

# Risikoadjustierung in der Herzchirurgie: KCH-Score 3.0, AKL-Score, KBA-Score

J. Kötting, F. Thölen, E. Schäfer

179

## Einleitung

Die Krankenhaussterblichkeit (In-Hospital-Letalität) wird als sehr wichtiger Qualitätsindikator nach herzchirurgischen Eingriffen betrachtet. Das Ergebnis eines Krankenhauses hängt dabei nicht allein von der Qualität der erbrachten Leistung ab, sondern wird unter anderem durch Vorerkrankungen, unterschiedliche Schweregrade der Grunderkrankung und auch krankheitsunabhängige Merkmale wie zum Beispiel Alter oder Geschlecht seiner Patienten beeinflusst. Die Krankenhaussterblichkeit hängt also auch davon ab, welches Risikoprofil die Patienten eines Krankenhauses aufweisen. Ein Krankenhaus, in dem sehr häufig Hochrisikopatienten behandelt werden, lässt in der Regel eine höhere Letalität erwarten als ein Krankenhaus mit wenigen Hochrisikopatienten. Ein schlechteres Ergebnis muss in solchen Fällen nicht automatisch eine schlechtere Qualität der Versorgung bedeuten.

Erst eine angemessene Berücksichtigung unterschiedlicher Risiken im Patientenmix sorgt für einen fairen Vergleich der Krankenhäuser. Dazu werden risikoadjustierte Qualitätsdarstellungen genutzt. Um einen möglichen gemeinsamen Einfluss mehrerer Risikofaktoren zu erkennen und zu gewichten, können multiple logistische Regressionsmodelle eingesetzt werden, deren Ergebnisse in einem weiteren Schritt zur Berechnung risikoadjustierter Letalitätsraten genutzt werden können. Bekannte Beispiele sind die seit 1996 regelmäßig vom New York State Department of Health (1996 bis 2008) herausgegebenen Cardiac Surgery Reports oder der im europäischen Raum weit verbreitete additive oder logistische EuroSCORE (Roques et al. 1999, Michel et al. 2003). Beim Vergleich deutscher herzchirurgischer Kliniken mittels EuroSCORE stellte sich heraus, dass die erwartete Krankenhaussterblichkeit inzwischen zum Teil deutlich überschätzt wird. Um einen fairen Vergleich der deutschen Krankenhäuser untereinander zu ermöglichen, hat die BQS gemeinsam mit der Fachgruppe Herzchirurgie einen logistischen Score für die isolierte Koronarchirurgie (KCH-SCORE) auf der Grundlage aktuellerer Daten entwickelt (BQS-Qualitätsreport 2004).

Für die isolierte Aortenklappenchirurgie (AKL-Score) und die kombinierte Bypass- und Aortenklappenchirurgie (KBA-Score) stehen für die BQS-Bundesauswertung 2008 erstmals eigens entwickelte Risikoadjustierungsmodelle für die Krankenhaussterblichkeit zur Verfügung. Diese wurden aktuell auf der Basis des BQS-Bundesdatenpools 2008 berechnet. Um für die isolierte Koronarchirurgie eine sowohl inhaltliche als auch zeitlich vergleichbare Interpretationsbasis zu gewährleisten, wurde der KCH-Score nun ebenfalls auf die BQS-Bundesdaten 2008 neu angepasst und liegt somit in Version 3.0 vor (KCH-Score 3.0).

**Tabelle 1: Definition der Risikofaktoren**

Risikofaktor	Definition laut BQS-Datensatz Herzchirurgie
Alter (fünf Risikoklassen)	Aufnahmejahr – Geburtsjahr: a) 66 - 70 Jahre b) 71 - 75 Jahre c) 76 - 80 Jahre d) 81 - 85 Jahre e) > 85 Jahre
Geschlecht	weiblich
Body Mass Index (BMI) (zwei Risikoklassen)	Körpergewicht bei Aufnahme/(Körpergröße/100) <sup>2</sup> : a) BMI < 22 b) 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 (Inotrope (i. v.)) ODER IABP als (präoperative) mechanische Kreislaufunterstützung
Pulmonale Hypertonie	pulmonale Hypertonie: ja
Herzrhythmus bei Aufnahme	Vorhofflimmern ODER andere Rhythmusstörungen
Linksventrikuläre Dysfunktion (zwei Risikoklassen)	a) LVEF mittel oder 30 - 50 % b) LVEF schlecht oder < 30 %
Koronarangiographiebefund	3-Gefäß-Erkrankung
Reoperation (Vor-OP Herz/Aorta)	Anzahl Voroperationen an Herz / Aorta ≥ 1 ODER genaue Anzahl unbekannt (aber mind. 1)
Akute Infektion(en)	floride Endokarditis
Diabetes mellitus (insulinpflichtig)	Diabetes mellitus mit Insulin behandelt
Arterielle Gefäßerkrankung	arterielle Gefäßerkrankung: ja
Lungenerkrankung(en) (zwei Risikoklassen)	a) COPD mit Dauermedikation ODER COPD ohne Dauermedikation b) 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 i. S. (präoperativ) > 2,3 mg/dl ODER Kreatininwert i. S. (präoperativ) > 200 µmol/l
Notfall	OP-Dringlichkeit Notfall ODER OP-Dringlichkeit Notfall (Reanimation/ultima ratio)

**Tabelle 2: Isolierte Koronarchirurgie – Ergebnis der multiplen logistischen Regression für den KCH-Score 3.0**

Risikofaktor	Regressionskoeffizient	Standardfehler	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
Myokardinfarkt ≤ 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 30 - 50 %	0,415	0,070	<0,001	1,51
LVEF < 30%	0,806	0,089	<0,001	2,24
3-Gefäß-Erkrankung	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
Lungenerkrankungen: COPD	0,419	0,080	<0,001	1,52
Lungenerkrankungen: 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

Hosmer-Lemeshow-Test: p-Wert = 0,189; c-Statistik: 0,826.

**Tabelle 3: Isolierte Aortenklappenchirurgie – Ergebnis der multiplen logistischen Regression für den AKL-Score**

Risikofaktor	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 30 - 50 %	0,283	0,119	0,018	1,33
LVEF < 30%	0,570	0,169	0,001	1,77
Reoperation an Herz/Aorta	0,307	0,143	0,032	1,36
Floride Endokarditis	0,545	0,213	0,010	1,72
Arterielle Gefäßerkrankung	0,359	0,125	0,004	1,43
Lungenerkrankungen: 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

Hosmer-Lemeshow-Test: p-Wert = 0,776; c-Statistik: 0,808.

### Modellierung der Risikofaktoren durch logistische Regression

Die drei Risikoadjustierungsmodelle wurden mit den herzchirurgischen Datenpools zur BQS-Bundesauswertung 2008 entwickelt. Grundlage waren alle Patienten, bei denen in der ersten Operation während des stationären Aufenthaltes ein Eingriff zum jeweiligen Leistungsbereich vorgenommen wurde:

- isolierte Koronarchirurgie: 45.514 Patienten
- isolierte Aortenklappenchirurgie: 11.794 Patienten
- kombinierte Koronar- und Aortenklappenchirurgie: 7.700 Patienten

Für die isolierte Aortenklappenchirurgie wurde ein gemeinsames logistisches Modell für alle Patienten mit vergleichbarer Grunderkrankung gebildet. Für die BQS-Bundesauswertung erfolgte anschließend eine Unterteilung in konventionell-chirurgische und kathetergestützte Eingriffe.

Potenzielle Risikofaktoren zur Krankenhaussterblichkeit wurden durch die Fachexperten der BQS-Fachgruppe Herzchirurgie sowie mittels Leitlinien und Literaturrecherche ermittelt. Bei der aktuellen Entwicklung wurden insgesamt 23 im Datensatz Herzchirurgie erhobene präoperative, mögliche Risikofaktoren hinsichtlich ihres Einflusses auf die In-Hospital-Letalität untersucht. Unter Verwendung von multiplen logistischen Regressionsmodellen lassen sich nicht nur Aussagen darüber treffen, ob bestimmte Faktoren überhaupt einen Einfluss auf einen bestimmten binären Zustand (zum Beispiel im Krankenhaus verstorben: ja/nein) eines Patienten ausüben. Auch lässt sich der simultane Einfluss dieser Risikofaktoren auf die Versterbenswahrscheinlichkeit quantifizieren. Dazu wurde zunächst eine Variablenselektion nach mathematisch-statistischen Gesichtspunkten durchgeführt und Variablen ohne signifikanten Einfluss aus der Modellbildung entfernt. So konnte bei gleichzeitiger Berücksichtigung der im Modell verbliebenen Risikofaktoren in allen drei Leistungsbereichen kein signifikanter Einfluss für die folgenden Variablen nachgewiesen werden: signifikante Hauptstammstenose, instabile Angina, Angina pectoris und vorausgegangene PCI. Die Variablen Fettstoffwechselstörung, arterielle Hypertonie und Nikotinabusus wurden schon bei der Entwicklung des KCH-Scores im Jahr 2004 als Variablen ohne zusätzlichen Einfluss identifiziert und bei der Datensatzüberarbeitung 2007 aus dem Datensatz entfernt. Die verbliebenen Risikofaktoren auf die Krankenhaussterblichkeit in einem der drei Leistungsbereiche sind in Tabelle 1 näher definiert.

Die letztendlich resultierenden (verschiedenen) Variablen mit gemeinsamen Einfluss auf die In-Hospital-Letalität für die drei einzelnen herzchirurgischen Leistungsbereiche sind schließlich den Tabellen 2 bis 4 zu entnehmen (Tabelle 2: isolierte Koronarchirurgie/KCH-Score 3.0; Tabelle 3: isolierte Aortenklappenchirurgie/AKL-Score; Tabelle 4: kombi-

nierte Bypass- und Aortenklappenchirurgie/KBA-Score). Dort sind auch die jeweiligen Ergebnisse der multiplen logistischen Regression dargestellt. Die Regressionskoeffizienten stellen dabei die in dem Modell berechneten Gewichtungen der einzelnen Risikofaktoren dar, mit dem Standardfehler als Maß der Variation. Aus beiden zusammen berechnen sich mittels Wald- $\chi^2$ -Teststatistik die p-Werte.

Mit dem Odds-Ratio, das ebenfalls aus den Regressionskoeffizienten berechnet wird, lässt sich schließlich aussagen, um welchen Faktor die einzelnen Risikofaktoren die Chance erhöhen, nach oder während eines Eingriffs im Krankenhaus zu versterben. So ist nach einem isoliert koronarchirurgischen Eingriff die Chance zu versterben für Notfallpatienten 2,13-mal höher als für Nicht-Notfallpatienten, wenn ansonsten gleiche Risiken vorliegen. Da sich diese Interpretation auf die Chance (= Wahrscheinlichkeit im Krankenhaus zu versterben/Wahrscheinlichkeit im Krankenhaus nicht zu versterben) bezieht, werden zur Berechnung der vom Patientenrisiko abhängigen erwarteten Letalität die Regressionskoeffizienten verwendet.

### Berechnung des individuellen Patientenrisikos

Mittels der Regressionskoeffizienten im logistischen Regressionsmodell lässt sich nun für jeden Patienten mit vollständigen Angaben zu den Risikofaktoren die Wahrscheinlichkeit p, im Krankenhaus zu versterben, unter Berücksichtigung seiner individuellen Risikostruktur berechnen:

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

mit den Risikofaktoren  $x_1, \dots, x_n$  (hier mit den Werten „1“ bei Vorliegen und „0“ bei Nicht-Vorliegen eines Risikofaktors), der Konstanten  $\beta_0$  und den Regressionskoeffizienten  $\beta_1, \dots, \beta_n$ . So beträgt zum Beispiel nach KCH-Score 3.0 die erwartete Wahrscheinlichkeit, nach einem isoliert koronarchirurgischen Eingriff in einem deutschen Krankenhaus zu versterben, für eine 78-jährige weibliche Patientin mit arterieller Gefäßerkrankung, einer LVEF von 30 bis 50%, einer 3-Gefäß-Erkrankung und ohne weitere Risikofaktoren

$$p = \frac{\exp(-5,874 + 1,134 + 0,186 + 0,398 + 0,415 + 0,407)}{1 + \exp(-5,874 + 1,134 + 0,186 + 0,398 + 0,415 + 0,407)}$$

= 0,034 = 3,4%

Bei zusätzlichem Vorliegen einer COPD als Lungen-erkrankung erhöht sich diese auf

$$p = \frac{\exp(-5,874 + 1,134 + 0,186 + 0,398 + 0,415 + 0,407 + 0,419)}{1 + \exp(-5,874 + 1,134 + 0,186 + 0,398 + 0,415 + 0,407 + 0,419)}$$

= 0,051 = 5,1%

**Tabelle 4: Kombinierte Bypass- und Aortenklappen-chirurgie – Ergebnis der multiplen logistischen Regression für den KBA-Score**

Risikofaktor	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 ≤ 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
LVEF 30 - 50 %	0,301	0,118	0,011	1,35
LVEF < 30 %	0,941	0,162	<0,001	2,56
Reoperation an Herz / Aorta	0,784	0,163	<0,001	2,19
Floride Endokarditis	0,707	0,350	0,043	2,03
Diabetes mellitus (insulinpflichtig)	0,317	0,136	0,020	1,37
Lungenerkrankungen: 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

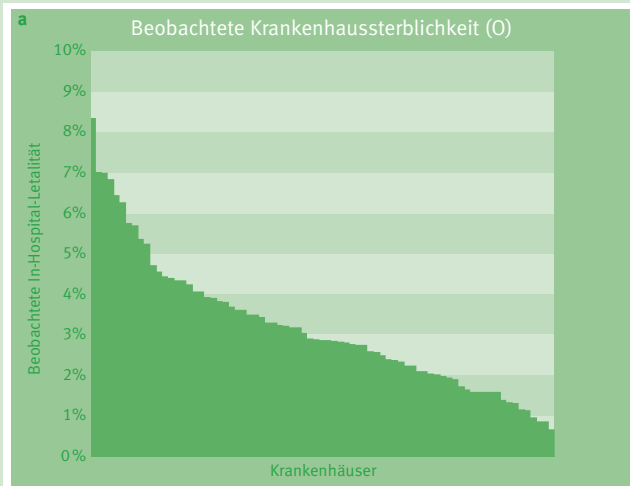
Hosmer-Lemeshow-Test: p-Wert = 0,318; c-Statistik: 0,745.

### Risikoadjustierte Kennzahlen mittels beobachteter (O) und erwarteter (E) In-Hospital-Letalität

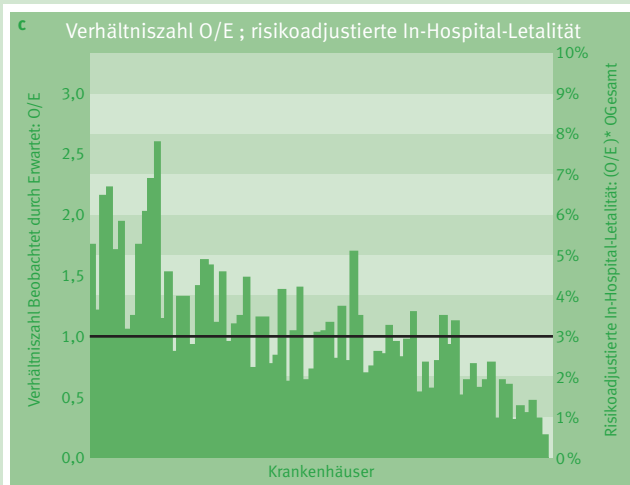
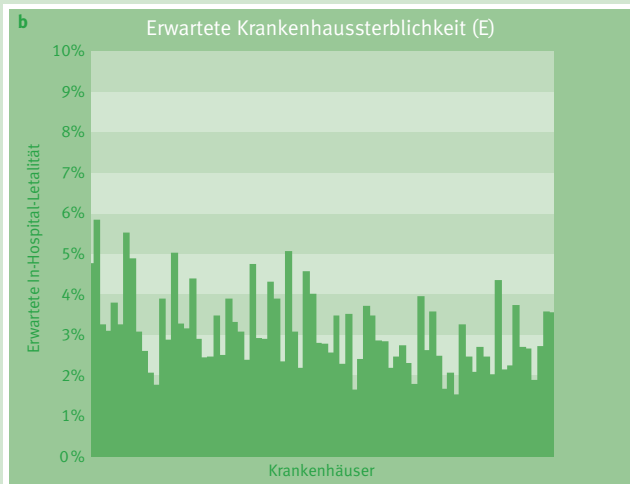
Die Berechnung der risikoadjustierten Kennzahlen erfolgt leistungsbereichsbezogen. Außerdem wurden für die isolierte Aortenklappenchirurgie getrennte Berechnungen für konventionell-chirurgische und kathetergestützte Eingriffe vorgenommen. Betrachtet man nun zum Beispiel alle Patienten eines Krankenhauses, die in ihrer ersten Operation während des stationären Aufenthaltes isoliert koronarchirurgisch versorgt wurden, dann erhält man mittels KCH-Score 3.0 für jeden Patienten (mit vollständigen Angaben zu allen Risikofaktoren) die unter Berücksichtigung seines Risikoprofils erwartete Wahrscheinlichkeit im Krankenhaus zu versterben. Wird hierüber der Mittelwert gebildet, erhält man die aus dem Patientenmix resultierende erwartete In-Hospital-Letalität (E für Expected) eines Krankenhauses. Diese wird nun mit der bei diesen Patienten tatsächlich beobachteten Krankenhaussterblichkeit (O für Observed) verglichen. So lässt sich über die Verhältniszahl O/E erkennen, wie groß die Abweichung einer beobachteten In-Hospital-Letalität in Relation zur erwarteten In-Hospital-Letalität ist. Wäre zum Beispiel E = 3,5% und O = 2,6%, so betrüge das Ergebnis des Krankenhauses das 0,74-Fache des erwarteten Wertes (0,74 = 2,6%/3,5%). Das Ergebnis wäre 26% besser, als nach der Risikostruktur der Patienten zu erwarten gewesen wäre. Zur Berechnung der risikoadjustierten

**Abbildung 1a-c: Risikoadjustierung der Krankenhaussterblichkeit für die isolierte Koronarchirurgie**

Beobachtete (O) und erwartete (E) In-Hospital-Letalität in den einzelnen Krankenhäusern nach isoliert koronarchirurgischem Eingriff im Erfassungsjahr 2008. Die erwartete In-Hospital-Letalität gibt das mittels KCH-Score 3.0 berechnete mittlere präoperative Risiko der Patienten eines Krankenhauses an. Die untere Abbildung zeigt die hieraus berechneten Krankenhausegebnisse für O/E (linke Skala) und für die risikoadjustierte In-Hospital-Letalität (rechte Skala; Multiplikation von O/E mit dem Bundesergebnis 2008 (3,0‰)).



geteilt durch



Krankenhaussterblichkeit in den einzelnen Krankenhäusern wird schließlich die Verhältniszahl O/E mit der bundesweit beobachteten In-Hospital-Letalität (OGesamt) multipliziert. Diese beschreibt dann für jedes Krankenhaus das Ergebnis, das erreicht würde, wenn alle Krankenhäuser Patienten mit der gleichen Krankheitsschwere behandelt hätten. Damit werden alle Krankenhausegebnisse direkt miteinander vergleichbar.

Abbildung 1 zeigt die Verteilung der beobachteten (O) und erwarteten (E) In-Hospital-Letalität für alle Krankenhäuser im Leistungsbereich isolierte Koronarchirurgie. Das Verhältnis O/E und die entsprechende risikoadjustierte In-Hospital-Letalität ist in gleicher Sortierung dargestellt wie bei O. Dadurch wird der Effekt einer Risikoadjustierung sichtbar. Der Vergleich von Abbildung 1a mit Abbildung 1c zeigt, dass in einigen Krankenhäusern, die relativ häufig Patienten mit hohem operativen Risiko behandelt haben, die risikobereinigte Krankenhaussterblichkeit deutlich unter der beobachteten Krankenhaussterblichkeit liegt. In der Praxis bedeutet dies, dass in diesen Krankenhäusern auch schwerkranke Patienten mit gutem Erfolg behandelt werden. Umgekehrt müssen sich natürlich auch Krankenhäuser mit niedriger beobachteter Krankenhaussterblichkeit an der Erkrankungsschwere der von ihnen behandelten Patienten messen lassen.

Mit der BQS-Bundesauswertung 2008 liegen erstmalig für alle in die externe vergleichende Qualitätssicherung einbezogenen herzchirurgischen Leistungsbereiche hochdifferenzierte Instrumente zur Abbildung der Krankenhaussterblichkeit vor. Hiervon profitieren sowohl Krankenhäuser als auch Patienten, Versicherte und ihre Angehörigen. Die Krankenhäuser können die Ergebnisse der Risikoadjustierung für die aktive Entwicklung ihrer medizinisch-pflegerischen Behandlungsqualität nutzen. Die Erfahrungen aus dem Strukturierten Dialog in der isolierten Koronarchirurgie zeigen, dass gerade Krankenhäuser mit anfangs auffällig hoher In-Hospital-Letalität mit Unterstützung der Experten der Fachgruppe Herzchirurgie deutliche und nachhaltige Verbesserungen erzielen können. Patienten und ihren Angehörigen, die bei einer Entscheidung für ein bestimmtes Krankenhaus auch Informationen zur Krankenhaussterblichkeit heranziehen möchten, stehen durch eine aktuelle Risikoadjustierung deutlich belastbarere Daten zur Verfügung als bei isolierter Betrachtung von nicht adjustierten Kennzahlen.