damit sollte die Krankenhausletalität zumindest gleich, gewöhnlich aber höher als die 30-Tage-Letalität ausfallen.

Tatsächlich bestehen aber kaum Unterschiede. Die BQS-Ergebnisse zeigten, dass sich die 30-Tage-Letalität und die Krankenhausletalität nur unwesentlich unterschieden. Dies gilt für alle drei Bereiche, d. h. für die isolierte Koronarchirurgie, die konventionelle isolierte AK-Chirurgie und die konventionelle isolierte AK-Chirurgie.

In der in dieser Arbeit untersuchten Klinik gab es bei den Patienten mit einer isolierten Koronar- und isolierten AK-Chirurgie sogar gar keinen Unterschied zwischen der 30-Tage- und der Krankenhausletalität.

Aus der Gleichheit der 30-Tage- und der In-Hospital-Letalität kann man schlussfolgern, dass die 30-Tage-Letalität ein ausreichendes Kriterium ist für die Patienten, die im Rahmen eines kontinuierlichen stationären Aufenthaltes in dem Krankenhaus, in dem sie operiert wurden, verstarben. Die 30-Tage-Letalität reicht somit aus, um die Krankenhausletalität nach herkömmlicher Definition widerzuspiegeln.

### **„Krankenhausübergreifende“ Letalität**

Bei den mittelfristigen Verläufen kann man beobachten, dass ein nicht unwesentlicher Teil der Patienten zu einem späteren Zeitpunkt als 30 Tage und meistens in einer anderen Klinik als der, in der der Eingriff erfolgte, verstarb. Somit werden diese Patienten weder in der bundesweiten Statistik zur 30-Tage- noch zur Krankenhausletalität erfasst.

Da es sich hier um Entwicklungen handelt, die zwar erst nach dem Eingriff ihren Verlauf nahmen, aber deren Komplikationen aus der OP herrühren bzw. ohne die OP anders verlaufen wären, stehen sie in einem unmittelbaren medizinischen Zusammenhang mit den Fällen, die

bisher von der Krankenhausletalität erfasst werden. Daher sollten auch sie in die allgemeine Krankenhausletalitätsstatistik einbezogen werden. Schließlich handelt es sich um einen kontinuierlichen Krankenhausaufenthalt.

Die Verlegung aus dem operierenden Krankenhaus hinaus in ein anderes Krankenhaus sollte kein Hindernis für die Berücksichtigung in der Letalitätsstatistik sein. Lässt man diese Patienten außer Betracht, erscheint die Erfassung der Krankenhausletalität unvollständig.

Diese Erkenntnis führt dazu, dass die bislang geltende Definition der Krankenhausletalität im Hinblick auf die tatsächliche Sterblichkeit nach Herzoperationen in Frage zu stellen ist und ggf. neu formuliert werden sollte.

In diesem Sinne muss der gesamte Krankenhausaufenthalt, einschließlich aller Nachbehandlungen in anderen Krankenhäusern berücksichtigt werden, und nicht nur die Hospitalisierung innerhalb der Klinik, in der der Eingriff erfolgte.

Damit diese Fälle berücksichtigt werden können, könnten sie unter dem Begriff „krankenhausübergreifende“ Letalität erfasst und in die Statistik aufgenommen werden, um eine möglichst wirklichkeitsgetreue Darstellung der Krankenhausletalität zu erreichen.

Wird der hier neu eingeführte Begriff der krankenhausübergreifenden Letalität den Daten der vorliegenden Untersuchung zugrunde gelegt, ergeben sich signifikante Änderungen bei der Bestimmung der tatsächlichen Krankenhausletalität. Die Letalität erhöht sich im Schnitt um über 50 %, gefächert von 33 % (isolierte AK-Chirurgie und isolierte MK-Chirurgie) über 50 % (isolierte Koronarchirurgie) bis zu 100 % (kombinierte Bypass- und AK-Chirurgie).

#### **Von der Betrachtung der 6-Monate-Letalität zur Betrachtung der 4-Monate-Letalität**

Des Weiteren wurden im Rahmen des hier zugrundeliegenden Follow-up noch andere postoperative Verläufe erfasst, in denen die Patienten die Klinik verlassen haben und in einer gewissen zeitlichen Nähe an den Folgen operationsbedingter Komplikationen und/oder im Rahmen ihrer Ko- bzw. Multimorbidität verstarben. Betrachtet wurde der Zeitraum von 6 Monaten. Sie verstarben entweder außerhalb eines Krankenhauses oder nach einer zeitlich unmittelbaren stationären Neu- oder Wiederaufnahme im Krankenhaus. Aufgrund der Entlassung fallen sie aus der Definition der Krankenhausletalität und der oben definierten krankenhausübergreifenden Letalität, da das Kontinuum des Krankenhausaufenthalts unterbrochen wurde, sei es auch nur für eine kurze Zeit.

Es zeigt sich jedoch, dass alle Patienten innerhalb von 4 Monaten verstarben, da der letzte Patient im 6-monatigem Betrachtungszeitraum am 110. postoperativen Tag verstarb. Um die

Datenerhebung effizienter durchzuführen, kann man sich daher auf einen Untersuchungszeitraum von 4 Monaten beschränken.

### **1-Jahr-, 2-Jahre- und 3-Jahre-Letalität**

Was den Zeitraum über vier bzw. sechs Monate hinaus betrifft, so lässt sich beobachten, dass es keinen Patienten gab, der an den unmittelbaren Folgen der OP verstarb. Die Todesursachen lagen in anderen Erkrankungen wie z.B. Tumorerkrankungen oder einer vorbestehenden und ausgeprägten Ko- und Multimorbidität. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass bei manchen Patienten die Ursache nicht ermittelbar war. Da der Tod allerdings in großem zeitlichem Abstand zur Herz-OP eintrat, ist nicht von einem direkten Zusammenhang mit der jeweiligen Herz-OP auszugehen.

### **Zusammenfassung**

Die 30-Tage- und die gesamte Krankenhausletalität unterscheiden sich unwesentlich oder in bestimmten Leistungsbereichen sogar gar nicht. Patienten, die innerhalb von 30 Tagen nach der OP starben, verstarben überwiegend in dem Krankenhaus, in dem sie operiert wurden.

Die Fokussierung allein auf die 30-Tage- und die Krankenhausletalität ist zu hinterfragen, weil relevante Verläufe nach diesem Zeitraum bzw. außerhalb der OP-Klinik zu verzeichnen sind.

Der Begriff der Krankenhausletalität sollte um den Begriff der krankenhausesübergreifenden Letalität ergänzt werden, um eine genaue Erfassung der Sterblichkeit zu ermöglichen und das Qualitätsmanagement effektiv anzupassen.

Neben der 30-Tage-Letalität kann als relevante Größe eine 6-Monate-Letalität angesehen werden, wenn man bei den gemeinhin normierten Zeitintervallen wie 30 Tage, 6 Monate, 1 Jahr bleiben möchte. In der Untersuchung hingegen hat sich eine 4 Monate-Letalität als relevant und ausreichend herausgestellt, um eine operationsbedingte Sterblichkeit zu ermitteln.

## **5.2 Gegenüberstellung der beobachteten mit der erwarteten Letalität nach kardiochirurgischen Eingriffen bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008**

Eine Gegenüberstellung der beobachteten mit der erwarteten Letalität kann Aufschluss über die Qualität der Eingriffe geben und ermöglicht eine kritische Betrachtung der Scores.

Die erwartete Letalität, die der beobachteten Letalität gegenübergestellt wird, wird mithilfe der prognostischen Scores kalkuliert.

Die beobachtete Letalität der Patienten aus dem Klinikum Leverkusen wurde zunächst mit den bundesweiten Daten konfrontiert. Die Auswertung stützt sich jedoch lediglich auf die Werte der Patienten nach einer isolierten Koronarchirurgie, da dieser Eingriff bei den mit Abstand meisten Patienten durchgeführt wurde und somit das Ergebnis statistisch relevant ist. Die Ergebnisse der anderen Leistungsbereiche sind aufgrund der geringen Patientenzahl hingegen statistisch weit weniger relevant; sie unterstützen dennoch die Schlussfolgerungen aus den Daten der isolierten Koronarchirurgie und werden daher kurz erwähnt.

### **Isolierte Koronarchirurgie**

Zunächst kann man festhalten, dass die beobachtete Letalität in der untersuchten Klinik mit 2,9 % (4 / 137) prozentual unter der bundesweiten Letalität von 3,1 % (1.393 / 45.514) liegt. Dieser Unterschied von nur 0,2 Prozentpunkten ist statistisch betrachtet allerdings nicht signifikant, wie der Proportion-Test des R-Statistikprogramms zeigt. Somit kann man die beobachtete Letalität in beiden Gruppen als gleichwertig betrachten.

Die mit dem logistischen Euroscore berechnete erwartete Letalität war sowohl bei den Leverkusener Patienten als auch bundesweit höher als die tatsächliche Sterblichkeit.

Daher ist das Verhältnis der tatsächlichen zu der erwarteten Letalität mit diesem Score in den jeweiligen Patientenkollektiven als gleich anzusehen.

Die mit dem genaueren leistungsspezifischen KCH-Score 3.0 ermittelte Letalität war bei den Leverkusener Patienten hingegen niedriger als die tatsächliche Sterblichkeit. Das O / E-Verhältnis lag bei 1,20. Bundesweit waren die beobachtete und die erwartete Letalität hingegen gleich. Dies rührt daher, dass die Aktualisierung dieses Risikoadjustierungsmodells auf dem Datenpool der BQS-Bundesauswertung 2008 gründet.

Daraus lässt sich ablesen, dass bei den Leverkusener Patienten die tatsächliche Sterblichkeit im Falle des Euroscores geringer und im Falle des KCH-Scores höher ist als erwartet.

Sowohl in Leverkusen als auch bundesweit wurde die erwartete Sterblichkeit nach dem logistischen Euroscore überschätzt. Dies wird auf die veraltete Datenbasis des Scores zurückgeführt.<sup>3</sup> Damit wird die eingeschränkte Anwendbarkeit des Euroscores aufgrund seiner deutlich überschätzenden Aussagekraft erneut bestätigt. Daher bewertet die Arbeit ausschließlich die Daten, die mit dem KCH-Score ermittelt wurden, und lässt die mit dem Euroscore ermittelten Daten unberücksichtigt.

Auf Grundlage der mit dem KCH-Score ermittelten Daten, wonach die erwartete Letalität der Leverkusener Patienten niedriger war als die beobachtete, lässt sich ableiten, dass diese Patienten risikoärmer waren als der bundesweite Durchschnitt.

Ein anderer Grund für dieses Ergebnis könnte sein, dass das Risiko der zu operierenden Patienten bundesweit aggravierend dargestellt wurde.

In diesem Zusammenhang ist zu bedenken, dass die Risikoadjustierung vom nicht-operierenden Klinikum Leverkusen durchgeführt wurde, welches in die Ausführung der Operationen nicht involviert war und somit als neutral angesehen werden kann. Damit kann weitgehend davon ausgegangen werden, dass die Risikoadjustierung unbeeinflusst blieb.

### **Die Leistungsbereiche außerhalb der isolierten Koronarchirurgie**

Bei den Leistungsbereichen außerhalb der isolierten Koronarchirurgie handelt es sich verhältnismäßig um sehr kleine Patientenpopulationen. Die nach der isolierten Koronarchirurgie größte Patientengruppe mit isolierter Aortenklappenchirurgie zählt 36 Patienten, gefolgt von der Gruppe mit Kombinationseingriffen mit 26 Patienten und schließlich von zwölf Patienten mit isolierter Mitralklappenchirurgie und vier Patienten in Kombination mit der Koronarchirurgie.

Daher bietet es sich statistisch nicht an, die beobachtete Sterblichkeit dieser vier Patientengruppen mit den bundesweiten Daten zu vergleichen.

Es wird lediglich die erwartete Sterblichkeit mit dem jeweils einschlägigen spezifischen Score wie AKL und KBA berücksichtigt. Bei der erwarteten Letalität führt eine relativ geringe Patientenanzahl zu weniger Bias als bei der Interpretation der beobachteten Sterblichkeit.

So stellt sich heraus, dass in den Gruppen der isolierten AK-Chirurgie und der Kombinationseingriffe in Leverkusen die mit den spezifischen Scores berechnete erwartete Letalität niedriger war als in den jeweiligen Gruppen bundesweit – wie bei der isolierten Koronarchirurgie. Somit wird die oben aufgestellte Annahme bestätigt, dass das Risiko der zu operierenden Patienten bundesweit aggravierend dargestellt wurde.

Da die bundesweiten Daten aus den Daten einzelner Krankenhäuser zusammengestellt werden, ist nicht von vornherein auszuschließen, dass bestimmte Ergebnisse, die im Bund auf die Aggravierung der Patientendaten zurückgeführt werden können, ebenfalls in der Einzelklinik auf Aggravierung beruhen können.

Ferner wird diskutiert, dass bei der üblichen dezentralen Durchführung der Risikoadjustierung durch die operierenden Kliniken selbst eine gewisse Unabhängigkeit fehlen könnte.

Möglicherweise führt dies dazu, dass hier andere, subjektivere Ergebnisse erreicht werden als bei einer etwaigen zentralen Risikoadjustierung.

Hingegen kann bei einer zentral bzw. unabhängig durchgeführten Risikoadjustierung wie in der vorliegenden Arbeit eher sichergestellt werden, dass die Bewertung des Zustands der Patienten einheitlich und objektiv verläuft.

Zwar erfolgt die Risikoadjustierung auch jetzt schon nach einer Standardisierung, allerdings kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Durchführung des Verfahrens beeinflusst wird und damit weniger objektiv sein könnte. Freilich ist zu beachten, dass eine zentrale Risikoadjustierung in der Praxis erwartungsgemäß schwer umsetzbar sein könnte.

### **Mitralklappenchirurgie**

Abschließend werden die Patienten mit einer MK-Chirurgie diskutiert. Diesen Leistungsbereich hat das BQS Institut allerdings für den in der Arbeit festgelegten Zeitraum nicht behandelt. Damit stehen keine bundesweiten Letalitätsergebnisse zur Verfügung, und es wurde kein leistungsspezifischer Risikoscore für diese Patientengruppe entwickelt. Somit ist ein Vergleich mit bundesweiten Ergebnissen nicht möglich.

Mangels eines spezifischen Risikoscores für diesen Leistungsbereich wird der logistische Euroscore herangezogen und damit die erwartete 30-Tage-Letalität kalkuliert. Da der Euroscore für alle herzchirurgischen Operationen konzipiert wurde, wird er hier als eine Referenz genutzt, um die Patienten mit einer MK-Chirurgie mit den Patienten der anderen hier dargestellten kardiochirurgischen Leistungen zu vergleichen. Allerdings sei noch einmal auf die eingeschränkte Aussagekraft dieses Scores hingewiesen.<sup>43-45</sup> Dennoch wird er hier verwendet, um das mit ihm ausgedrückte Risiko zu veranschaulichen.

Darüber hinaus werden aufgrund der morphologischen Eigenschaft des Eingriffs, bei dem es sich um eine Klappenchirurgie handelt, die Patienten mit einer MK-Chirurgie im Vergleich zu den Patienten mit einer AK-Chirurgie dargestellt.

Der Vergleich soll wie im Falle des Euroscores lediglich die Leistungsbereiche miteinander bezüglich der erwarteten Krankenhausletalität gegenüberstellen. Das heißt, gegenübergestellt werden die isolierte MK-Chirurgie mit der isolierten AK-Chirurgie und analog die Kombinationseingriffe mit der Koronarchirurgie. Auf diese Weise werden die Patienten mit einer isolierten MK-Chirurgie entsprechend mit dem für die isolierte AK-Chirurgie entwickelten AKL-Score und die Patienten mit Kombinationseingriffen mit dem KBA-Score risikoadjustiert. Dies soll eine Orientierung zum Risikoprofil liefern.

Unter allen dargestellten kardiochirurgischen Leistungen, die bei den Leverkusener Patienten erfolgten, war die beobachtete Krankenhausletalität bei den Patienten mit isolierter MK-Chirurgie mit 25 % mit Abstand die höchste.

Die mit dem Euroscore vorhergesagte Letalität war ebenfalls die höchste innerhalb des gesamten Leverkusener Patientenkollektivs. Somit waren die Patienten mit isolierter MK-Chirurgie die risikoreichste Gruppe unter den Leverkusener Patienten, die sich einer Herz-OP unterzogen.

Im Vergleich zu den Patienten mit isolierter AK-Chirurgie war die mit dem spezifischen AKL-Score erwartete Sterblichkeit bei den Patienten mit isolierter MK-Chirurgie ebenfalls höher als bei den Patienten mit isolierter AK-Chirurgie. Somit wird das höhere Risikoprofil der Patienten mit isolierter MK-Chirurgie zu den mit isolierter AK-Chirurgie erneut bestätigt.

Zudem verstarben alle diese Patienten bereits in tabula, woraus sich das hohe OP-Risiko in diesem herzchirurgischen Leistungsbereich deutlich ableiten lässt.

### **Zusammenfassung**

Am Beispiel der größten Patientengruppe aus dem Klinikum Leverkusen mit isolierter Koronarchirurgie zeigt sich eine Diskrepanz zwischen der mit dem spezifischen KCH-Score ermittelten Krankenhausletalität in Leverkusen und bundesweit. Die erwartete Krankenhausletalität ist bei den Leverkusener Patienten niedriger als bundesweit, wobei sich die tatsächliche Letalität in den beiden Patientenkollektive nicht signifikant unterscheidet. Grund könnte sein, dass die operierenden Kliniken zu einer Aggravierung des klinischen Zustandes der Patienten neigen. Dies legt die Notwendigkeit der Durchführung einer unabhängigen und objektiven Risikoadjustierung nahe.

## 6 Literaturverzeichnis

- 1 Gemeinsamer Bundesausschuss. Themen, Qualitätssicherung. 2025. <https://www.g-ba.de/themen/qualitaetssicherung/> (letzter Zugriff 19.03.2025).
- 2 Deutsche Krankenhausgesellschaft e.V. (DKG). Die externe stationäre Qualitätssicherung in den Landesgeschäftsstellen für Qualitätssicherung (LQS), Historie. 2015. [https://www.dkgev.de/fileadmin/default/Mediapool/2\\_Themen/2.6\\_Qualitaet\\_Hygiene\\_und\\_Sicherheit/2.6.2\\_Stationaere\\_und\\_sektoreneuebergreifende\\_datengestuetzte\\_Qualitaetssicherung/DKG\\_LQS\\_Broschur\\_2015.pdf](https://www.dkgev.de/fileadmin/default/Mediapool/2_Themen/2.6_Qualitaet_Hygiene_und_Sicherheit/2.6.2_Stationaere_und_sektoreneuebergreifende_datengestuetzte_Qualitaetssicherung/DKG_LQS_Broschur_2015.pdf) (letzter Zugriff 19.03.2025).
- 3 Schiller W. Risiko-Scores in der Erwachsenen-Herz-Chirurgie. *Z Herz- Thorax- Gefäßchir* 2014; **28**(4): S. 235–240.
- 4 BQS Institut für Qualität und Patientensicherheit. Unternehmen, Institutsprofil, Leitbild, Kompetenzen. Ohne Jahr. <https://www.bqs.de/> (letzter Zugriff 19.03.2025).
- 5 AQUA Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen. Wissenschaftlich fundierte Qualitätsforschung, Qualitätsmessung und Qualitätsentwicklung, Ein dynamisches Ziel einer guten medizinischen und pflegerischen Versorgung im Gesundheitswesen. Ohne Jahr. <https://www.aqua-institut.de/wissenschaft-forschung/qualitaetsmessung-foerderung> (letzter Zugriff 19.03.2025).
- 6 IQTiG Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen. Startseite. Ohne Jahr. <https://iqtig.org/> (letzter Zugriff 19.03.2025).
- 7 Bundesministerium der Justiz. Sozialgesetzbuch (SGB) Fünftes Buch (V) - Gesetzliche Krankenversicherung - (Artikel 1 des Gesetzes v. 20. Dezember 1988, BGBl. I S. 2477), § 108 Zugelassene Krankenhäuser. Ohne Jahr. [https://www.gesetze-im-internet.de/sgb\\_5/\\_108.html](https://www.gesetze-im-internet.de/sgb_5/_108.html) (letzter Zugriff 19.03.2025).
- 8 IQTiG Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen. Informationen, Risikoadjustierung. Ohne Jahr. <https://perinatalzentren.org/informationen/risikoadjustierung/> (letzter Zugriff 19.03.2025).
- 9 IQTiG Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen. Darstellung der Risikoadjustierung einschließlich des Risikoadjustierungsmodells in laienverständlicher Form, Fachbegriffe. 2021. [https://www.g-ba.de/downloads/39-261-4889/2021-06-17\\_IQTIG-Beauftragung\\_Bericht-Risikoadjustierung.pdf](https://www.g-ba.de/downloads/39-261-4889/2021-06-17_IQTIG-Beauftragung_Bericht-Risikoadjustierung.pdf) (letzter Zugriff 19.03.2025).
- 10 Bundesministerium der Justiz. Bekanntmachung eines Beschlusses des Gemeinsamen Bundesausschusses über eine Neufassung der Regelungen zum Qualitätsbericht der

- Krankenhäuser, BQS-Qualitätsindikatoren. 2009. [https://www.g-ba.de/downloads/39-261-805/2009-03-19-Vb-Qb-Neufassung\\_BAnz.pdf](https://www.g-ba.de/downloads/39-261-805/2009-03-19-Vb-Qb-Neufassung_BAnz.pdf) (letzter Zugriff 22.03.2025).
- 11 Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH. BQS-Bundesauswertung 2008, Koronarchirurgie, isoliert. 2009. [https://sqq.de/upload/CONTENT/Qualitaetsberichte/2008/BQS-Qualitaetsberichte-2008\\_Verfahren/bu\\_Gesamt\\_HCH-KCH\\_2008.pdf](https://sqq.de/upload/CONTENT/Qualitaetsberichte/2008/BQS-Qualitaetsberichte-2008_Verfahren/bu_Gesamt_HCH-KCH_2008.pdf) (letzter Zugriff 04.11.2023).
  - 12 Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH. BQS-Bundesauswertung 2008, Aortenklappenchirurgie, isoliert. 2009. [https://sqq.de/upload/CONTENT/Qualitaetsberichte/2008/BQS-Qualitaetsberichte-2008\\_Verfahren/bu\\_Gesamt\\_HCH-AORT-CHIR\\_2008.pdf](https://sqq.de/upload/CONTENT/Qualitaetsberichte/2008/BQS-Qualitaetsberichte-2008_Verfahren/bu_Gesamt_HCH-AORT-CHIR_2008.pdf) (letzter Zugriff 04.11.2023).
  - 13 Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH. BQS-Bundesauswertung 2008, Kombinierte Koronar- und Aortenklappenchirurgie. 2009. [https://sqq.de/upload/CONTENT/Qualitaetsberichte/2008/BQS-Qualitaetsberichte-2008\\_Verfahren/bu\\_Gesamt\\_HCH-KOMB\\_2008.pdf](https://sqq.de/upload/CONTENT/Qualitaetsberichte/2008/BQS-Qualitaetsberichte-2008_Verfahren/bu_Gesamt_HCH-KOMB_2008.pdf) (letzter Zugriff 04.11.2023).
  - 14 Hannan E L, Wu C, Ryan T J, Bennett E, Culliford A T, Gold J P, Hartman A, Isom O W, Jones R H, McNeil B, Rose E A, Subramanian V A. Do hospitals and surgeons with higher coronary artery bypass graft surgery volumes still have lower risk-adjusted mortality rates? *Circulation* 2003; **108**(7): S. 795–801.
  - 15 Böthig D, Breymann T. Risiko-Scores in der Herzchirurgie: In: Ziemer G, Haverich A, Hrsg., Herzchirurgie, 3 Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010: S. 27–48.
  - 16 Biancari F, Kangasniemi O-P, Luukkonen J, Vuorisalo S, Satta J, Pokela R, Juvonen T. EuroSCORE predicts immediate and late outcome after coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 2006; **82**(1): S. 57–61.
  - 17 Nashef S A, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; **16**(1): S. 9–13.
  - 18 Roques F, Nashef S A, Michel P, Gauducheau E, Vincentiis C de, Baudet E, Cortina J, David M, Faichney A, Gabrielle F, Gams E, Harjula A, Jones M T, Pintor P P, Salamon R, Thulin L. Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; **15**(6): S. 816–823.
  - 19 Toumpoulis I K, Anagnostopoulos C E. Can EuroSCORE accurately predict long-term outcome after cardiac surgery? *Nat Clin Pract Cardiovasc Med* 2005; **21**(12): S. 620–621.
  - 20 Granton J, Cheng D. Risk stratification models for cardiac surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2008; **12**(3): S. 167–174.

- 21 Bhatti F, Grayson A D, Grotte G, Fabri B M, Au J, Jones M, Bridgewater B. The logistic EuroSCORE in cardiac surgery: how well does it predict operative risk? *Heart* 2006; **92**(12): S. 1817–1820.
- 22 Gogbashian A, Sedrakyan A, Treasure T. EuroSCORE: a systematic review of international performance. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; **25**(5): S. 695–700.
- 23 Roques F, Michel P, Goldstone A R, Nashef S A M. The logistic EuroSCORE. *Eur Heart J* 2003; **24**(9): S. 881–882.
- 24 Michel P, Roques F, Nashef S A M. Logistic or additive EuroSCORE for high-risk patients? *Eur J Cardiothorac Surg* 2003; **23**(5): S. 684–687.
- 25 Yap C-H, Reid C, Yui M, Rowland M A, Mohajeri M, Skillington P D, Seevanayagam S, Smith J A. Validation of the EuroSCORE model in Australia. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006; **29**(4): S. 441–446.
- 26 Antunes M J. The EuroSCORE - 10 years later. Time to change? *Eur J Cardiothorac Surg* 2010; **37**(2): S. 253–254.
- 27 Kobayashi K J, Williams J A, Nwakanma L U, Weiss E S, Gott V L, Baumgartner W A, Conte J V. EuroSCORE predicts short- and mid-term mortality in combined aortic valve replacement and coronary artery bypass patients. *J Card Surg* 2009; **24**(6): S. 637–643.
- 28 Basraon J, Chandrashekhar Y S, John R, Agnihotri A, Kelly R, Ward H, Adabag S. Comparison of risk scores to estimate perioperative mortality in aortic valve replacement surgery. *Ann Thorac Surg* 2011; **92**(2): S. 535–540.
- 29 Parolari A, Pesce L L, Trezzi M, Loardi C, Kassem S, Brambillasca C, Miguel B, Tremoli E, Biglioli P, Alamanni F. Performance of EuroSCORE in CABG and off-pump coronary artery bypass grafting: single institution experience and meta-analysis. *Eur Heart J* 2009; **30**(3): S. 297–304.
- 30 Qadir I, Perveen S, Furnaz S, Shahabuddin S, Sharif H. Risk stratification analysis of operative mortality in isolated coronary artery bypass graft patients in Pakistan: comparison between additive and logistic EuroSCORE models. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2011; **13**(2): S. 137–141.
- 31 Lebreton G, Merle S, Inamo J, Hennequin J-L, Sanchez B, Rilos Z, Roques F. Limitations in the inter-observer reliability of EuroSCORE: what should change in EuroSCORE II? *Eur J Cardiothorac Surg* 2011; **40**(6): S. 1304–1308.
- 32 Shih H-H, Kang P-L, Pan J-Y, Wu T-H, Wu C-T, Lin C-Y, Lin Y-H, Chou W-T. Performance of European system for cardiac operative risk evaluation in Veterans General Hospital Kaohsiung cardiac surgery. *J Chin Med Assoc* 2011; **74**(3): S. 115–120.

- 33 Akar A R, Kurtcephe M, Sener E, Alhan C, Durdu S, Kunt A G, Güvenir H A. Validation of the EuroSCORE risk models in Turkish adult cardiac surgical population. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011; **40**(3): S. 730–735.
- 34 Nashef S A M, Roques F, Sharples L D, Nilsson J, Smith C, Goldstone A R, Lockowandt U. EuroSCORE II. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012; **41**(4): S. 734–745.
- 35 Kötting J, Beckmann A, Döbler K, Schäfer E, Veit C, Welz A, Schiller W. German CABG score: a specific risk model for patients undergoing isolated coronary artery bypass grafting. *Thorac Cardiovasc Surg* 2014; **62**(4): S. 276–287.
- 36 Kötting J, Schiller W, Beckmann A, Schäfer E, Döbler K, Hamm C, Veit C, Welz A. German Aortic Valve Score: a new scoring system for prediction of mortality related to aortic valve procedures in adults. *Eur J Cardiothorac Surg* 2013; **43**(5): S. 971–977.
- 37 Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information. Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS). Ohne Jahr. <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/ops/kode-suche/opshtml2008/> (letzter Zugriff 14.02.2019).
- 38 Conroy R M, Pyörälä K, Fitzgerald A P, Sans S, Menotti A, Backer G de, Bacquer D de, Ducimetière P, Jousilahti P, Keil U, Njølstad I, Oganov R G, Thomsen T, Tunstall-Pedoe H, Tverdal A, Wedel H, Whincup P, Wilhelmsen L, Graham I M. Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: the SCORE project. *Eur Heart J* 2003; **24**(11): S. 987–1003.
- 39 Graham I, Atar D, Borch-Johnsen K, Boysen G, Burell G, Cifkova R, Dallongeville J, Backer G de, Ebrahim S, Gjelsvik B, Herrmann-Lingen C, Hoes A, Humphries S, Knapton M, Perk J, Priori S G, Pyorala K, Reiner Z, Ruilope L, Sans-Menendez S, Scholte op Reimer W, Weissberg P, Wood D, Yarnell J, Zamorano J L, Walma E, Fitzgerald T, Cooney M T, Dudina A. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: executive summary: Fourth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (Constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *Eur Heart J* 2007; **28**(19): S. 2375–2414.
- 40 Hensen P. Qualitätsmanagement im Gesundheitswesen, Qualitätsvergleiche und Qualitätsberichte, 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019.
- 41 Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH. BQS-Qualitätsreport 2008, Qualität sichtbar machen. 2009. [https://www.bqs.de/default-wAssets/docs/reports/Qualitt-sichtbar-machen.-BQS-Qualittsreport\\_2008.pdf](https://www.bqs.de/default-wAssets/docs/reports/Qualitt-sichtbar-machen.-BQS-Qualittsreport_2008.pdf) (letzter Zugriff 22.03.2025).
- 42 Sibbing D, Massberg S. Stabile koronare Herzerkrankung: In: Lehnert H, Schellong S M, Mössner J, Sieber C C, Swoboda W, Neubauer A, Kemkes-Matthes B, Manns M P, Rupp J, Hasenfuß G, Floege J, Hallek M, Welte T, Lerch M, Märker-Hermann E, Weilemann L S, Hrsg., SpringerReference Innere Medizin. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015: S. 1–7.

- 43 Gummert J F, Funkat A, Osswald B, Beckmann A, Schiller W, Krian A, Beyersdorf F, Haverich A, Cremer J. EuroSCORE overestimates the risk of cardiac surgery: results from the national registry of the German Society of Thoracic and Cardiovascular Surgery. *Clin Res Cardiol* 2009; **98**(6): S. 363–369.
- 44 D'Errigo P, Seccareccia F, Rosato S, Manno V, Badoni G, Fusco D, Perucci C A. Comparison between an empirically derived model and the EuroSCORE system in the evaluation of hospital performance: the example of the Italian CABG Outcome Project. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008; **33**(3): S. 325–333.
- 45 Nilsson J, Algotsson L, Höglund P, Lühns C, Brandt J. Comparison of 19 pre-operative risk stratification models in open-heart surgery. *Eur Heart J* 2006; **27**(7): S. 867–874.

## 7 Anhang

### 7.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Risikofaktoren für die 30-Tage-In-Hospital-Letalität beim Euroscore nach <a href="http://www.euroscore.org">www.euroscore.org</a> .....	17
Tabelle 2: Ergebnis der multiplen logistischen Regression für den Euroscore <sup>18</sup> .....	18
Tabelle 3: Risikofaktoren für die In-Hospital-Letalität beim KCH-Score 3.0 für die isolierte Koronarchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008 .....	22
Tabelle 4: Ergebnis der multiplen logistischen Regression für den KCH-Score 3.0 nach der BQS-Bundesauswertung 2008 .....	23
Tabelle 5: Risikofaktoren für die In-Hospital-Letalität beim AKL-Score für die isolierte Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008 .....	25
Tabelle 6: Ergebnis der multiplen logistischen Regression für den AKL-Score nach der BQS-Bundesauswertung 2008 .....	26
Tabelle 7: Risikofaktoren für die In-Hospital-Letalität beim KBA-Score für die kombinierte Bypass- und Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008 .....	27
Tabelle 8: Ergebnis der multiplen logistischen Regression für den KBA-Score nach der BQS-Bundesauswertung 2008 .....	28
Tabelle 9: Patientenanzahl in den kardiochirurgischen Leistungen bundesweit nach der BQS-Bundesauswertung 2008 .....	72
Tabelle 10: Verteilung der isolierten Koronar-, isolierten Aortenklappen- und kombinierten Koronar- und Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008 .....	73
Tabelle 11: Letalität nach isolierter Koronarchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen 2008 .....	96
Tabelle 12: Letalität nach isolierter Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen 2008 .....	98
Tabelle 13: Letalität nach kombinierter Koronar- und Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen 2008 .....	100
Tabelle 14: Letalität nach isolierter Mitralklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen 2008 .....	101
Tabelle 15: Letalität nach kombinierter Koronar- und Mitralklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen 2008 .....	102
Tabelle 16: Lage- und Streuungsparameter der Scoreergebnisse bei den Patienten des Klinikums Leverkusen mit isolierter Koronarchirurgie 2008 .....	106
Tabelle 17: Lage- und Streuungsparameter der Scoreergebnisse bei den Patienten des Klinikums Leverkusen mit isolierter Aortenklappenchirurgie 2008 .....	107
Tabelle 18: Lage- und Streuungsparameter der Scoreergebnisse bei den Patienten des Klinikums Leverkusen mit kombinierter Koronar- und Aortenklappenchirurgie 2008 ...	107

Tabelle 19: Lage- und Streuungsparameter der Scoreergebnisse bei den Patienten des Klinikums Leverkusen mit isolierter Mitralklappenchirurgie 2008.....	109
Tabelle 20: Lage- und Streuungsparameter der Scoreergebnisse bei den Patienten des Klinikums Leverkusen mit kombinierter Koronar- und Mitralklappenchirurgie 2008 .....	109
Tabelle 21: Grunddaten für isolierte Koronarchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008 .....	113
Tabelle 22: In-Hospital-Letalität nach isolierter Koronarchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008 .....	114
Tabelle 23: 30-Tage-Letalität nach isolierter Koronarchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008 .....	115
Tabelle 24: Grunddaten für isolierte Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008 .....	118
Tabelle 25: In-Hospital-Letalität nach isolierter Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008 .....	119
Tabelle 26: 30-Tage-Letalität nach isolierter Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008 .....	120
Tabelle 27: Grunddaten für kombinierte Koronar- und Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008.....	123
Tabelle 28: In-Hospital-Letalität nach kombinierter Koronar- und Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008.....	123
Tabelle 29: 30-Tage-Letalität nach kombinierter Koronar- und Aortenklappenchirurgie nach der BQS-Bundesauswertung 2008.....	124
Tabelle 30: Die beobachtete (O) und erwartete (E) 30-Tage-Letalität nach isolierter Koronarchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008 .....	125
Tabelle 31: Die beobachtete (O) und erwartete (E) In-Hospital-Letalität nach isolierter Koronarchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008 .....	126
Tabelle 32: Die beobachtete (O) und erwartete (E) 30-Tage-Letalität nach isolierter Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008.....	127
Tabelle 33: Die beobachtete (O) und erwartete (E) In-Hospital-Letalität nach isolierter Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008.....	127
Tabelle 34: Die beobachtete (O) und erwartete (E) 30-Tage-Letalität nach kombinierter Koronar- und Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008.....	128
Tabelle 35: Die beobachtete (O) und erwartete (E) In-Hospital-Letalität nach kombinierter Koronar- und Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008.....	128

## 7.2 Diagrammverzeichnis

### 7.2.1 Organigramm

Organigramm 1: Patienten mit KHK.....	42
Organigramm 2: Patienten mit KHK in Kombination mit Herzklappenerkrankung oder Herzklappen- und Aortenerkrankung .....	43
Organigramm 3: Patienten mit Herzklappenerkrankung.....	47
Organigramm 4: Patienten mit Aortenklappenerkrankung.....	48
Organigramm 5: Patienten mit Mitralklappenerkrankung .....	49
Organigramm 6: Patienten mit Aortenerkrankung .....	51
Organigramm 7: Patienten mit anderer Herzerkrankung .....	52
Organigramm 8: Invasive Therapie nach Behandlungstechnik .....	55
Organigramm 9: Invasive Therapie der KHK .....	57
Organigramm 10: Invasive Therapie der Herzklappenerkrankungen .....	59
Organigramm 11: Konventionelle chirurgische Therapie der Herzklappenerkrankungen .....	60
Organigramm 12: Invasive Therapie der Aortenklappenerkrankungen .....	61
Organigramm 13: Konventionelle chirurgische Therapie der Aortenklappenerkrankungen ..	62
Organigramm 14: Invasive Therapie der Mitralklappenerkrankungen .....	63
Organigramm 15: Konventionelle chirurgische Therapie der Mitralklappenerkrankungen ....	64
Organigramm 16: Übersicht des durchgeführten Herzklappenersatzes .....	66
Organigramm 17: Invasive Therapie der Aorta .....	68
Organigramm 18: Invasive Therapie der anderen Herzerkrankungen.....	70

### 7.2.2 Balkendiagramm

Balkendiagramm 1: Geschlechtsverteilung in den kardiochirurgischen Leistungen bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008 .....	74
Balkendiagramm 2: Durchschnittsalter in Jahren in den kardiochirurgischen Leistungen bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008 .....	75
Balkendiagramm 3: Durchschnittskörpergröße in cm in den kardiochirurgischen Leistungen bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008 .....	76
Balkendiagramm 4: Durchschnittskörpergewicht in kg in den kardiochirurgischen Leistungen bei den Patienten des Klinikums Leverkusen und bundesweit 2008 .....	77
Balkendiagramm 5: In-Hospital-Letalität nach herkömmlicher und nach „krankenhausübergreifender“ Definition bei den Patienten des Klinikums Leverkusen 2008 .....	103

### **7.2.3 Kreisdiagramm**

Kreisdiagramm 1: Verteilung der isolierten Koronarchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen nach operierenden Kliniken 2008.....	78
Kreisdiagramm 2: Verteilung der isolierten Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen nach operierenden Kliniken 2008.....	79
Kreisdiagramm 3: Verteilung der kombinierten Koronar- und Aortenklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen nach operierenden Kliniken 2008 .....	80
Kreisdiagramm 4: Verteilung der isolierten Mitralklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen nach operierenden Kliniken 2008.....	81
Kreisdiagramm 5: Verteilung der kombinierten Koronar- und Mitralklappenchirurgie bei den Patienten des Klinikums Leverkusen nach operierenden Kliniken 2008 .....	82

### **7.2.4 Mengendiagramm**

Mengendiagramm 1: Zusammenstellung der Hauptdiagnosegruppen mit ihren gegenseitigen Relationen bei den Leverkusener Patienten .....	39
Mengendiagramm 2: Quantitative Zusammenstellung der Diagnoseuntergruppen .....	40

### **7.2.5 Prozessdiagramm**

Prozessdiagramm 1: Patientenrekrutierung .....	33
--	----